
على التليجرام
@almaktabh5
المكتبة
التعليمية
PDF-MP4-MP3

بسم الله الرحمن الرحيم



الأول
من نوعه في اليمن

حالياً في الأسواق

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتين على الآتي :

١ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .

٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية

٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :

أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .

ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .

٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .

٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .

لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعـز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين وتوجد في العديد من المكتبات الأخرى منها :

تعـز مكتبة تعز ، شارع جمال . مكتبة الرسالة + مكتبة التفوق : جوار مدرسة زيد الموشكي

تعـز مكتبة السلام : شارع المرور جوار المعهد التقني الصناعي . مكتبة النجاح : شارع التحرير . مكتبة ثانوية تعز ،.....

صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير

صنعاء مكتبة المختار الحديثة شارع تعز ، جولة شميلة

عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)

عدن مكتبة وإتصالات بانافع جوار ثانوية عدن النموذجية للبنات ، وكذلك توجد لدى مكتبة الزبير بمدينة الشعب

حضرموت مكتبة الرسالة سيئون ، السوق العام ، عمارة الأوقاف والعوامر

حضرموت مركز الجولة تريم ، جوار نادي الوحدة الرياضي

الحديدة مكتبة صلاح الدين شارع جمال

ذمار مكتبة القمة شارع المنزل جوار البنك الزراعي

إب مكتبة المعرفة ومكتبة ابن تيمية شارع العدين

بسم الله الرحمن الرحيم

مراجعة عامة لما تم دراسته سابقاً . المراجعة هامة جداً .

تنقسم الكميات الفيزيائية إلى قسمين هما :

١) **الكميات الفيزيائية الأساسية :** وهي الكميات التي تكون معرفة بذاتها وبما تم الاصطلاح عليه مثل الطول والكتلة والزمن

٢) **الكميات الفيزيائية المشتقة :** هي الكميات التي يتم اشتقاقها من الكميات الأساسية وتعرف بدلالتها مثل السرعة والعجلة والقوة.

كميات فيزيائية أساسية	رمزها	وحدة قياسها	كميات فيزيائية مشتقة	رمزها	وحدة قياسها
الكتلة	ك	كيلو جرام (كجم)	السرعة	ع	متر/ثانية (م/ث)
المسافة	ف	متر (م)	العجلة	جـ	م/ث٢
الزمن	ز	ثانية (ث)	القوه	ق	كجم .م /ث٢= نيوتن
شدة التيار	ت	أمبير (A)	الطاقة	طا	نيوتن .م =كجم.م٢/ث٢ = جول
			كمية التحرك	كت	كجم.م/ث

هنالك كميات فيزيائية قياسية وكميات متجهة :

١) **الكميات الفيزيائية القياسية :** هي الكميات التي يكفي لوصفها وتحديدها أن تعرف مقدارها فقط مثل : المسافة والكتلة والزمن ودرجة الحرارة .

٢) **الكميات الفيزيائية المتجهة :** هي الكميات التي نحتاج لوصفها وتحديدها أن نعرف مقدارها واتجاهها مثل السرعة ($\overrightarrow{ع}$) والعجلة ($\overrightarrow{جـ}$) والقوة ($\overrightarrow{ق}$).

ملاحظات: **١)** يوضع سهم فوق الكميات المتجهة ($\rightarrow$) للدلالة على أنها متجهه بينما لا يوضع على الكميات القياسية والجدول أعلاه يوضح ذلك.

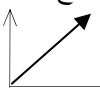
٢) من تعريف الكميات المتجهة يتضح لنا أن معرفة اتجاهها مهم لوصفها وتحديدها وعلى سبيل المثال إذا أردنا

إيجاد القيمة المحصلة لكميتين متجهتين و كانت الكميتين الفيزيائيتين تتحركان :

١) باتجاه واحد فإننا نجمع الكميتين $\overrightarrow{ع}$ $\overrightarrow{ع}$ ($ع = ع_١ + ع_٢$) .

٢) باتجاهين متعاكسين فإننا نطرح $\overrightarrow{ع}$ $\overleftarrow{ع}$ ($ع = ع_١ - ع_٢$) .

٣) باتجاهين متعامدين أو بين المحورين(س،ص) فإننا نستخدم نظرية فيثاغورس $ع$ $ع_٢$ $ع = \sqrt{ع_١^{٢} + ع_٢^{٢}}$



نشاط) إن حاصل ضرب ١ـ قياسي × قياسي = ... ، ٢ـ متجه × متجه = ...

٣ـ قياسي × متجه = ... ، ٤ـ متجه × قياسي = ...

تختلف وحدات القياس للكمية الفيزيائية وذلك وفقاً للنظام الذي يتم القياس به وهنالك العديد من أنظمة القياس منها :

١) **النظام الدولي للقياس (SI)** ويسمى نظام **(متر ، كيلو جرام ، ثانية)** حيث يستخدم فيه المتر(م) كوحدة لقياس الأطوال والكيلو جرام (كجم) وحدة لقياس الكتل والثانية لقياس الزمن (ث).

٢) **النظام الفرنسي ونظام جاوس** ويسمى نظام **(سنتيمتر ، جرام ، ثانية)** حيث يستخدم فيه السنتيمتر(سم) وحدة لقياس الأطوال والجرام (جم) وحدة لقياس الكتل والثانية (ث) لقياس الزمن .

من المعلوم أن

١سم = ١٠ ملم ، ١م = ١٠٠سم= $١٠^{٢}$سم ، ١كم =١٠٠٠م =$١٠^{٣}$ م

١كجم = ١٠٠٠جم = $١٠^{٣}$جم ، ١طن = ١٠٠٠كجم =$١٠^{٣}$ كجم

الساعة =٦٠ دقيقة ، الدقيقة (د) = ٦٠ ثانية (ث) ، الساعة = ٦٠ دقيقة ×٦٠ثانية = ٣٦٠٠ث =٣٦ ×$١٠^{٢}$ ث

التحويل من نظام لآخر

أولاً) عند التحويل من وحدة قياس كبرى إلى وحدة قياس صغرى نضرب.

أمثلة) حول الآتي من أ) ٥م إلى سم ، ب) ٤كجم إلى جم ، ج) ٦دقائق إلى ثواني

الحـــــــل

أ) ٥م = ٥×١٠٠م = ٥٠٠سم = ٥ × $١٠^{٢}$سم ، ب) ٤كجم = ٤×١٠٠٠جم = ٤٠٠٠جم ، ج) ٦د = ٦×٦٠ ث = ٣٦٠ ث

ثانياً) عند التحويل من وحدة قياس صغرى إلى وحدة قياس كبرى نقسم .

أمثلة)حول الآتي من أ) ٥٠٠ سم إلى متر ، ب) ٤٠٠٠جم إلى كيلو جرام ، ج) ٣٦٠ ث إلى دقيقة

الحـــــــل

أ) ٥٠٠ سم = $\frac{٥٠٠}{١٠٠}$ = ٥ × ١٠ ^{٢} × ١٠ $^{-٢}$ = ٥ م

ب) ٤٠٠٠جم = $\frac{٤٠٠٠}{١٠٠٠}$ = ٤كجم أو ٤ × ١٠ ^{٣} × ١٠ $^{-٣}$ =٤كجم ، ج) ٣٦٠ ث = $\frac{٣٦٠}{٦٠}$ = ٦ دقيقة

س : حول الآتي من : أ) ٥ سم إلى كم ، ب) ٥ ث إلى دقائق ج) ٤ طن إلى كجم

د) ٠.٢٠ سم إلى كم ، و) ٦ كم / ساعة إلى م/ ث

ملاحظة : عند حل المسائل الفيزيائية يجب جعل جميع وحدات القياس في المسألة بنظام قياس واحد

كميات فيزيائية والعلاقات التي تحسب منها ووحدات قياسها

الكمية الفيزيائية	رمزها	العلاقة التي تحسب منها	وحدة قياسها بالنظام الدولي للقياس
السرعة	ع	ع = $\frac{ف}{ز}$	م / ث
العجلة	جـ	جـ = $\frac{ع - ع_{٠}}{ز}$	م / ث ^{٢}
القوة	ق	ق = ك × جـ	كجم . م / ث ^{٢} = نيوتن
الوزن	و	و = ك × د	كجم . م / ث ^{٢} = نيوتن
الشغل	شغ	شغ = ق × ف	نيوتن . م = كجم . م / ث ^{٢} × م =كجم . م ^{٢} /ث ^{٢} = جول
طاقة الحركة	طح	طح = ١/٢ ك ع ^{٢}	كجم . (م / ث) ^{٢} = كجم . م ^{٢} / ث ^{٢} = نيوتن .م = جول
طاقة الوضع	ط و	ط و = ك × د × ف	كجم . م/ ث ^{٢} ×م = كجم . م ^{٢} / ث ^{٢} = نيوتن .م = جول
كمية التحرك الخطي	كت $_{خطي}$	كت $_{خطي}$ = ك×ع	كجم . م / ث
الدفع	الدفع	الدفع = ق ×Δ ز	نيوتن ×ث = كجم . م / ث ^{٢} ×ث= كجم . م / ث
قوة الجذب المركزية	ق م	ق م = ك $\frac{ع^{٢}}{نق}$	كجم . (م / ث) ^{٢} / م = كجم . م/ ث ^{٢} = نيوتن
عجلة الجذب المركزية	جـ م	جـ م = $\frac{ع^{٢}}{نق}$	(م / ث)^{٢} / م = م / ث ^{٢}
التردد	f	f = ١/ ز	هيرتز = ١/ ث
السرعة الزاوية	ω	ω = ٢ π f	راديان / ث

ملاحظة : إن جميع العلاقات الموجودة في الجدول أعلاه تم دراستها في الأعوام الماضية وسيتم دراستها في هذا العام

بالنظر إلى الجدول أعلاه سنلاحظ أن هنالك علاقات لها نفس وحدة القياس وهي (القوة والوزن) ،

(الشغل وطاقة الحركة وطاقة الوضع) ، (كمية التحرك الخطي والدفع)

س : اثبت أن الكميتين لهما نفس وحدة القياس ؟

١- (ك×ع^{٢}×ز) ، (ق ×ف×ز)

وحدة (ك×ع^{٢}×ز) = كجم × $\frac{\text{م}^{٢}}{\text{ث}^{٢}}$ ×ث = كجم × $\frac{\text{م}^{٢}}{\text{ث}}$

وحدة = (ق ×ف×ز)= نيوتن ×م×ث = كجم . م/ ث^{٢} × م ×ث = كجم ×م^{٢}/ث لهما نفس الوحدة

٢- (ك×ع) ، (ق×ز)

وحدة (ك×ع) = كجم × م/ث ، وحدة (ق×ز) = نيوتن×ث = كجم ×م/ث^{٢} ×ث =كجم ×م/ث

لهما نفس الوحدة .

نشاط : اثبت أن كل كميتين تاليتين لهما نفس وحدة القياس ؟

١) (ك × جـ) ، (ك × ع^{٢}/نق) **٢)** (ق × ف) ، (ك × ع^{٢}) **٣)** $\frac{\text{ق} \times \text{ف}}{\text{ك} \times \text{ع}}$ ، ز × جـ (وزاري ٢٠١٢م)

٤) ($\frac{\text{ع}}{\text{ز}}$) ، ($\frac{\text{ق}}{\text{ك}}$) (وزاري ٢٠١١م) **٥) (ك د ف)** ، ($\frac{\text{ق} \times \text{نق}2}{\text{ع} \times \text{ز}}$) (وزاري ٢٠١١م) **٦)** $\frac{\text{ف}}{\text{ز} \times \text{جـ}}$ ، $\frac{\lambda}{\text{ع}}$ (وزاري ٢٠١٢م)

كمية التحرك الخطي (كت$\overleftarrow{}$)

- **تعريف كمية التحرك الخطي :** هي عبارة عن المقدار الناتج عن حاصل ضرب كتلة الجسم × سرعته الخطية .

كمية التحرك الخطي = كتلة الجسم × سرعته ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة **كت = ك ×ع**

- **العوامل التي تتوقف عليها كمية التحرك الخطي هي :**

١- كتلة الجسم (ك)حيث تتناسب كمية التحرك طردياً مع كتلة الجسم (كت $\propto$ ك)

٢- سرعة الجسم (ع)حيث تتناسب كمية التحرك طردياً مع سرعة الجسم (كت $\propto$ ع)

ملاحظات : ١- كمية التحرك الخطي كمية متجهة **(علل)** وذلك لأنها عبارة عن حاصل ضرب كمية قياسية وهي الكتلة (ك) × كمية متجهة وهي السرعة (ع) .

٢- تظل كمية التحرك لجسم **ثابتة** طالما ظلت **سرعته** و**كتلته** ثابتتين و تتغير بتغير أحدهما أو كلاهما.

٣- تنتقل كمية التحرك من جسم إلى آخر .

علل : كمية التحرك لسيارة أكبر من كمية التحرك للعبة على هيئة سيارة تتحرك بالسرعة نفسها . وزاري(٢٠٠٢/٢٠٠٣م)

جـ :- لأن كتلة السيارة أكبر من كتلة اللعبة على هيئة سيارة ، وكمية التحرك تتناسب طردياً مع الكتلة فكلما زادت الكتلة زادت كمية التحرك .

علل : بالرغم من أن كمية التحرك للصاروخ تساوي كمية التحرك للغارات إلا أن سرعة الغارات أكبر من سرعة الصاروخ.

جـ : .....

أمثلة على كمية التحرك

١) جسم كتلته ٨ كيلو جرام ويتحرك بسرعة مقدارها ١٠ م/ث احسب كمية التحرك له ؟

ك = ٨ كجم
ع = ١٠ م/ ث
كت = ؟

الحـــل

كت = ك × ع كت = ٨ × ١٠ = ٨٠ كجم . م/ث .

---

٢) جسم وزنه (٢٠) نيوتن وسرعته (٥)م/ث احسب كمية التحرك لهذا الجسم ؟ علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية = ١٠ م/ث^{٢}

و= ٢٠ نيوتن
ع = ٥ م/ ث
كت = ؟

الحـــل

كت = ك × ع = ك × ٥ .....(١) نوجد قيمة ك ∵ و= ك ×د ٢٠ = ك × ١٠

⇦ ك = و÷ د = ٢٠ ÷ ١٠= ٢ كجم عوض في (١) ⇦ كت = ٢ × ٥ = **١٠ كجم .م /ث**

مثال ٣) جسم وزنه ٦٠ نيوتن وطاقته الحركية ٢٧ جول احسب كمية التحرك للجسم ؟علماً بأن عجلة الجاذبية الأرضية = ١٠ م/ث٢.

و= ٦٠ نيوتن
طح = ٢٧ جول
د= ١٠ م/ ث
كت = ؟

الحـــل

كت = ك×ع .....(١) من المعطيات نوجد قيمة ك و ع

∵ و = ك × د ∴ ٦٠ = ك × ١٠ بقسمة الطرفين على ١٠ ⇦ ك = ٦ كجم .....(٢)

∵ طح = $\frac{١}{٢}$ك×ع^{٢} ∴ ٢٧ = $\frac{١}{٢}$×٦×ع^{٢} ⇦ ع^{٢} = $\frac{٢٧}{٣}$ = ٩ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

∴ ع = ٣ م/ ث.....(٣)

نعوض من (٢) و (٣) في (١) ∴ كت = ك ×ع = ٦ × ٣ ∴ **كت = ١٨ كجم .م /ث**

علل : الشغل المبذول لتحريك قاطرة أكبر من الشغل المبذول لتحريك سيارة بنفس سرعة القاطرة ؟

جـ : لأن كتلة القاطرة اكبر لذلك تمتلك كمية تحرك اكبر فتحتاج إلى شغل اكبر .

علل : الرصاصة التي تنطلق من مسدس يكون تأثيرها اكبر من الرصاصة التي تقذف باليد ؟

جـ : لأن الرصاصة التي تقذف من المسدس سرعتها اكبر فتمتلك كمية تحرك اكبر فيكون تأثيرها اكبر .

علل : الأجسام الساكنة ليس لها كمية تحرك ؟ وزاري (٢٠١٠ - ٢٠١١ م)

جـ : .....

نص مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي

(كمية التحرك الكلية للأجسام المتصادمة قبل التصادم تساوي كمية التحرك الكلية لها بعد التصادم)

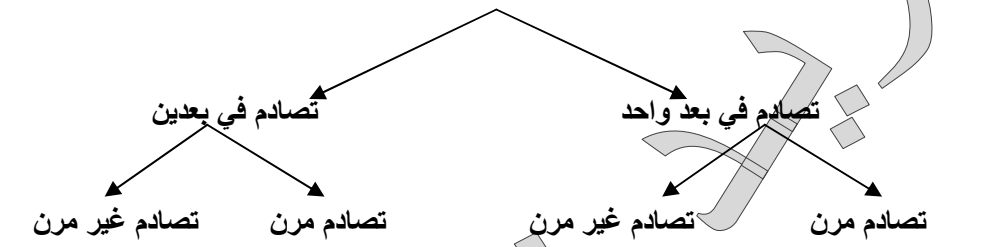
ويعبر عنه رياضياً بالعلاقة مجـ كت قبل =مجـ كت بعد

تطبيقات على قانون حفظ كمية التحرك الخطي وفقاً لـ(الفعل ورد الفعل)

١- حركة المسدس والرصاصة ٢- حركة المدفع والقذيفة ٣- حركة البالونة والهواء المندفع منها

التصـــادم

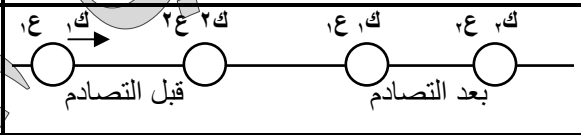
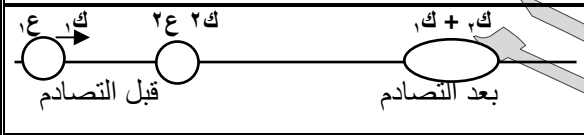
ينقسم التصادم إلى قسمين هما :



أولاً : التصادم في بعد واحد

هو التصادم الذي تسير فيه الأجسام على نفس المحور قبل وبعد التصادم

مقارنة بين التصادم المرن وغير المرن في بعد واحد

وجه المقارنة	التصادم المرن	التصادم غير المرن
التعريف	هو التصادم الذي يكون فيه مجموع الطاقة الحركية **قبل** التصادم **مساوية** لمجموعها بعد التصادم ولا يتكون فيه جسم واحد	هو التصادم الذي يكون فيه مجموع الطاقة الحركية **قبل** التصادم **أكبر** من مجموعها بعد التصادم وتلتحم فيه الأجسام المتصادمة
شكل التصادم		
صيغة مبدأ حفظ كمية التحرك	تظل كمية التحرك محفوظة قبل وبعد التصادم مجـ كت قبل = مجـ كت بعد	تظل كمية التحرك محفوظة قبل وبعد التصادم مجـ كت قبل = مجـ كت بعد
القانون	ك١ع١+ك٢ع٢= ك١ع/١+ك٢ع/٢	ك١ع١+ك٢ع٢ = (ك١+ ك٢)ع/
طاقة الحركة	لا يوجد فقد في طاقة الحركة (مج طح قبل = مجـ طح بعد) $\frac{1}{2}ك_1ع_1^2+\frac{1}{2}ك_2ع_2^2=\frac{1}{2}ك_1ع'^2_1+\frac{1}{2}ك_2ع'^2_2$	يوجد فقد في طاقة الحركة (مجـ طح قبل >مجـ طح بعد) $\frac{1}{2}ك_1ع_1^2+\frac{1}{2}ك_2ع_2^2>$ ٢/١ (ك١+ك٢) ع/٢ الفرق في طاقة الحركة = مجموعها بعد التصادم – مجموعها قبل التصادم
أمثلة عليهما	١) تصادم كرتي بلياردو ٢) تصادم كرتين زجاجيتين	١) التصاق الطين بالجدار ٢) التحام الرصاصة الهدف

ملاحظة مهمة جداً / من الجدول السابق يتضح :

١) إن كمية التحرك **لأي** تصادم تظل ثابتة **قبل وبعد التصادم** .

٢) أنه تم تقسيم التصادم إلى مرن وغير مرن على حسب التغير في **طاقة الحركة** .

٣) أن طاقة الحركة بعد التصادم تكون **أقل** منها قبل التصادم في التصادم **غير المرن (علل)** وذلك لأنه يحدث فقد في طاقة الحركة على شكل طاقة صوتية و حرارية و ضوئية و ....

٤) تحسب الطاقة الحركية المفقودة في التصادم الغير مرن من العلاقة :

الطاقة الحركية المفقودة (Δ طح) = مجـ طح بعد – مجـ طح قبل

الطاقة الحركية المفقودة (Δ طح) = ٢/١ (ك١+ ك٢)ع/٢ – (٢/١ ك١ع١٢ + ٢/١ ك٢ ع٢٢)

قاعدة الإشارات

١ـ إذا تحرك الجسمان في اتجاه واحد **قبل التصادم** فإننا لا نغير إشارة سرعة الجسمين **قبل التصادم** .
٢ـ إذا تحرك الجسمان في **اتجاهين متعاكسين قبل التصادم** فإننا نجعل إشارة سرعة أحدهما سالبة **قبل التصادم** .
٣ـ إذا تحرك الجسم بعد التصادم **باتجاه معاكس** لحركته **قبل التصادم** فإننا نغير من إشارة السرعة للجسم **بعد التصادم** عنها **قبل التصادم**

مثال١) كرة كتلتها ٦كجم تحركت بسرعة مقدارها ٤م/ث نحو كرة أخرى كتلتها ٢كجم وكانت الثانية في حالة سكون ، اصطدمت الكرتان فتحركت الأولى بعد التصادم بسرعة ٢م/ث احسب سرعة الكرة الثانية بعد التصادم وبأي اتجاه؟

ك١=٦كجم ، ك٢=٢كجم
ع١=٤ م/ث ، ع٢=صفر
ع/١=٢م/ث ، ع/٢= ؟

الحـــل

∵ ك١ع١+ك٢ع٢= ك١ع/١+ ك٢ع/٢ ∴ ٦×٤ +٢×صفر = ٦×٢+٢ ع/٢
⟸ ٢٤=١٢+٢ ع/٢ ∴ ٢ع/٢=٢٤-١٢ ⟸ ٢ع/٢=١٢ بقسمة الطرفين على ٢
∴ **ع/٢=٦ م/ث** تحركت الكرة الثانية في نفس الاتجاه .

مثال٢) جسمان كتلتهما (٩ ، ٦) كجم يتحركان في خط مستقيم باتجاه واحد بسرعتين (١٠ ، ٥) م/ث على الترتيب كونا جسما واحد بعد تصادمهما فما الفرق بين مجموع طاقتيهما قبل وبعد التصادم ؟

ك١=٩كجم ، ك٢=٦كجم
ع١=١٠ م/ث ، ع٢=٥م/ث
Δ طح=؟

الحـــل

الفرق في طاقة الحركة = مجموعها بعد التصادم – مجموعها قبل التصادم
Δ طح = طح بعد – طح قبل.....(١)
طح قبل = ½ ك١ ع١ ٢ + ½ ك٢ ع٢ ٢ = ½ ×٩×١٠٠ + ½ ×٦×٢٥ ⟸ طح قبل = ٤٥٠ + ٧٥
∴ **طح قبل = ٥٢٥ جول**

طح بعد = ١/٢ (ك١+ك٢)ع/٢ ∴ طح بعد = ½ (٩+٦) ع ٢ .....(٢) نوجد قيمة ع٢ من قانون حفظ كمية التحرك
∵ ك١ع١+ك٢ع٢ = (ك١+ ك٢)ع/ ∴ ٩×١٠ + ٦ ×٥ = (٩+٦) ع/ ⟸ ٩٠ + ٣٠ = ١٥ ع/
∴ ١٢٠=١٥ ع بقسمة الطرفين على ١٥ ∴ ع=٨م/ث نعوض في (٢) عن قيمة ع

∴ طح بعد = ½ (٩ + ٦) ٨ ٢ ∴ **طح بعد = ٤٨٠جول** نعوض في (١) عن قيمة طح بعد و طح قبل
Δ طح = طح بعد – طح قبل = ٤٨٠ – ٥٢٥ ∴**الفرق في طاقة الحركة (Δ طح)= -٤٥ جول** الإشارة السالبة تدل على أن الطاقة مفقودة

مثال ٣) جسمان كتلتهما (١٠،٨) كجم تحركا بخط مستقيم بسرعتين (٤،٦) م/ث على الترتيب فإذا تصادم الجسمين وارتد الأول بسرعة (٥.٢) م/ث أوجد سرعة واتجاه الثاني بعد التصادم إذا كان الجسمان :
١ـ يتحركان قبل التصادم بنفس الاتجاه . ٢ـ يتحركان في اتجاهين متضادين.

ك١=١٠كجم
ك٢ = ٨كجم
ع١=٤ م/ث
ع٢=٦م/ث
ع/١=٥.٢م/ث
ع/٢= ؟

الحـــل

١ـ **الجسمان يتحركان بنفس الاتجاه قبل التصادم** نضع إشارة سالبة لـ ع/١=٥.٢م/ث لأن الجسم غير اتجاهه (ارتد) بعد التصادم
∵ ك١ع١+ك٢ع٢= ك١ع/١+ك٢ ع/٢ ∴ ١٠×٤ +٨×٦ = ١٠×-٥.٢+٨ع/٢ ∴ ٤٠+٤٨=-٥٢+٨ ع/٢
∴٨٨=-٥٢+٨ ع/٢ ⟸ ٨٨ + ٥٢=٨ ع/٢ ∴١٤٠=٨ ع/٢ بقسمة الطرفين على ٨ ⟸ **ع/٢ =١٧.٥م/ث**
حركة الجسم بنفس اتجاه حركته قبل التصادم لأن له نفس الإشارة قبل وبعد التصادم.

٢ـ **الجسمان يتحركان في اتجاهين متضادين(متعاكسين) قبل التصادم :** نأخذ سرعة الجسم الثاني بإشارة سالبة قبل التصادم
∵ ك١ع١+ك٢ع٢= ك١ع١+ك٢ ع/٢ ∴ ١٠×٤ + ٨×(-٦) = ١٠×-٥.٢+٨ ع/٢ ∴ ٤٠ - ٤٨=-٥٢+٨ ع/٢
-٨+٥٢=٨ ع/٢ ⟸ ٤٤= ٨ ع/٢ بقسمة الطرفين على ٨ ∴ **ع/٢ =٥.٥م/ث**
حركة الجسم بعد التصادم بعكس اتجاه حركته قبل التصادم لأن الإشارة لـ ع/٢ =٥.٥م/ث موجبه وقبل التصادم ع٢ = -٦م/ث سالبة

مثال٤) جسم كتلته ٦كجم يتحرك بسرعة مقدارها ١٥ م/ث اصطدم بجسم آخر كتلته ٤كجم وكان في حالة سكون وبعد التصادم التحم الجسمان وكونا جسماً واحداً احسب سرعة هذا الجسم المتكون بعد التصادم ؟

ك١=٦كجم ، ك٢=٤كجم
ع١=١٥ م/ث ، ع٢= صفر
ع/ =؟

الحـــل

∵ ك١ع١+ك٢ع٢ = (ك١+ ك٢) ع/ ∴ ٦×١٥ +٤×صفر= (٦+٤) ع/
⟸ ٩٠= ١٠ ع/ بقسمة الطرفين على ١٠ ∴ **ع/ = ٩ م/ث**

مثال ٥) جسم كتلته (٤) كجم يتحرك بسرعة (١٠٠)م/ث ،انقسم إلى جزأين كتلة كل منهما (٢)كجم . تحرك الجزء الأول المنقسم بسرعة (٤٠) م/ث ، وتحرك الجزء الثاني باتجاه الجزء الأول نفسه . احسب كمية تحرك الجزء الثاني ؟ امتحان (٢٠٠٩ / ٢٠١٠ م)

ك=٤كجم ، ع =١٠٠م/ث
ك١= ك٢=٢كجم
ع١= ٤٠ م/ث ، كت ٢ = ؟

الحـــل

ك ع/ = ك١ع١+ك٢ع٢ ⟸ ٤×١٠٠=٢ × ٤٠ +٢ ×ع٢ ⟸ ٤٠٠ = ٨٠ + ٢ع٢
∴ ٢ع٢ = ٤٠٠-٨٠ ⟸ **ع٢ = ١٦٠ م/ ث**
∴ **كمية تحرك الجسم الثاني (كت ٢) = ك٢× ع ٢ = ٢ × ١٦٠ =٣٢٠ كجم . م /ث**

س : عدد أوجه الشبه والاختلاف بين التصادم المرن وغير المرن في بعد واحد ؟

نشاط١)جسمان كتلتيهما (٦ ، ١٤) كجم يتحركا باتجاه واحد بسرعتين(٥،١٠)م/ ث على الترتيب ،فإذا كونا جسماً واحداً بعد التصادم أوجد ١) سرعة ذلك الجسم . ٢) الفرق بين مجموع طاقتي الحركة لهما قبل وبعد التصادم . امتحان عام (٢٠٠٢/٢٠٠٣م)
الجواب [(ع = ٦.٥م/ث) ، (Δطح = -٥٢.٥ جول)]

نشاط٢) جسم كتلته (٦) كجم يتحرك على خط مستقيم بسرعة (٢) م/ث ، صدم جسماً آخر ساكناً ، والتحم معه مكوناً جسماً واحداً يتحرك على الخط نفسه وفي الاتجاه نفسه بسرعة $\frac{2}{3}$ م/ث أوجد كتلة الجسم المتكون بعد التصادم ؟ امتحان (٢٠١٠ - ٢٠١١ م)
الجواب [(ك = ١٨ كجم)]

ثانياً : التصادم في بعدين

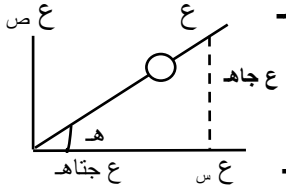
هو التصادم الذي يتحرك فيه الجسم بعد التصادم بحيث يصنع زاوية مع اتجاه حركته قبل التصادم

ملاحظة : في هذا النوع من التصادم سواء كان مرن أو غير مرن فإنه يتم تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك مرتين ، مرة على المحور السيني ومرة أخرى على المحور الصادي وذلك لأن الجسم يتحرك بين المحورين مما يستوجب تحليل السرعة التي يتحرك بها الجسم إلى مركبتين (سينية وصادية)

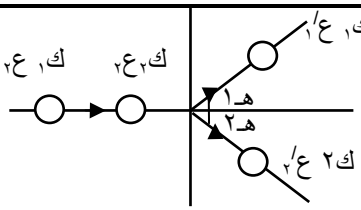
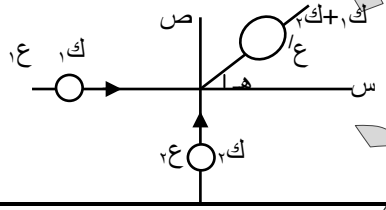
تحليل السرعة: في الشكل المقابل تحرك الجسم بين المحورين السيني والصادي ، لذلك تكون مركبتي السرعة للجسم هما:

المركبة السينية (الأفقية) جتاهـ = المجاور / الوتر ⟸ جتاهـ = ع س / ع ⟸ **ع س = ع جتاهـ**

المركبة الصادية (الرأسية) جاهـ = المقابل / الوتر ⟸ جاهـ = ع ص / ع ⟸ **ع ص = ع جاهـ**



مقارنة بين التصادم المرن وغير المرن في بعدين

وجه المقارنة	التصادم المرن	التصادم غير المرن
التعريف	هو التصادم الذي يكون فيه مجموع الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة **قبل التصادم** مساوية لمجموعها بعد التصادم **ولا ينتج عنه تكون جسم واحد**	هو التصادم الذي يكون فيه مجموع الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة **قبل التصادم** أكبر من مجموعها بعد التصادم **وينتج عنه تكون جسم واحد**
شكل التصادم		
حفظ كمية التحرك	تظل كمية التحرك محفوظة قبل وبعد التصادم أي أن مجـ كت قبل = مجـ كت بعد	تظل كمية التحرك محفوظة قبل وبعد التصادم أي أن مجـ كت قبل = مجـ كت بعد
التصادم في اتجاه المحور السيني	ك١ ع١ +ك٢ ع٢ = ك١ ع/١ جتاهـ١ +ك٢ ع/٢ جتاهـ٢	لا توجد حركة للجسم الثاني على محور السينات قبل التصادم كما بالشكل أعلاه ك١ ع١ = (ك١ + ك٢) ع/ جتاهـ
التصادم في اتجاه المحور الصادي	صفر = ك١ ع/١ جاهـ١ - ك٢ ع/٢ جاهـ٢	**لا توجد حركة للجسم الأول على محور الصادات قبل التصادم** **كما بالشكل أعلاه ك٢ ع٢ =(ك١ + ك٢) ع/ جاهـ**
طاقة الحركة	لا يوجد فقد في طاقة الحركة (مجـ طح قبل = مجـ طح بعد) $\frac{1}{2}ك_1ع_1^2+\frac{1}{2}ك_2ع_2^2=\frac{1}{2}ك_1ع'^2_1+\frac{1}{2}ك_2ع'^2_2$	يوجد فقد في طاقة الحركة (مجـ طح قبل > مجـ طح بعد) $\frac{1}{2}ك_1ع_1^2+\frac{1}{2}ك_2ع_2^2 > \frac{1}{2}(ك_1+ك_2)ع'^2$
أمثلة عليهما	تصادم كرتي بلياردو ، تصادم كرتين زجاجيتين	التصاق الطين بالجدار ، التحام الرصاصة الهدف

س: علل: طاقة الحركة لا تجمع جمعاً اتجاهيها كما هو الحال بالنسبة لكمية التحرك . جـ : لأن طاقة الحركة كمية قياسية وليست كمية متجهة.

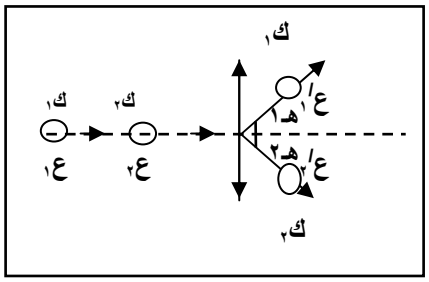
ملاحظات مهمة لحل مسائل التصادم في بعدين

١ـ يجب الأخذ بعين الاعتبار كلاً من الملاحظات وقواعد الإشارات السابق ذكرها في درس التصادم في بعد واحد .
٢ـ رسم الشكل الخاص بالمسألة.
٣ـ كتابة المعطيات وجعل وحدات القياس بنظام واحد (النظام الدولي للقياس).

مثال ١) جسمان كتلتاهما (٣٠ ، ٢٠) كجم يتحركا في نفس الاتجاه بسرعة (٤ ، ٢) م/ ث تصادما معاً فتحركا باتجاهين متعامدين فإذا سار الأول باتجاه يصنع زاوية ٣٠° مع الأفق ،
أحسب سرعة كلاً من الكرتين بعد التصادم .

الحـــــل

المعطيات ك١= ٣٠ كجم ، ع١= ٤ م/ ث ، هـ ١= ٣٠° ، ك٢ = ٢٠كجم ، ع٢ = ٢ م/ ث ، هـ ٢= ٦٠°



التصادم مرن نطبق قانون حفظ كمية التحرك

أ) **على المحور السيني** ∵ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ ع/١ جتا هـ ١+ ك٢ ع/٢ جتا هـ ٢
∴ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ ع/١ جتا٣٠°+ ك٢ ع/٢ جتا ٦٠°

٣٠ كجم×٤ م/ ث + ٢٠كجم×٢ م/ ث = ٣٠ كجم ×ع/١ جتا٣٠° + ٢٠كجم × ع/٢ جتا٦٠°

١٢٠ + ٤٠ = ٣٠×$\frac{\sqrt{٣}}{٢}$×ع/١ + ٢٠× $\frac{١}{٢}$ × ع/٢ ∴ ١٦٠ = ١٥ $\sqrt{٣}$ ع/١ + ١٠ع/٢.....(١)

ب) **على المحور الصادي** ∵ صفر = ك١ ع/١ جا هـ١- ك٢ ع/٢ جاهـ٢ ∴ صفر = ٣٠ ع/١ جا٣٠°- ٢٠ع/٢ جا ٦٠°

صفر = ٣٠ × $\frac{١}{٢}$ ×ع/١ - ٢٠×$\frac{\sqrt{٣}}{٢}$×ع/٢ ⟸ صفر = ١٥ع/١- ١٠× $\sqrt{٣}$ × ع/٢ ⟸ ١٥×ع/١ = ١٠$\sqrt{٣}$ ع/٢ بالقسمة على ١٥

ع/١ = $\frac{٢\sqrt{٣}}{٣}$ ع/٢ ..... (٢) نعوض من (٢) في (١)

١٦٠ = ١٥×$\sqrt{٣}$ × $\frac{٢\sqrt{٣}}{٣}$ ع/٢ + ١٠ع/٢ ⟸ ١٦٠ = ٣٠ ع/٢ + ١٠ع/٢

ع/٢ = $\frac{١٦٠}{٤٠}$ م / ث **∴ ع/٢ = ٤ م / ث** لإيجاد قيمة ع/١ نعوض بقيمة ع/٢ في (٢)

ع/١ $\frac{٢\sqrt{٣}}{٣}$ ع/٢ ⟸ ع/١ = $\frac{٢\sqrt{٣}}{٣}$ × ٤ م/ث **∴ع/١ = $\frac{٨\sqrt{٣}}{٣}$ م/ث**

مثال ٢) كرتان متساويتان في الكتلة وكتلة كل منهما (٠.١ كجم) . تتحرك الأولى بسرعة (١ م/ث) نحو الكرة الثانية الساكنة . وبعد التصادم تحركتا في مسارين متعامدين بحيث صنعت الكرة الأولى زاوية مقدارها (هـ١= ٣٠°) والكرة الثانية صنعت زاوية مقدارها (هـ٢= ٦٠°) . أحسب سرعة كل من الكرتين بعد التصادم .

الحـــــل

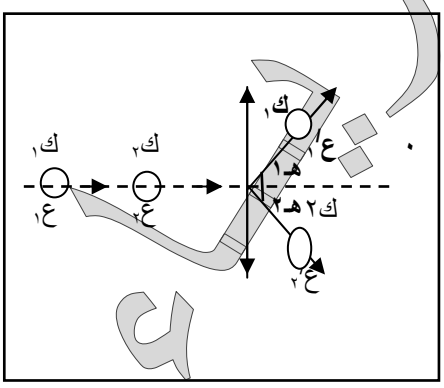
المعطيات ك١ = ك٢ = ٠.١ كجم ، ع١ = ١ م / ث ، ع٢ = صفر ، هـ ١= ٣٠° ، هـ ٢ = ٦٠°

ع/١ = ؟؟ ، ع/٢ = ؟؟

نطبق قانون حفظ كمية التحرك الخطي

أولاً : على المحور السيني : ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ ع/١ جتا هـ١+ ك٢ ع/٢ جتا هـ ٢ ∴ ك١ = ك٢ = ١كجم ، ع٢ = صفر

بالتعويض مع أخذ (٠.١)عامل مشترك



٠.١ (١ م/ث + صفر) =٠.١ ($\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ع/١ + $\frac{١}{٢}$ ع/٢) بالضرب في $\frac{٢}{٠.١}$

٢ = $\sqrt{٣}$ ع/١ + ع/٢ ..... (١)

ثانياً : على المحور الصادي :

∵ صفر = ك١ع/١ جا هـ ١- ك٢ ع/٢ جاهـ٢ ∴ صفر = ٠.١ ع/١ جا٣٠° - ٠.١ ع/٢ جا٦٠°

بالقسمة على ٠.١ ⟸ صفر = ($\frac{١}{٢}$ ع/١ - $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ع/٢) بالضرب في ٢

∴ع/١ = $\sqrt{٣}$ ع/٢ ..... (٢) بالتعويض من (٢) في (١) نجد أن

٢ م/ث $= \sqrt{٣} \times \sqrt{٣}$ ع$'_٢$ + ع$'_٢$ ⟸ ٢ م/ث = ٤ ع$'_٢$ ⟸ ع$'_٢$ = $\frac{٢}{٤}$ م/ث ∴ **ع$'_٢$ = $\frac{١}{٢}$ م / ث**

لإيجاد ع$'_١$ نعوض عن ع$'_٢$ في (٢) ∵ ع$'_١$ = $\sqrt{٣}$ ع$'_٢$ ∴ ع$'_١$ = $\frac{١}{٢}$ × $\sqrt{٣}$ م / ث ∴ **ع$'_١$ = $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ م / ث**

مثال ٣) يتحرك جزيء غاز بسرعة ١٥٠ م/ ث نحو جزيء غاز آخر ساكن (فرضاً) ومساوٍ له في الكتلة. وبعد التصادم تحرك الجزيء الأول في اتجاه يصنع زاوية مقدارها ٣٠ مع خط حركته الابتدائية ومتعامداً مع اتجاه حركة الجزيء الثاني .
احسب مقدار سرعتي الجزيئين بعد التصادم. **(المسألة في تقويم الوحدة)**

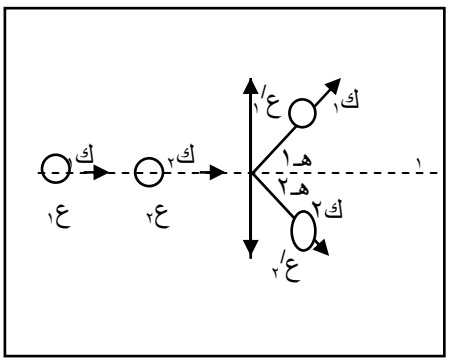
ك$_١$= ك$_٢$
ع$_١$= ١٥٠ م/ث
ع$_٢$=صفر
هـ$_١$ = ٣٠ ، هـ$_٢$ = ٦٠
ع$'_١$=؟ ، ع$'_٢$=؟

نطبق مبدأ حفظ كمية التحرك مرتين : **الحـــل**

أولاً : باتجاه المحور السيني من المعطيات نجد أن ك$_١$ = ك$_٢$ لذلك نختصر ك من الطرفين

ك$_١$ع$_١$+ك$_٢$ع$_٢$= ك$_١$ ع$'_١$ جتاهـ$_١$+ك$_٢$ ع$'_٢$ جتاهـ$_٢$ ⟸ ١٥٠ + صفر = ع$'_١$ جتا٣٠+ ع$'_٢$ جتا٦٠

⟸ ١٥٠ = $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ع$'_١$ + $\frac{١}{٢}$ ع$'_٢$ بالضرب × ٢ ∴ **٣٠٠ = $\sqrt{٣}$ ع$'_١$ + ع$'_٢$ ....(١)**



ثانياً : باتجاه المحور الصادي ك$_١$ = ك$_٢$

صفر= ك$_١$ ع$'_١$ جاهـ$_١$- ك$_٢$ ع$'_٢$ جاهـ$_٢$ ⟸ صفر = ع$'_١$ جا٣٠ - ع$'_٢$ جا٦٠

⟸ صفر= $\frac{١}{٢}$ ع$'_١$ - $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ع$'_٢$ بالضرب × ٢

⟸ **صفر = ع$'_١$ - $\sqrt{٣}$ ع$'_٢$.....(٢)**

نلاحظ أنه أصبح لدينا معادلتين آنيتين ذات مجهولين لذلك نستخدم طريقة التعويض أو الحذف أو... لحل المعادلتين كالتالي :

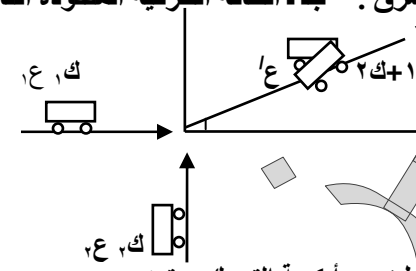
٣٠٠ = $\sqrt{٣}$ ع$'_١$ + ع$'_٢$ .....(١) ، **صفر = ع$'_١$ - $\sqrt{٣}$ ع$'_٢$**.....(٢) من المعادلة (٢) نجد أن

ع$'_١$ = $\sqrt{٣}$ ع$'_٢$ .....(٣) نعوض من المعادلة (٣) في المعادلة (١) عن قيمة ع$'_١$

∴ ٣٠٠ = $\sqrt{٣}$ ($\sqrt{٣}$ ع$'_٢$) + ع$'_٢$ ⟸ ٣٠٠ = ٣ ع$'_٢$ + ع$'_٢$ ⟸ ٣٠٠ = ٤ ع$'_٢$ بقسمة الطرفين على ٤

ع$'_٢$ = ٧٥م/ ث نعوض عن قيمة ع$'_٢$ في (٣) لإيجاد ع$'_١$ ع$'_١$ = $\sqrt{٣}$ ع$'_٢$ = $\sqrt{٣}$ × ٧٥ ∴ **ع$'_١$ =٧٥ $\sqrt{٣}$ م/ ث**

مثال ٤) عربة كتلتها ٥ طن تتحرك بسرعة ٣٦ كم / ساعة في اتجاه الشرق تصادمت مع عربة أخرى كتلتها ٤ طن وتتحرك بسرعة ٧٢ كم / ساعة في اتجاه الشمال إذا التصقت العربتان وتحركتا معاً كحطام بعد التصادم فأحسب ما يلي :
أ- السرعة التي يتحرك بها الحطام بعد التصادم مباشرة. **ب - الزاوية التي يصنعها مع اتجاه الشرق .** **جـ - الطاقة الحركية المفقودة أثناء التصادم.**



الحـل **(المسألة في تقويم الوحدة)**

ك$_١$ = ٥ طن = ٥ × ١٠٠٠ = ٥ × ١٠^٣ كجم ، ع$_١$ = $\frac{١٠٠٠ \times ٣٦}{٦٠ \times ٦٠}$ = ١٠ م / ث شرقاً س

ك$_٢$ = ٤ طن = ٤ × ١٠٠٠ = ٤ × ١٠^٣ كجم ، ع$_١$ = $\frac{١٠٠٠ \times ٧٢}{٦٠ \times ٦٠}$ = ٢٠ م / ث شمالاً

أ- لحساب السرعة التي يتحرك بها الحطام بعد التصادم مباشرة والزاوية التي يصنعها مع اتجاه الشرق نطبق مبدأ كمية التحرك مرتين :

أولاً : باتجاه المحور السيني : ك$_١$ع$_١$ = (ك$_١$+ ك$_٢$)ع$'$ جتاهـ ⟸ ٥ × ١٠^٣ × ١٠ = (٥ × ١٠^٣ + ٤ × ١٠^٣) ع$'$ جتاهـ

⟸ ٥ × ١٠^٤ = ٩ × ١٠^٣ × ع$'$ جتاهـ ⟸ ٥٠ = ٩ ع$'$ جتاهـ .....(١)

ثانياً : باتجاه المحور الصادي : ك$_٢$ع$_٢$ =(ك$_١$+ ك$_٢$) ع$'$ جاهـ ⟸ ٤ × ١٠^٣ × ٢٠ = (٥ × ١٠^٣ + ٤ × ١٠^٣) ع$'$ جاهـ

⟸ ٨٠ × ١٠^٣ = ٩ × ١٠^٣ ع$'$ جاهـ ⟸ ٨٠ = ٩ ع$'$جاهـ.....(٢) بقسمة (٢) على (١)

$\frac{٨٠}{٥٠}$ = $\frac{٩ \text{ ع}' \text{ جاهـ}}{٩ \text{ ع}' \text{ جتاهـ}}$ ⟸ ظا هـ = ١.٦ ∴ هـ = ظا$^{-١}$ ١.٦ ∴ **هـ = ٥٨°** نعوض عن قيمة هـ في المعادلة (١) أو (٢)

لكي نحصل على ع نعوض في (١) ٥٠ = ٩ ع$'$ جتا٥٨ ⟸ ٥٠ = ٩ ع × ٠.٥٣ ⟸ **ع$'$ = ١٠.٤٨ م/ ث**

جـ - الطاقة الحركية المفقودة أثناء التصادم : **الطاقة الحركية المفقودة = مجـ طح بعد – مجـ طح قبل** .....(١)

∵ مجـ طح بعد = ٢/١ (ك١+ك٢) ع/٢ = ٢/١ (٥ × ١٠ ٣ +٤ × ١٠ ٣) (١٠.٤٨ ٢) ∴ مجـ طح بعد = ٤٩٣ × ١٠ ٣ جول

∵ مجـ طح قبل = ½ ك١ ع١ ٢ + ½ ك٢ ع٢ ٢ = ½ × ٥ × ١٠ ٣ (١٠) ٢ + ½ × ٤ × ١٠ ٣ (٢٠) ٢ = ١٠٥٠ × ١٠ ٣ جول

∴ الطاقة الحركية المفقودة = ٤٩٣ × ١٠ ٣ - ١٠٥٠ × ١٠ ٣ = - ٥٥٧ × ١٠ ٣ جول الإشارة السالبة تدل على فقد طاقة الحركة

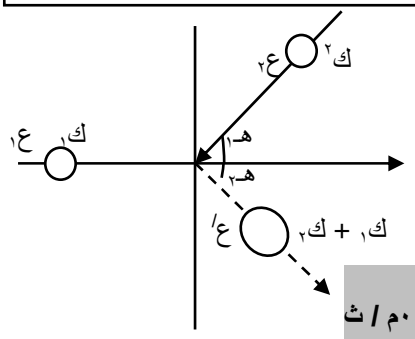
ملاحظة مهمة : يمكن حل المسائل السابقة بحث نكتب ع س بدلاً عن(ع.جتاهـ) وكذلك نكتب ع ص بدلاً عن (ع.جاهـ)كما هو موضح صفحة ٦ وفي هذه الحالة سوف نحصل على قيم السرعات للمركبتين ثم نوجد بدلالتهما قيمة الزاوية . والمثال التالي يوضح ذلك.

مثال ٥) جسم كتلته ٢كجم يتحرك بسرعة ٢ م/ ث باتجاه الشرق اصطدم بجسم آخر كتلته ٢ كجم يتحرك بسرعة ١م / ث باتجاه يميل بزاوية ٣٠ جنوب غرب فإذا تصادما وكونا جسماً واحداً أوجد سرعة واتجاه الجسم بعد التصادم ؟

ك١=٢كجم ، ع١=٢م / ث باتجاه الشرق

ك٢=٢كجم ، ع٢= ١م /ث باتجاه يميل بزاوية هـ١ = ٣٠° جنوب غرب ، عَ = ؟

الحـــل



نحلل السرعة **للجسم الثاني** قبل التصادم إلى مركبتين متعامدتين باتجاه محور السينات والصادات

نطبق مبدأ حفظ كمية التحرك باتجاه محور السينات :

ك١ع١ – ك٢ ع٢ جتاهـ١ = (ك١ + ك٢) ع/س

٢×٢ – ١ × ٣√ / ٢ = ٤ ع/س ⟸ ٤- = ٣√ ع/س ⟸ ٤-١.٧=٤ ع/س

٢.٣ =٤ ع/س ⟸ ع/س = ٠.٥٧٥ م / ث

نطبق قانون حفظ كمية التحرك باتجاه محور الصادات : ك١ع١ – ك٢ع٢ جاهـ١ = (ك١+ك٢) ع/ص

صفر - ٢× ١ × ½ =٤ ع/ص ⟸ -١ = ٤ ع/ص ⟸ ع/ص = -٠.٢٥ م/ث

ومن نظرية فيثاغورس نجد أن عَ = √ (٢.٣/٤)^٢ + (١-/٤)^٢ = √ ٦,٢٩ / ١٦ ⟸ عَ = ٠.٦٢م / ث

ظا هـ = ٠.٢٥- / ١.٧٣ = ٠.١٤٤ هـ = ظا^-١ ٠.١٤٤ ⟸ هـ = ٨.١٩ °

نشاط ١) يتحرك جسم كتلته ٢٠ كجم في اتجاه الغرب بسرعة ١٠ م/ ث اصطدم بجسم آخر كتلته ٦ كجم يتحرك باتجاه الشمال بسرعة ٧ م/ ث ، فإذا كون الجسمان بعد التصادم جسماً واحداً ، أحسب **امتحان (٢٠٠٣/ ٢٠٠٤ م)**

١ ـ سرعة الجسم المتكون بعد التصادم ٢ ـ الزاوية التي يصنعها الحطام مع الأفق ٣ ـ طاقة الحركة المفقودة ثم فسر ذلك .

الجواب [(هـ = ١١.٨٦°) ، (ع/=٧.٨٦ م/ث) ، (-٣٤٣.٨٦ جول)]

نشاط٢) جسم كتلته (٢٠) كجم ، يتحرك بسرعة (٢٠٠) م/ث باتجاه محور السينات ، فإذا أنفجر إلى ثلاثة أجزاء : الأول كتلته (١٠) كجم ، تحرك بسرعة (١٠٠) م/ث ، في اتجاه محور الصادات الموجب ، والثاني كتلته (٤) كجم ، تحرك بسرعة (٥٠٠) م/ث في اتجاه محور السينات السالب. أوجد مقدار واتجاه سرعة الجزء الثالث . **وزاري (٢٠١٠ ـ ٢٠١١م)**

الجواب [(هـ٣ = -٩.٥°) ، (ع٣=١٠١٣.٩ م/ث)]

نشاط٣) عربة سكة حديد كتلتها (٢.٥ × ١٠ ٤) كجم ، تتحرك بسرعة (٤م / ث) فاصطدمت بثلاث عربات مشبوكة معاً لكل منها نفس كتلة العربة الأولى ، وتتحرك العربات الثلاث قبل التصادم في نفس الاتجاه . ولكن بسرعة (٣) م /ث ن فإذا التصقت العربات الأربع معاً . ما هي سرعتها ـ جميعاً ـ بعد التصادم ؟ وزاري (٢٠١٠ ـ ٢٠١١م)

الجواب [عَ = ٢.٥ م/ث]

الـــدفـــــــع

تعريفه : هو المقدار الناتج عن حاصل ضرب القوة المؤثر في زمن تأثيرها .

يحسب الدفع من العلاقة : الدفع = القوه × الزمن ⟸ **الدفع = ق × ز**

وحدة قياس الدفع هي (نيوتن . ث) = **كجم . م / ث**

العوامل التي يتوقف عليها الدفع هي:

١ـ القوة حيث يتناسب الدفع تناسبا طرديا مع القوة المؤثرة . ٢ ـ الزمن حيث يتناسب الدفع طرديا مع الزمن.

ملاحظة مهمة: درسنا سابقاً كمية التحرك الخطي ووجدنا أن **كت = ك × ع** ولكن قد تتغير كمية التحرك وذلك بسبب تغير كتلة الجسم أو سرعته ولذلك يحسب **التغير في كمية التحرك** من أحد العلاقتين **Δ كت = (ك١ – ك٢) ع أو Δ كت = ك (ع – ع.)**

*** استنتاج العلاقة التي تربط بين الدفع والتغير في كمية التحرك** : الدفع = ق× ز = ك×جـ ×ز ⟸ الدفع = ك × (ع–ع.) / ز × ز

الدفع = ك (ع – ع.) ∴ الدفع = Δ كت

١ـ إذا أردت أن تقذف جسماً بيدك فإنك تحرك يدك في بداية القذف إلى الخلف ؟ (وزاري)

جـ : وذلك لتعمل على زيادة زمن القذف والذي يؤدي إلى زيادة الدفع للمقذوف .

٢ـ تأثير رصاصة قذفت باليد لا يساوي تأثير الرصاصة نفسها إذا انطلقت من بندقية ؟ (وزاري ٢٠٠١/٢٠٠٢م).

جـ : لأن سرعة الرصاصة المقذوفة باليد أقل من سرعة الرصاصة التي انطلقت من البندقية .

الصواريـــخ ذاتيـــة الدفـــع

نبذة تاريخية : ظل ارتياد الفضاء حلماً يراود العلماء لقرون عديدة حتى أصبح واقعاً ملموساً :

١ـ في يوم ٤ أكتوبر عام ١٩٥٧ م أطلق الاتحاد السوفيتي أول قمر صناعي سمي سبوتنيك (١).

٢ـ في ٣ نوفمبر عام ١٩٥٧ م أطلق قمر صناعي آخر سمي سبوتنيك (٢) وكان يحمل أول كائن حي يدور حول الأرض هو الكلبة (لايكا).

٣ـ في يناير عام ١٩٥٨ م أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية أول قمر صناعي لها سمي المستكشف (ديسكفري) .

٤ـ في عام ١٩٦١ م أرسل الاتحاد السوفيتي أول رائد فضاء دار حول الأرض وهو جاجارين .

٥ـ في عام ١٩٦٩ م كان الأمريكيان ارمسترونج وأدوين الدرين أول من وطأت قدمهما على سطح القمر.

وما زالت الرحلات إلى الفضاء مستمرة تجري في نطاق كواكب المجموعة الشمسية ، ومن الوسائل المستخدمة لغزو الفضاء الأقمار الصناعية والمسابير الفضائية والمكوك الفضائية ويتم نقلها إلى الفضاء باستخدام الصواريخ ذاتية الدفع (النفث) التي يمكنها التحرر من الجاذبية الأرضية

س : علل تستخدم الصواريخ ذاتية الدفع لنقل الأقمار الصناعية إلى الفضاء الخارجي ؟

وذلك لأنها تمتلك قدرة عالية على اختراق الهواء وتمتلك السرعة اللازمة لجعل الأقمار تدور حول الأرض أو إفلاتها من الجاذبية الأرضية .

تعريف الصواريخ ذاتية الدفع : هي وسيلة تستخدم لنقل الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية إلى الفضاء الخارجي وذلك عن طريق الدفع الذاتي

الغرض منها : نقل الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية لتدور حول الأرض أو تفلت من الجاذبية الأرضية .

فكرة عملها : تعتمد على مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي وفقاً لقانون الفعل ورد الفعل لنيوتن .

شرح عملها : يحترق الوقود في محرك الصاروخ ويتحول إلى غاز فيزداد ضغط الغاز فيندفع من مؤخرة الصاروخ بسرعة كبيرة جداً (الفعل) مما يسبب اندفاع للصاروخ نحو الأعلى بسرعة كبيرة (رد الفعل) ويمر الصاروخ بعدة مراحل حيث تشتعل كل مرحلة من المراحل لتقوم بدورها لمدة دقائق معينة أثناء صعوده ثم تنفصل لتبدأ مرحلة جديدة وتكون **قوة دفع الصاروخ = - قوة دفع الغازات والتغير في كمية تحرك الصاروخ = - التغير في كمية تحرك الغازات**

تعليلات (الصواريخ ذاتية الدفع)

علل : - سرعة الصاروخ ذاتي الدفع أقل من سرعة الغازات ؟(٢٠٠٤/٢٠٠٥م).

جـ : لأن كتلة الصاروخ أكبر من كتلة الغازات المنبعثة منه حيث (ك ص ع ص = ك غ ع غ) .

علل: يعمل الصاروخ بشكل أفضل في الفضاء الخارجي ؟ جـ : لعدم وجود الهواء الذي يعمل على إعاقة ومقاومة حركة الصاروخ.

علل: يكون الصاروخ مدبب من الأمام ؟ جـ : حتى يقلل من مقاومة الهواء مما يسهل مروره عبر الهواء.

علل: الفعل ورد الفعل لا يحدثان اتزان في محرك الصاروخ ؟ جـ : لأنهما يحدثان داخل محرك الصاروخ نفسه .

علل: يمر الصاروخ بعدة مراحل في الفضاء ؟ جـ : لأن الصاروخ يحتاج لدفع يختلف باختلاف موقعه في الجو .

علل : يزود الصاروخ بمحركات أكثر في مراحله الأولى ؟

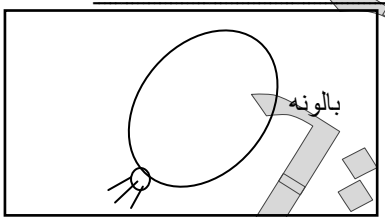
جـ : لأن مراحله الأولى تحتاج إلى دفع اكبر بغرض التغلب على مقاومة الهواء وقوة جذب الأرض .

علل : يزود الصاروخ بمحركات اقل في مراحله الأخيرة ؟

جـ : لأن هذه المرحلة تحتاج إلى دفع يكفي لتوجيه الصاروخ فقط ووضعه في مداره أو إفلاته من الجاذبية .

علل : القوة التي يصعد بها الصاروخ إلى أعلى أقل من قوة المحرك ؟ (٢٠٠٤/٢٠٠٥م) .

جـ : - وذلك بسبب تأثير قوة وزن الصاروخ ذاتي الدفع إلى أسفل فتكون القوة التي يتحرك بها الصاروخ مساوية للفرق بين قوة المحرك وقوة الوزن.



س :وضح بنشاط كيفية إطلاق الصواريخ ذاتية الدفع ؟

نحضر بالونة ونملأها بالهواء ثم نتركها حرة الحركة في الهواء فنلاحظ اندفاع الهواء منها نحوا لأسفل (الفعل) واندفاع البالونة للأعلى (رد الفعل) وبهذه الطريقة يعمل الصاروخ ، (اندفاع الغازات نحو الأسفل والصاروخ نحو الأعلى) .

س:علل اندفاع البالون المطاطي المملوء بالهواء عند تركه مفتوحاً حر الحركة.

جـ : .....

حساب كمية التحرك للصاروخ

التغير في كمية تحرك الصاروخ =(سالب) التغير في كمية تحرك الغازات

Δ كت للصاروخ = - Δ كت للغازات ، دفع الصاروخ = Δ كت للصاروخ ، دفع الغازات = Δ كت للغازات

دفع محرك الصاروخ = ـ (دفع الغازات) .

القوانين المتعلقة بدرس الصواريخ ذاتية الدفع

القانون	استخدامه
Δ كت الصاروخ = - Δ كت الغازات	لحساب كمية التحرك للصاروخ أو الغازات
ك ص ع ص = - ك غ ع غ	لحساب السرعة أو الكتلة للصاروخ أو الغازات
دفع محرك الصاروخ = - دفع الغازات	لحساب دفع الصاروخ أو الغازات
دفع محرك = - ك غازات ع غازات	لحساب سرعة أو كتلة الغازات المندفعة
الدفع = ق محرك × Δز	لحساب قوة دفع المحرك أو الزمن
و الصاروخ = ك × د	لحساب وزن الصاروخ
ق المحصلة = ق محرك - و ق المحصلة = ق محرك - (ك×د)	لحساب القوة التي يصعد بها الصاروخ للأعلى،(قوة الصعود) ، (القوة المحصلة)
ق محرك = -ع غ $\frac{ك}{\Delta ز}$ ، ق محرك = ع ص $\frac{ك}{\Delta ز}$	لحساب قوة دفع محرك الصاروخ
جـ الصاروخ = $\frac{ق}{ك}$	لحساب العجلة التي يصعد بها الصاروخ
طح = $\frac{1}{2}$ ك ع ^{2}	لحساب طاقة حركة الصاروخ

مثال ١) إذا كانت كمية التحرك لصاروخ ٥ × ١٠^{٨} كجم .م / ث ، وكانت سرعته ٥ × ١٠^{٣} م / ث فما كتلته ؟ (س ٢ في تقويم الوحدة)

كت الصاروخ = ٥ × ١٠^{٨} كجم. م / ث
ع الصاروخ = ٥ × ١٠^{٣} م / ث
ك الصاروخ = ؟؟

ك الصاروخ = كت الصاروخ / ع الصاروخ

ك الصاروخ = $\frac{٥ \times ١٠^{٨}}{٥ \times ١٠^{٣}}$

∴ ك الصاروخ = ١٠^{٥} كجم .

مثال ٢) صاروخ كتلته ١٠٠٠ كجم يقذف غازات ساخنة من محركه بمعدل ١٣٠٠ كجم في الثانية وكانت سرعة حركة الغازات بالنسبة للصاروخ ٥ × ١٠^{٤} م/ ث احسب ١- قوة دفع محرك الصاروخ ٢- التغير في كمية تحرك الصاروخ خلال الثانية الأولى من بدء حركته. ٣- وزن الصاروخ . ٤- القوة التي يصعد بها الصاروخ . ٥- سرعة الصاروخ . ٦- العجلة التي يتحرك بها الصاروخ.

الحـــل

١- دفع محرك الصاروخ = - Δ كت الغازات ⟸ ق محرك × Δ ز = - ك غازات ع غازات ⟸ ق محرك = $\frac{-ك_{غازات} ع_{غازات}}{\Delta ز}$

ق محرك = $\frac{١٣٠٠ \times ٥ \times ١٠^{٤}}{١}$ = ٦٥ × ١٠^{٦} نيوتن

٢- كت الصاروخ = - Δكت الغازات ⟸ **∴** كت الصاروخ = - ك غ ع غ = - ١٣٠٠ × (-٥ × ١٠^{٤}) = **٦٥ × ١٠^{٦} كجم .م / ث**

٣- و ص = ك × د = ١٠٠٠ × ١٠ **و ص = ١٠^{٤} نيوتن**

٤- ق المحصلة = ق دفع – و = ٦٥ × ١٠^{٦} - ١٠^{٤} **ق المحصلة = ٦٤.٩٩ × ١٠^{٦} نيوتن .**

٥- سرعة الصاروخ **∴** ك ص ع ص = - ك غ ع غ ⟸ ١٠٠٠ × ع ص = - ١٣٠٠ × (-٥ × ١٠^{٤}) بقسمة الطرفين على ١٠٠٠

⟸ **ع ص = ٦٥ × ١٠^{٣} م / ث**

٦ - جـ ص = ق / ك = ٦٤,٩٩ × ١٠^٦ / ١٠٠٠ = ٦٤٩,٩ م/ث٢ جـ ص = ٦٤٩.٩ م / ث ٢

نشاط) مدفع كتلته ٢ طن وضع أفقياً وأطلق قذيفة كتلتها ٢كجم بسرعة ٥٠ م / ث أوجد ١) سرعة المدفع بعد الإطلاق
٢) كمية تحرك المدفع ٣) كمية تحرك القذيفة ٤) طاقة حركة المدفع ٥) طاقة الحركة للقذيفة
الإجـــابـــة (٠.٠٥ م/ث، ١٠٠ **كجم . م / ث** ، ١٠٠ **كجم . م / ث** ، ٢.٥ جول ، ٢٥٠٠جول)على الترتيب

سـرعة الإفـــلات

تعريف سرعة الإفلات : هي السرعة التي يجب أن ينطلق بها الجسم من سطح الأرض لكي يفلت من الجاذبية الأرضية .
العلاقة التي تحسب منها سرعة الإفلات هي : ع = √٢د نق حيث ع : سرعة الإفلات ، د : عجلة الجاذبية الأرضية ، نق : نصف قطر الأرض

س : ما الشروط اللازم توفرها لكي يفلت الجسم من الجاذبية الأرضية ؟
جـ : لكي يفلت الجسم من الجاذبية الأرضية يجب ١- أن يطلق الصاروخ بشكل رأسي ٢- أن تكون سرعة الصاروخ مساوية ١١.٢ كم / ث
٣- أن تكون طاقة الحركة اكبر من أو تساوي طاقة الوضع .

س : اثبت أن سرعة الإفلات تحسب من العلاقة : ع = √٢د نق ؟
جـ : لكي يفلت الجسم من نطاق الجاذبية الأرضية يجب أن تكون طاقة الحركة للصاروخ عند الانطلاق مساوية أو تزيد قليلاً عن طاقة الوضع له بالنسبة لمركز الأرض أي أن طاقة الحركة = طاقة الوضع ⟸ ½ ك ع^٢ = ك د نق **بضرب الطرفين × ٢**

⟸ ع^٢ = ٢ د نق **بأخذ الجذر التربيعي للطرفين** ∴ ع = √٢د نق حيث **د** : عجلة الجاذبية الأرضية ، **نق** : نصف قطر الكوكب

ملاحظة مهمة : يمكن حساب كتلة الكوكب أو **سرعة الإفلات أيضاً** من العلاقة ع = √(٢ ج ك / نق) **حيث** د = (ج × ك) / نق^٢ للكوكب

علماً بأن : ج = ٦.٦٧ × ١٠^-١١ نيوتن . م^٢ / كجم^٢

العوامل التي تتوقف عليها سرعة الإفلات هي : سرعة الإفلات تناسبا طرديا مع الجذر التربيعي لكل من **عجلة الجاذبية الأرضية** (د) و**نصف قطر الكوكب** (الأرض) (نق)إلا أن هذين العاملين ثابتين للكوكب الواحد.

ملاحظات :
١) هنالك شيئين يجب أن نضعهما في الاعتبار إذا أردنا لجسم أن يدور حول الأرض باستخدام صاروخ ذاتي الدفع والشيئين هما **سرعة و اتجاه الصاروخ**
٢) عند إطلاق الجسم بسرعة الإفلات (١١.٢) كم / ث فإنه ينبغي أن تكون طاقة الحركة للجسم مساوية لطاقة الوضع له بعد الانطلاق مباشرة أو تزيد قليلاً وهذه الطاقة تساوي **٦٢ مليون جول لكل كيلو جرام** منطلق .

مثال ١) أوجد سرعة الإفلات لصاروخ من الأرض إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية ٩.٨ م / ث^٢
الحـــل
∵ ع = √٢د نق ∴ ع = √(٢ × ٩.٨ × ٦.٣٦ × ١٠^٦) = ١١١٦٤.٩ م/ ث **ع = ١١.٢ كم/ ث**

د = ٩.٨ م / ث٢
نق للأرض = ٦.٣٦ × ١٠^٦ م
ع = ؟

مثال٣) إذا علمت أن سرعة الإفلات من كوكب المريخ (٥ كم / ث) وأن نصف قطر كوكب المريخ ٣٣٩٧ كم ، فأحسب عجلة جاذبية المريخ ؟
الحـــل
ع = √٢ د نق ⟸ ٥ × ١٠^٣ = √(٢ × د × ٣.٣٩٧ × ١٠^٣) بتربيع الطرفين
٢٥ × ١٠^٦ = ٦.٧٩٤ × ١٠^٣ × د للمريخ
د للمريخ = (٢٥ × ١٠^٦) / (٦.٧٩٤ × ١٠^٦) ∴ **د للمريخ = ٣.٦٨ م / ث^٢**

ع إفلات للمريخ = ٥ × ١٠^٣ م / ث
نق المريخ = ٣.٣٩٧ × ١٠^٣ م
د للمريخ = ؟

مثال ٤):- إذا كانت سرعة الإفلات لصاروخ من الجاذبية الأرضية هي ١١.٢كم/ ث وكانت عجلة الجاذبية الأرضية ٩.٨ م/ ث^٢ فما مقدار نصف قطر الأرض ؟ (س٣ في تقويم الوحدة)
الحـــل
ع = √٢ د نق ١١.٢ × ١٠^٣ م/ ث = √(٢ × ٩.٨ م/ ث^٢ × نق) بتربيع الطرفين

ع إفلات للأرض = ١١.٢ × ١٠^٣ م/ ث
د للأرض = ٩.٨ م /ث
نق ر = ؟

$$\text{نق}_ر = \frac{١٢٥.٤٤ \times ١٠^{٦}}{١٩.٦}$$

١٢٥.٤٤ × ١٠^٦ م^٢ / ث^٢ = ١٩.٦ م / ث^٢ × نق ⇦ **∴ نق ر = ٦.٤ × ١٠^٦ م**

س: في المثال السابق احسب الآتي :١- كتلة الأرض . ٢- طاقة الحركة لكل كيلو جرام منطلق من سطح الأرض . ٣- طاقة الوضع لكل كيلو جرام.

نشاط ١) احسب سرعة الإفلات من سطح الأرض إذا علمت أن كتلتها =٦ × ١٠^٢٤ كجم ونصف قطرها (٦٤٠٠) كم ، وثابت الجذب العام ج = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ نيوتن . م^٢ / كجم^٢

الجواب[ع= ١١٢٠٠م/ث = ١١.٢كم/ث]

نشاط٢) إذا علمت أن طاقة الحركة اللازمة لإطلاق قمر صناعي من سطح الأرض ليفلت منها هي ٦٣ مليون جول لكل كيلو جرام
١- احسب نصف قطر الأرض . ٢- سرعة الإفلات من سطح الأرض .
الجواب[(ع إفلات ≈ ١١.٢كم/ث ، نق ر=٦٤٠٠كم)]

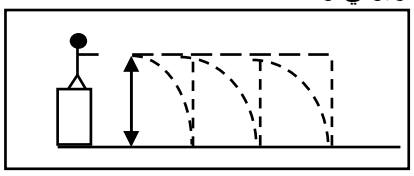
نشاط٣) نصف قطر الأرض (٦٤٠٠) كم ، وبافتراض أن عجلة الجاذبية الأرضية (١٠) م/ث ، فإن سرعة إفلات صاروخ من الأرض تساوي ... (١١٣١٣.٤ / ١١٣١٣.٥ / ١١٣١٣.٧ / ١١٣١٣.٩) (وزراري ٢٠١٠-٢٠١١م)

ملاحظات وتعليلات

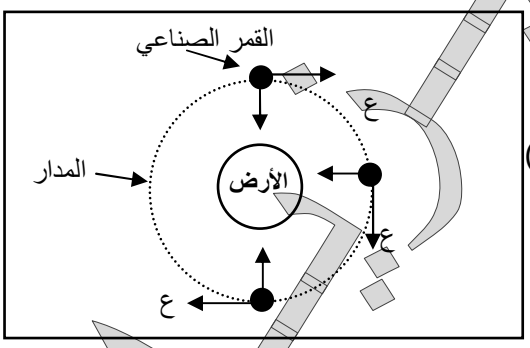
١ ـ إذا أعطي الجسم سرعة أكبر من (١١.٢) م / ث فإنه سوف يفلت من الجاذبية ولن يعود ثانية .
٢ ـ **علل كلما ابتعد الجسم من سطح الأرض فإن طاقة الوضع له تزداد وطاقة الحركة له تقل ؟** لأن نصف القطر يزداد فتزداد طاقة الوضع بينما تقل السرعة فتقل طاقة الحركة .
٣ ـ بعد فترة زمنية من صعود الجسم إلى الفضاء تقل كل **من طاقة وضعه وطاقة حركته** وبالتالي فإن حركت الجسم **تقل** بالتدريج ولكنها **لا تصل إلى الصفر (علل)** لأن الجسم (الصاروخ) يتحرك تحت تأثير قصوره الذاتي .
٤ ـ **علل: تختلف سرعة الإفلات من كوكب لآخر ؟ جـ:** وذلك بسبب اختلاف كل من عجلة الجاذبية ونصف القطر من كوكب لآخر .
٥- **علل سرع الإفلات من سطح الأرض لها قيمة ثابتة لجميع الأجسام ؟ جـ:** لأنها لا تعتمد على كتلة الجسم وإنما على (د ، نق) .

حركة الأقمار الصناعية حول الأرض

القمر الصناعي : هو عبارة عن جسم يدور حول جسم آخر تماماً كالأقمار التي هي عبارة عن توابع طبيعية للكواكب .
تستخدم الأقمار الصناعية في : ١- دراسة الطقس ٢ ـ نقل الرسائل والبث الإذاعي و التلفزيوني والاتصالات .
٣- دراسة سطح الأرض ومعرفة الثروات المعدنية والنفطية ٤- تستخدم في التجسس



س : اذكر نشاطاً توضح من خلاله كيفية وضع الأقمار الصناعية في مدارها ؟
افرض أن شخصاً قذف حجراً من أعلى قمة بسرعة (ع١)
نلاحظ أن الحجر سيتحرك لمسافة معينة (ف١) ثم يسقط على الأرض بسبب الجاذبية
نكرر الخطوة السابقة ولكن بسرعة أكبر ولتكن (ع٢) **نلاحظ** أن الحجر سيسقط في نقطة أبعد من السابقة ولتكن (ف٢). وهكذا فإن الحجر سوف يسلك ممراً منحنياً ليصل إلى الأرض وفي كل مرة تزداد المسافة التي يقطعها قبل أن يصل إلى الأرض
وبمقارنة رمي الحجر بقذف القمر الصناعي فإنه إذا قذف القمر باتجاه أفقي وبسرعة ٨ كم / ث فإنه سوف يستمر بالدوران حول الأرض في مسار دائري ذي نصف قطر ثابت وسرعة ثابتة.



عندما تدور الأقمار الصناعية حول الأرض في مسار دائري فإن :

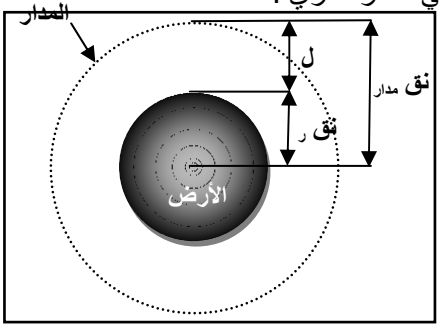
١ـ الأقمار تتحرك بشكل عمودي على الجاذبية الأرضية .
٢ـ الجاذبية الأرضية **لا تؤثر على سرعة الأقمار** لكنها تؤثر على **اتجاه سرعتها** (علل)
٣ـ الأقمار تتحرك **موازية لسطح الأرض وبسرعة ثابتة ونصف قطر ثابت**.(علل).
٤ـ **كلما كان مدار القمر الصناعي قريب من سطح الأرض زادت سرعته** .(علل)

ملاحظة / ١- أقرب قمر صناعي لسطح الأرض يحتاج ٩٠ دقيقة ليكمل دورة كاملة حول الأرض .
٢ ـ من الخطأ القول بأن القمر يوضع خارج نطاق الجاذبية الأرضية ليتمكن من الدوران إذ أن الجاذبية لا تنعدم .
٣ ـ تسمى السرعة اللازمة لاستمرار القمر الصناعي في مداره **بالسرعة المدارية**

س: ما هي الشروط اللازم توفرها لكي يدور جسم حول الأرض ؟
جـ : لكي يدور الجسم حول الأرض يجب ١) أن يطلق الصاروخ بشكل أفقي (موازي لسطح الأرض) . ٢) أن تكون سرعة الصاروخ ٨ كم / ث
١) أن تكون قوة الطرد المركزية = قوة الجذب العام (قوة جذب الأرض للجسم)

حساب سرعة القمر الصناعي اللازمة لاستمراره في مداره(السرعةالمدارية)

تعريف السرعة المدارية : هي السرعة المنتظمة التي يتحرك بها القمر الصناعي حول الأرض في مسار دائري .



س :اثبت أن السرعة المدارية تحسب من العلاقة $ع = \sqrt{\frac{ج \ ك_{الأرض}}{نق}}$

جـ : لكي يدور القمر الصناعي حول الأرض في مدار ثابت لا بد أن تكون:

قوة الطرد المركزية (ق ط)= قوة الجذب المركزية (ق ج)

∵ قوة الطرد المركزية $ق_{ط} = ك_{قمر} \frac{ع^{٢}}{نق}$ حيث ع هي السرعة المدارية للقمر . ونق هو نصف قطر المدار ، وك كتلة القمر

∵ قوة الجذب المركزية $ق_{ج} = ج \frac{ك_{ر} \times ك_{ق}}{نق^{٢}}$ حيث ج ثابت الجذب العام (٦.٦٧×١٠$^{-١١}$ نيوتن م٢/ كجم٢)

∴ $\frac{ع^{٢}_{قمر}}{نق} = \frac{ج \ ك_{الأرض} \times ك_{ق}}{نق^{٢}}$ ⟸ $ع^{٢} = \frac{ج \ ك_{الأرض}}{نق_{مدار}}$ **بأخذ الجذر التربيعي للطرفين**

∴ $ع = \sqrt{\frac{ج \ ك_{الأرض}}{نق}}$

علما بأن (نق مدار = نق ارض +(ل) الارتفاع فوق سطح الأرض)

س: ما الشرط الذي يجب أن يتوافر لكي يدور القمر حول الأرض ؟ وكيف تحسب سرعته المدارية ؟ وعلام تعتمد هذه السرعة ؟

(وزاري ٢٠١٠ ـ ٢٠١١م)

س : ما هي العوامل التي تتوقف (تعتمد) عليها السرعة المدارية ؟

جـ : تتوقف (تعتمد) السرعة المدارية على **نصف قطر المدار فقط** ولا تتوقف على ثابت الجذب العام أو كتلة الأرض لأنهما قيم ثابتة.

ملاحظة مهمة / إذا أعطانا في المسألة جسم يدور حول الشمس أو كوكب ما فإننا نعوض بدلاً عن كتلة الأرض بكتلة الكوكب الآخر .

تعليلات (حركة الأقمار الصناعية)

علل: توضع الأقمار الصناعية على ارتفاع ١٥٠ كم من سطح الأرض ؟ (٢٠٠٥م-٢٠٠٦ م)

جـ : حتى تصبح بعيدة عن مقاومة الهواء الجوي إذ أن مقاومة الهواء عند هذه السرعة الهائلة (٨ كم / ث) يمكن أن تحول الحديد إلى سائل.

علل : لوضع القمر الصناعي في مداره فإنه يطلق بسرعة ٨ كم / ث ؟

لأن هذه السرعة تمكن الصاروخ من وضع القمر الصناعي في مداره .

علل : يدور القمر الصناعي في مجال جاذبية الأرض إلا أنه لا يسقط على الأرض ؟

وذلك بسبب تساوي قوة الطرد المركزية الناتجة عن سرعته مع قوة الجذب المركزية للأرض .

علل : السرعة المدارية تحفظ القمر الصناعي على نفس الارتفاع ؟ (٢٠٠٥/٢٠٠٦م).

جـ : لأن القمر الصناعي يتأثر بقوتين الأولى قوة جذب الأرض له باتجاهها والثانية القوة الطاردة المركزية التي تدفع القمر الصناعي بعيداً عن الأرض وهما متساويتان في المقدار.

علل : السرعة المدارية تعتمد على نصف قطر المدار فقط ؟

لأن كل من ثابت الجذب العام وكتلة الأرض ثوابت معلومة والمتغير الوحيد هو نصف قطر المدار .

علل: لا تتأثر سرعة دوران القمر الصناعي بالجاذبية الأرضية ؟ (٢٠٠٤/٢٠٠٥).

جـ : لأن سرعة دوران القمر الصناعي عمودية على اتجاه الجاذبية الأرضية .

علل : تزداد سرعة القمر الصناعي كلما اقترب من سطح الأرض ؟

لأن سرعة القمر الصناعي تتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار وعندما يقترب القمر الصناعي من الأرض يقل نصف قطر مداره.

علل : يزداد الزمن اللازم لعمل دورة كاملة حول الأرض كلما ابتعد القمر الصناعي عنها .

جـ : لأنه كلما ابتعد القمر الصناعي عن الأرض قلت سرعة دورانه حيث تتناسب السرعة عكسيا مع زمن الدوران. ع = ٢πنق/ز

علل : تكون السرعة المدارية ثابت لارتفاع معين من سطح الأرض ؟

جـ : لأن كلاً من القوة الطاردة والقوة الجاذبة تكونان في حالة تساوي مما يجعل السرعة ثابتة على نفس الارتفاع

علل : لا يحدث تصادم بين الأقمار التي تدور في نفس المدار ؟

جـ: لأنها تسير بنفس السرعة ولذلك لا يمكن لقمر أن يلحق بالآخر .

علل : كلما ابتعد للقمر الصناعي عن الأرض احتاج زمناً أكبر ليقوم بدورة كاملة حول الأرض . (وزاري ٢٠١٠-٢٠١١م)

جـ : .....

س : ما التدابير المتبعة من أجل وزاري(٢٠٠٤ /٢٠٠٥ م)

١- جعل القمر الصناعي يدور حول الأرض ؟

جـ : إطلاق الصاروخ الحامل للقمر الصناعي بشكل أفقي مواز لسطح الأرض وبسرعة ٨ كم / ث تقريباً .

٢- جعل القمر الصناعي يفلت من نطاق الجاذبية الأرضية ؟

جـ : إطلاق الصاروخ الحامل للقمر الصناعي بشكل عمودي (رأسي) على سطح الأرض وبسرعة ١١.٢ كم / ث .

٣- تجنب الأقمار الصناعية مقاومة الهواء .

جـ : جعل الأقمار الصناعية على ارتفاع (١٥٠ كم) من سطح الأرض .

ملاحظة / الأقمار الصناعية المستخدمة للبث التلفازي والإذاعي تبدو وكأنها ثابتة عند موضع معين فوق الأرض إلا أنها في الحقيقة تدور ويكون زمن دوران القمر حول الأرض = زمن دوران الأرض حول نفسها (أي ٢٤ ساعة في اليوم) .

قوانين حركة الأقمار الصناعية والسرعة المدارية

القانون	استخدامه
ع = $\sqrt{\frac{ج\ ك_{الأرض}}{نـق}}$ ع = ω × نق مدار ع = f π ٢ نق مدار ع = $\frac{٢\pi نق}{ز}$ ع = $\sqrt{د \times نق_{مدار}}$ ع = $\sqrt{(٢طح / ك)}$ ع = كت / ك	**جميع هذه العلاقات يمكن حساب السرعة المدارية منها . علماً بأن** ج : ثابت الجذب العام (ج = ٦.٦٧×١٠$^{-١١}$ نيوتن . م^{٢}/ كجم^{٢}) نق هي نصف قطر المدار للقمر حيث (نق مدار = نق للأرض + ل) ، **ل** : ارتفاع القمر عن سطح الأرض ز : هو زمن دورة القمر حول الأرض F : عدد دورات القمر حول مداره في الثانية الواحدة (التردد) ω : السرعة الزاوية للقمر د:عجلة الجاذبية عند ذلك الارتفاع - علماً بأن د = $\frac{ج \times ك}{نق^{٢}_{مدار}}$
نق مدار = نق ر + ل	لحساب نصف قطر مدار القمر أو حساب ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض
طول المسار الدائري = ٢ π نق مدار	لحساب طول المدار للقمر (المسار الدائري للقمر)
ز = $\frac{٢\pi نق}{ع}$	لحساب زمن الدورة الواحدة للقمر حول الأرض
ω = $\frac{ع}{نـق}$ ، f π ٢= ω ، ω = ٢ π / ز	لحساب السرعة الزاوية للقمر الصناعي .
F = $\frac{عـدد\ الـدورات}{ز}$	لحساب عدد دورات القمر حول مداره في الثانية الواحدة (التردد)
جـ م = $\frac{ع^{٢}}{نـق}$	لحساب عجلة الجذب المركزية
ق م = ك قمر $\frac{ع^{٢}}{نق}$	لحساب قوة الطرد المركزية
ق ج=ج $\frac{ك ر \times ك ق}{نق^{٢}}$	لحساب قوة الجذب المركزية
طح =١/٢ ك ع^{٢}	لحساب طاقة حركة القمر الصناعي

س : اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس (٢ د نق) ، (ج × ك / نق)

جـ : الإثبات

وحدة قياس (٢د نق) = م × م / ث٢ = م٢ / ث٢

وحدة ثابت الجذب العام (ج) = نيوتن × م٢ / كجم٢

نيوتن = كجم .م / ث ٢

وحدة قياس(ج × ك / نق) = نيوتن × م٢ ×كجم / كجم٢ × م = كجم×م × م٢ ×كجم / كجم٢ × م ×ث٢ = م٢ / ث٢

الكميتان لهما نفس وحدة القياس

مثال ١) قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع ٢٠٠ كيلو متر فوق سطح الأرض احسب السرعة المدارية للقمر إذا كان نصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كم وكتلة الأرض ٦ × ١٠^٢٤ كجم

ج = ٦.٦٧×١٠^-١١ نيوتن م٢/ كجم٢

نق المدار = نق ر + ف = ٢٠٠+٦٤٠٠

=٦٦٠٠كم=٦.٦ × ١٠^٦ متر

ك ر = ٦× ١٠^٢٤ نيوتن . م٢ / كجم ٢

ع = √(ج ك الأرض / نق)

∴ ع = √(٦.٦٧×١٠^-١١ × ٦×١٠^٢٤ / ٦.٦×١٠^٦)

∴ ع = ٧.٧٩ × ١٠^٣ م / ث .

مثال ٢) : - أحسب الارتفاع فوق سطح الأرض لقمر صناعي يتحرك في مسار دائري بسرعة مدارية مقدارها ٤ كم / ث . (س ٦ في تقويم الوحدة)

المعطيات ج = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ نيوتن. م٢ / كجم ٢ ، ك أرض = ٦ × ١٠^٢٤ كجم ، نق أرض = ٦٤٠٠ كم = ٦.٤ × ١٠^٦ م ،ع مدارية = ٤ × ١٠^٣ م / ث

الحـــل

ع = √(ج ك أرض / نق) ⇐ ٤ × ١٠^٣ م / ث = √(٦.٦٧ ×١٠^-١١ × ٦ × ١٠^٢٤ / نق)

١٦ × ١٠^٦ م٢ / ث٢ × نق = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ نيوتن. م٢ / كجم٢×٦ × ١٠^٢٤ كجم

نق = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ × ٦ × ١٠^٢٤ / ١٦ × ١٠^٦ ⇐ نق = ٢٥ × ١٠^٦ م

∵ نق = نق أرض + (ل) الارتفاع ∴ ل = نق - نق أرض ⇐ ل = ٢٥ × ١٠^٦ م - ٦.٤ × ١٠^٦ م ل = ١٨.٦ × ١٠^٦ م **∴ ل = ١٨.٦ × ١٠^٣ كم**

مثال ٣) قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة ٧ كم / ث فإذا علمت أن
ج = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ نيوتن. م٢ / كجم ٢ ، نق أرض = ٦٤٠٠ كم ، ك أرض = ٦ × ١٠^٢٤ كجم أحسب :
١- بعد القمر الصناعي عن الأرض. ٢- الزمن اللازم ليعمل القمر الصناعي دورة كاملة حول الأرض.

الحـــــــل

المعطيات ج = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ نيوتن. م٢ / كجم ٢ ، ك أرض = ٦ × ١٠^٢٤ كجم

نق أرض = ٦٤٠٠ كم = ٦.٤ × ١٠^٦ م ، ع مدارية = ٧٠٠٠ م / ث

ع = √(ج ك أرض / نق مدار)

٧٠٠٠ م / ث = √(٦.٦٧ ×١٠^-١١ × ٦ × ١٠^٢٤ / نق مدار) بتربيع الطرفين

٤٩ × ١٠^٦ م٢ / ث٢ × نق = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ نيوتن. م٢ / كجم٢×٦ × ١٠^٢٤ كجم

نق = ٦.٦٧ ×١٠^-١١ × ٦ × ١٠^٢٤ / ٤٩ × ١٠^٦ ∴ نق مدار = ٨.٢ × ١٠^٦ م

∵ نق مدار = نق أرض + (ل) الارتفاع ∴ ل = نق مدار - نق أرض ⇐ ل = ٨.٢ × ١٠^٦ م - ٦.٤ × ١٠^٦ م

ل = ١.٨ × ١٠^٦ م **∴ ل = ١.٨ × ١٠^٣ كم**

٢) ∵ طول المسار الدائري حول الأرض = ٢ π نق = ٢ × ٣.١٤ × ٨.٢ × ١٠^٦ م = ٥١.٤٩٦ × ١٠^٦ م

∴ زمن الدورة الكاملة = طول المسار الدائري / السرعة المدارية

زمن الدورة = ٥١.٤٩٦ × ١٠^٦ م / ٧٠٠٠ م/ث

ز = ٧٣٥٦.٦ ث

نشاط) في المثال السابق احسب الآتي : ١- السرعة الزاوية . ٢- عجلة الجذب المركزية ٣- قوة الطرد المركزية

علاقات مهمة: **نق** المدار = $\sqrt[3]{\frac{ج \ ك_ر \times ز^2}{4\pi^2}}$ **تستخدم لإيجاد قيمة نصف قطر المدار بدلالة الزمن الدوري .** (استنتج العلاقة)

نق المدار = $\frac{\text{طول المسار الدائري}}{2\pi}$ **تستخدم لإيجاد قيمة نصف قطر المدار بدلالة طول المسار الداري.**

مثال٤) إذا علمت أن القمر الطبيعي يدور حول الأرض مرة كل ٢٧.٣ يوماً احسب ارتفاعه عن سطح الأرض؟

الحل

نق المدار = نق ر + ارتفاع القمر عن الأرض (ل) ⇦ ل = نق المدار – نق ر ⇦ ل = نق المدار - ٦٤٠٠×١٠^3 .....(١)

نوجد قيمة نق المدار من **العلاقة** نق المدار = $\sqrt[3]{\frac{ج \ ك_ر \times ز^2}{4\pi^2}}$ = $\sqrt[3]{\frac{٦.٦٧ \times ١٠^{-11} \times ٦ \times ١٠^{24} \times (٢.٣٦ \times ١٠^6)^2}{4 \ (٣.١٤)^2}}$

نق المدار = $\sqrt[3]{\frac{٢.٢٢ \times ١٠^{27}}{٣٩.٤٧}}$ ⇦ **نق المدار = ٣.٨٣×١٠^8 م** نعوض في (١)

ل = ٣.٨٣×١٠^8 - ٦٤٠٠×١٠^3 ⇦ ل = ٣.٧٧×١٠^8 م

مثال ٥) قمر صناعي يدور حول الأرض في مسار دائري ، نصف قطر مداره (٨٠٠٠) كم ، احسب : ١- سرعته ، ٢- زمنه الدوري ، ٣ - العجلة الجاذبة المركزية له ٤- ارتفاعه عن سطح الأرض

٢٠٠٩م-٢٠١٠ م

الحـــــــل

، علماً بأن ك ر = ٦×١٠^{24}كجم ، ج = ٦.٦٧×١٠^{-11}نيوتن . م^2 /كجم^2 ، نق ر = ٦٤٠٠كم

١) ع = $\sqrt{\frac{ج \ ك_{أرض}}{نق_{مدار}}}$ = $\sqrt{\frac{٦.٦٧ \times ١٠^{-11} \times ٦ \times ١٠^{24}}{٨٠٠٠ \times ١٠^3}}$ = **٧×١٠^3م/ث** **٢)** ز = $\frac{٢ \ \pi \ نق}{ع}$ = $\frac{٢ \times ٣.١٤ \times ٨٠٠٠ \times ١٠^3}{٧ \times ١٠^3}$ = ٧×١٠^3

٣) جـ$_م$ = $\frac{ع^2}{نق_{مدار}}$ = $\frac{(٧ \times ١٠^3)^2}{٨٠٠٠ \times ١٠^3}$ = **٦.١٣ م/ث^2** ، **٤) ل = نق** المدار **– نق**$_ر$ = ٨٠٠٠×١٠^3 - ٦٤٠٠×١٠^3 = **١٦×١٠^6 م**

نشاط) يدور قمر صناعي كتلته ٢٠٠٠ كجم يدور في مدار حول الأرض طوله ٥١.٤٩٦×١٠^6 م احسب :

١- ارتفاع القمر عن سطح الأرض . ٢- السرعة المدارية للقمر . ٣- قوة جذب الأرض للقمر ٤- طاقة حركة القمر الصناعي .

علماً بأن ج = ٦.٦٧×١٠^{-11} نيوتن. م^2 / كجم^2 ، ك أرض = ٦×١٠^{24} كجم ، نق أرض = ٦٤٠٠ كم = ٦.٤×١٠^6 م

الجواب[(ارتفاع القمر(ل) ≈ ١.٨×١٠^6 م) ، ع مدارية ≈ ٧×١٠^3 م/ث)]

س) قمر صناعي يصف قطر مداره ضعف نصف قطر الأرض احسب :

١)السرعة الزاوية للقمر الصناعي حتى يبقى القمر ملازماً لمحطة على سطح الأرض ٢) السرعة المدارية للقمر .

علماً بأن نصف قطر الأرض (نق ر)=٦٤٠٠كم ، وكتلة الأرض (ك ر) = ٦×١٠^{24}كجم ، وكتلة القمر (ك قمر) =١٠٠كجم

الجواب[(ω ≈ ٧.٢٨×١٠^{-5} م/ث) ، (ع =٤.٥٩×١٠^3 م/ث)]

س) قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة (٨٤٠٠) م/ث . فإذا كان الزمن الدوري (١.٦) ساعة ، نق ر = ٦٤٠٠كم ، وعجلة الجاذبية الأرضية = (٩.٨) م / ث^2 ، فاحسب ما يأتي : (وزاري ٢٠١٠ - ٢٠١١م)

١- طول المسار الدائري للقمر . ٢- ارتفاع القمر عن سطح الأرض .

الجواب [(طول المسار الدائري = ٤٨٣٨٤٠٠٠) ، (الارتفاع ل = ١.٣×١٠^6 متر)]

س) قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار دائري عل ارتفاع ٢٠٠ كم من سطح الأرض فإذا علمت أن نصف قطر الأرض = ٦٤٠٠ كم ، وكتلتها = ٦×١٠^{24} كجم فإذا علمت أن نق ر=٦٤٠٠كم ، ك ر = ٦×١٠^{24}كجم ، ج = ٦.٦٧×١٠^{-11} نيوتن. م^2 / كجم^2 ؛ فاحسب السرعة المدارية ، وزمنه الدوري الجواب [(ع = ٧٧٨٦.٩ م/ث) ، (ز = ٥٣٢٧.٦ ث)] (وزاري ٢٠١١-٢٠١٢م)

س : قارن بين سرعة الإفلات والسرعة المدارية من حيث : التعريف ، الشروط اللازمة لحصولها ، العلاقة التي تحسب منها ، العوامل التي تتوقف عليها ، وحدة قياسهما.

كميـــة التـحـــرك الزاوي

تعريف كمية التحرك الزاوي : هي عبارة عن كمية تعبر عن حاصل ضرب السرعة الزاوية في عزم القصور الذاتي الدوراني .

تحسب كمية التحرك الزاوي من العلاقة : كت الزاوي = I × ω (حيث I : عزم القصور الذاتي الدوراني ، ω : السرعة الزاوية)

ويمكن حسابها من العلاقات التالية : **كت زاوي = كت خطي × نق** ، **كت زاوي = ك × ع × نق** (حيث ك : كتلة الجسم ، ع : سرعته الخطية ، نق : نصف قطر المسار الدائري) .

وحدة قياس كمية التحرك الزاوي : تقاس بوحدة : كجم . م^{٢} / ث = كجم . م^{٢} × راديان / ث = **جول . ث**

العوامل التي تتوقف عليها كمية التحرك الزاوي : تتناسب كمية التحرك الزاوي طرديا مع كل من السرعة الزاوية (ω) وعزم القصور الدوراني (I)

. كمية التحرك الزاوي كمية متجهه **(علل)** .لأنها عبارة عن حاصل ضرب كمية قياسية هي (I) في كمية متجهة هي (ω)

خاصية القصور الذاتي الخطي :- هي عبارة عن مقاومة الجسم للتغير في حالة الحركة الخطية.

عزم القصور الذاتي الدوراني :- هو عبارة عن مقاومة الجسم لعزم القوة التي تحاول إحداث تغير في حالة حركة الجسم الدورانية .

ويحسب من العلاقة : **I= ك × نق^{٢}** حيث (ك : كتلة الجسم ، نق : نصف قطر المسار الدائري)

السرعة الزاوية : - هي معدل التغير في الإزاحة الزاوية بالنسبة للزمن .

وتحسب من العلاقات : $\omega = \frac{\Delta\theta}{ز}$ ، $\omega = \frac{ع}{نق}$ ، $\omega = ٢\pi f$ ، $\omega = \frac{٢\pi}{ز}$

قانون حفظ كمية التحرك الزاوي :- ((تظل كمية التحرك الزاوي لجسم ثابتة ما لم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية)) .

س:- اثبت أن كمية التحرك الزاوي(كت زاوي) = كت خطي× نق .

كمية التحرك الزاوي (كت زاوي) = I ω ..... (١) حيث I عزم القصور الذاتي ، ω السرعة الزاوية

∵ I = ك نق^{٢} ، $\omega = \frac{ع}{نق}$ نعوض عن I ، ω في (١)

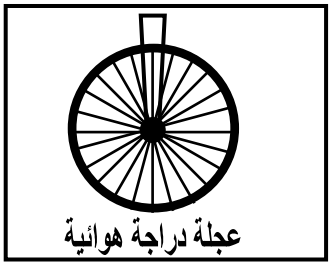
كمية التحرك الزاوي = ك × نق^{٢} × $\frac{ع}{نق}$ = ك نق ع ∴ **كت زاوي = ك ع نق** **كت الزاوي = كت خطي × نق**

س : اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس ؟ (I ω) ، (**ك نق ع**)

وحدة قياس (I ω) = ك نق^{٢} × $\frac{ع}{نق}$ = كجم . م^{٢} × $\frac{م}{م/ث}$ = **كجم . م٢ / ث**

وحدة قياس (**ك نق ع**) = كجم .م . م / ث = **كجم .م^{٢} / ث** ∴.لهما نفس وحدة القياس

س : اذكر نشاطاً توضح فيه أن كمية التحرك الزاوي لجسم تبقى ثابتة ؟


عجلة دراجة هوائية

جـ: حاول إدارة عجلة دراجة هوائية حول محورها من السكون .

استمر في التدوير للعجلة ثم حاول إيقافها .

نلاحظ أنه في الحالة الأولى يصعب علينا تدوير العجلة وفي الحالة الثانية يصعب إيقافها (العجلة تقاوم أي تغير في حالتها الدورانية)

الاستنتاج : تظل كمية التحرك الزاوي لجسم ثابتة مالم تؤثر علية عزوم دوران خارجية

مقارنة بين كمية التحرك الخطي والزاوي

كمية التحرك الخطي	كمية التحرك الزاوي
١- هي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته ٢- تنشأ عن تحرك الأجسام في خط مستقيم . ٣- كمية متجهة لها مقدار واتجاه . ٤- تعطى بالعلاقة كت = ك × ع ٥- وحدة القياس (كجم .م/ث) =نيوتن × ث ٦ـ تتوقف على (كتلة الجسم وسرعته)	١- هي حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية ٢ - تنشأ عن تحرك الأجسام بشكل دوراني ٣- كمية متجهة لها مقدار واتجاه ٤- تعطى بالعلاقة كت زاوي = I ω = كت خطي×نق = ك ع نق ٥- وحدة القياس هي: كجم . م^{٢} / ث = كجم .م^{٢} ×راديان / ث = جول . ث ٦ ـ تتوقف على (عزم القصورالذاتي الدوراني و السرعة الزاوية)

س :ما أهمية مبدأ حفظ كمية التحرك الزاوي ؟

جـ: ١) مهم بالنسبة لدوران الأرض حول الشمس إذ **يظل محور دوران الأرض ثابتاً بالنسبة للكون المحيط (علل)** لأن (كت زاوي) للأرض ثابتة

٢) مهم بالنسبة لدوران الكواكب حيث **تستطيع أن تتنبأ متى وأين سيحدث خسوف القمر على الأرض.(علل)** بسبب ثبات محور دوران الأرض حول الشمس

س :علل يصعب إيقاف عجلة دراجة هوائية تدور بسرعة كبيرة ؟ (وزاري ٢٠٠٩ - ٢٠١٠م)
جـ :وذلك بسبب خاصية القصور الذاتي الدوراني إذ أن الجسم يحاول مقاومة أي تغيير لحالته الدورانية حول محوره .
علل : صعوبة إدارة عجلة ساكنة ؟
جـ : وذلك بسبب خاصية القصور الذاتي الدوراني إذ أن الجسم يحاول مقاومة أي تغيير لحالته السكونية .

مثال١) منشار يستخدم لقطع الأحجار على شكل قرص مستدير يدور بسرعة منتظمة حول محور يمر من مركزه وعمودي على وجهيه فإذا كان ينجز ١٠٠ دورة في (٣/١) دقيقة وكان عزم قصوره الذاتي الدوراني ٧ كجم . م^{٢} فما مقدار كلاً من
١- سرعته الزاوية. ٢- كمية تحركه الزاوي. الحـــــــــــل وزاري (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

المعطيات ، ز = $\frac{١}{٣}$ دقيقة = $\frac{١}{٣}$ × ٦٠ ث = ٢٠ ث ، I = ٧ كجم .م^{٢} ، $f = \frac{١٠٠}{٢٠ ث}$ = ٥ هرتز

١- $\omega = ٢ \pi f$ = ٢ × ٣.١٤ × ٥ = ٣١.٤ راديان / ث .
٢- **كمية التحرك الزاوي** = I ω = ٧ × ٣١.٤ = ٢١٩.٨ كجم .م^{٢}/ث .

مثال ٢) قمر صناعي كتلته ٢٠٠٠ كجم يدور حول الأرض على ارتفاع ٢٠٠ كم من سطحها الذي نصف قطره ٦٤٠٠ كم احســـــب
١- السرعة المدارية . ٢ - كمية التحرك الخطي . ٣ - السرعة الزاوية . ٤ - عزم القصور الذاتي . ٥ - كمية التحرك الزاوي .
الحـــل

نق المدار = نق ر + ل = ٦٤ × ١٠^{٥} + ٢ × ١٠^{٥} = ٦٦ × ١٠^{٥} م

١) ع = $\sqrt{\frac{\text{ج ك أرض}}{\text{نق مدار}}}$ ع = $\sqrt{\frac{٦.٦٧ \times ١٠^{-١١} \times ٦ \times ١٠^{٢٤}}{٦٦ \times ١٠^{٥}}}$ ع = ٧.٧٨٦ × ١٠^{٣}م / ث

ك ر = ٢٠٠ كجم
ف ٢٠٠ × ١٠^{٣}م
نق ر = ٦٤٠٠ × ١٠^{٣}م

٢) كت الخطي = ك ×ع = ٢ × ١٠^{٣} × ٧.٧٨٦ × ١٠^{٣} = ١٥٥٧٢ × ١٠^{٣} كجم . م / ث

٣) $\omega = \frac{ع}{نق}$ = $\frac{٧.٧٨٦ \times ١٠^{٣}}{٦٦ \times ١٠^{٥}}$ = ١.١٧٩ × ١٠$^{-٣}$ راديان / ث

٤) I = ك × نق^{٢} = ٢ × ١٠^{٣} × (٦٦ × ١٠^{٥})^{٢} = ٨.٧١٢ × ١٠^{١٦} كجم .م^{٢}

٥) كت الزاوي = I × ω = ٨.٧١٢ × ١٠^{١٦} × ١.١٧٩ × ١٠$^{-٣}$ = ١.٠٢٧ × ١٠^{١٤} كجم . م^{٢} / ث .

س١) دراجة هوائية كتلة الإطار الخارجي لعجلتها (٢) كجم ، وقطرها (٢٠٠) سم ؛ فإذا كانت سرعته الزاوية (٦٠) راديان / ثانية ؛ احسب : ١. عزم القصور الذاتي الدوراني للإطار . ٢. كمية التحرك الزاوي للإطار .
الجواب [عزم القصور I = ٢ كجم .م^{٢} ، كت زواي= ١٢٠ كجم.م^{٢}/ ث)] **(وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)**

س٢) عجلة كتلتها ٢ كجم ونصف قطر التدويم لها ٤٠ سم تدور بسرعة ٣٠٠٠ دورة / دقيقة ، أحسب
أ) قيمة عزم قصورها الذاتي ب) طاقة حركتها الدورانية
الجواب [(أ) I = ٠.٣٢ كجم .م^{٢} ، ب) طح = ١٥.٧٩جول)]

س٣) مروحة طائرة كتلتها ٧٠ كجم ، ونصف قطر التدويم لها ٧٥ سم ، أوجد عزم قصورها الذاتي الجواب (٣٩ كجم .م٢)
س٤) احسب كمية التحرك الزاوية لإلكترون ذرة الهيدروجين عندما يكون في المدار الأول علماً ك$_{e}$ = ٩.١ × ١٠$^{-٣١}$كجم ،
نق ١ = ٥٢٨ . انجستروم ، ع$_{e}$= ٢.٢ × ١٠^{٦} م/ث الجواب (كت زاوي = ١.٠٦ × ١٠$^{-٣٤}$ كجم.م^{٢}/ث)

مراجعة مهمة على معادلات الحركة في خط مستقيم... ومعادلات السقوط الحر

درسنا في الصف الأول الثانوي معادلات الحركة في خط مستقيم بعجلة منتظمة و معادلات السقوط الحر وهي كالتالي:
معادلات الحركة في خط مستقيم بعجلة منتظمة:

١) ع = ع. + جـ ز ٢) ف = ع. ز + $\frac{١}{٢}$ جـ ز^{٢} ٣) ع^{٢} = ع.^{٢} + ٢جـ ف

معادلات السقـــوط الحـــر

١) ع = ع. + د ز ٢) ف = ع. ز + $\frac{١}{٢}$ د ز^{٢} ٣) ع^{٢} = ع.^{٢} + ٢د ف

* مما سبق يتضح لنا أن **معالات الحركة في خط مستقيم بعجلة منتظمة** تستخدم في إيجاد قيمة السرعة أو العجلة أو الزمن أو المسافة ولكن عند حركة الجسم أفقياً (أي على المحور السيني فقط) . أما **معادلات السقوط الحر** فهي تستخدم في حالة سقوط الجسم نحو الأرض أو عكس ذلك (أي على المحور الصادي) .

*إن ما سندرسه في الصف الثالث الثانوي هو حركة الجسم المقذوف بين المحورين السيني والصاد ي بحيث يصنع زاوية بينهما وفي مثل هذه الحركة للأجسام فإننا نحلل السرعة الابتدائية للجسم المقذوف إلى مركبتين :

الأولى: على المحور الأفقي (السيني) ونرمز للسرعة بالرمز ع س **والثانية** على المحور الرأسي (الصادي)ونرمز لها بالرمز ع ص

ملاحظة : تأخذ قيمة عجلة الجاذبية الأرضية (د) إشارة سالبة في حالة قذف الجسم نحو الأعلى و تأخذ إشارة موجبة في حالة سقوط الجسم نحو الأسفل .

تم دراسة المعادلات السابقة في الصف الأول الثانوي (راجع ذلك للأهمية) ثم أجب على الأتي :

نشاط ١) تزداد سرعة سيارة بانتظام من ١٨ كم / ساعة إلى ١٠٨ كم / ساعة خلال فترة زمنية مقدارها ٥ ثوان أوجد :

أ ـ مقدار عجلة السيارة . ب ـ المسافة المقطوعة خلال هذه الفترة الزمنية . الإجابة (جـ = ٥ ثواني ، ف = ٨٧,٥ متر)

نشاط ٢) سقطت كرة رأسياً إلى أسفل من قمة برج ، فوصلت إلى الأرض بعد ٣ ثوان احسب :

أ ـ سرعتها عند ارتطامها بالأرض مباشرة . ب ـ ارتفاع البرج عن سطح الأرض علماً بأن د = ٩.٨ م / ث^{٢}

الإجابة (ع = ٢٩.٤ م/ث ، ف = ٤٤.١ م)

نشاط ٣) سيارة كتلتها ٢٥٠٠كجم بدأت حركتها من السكون وبعد (٢) ثانية تغيرت سرعتها فتحركت بعجلة مقدارها(٥)م / ث٢احسب كمية التحرك للسيارة ؟ الإجابة (٢٥ ×١٠^{٣} كجم . م / ث)

حـــــــركـــــــة المقـــــذوفـــــات

المقذوفات : هي أجسام تقذف في الهواء بسرعة معينة وبزاوية (هـ) مع المحور الأفقي تحت تأثير الجاذبية الأرضية .

أمثلة على المقذوفات : ١ـ رمي حجر في الهواء ٢ـ انطلاق القذيفة من المدفع ٣ـ رمي كرة .

معادلات حركة المقذوفات : لدراسة حركة المقذوفات يجب ١ـ تحديد الإحداثيتين السيني والصادي . ٢ـ تحليل السرعة إلى مركبتين هما :

مركبة السرعة الابتدائية للمقذوف على المحور الأفقي ع.س = ع. جتا هـ

مركبة السرعة الابتدائية للمقذوف على المحور الرأسي ع.ص = ع. جاهـ

نطبق معادلات الحركة على المحور السيني والصادي .

مما سبق يتضح لنا أن حركة المقذوف هي محصلة حركتين مستقلتين هما :

١ـ حركة في الاتجاه الأفقي (توازي المحور السيني) ومن خصائصها :

أـ أنها تكون بسرعة ثابتة في مقدارها واتجاهها (**علل**) لأن السرعة الأفقية تكون عمودية على قوة جذب الأرض للجسم وبذلك يكون تأثير الجاذبية عليها مساوياً للصفر.

ب ـ أن العجلة لها تساوي الصفر (**علل**) لعدم وجود قوة مؤثرة على المقذوف في الاتجاه الأفقي إذا أهملنا مقاومة الهواء

جـ ـ أن الزاوية هـ = صفر عندما يقذف الجسم بهذا الاتجاه .

س: ضع صح أو خطأ :**العجلة التي يتحرك بها الجسم المقذوف على المحور الأفقي تزيد من سرعة الجسم .** (وزاري ٢٠١٠ ـ ٢٠١١م)

٢ـ حركة في الاتجاه الرأسي (توازي المحور الصادي) (ع ص) ومن خصائصها :

أ ـ أنها تكون بسرعة متغيرة المقدار والاتجاه وتنعدم عندما يصل المقذوف إلى أعلى أقصى ارتفاع من سطح الأرض .

ب ـ تكون العجلة التي يتحرك بها المقذوف في هذه الحالة مساوية لعجلة الجاذبية الأرضية (د = ٩.٨ م / ث^{٢})

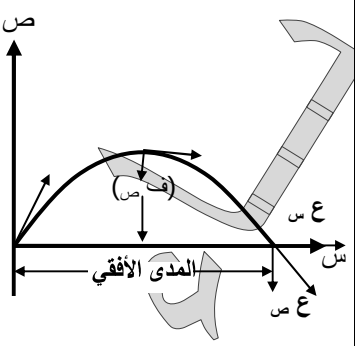
ملاحظات مهمة : ١ـ سرعة المقذوف عند أي لحظة (ع ح) هي محصلة السرعتين المتعامدتين الأفقية الثابتة (ع س) والرأسية (ع ص)

وتعطى السرعة المحصلة من العلاقة ع ح = $\sqrt{ع_{س}^{٢} + ع_{ص}^{٢}}$

٢ـ تكون السرعة المحصلة(ع ح) للجسم عند ذروة القذف مساوية للسرعة الأفقية ع س وذلك لأن ع ص عند الذروة **تساوي صفر**

معادلات الحركة للمقذوفات على المحورين السيني والصادي

المحور السيني (الأفقي)	المحور الصادي (الرأسي)
جـ = صفر	د = ٩.٨ م / ث٢
ع س=ع. جتاهـ	ع ص = ع. جاهـ + د ز
ف س = (ع. جتاهـ) ز	ف ص = (ع. جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ د ز^{٢}
	ع^{٢} ص = (ع. جاهـ)^{٢} + ٢د ف ص
حيث	حيث
ع. : السرعة الابتدائية	ع. : السرعة الابتدائية
ع س : السرعة الأفقية	ع ص : السرعة العمودية أو الرأسية
ف س: (المدى الأفقي أو المسافة الأفقية)	ف ص : الارتفاع الكلي
ز : (زمن الوصول إلى المدى الأفقي)	ز : زمن
هـ : زاوية القذف	هـ : زاوية القذف



ملاحظات هامة :

م	الرمز	الملاحظة
١	ع ص= صفر	عندما يصل المقذوف لأقصى ارتفاع (الذروة)
٢	ف ص= صفر	عندما يصل المقذوف إلى الهدف
٣	هـ = ٩٠°	عندما يقذف الجسم رأسيا (عموديا)
٤	هـ = صفر	عندما يقذف الجسم أفقياً
٥	هـ = ٤٥°	يصل عندها المقذوف إلى أقصى مدى أفقي ويكون أعلى ارتفاع يصل إليه الجسم = ربع المدى الأفقي . (ف ص=١/٤ ف س)
٦	د = موجبة (+)	عندما يسقط الجسم للأسفل
٧	د = سالبة (-)	عندما يقذف الجسم للأعلى
٨	عند قذف الجسم أفقياً من أعلى مثل إطلاق قذيفة أفقياً من مدفع موضوع على قمة جبل أو إطلاق صاروخ من طائرة على ارتفاع معين من الأرض فإن ١) هـ = صفر ٢) د: (عجلة الجاذبية الأرضية) موجبة ٣) زمن الهدف = زمن الذروة	

مصطلحات هامة متعلقة بحركة المقذوفات

١- زمن الذروة : هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المقذوف لكي يصل إلى أقصى ارتفاع .

٢- زمن الهدف= زمن بقاء الجسم في الهواء = زمن الطيران = زمن الوصول للهدف = زمن التحليق = زمن عودة الجسم للأرض : هو الزمن الذي يستغرقه المقذوف للوصول إلى الهدف ابتداء من نقطة القذف .

٣- زمن المدى الأفقي : هو الزمن اللازم لوصول الجسم المقذوف للمدى الأفقي .

٤- ذروة القذف (أعلى ارتفاع): هو أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم المقذوف.

٥- المدى الأفقي : هو المسافة الأفقية بين نقطة القذف والهدف

جدول العلاقات الخاصة

المصطلح	المعادلة التي يحسب منها	شرط يجب توفره	معادلة الحالة الخاصة	معادلة أخرى يحسب منها
زمن الذروة	ع ص = ع. جاهـ+د ز$_{ذ}$	ع ص = صفر د (سالبة)	ز$_{ذ}$ = ع. جاهـ / د	**زمن الذروة** = $\frac{1}{2}$ ×زمن الهدف
زمن الهدف	ف ص = (ع. جاهـ)ز + $\frac{1}{2}$ د ز$^{2}_{هـ}$	ف ص = صفر د (سالبة)	ز$_{هـ}$ = ٢ع. جاهـ / د	**زمن الهدف** = ٢ × زمن الذروة **ف س = (ع. جتاهـ) ز**
ذروة القذف (أعلى ارتفاع)	ع^{2} ص = (ع. جاهـ)^{2} + ٢د ف ص	ع ص = صفر	ف$_{ص}$ = (ع. جاهـ)^{2} / ٢ د	**ف ص** = (ع. جاهـ)ز + $\frac{1}{2}$ د ز^{2}
المدى الأفقي	ف س = (ع. جتاهـ) ز$_{هـ}$	ـــــ	ف$_{س}$ = ع^{2}. جا٢هـ / د	**ف** س= ٤ف ص × ظتاهـ

الجدول(٢)

لحساب	نوجد أولا قيمة كلا من	ثم نستخدم هذه العلاقة
سرعة القذيفة بعد زمن لحظي	**ع** س=ع. جتاهـ **ع** ص = ع. جاهـ + د ز	ع ح =√(ع^{2} س + ع^{2} ص)
سرعة القذيفة بعد ارتفاع معين	**ع** س=ع. جتاهـ **ع**^{2} ص = (ع. جاهـ)^{2} + ٢د ف ص	ع ح =√(ع^{2} س + ع^{2} ص)
السرعة الأفقية للقذيفة	**ع** س=ع. جتاهـ	
السرعة العمودية للقذيفة	**ع** ص = ع. جاهـ + د ز **أو** ع^{2} ص = (ع. جاهـ)^{2} + ٢د ف ص	**(حسب المعطيات)**
ارتفاع القذيفة بعد زمن لحظي	**تحسب من العلاقة ف** ص = (ع. جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ د ز^{2}	
زاوية القذف	**تحسب من العلاقة** ظاهـ = ع ص / ع س أو ظاهـ = ٤ف ص / ف س	

تعليـــــلات على (المقذوفات):

١- **العجلة التي يتحرك بها الجسم المقذوف على المستوى الأفقي = صفر ؟** وزاري(٢٠٠٤ - ٢٠٠٥ م)(٢٠٠٨-٢٠٠٩م)

جـ : لأن السرعة التي يتحرك بها الجسم المقذوف على المستوى الأفقي هي سرعة ثابتة لا تتأثر بعجلة الجاذبية الأرضية مع إهمال مقاومة الهواء فيتحرك بسرعة منتظمة.

٢- **انعدام السرعة النهائية للمقذوف عند ذروة القذف ؟**

جـ : لأن السرعة تتناقص تدريجياً وذلك بسبب الجاذبية الأرضية حتى تصل إلى أقل قيمة لها عند ذروة القذف وكأن الجسم سكن لفترة صغيرة جداً لحظياً.

٣- **تكون عجلة الجاذبية للمقذوفات الأفقية من أعلى موجبة دائماً ؟**

جـ : لأن حركة الجسم المقذوف من أعلى إلى أسفل فقط تكون باتجاه الجاذبية الأرضية .

٤- **يتحرك الجسم المقذوف إلى أعلى عمودياً بعجلة غير منتظمة؟**

جـ : لأن سرعة الجسم تتأثر بعجلة الجاذبية الأرضية.

مســـــــــــــــــــــائـــــــــــــــــــــــــل

ملاحظات هامة جداً لحل مسائل المقذوفات

سوف نصنف المسائل المتعلقة بحركة المقذوفات إلى أربعة أصناف وبعد كل صنف سنذكر أمثلة عليه ، وبهذه الطريقة يستطيع الطالب أن يميز المسألة من أي صنف (بمجرد قراءتها)وما هي الطريقة التي يلزم إتباعها للحل .

***إن الأصناف التي سنذكرها ليست شاملة لكل مسائل المقذوفات ولكن هذا التصنيف في حدود المسائل التي تتكرر في الامتحانات .**

الملاحظة الأولى : عندما تكون كلاً من (ع. ، هـ) معطى في المسألة فإنه من الأفضل الحل باستخدام العلاقات الخاصة في إيجاد الأربعة المطاليب الموضحة في جدول العلاقات الخاصة وبقية المطاليب من الجدول رقم (٢) كما أنه يمكن استخدام العلاقات الرئيسية الموضحة في الجدول الأول في درس المقذوفات . والأمثلة التالية توضح ذلك :

مثال ١) رشاش أطلق قذيفة بسرعة ٢٠٠ م/ ث فإذا كان الرشاش يميل بزاوية ٣٠° عن الأفق ،أحسب ما يلي علماً بأن د = ١٠م/ ث^{٢}

١- زمن وصول القذيفة إلى الذروة. ٢- زمن وصول القذيفة إلى الهدف .

٣- المدى الأفقي . ٤- أقصى ارتفاع يصل إلى المقذوف .

٥- سرعة القذيفة بعد مرور خمس ثواني من قذفها . ٦- ارتفاع القذيفة بعد خمس ثواني .

ع. = ٢٠٠ م/ث
هـ = ٣٠°
د = ـ ١٠ م/ ث^{٢}
ع ص = صفر

الحـــــل

١) $ز_{ذ} = \frac{ع. جاهـ}{د} = \frac{(٢٠٠ \times جا٣٠°)}{١٠}$ ∴ $ز_{ذ} = ١٠$ ث

٢) $ز_{هـ} = ٢ \times ز_{ذ} = ٢ \times ١٠$ ∴ $ز_{هـ} = ٢٠$ ث

حل آخر : $ز_{هـ} = \frac{٢ع. جاهـ}{د}$ ... أكمل الحل

٣) $ف_{س} = \frac{ع^{٢}. جا٢هـ}{د} = \frac{(٢٠٠)^{٢} \times جا٢ \times ٣٠°}{١٠} = \frac{٣٤.٦٤ \times ١٠^{٣}}{١٠} = ٣٤٦٤$ م

ويمكن استخدام العلاقات الرئيسية كما يلي :

حل آخر : $ف_{س} = (ع. جتا هـ) \times ز_{هـ} = (٢٠٠ \times جتا٣٠°) \times ٢٠ = ٢٠٠ \times \frac{\sqrt{٣}}{٢} \times ٢٠$ ∴ $ف_{س} = ٢٠٠٠\sqrt{٣}$ م = ٣٤٦٤ م

٤) $ف_{ص} = \frac{(ع. جاهـ)^{٢}}{٢د} = \frac{(٢٠٠ \times جا٣٠°)^{٢}}{٢ \times ١٠} = ٥٠٠$ م

ويمكن حلها بالعلاقات الرئيسية كما يلي :

$ف_{ص} = (ع. جاهـ) \times ز + \frac{١}{٢} د ز^{٢}$ ⇐ $ف_{ص} = ٢٠٠ \times \frac{١}{٢} \times ١٠ ث - \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ١٠٠ = ١٠٠٠ - ٥٠٠$ ∴ $ف_{ص} = ٥٠٠$ م

٥) **نوجد ع س و ع ص ثم نوجد ع المحصلة :**

$ع_{س} = ع. جتا هـ = ٢٠٠ \times \frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ∴ $ع_{س} = ١٠٠\sqrt{٣}$ م/ث .....(١)

$ع_{ص} = (ع. جاهـ) + د ز = (٢٠٠ \times \frac{١}{٢}) - ١٠ \times ٥$ ⇐ $ع_{ص} = ١٠٠ - ٥٠$ ∴ $ع_{ص} = ٥٠$ م/ث .....(٢)

∵ $ع_{ح} = \sqrt{ع^{٢}_{س} + ع^{٢}_{ص}}$ ∴ $ع_{ح} = \sqrt{(١٠٠\sqrt{٣})^{٢} + (٥٠)^{٢}} = \sqrt{٣٠٠٠٠ + ٢٥٠٠} = \sqrt{٣٢٥٠٠}$ م^{٢}/ث^{٢} ∴ $ع_{ح} = ١٨٠.٢٧$ م/ث^{٢}

٦) $ف_{ص} = (ع. جاهـ) \times ز + \frac{١}{٢} د ز^{٢}$ ، ز= ٥ ث

$ف_{ص} = ٢٠٠ \times \frac{١}{٢} \times ٥ - \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ٢٥ = ٥٠٠ - ١٢٥$ ∴ $ف_{ص} = ٣٧٥$ م

مثال٢) أطلق مدفع قذيفة بسرعة ابتدائية مقدارها $٢٠٠\sqrt{٢}$ م/ث باتجاه يصنع زاوية مقدارها ٤٥° مع الاتجاه الأفقي بإهمال مقاومة الهواء واعتبار عجلة الجاذبية الأرضية ١٠ م/ث^{٢} ، أوجد

١- ذروة القذف . ٢- المدى الأفقي. ٣- سرعة القذيفة بعد مرور ٣٥ ث من لحظة القذف ٤- ارتفاع القذيفة بعد مرور ٣٥ ث من لحظة القذف

- الحل - **(س ٧ في تقويم الوحدة)**

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء
شرح شامل ، وافي ومفصَّل لمقرر
فيزياء الصف الثالث الثانوي

المعطيات ع. = $٢٠٠\sqrt{٢}$ م/ث ، هـ = ٤٥° ، د = ـ ١٠ م/ث^{٢}

١) $ف_{ص} = \frac{(ع. جاهـ)^{٢}}{٢ د} = \frac{(٢٠٠\sqrt{٢} \times جا٤٥°)^{٢}}{١٠ \times ٢} = \frac{٤٠٠٠٠}{٢٠}$ ⇐ **ف ص = ٢٠٠٠ م**

حل آخر: ف ص = (ع. جا هـ) × ز + $\frac{١}{٢}$ د ز^{٢} = ... أكمل الحل

٢) $ف_{س} = \frac{ع.^{٢} جا٢هـ}{د} = \frac{(٢٠٠\sqrt{٢})^{٢} \times جا(٢ \times ٤٥)}{١٠} = \frac{٨٠٠٠٠}{١٠}$ = ٨٠٠٠ م

حل أخر: ف س = (ع. جتا هـ) × زهـ = ... أكمل الحل

٣) لإيجاد سرعة القذيفة بعد مرور ٣٥ث من لحظة القذف نوجد أولاً ع س و ع ص ثم نوجد السرعة المحصلة ع ح

إيجاد قيمة ع س = ع. جتا هـ = $٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{١}{\sqrt{٢}}$ م/ث ∴ **ع س = ٢٠٠ م/ث**

إيجاد قيمة ع ص = (ع. جا هـ) + د ز ⇦ ع ص = $(٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{١}{\sqrt{٢}})$ ـ ١٠ × ٣٥ = ٢٠٠ ـ ٣٥٠

∴ **ع ص = ـ ١٥٠ م/ث**

ع ح = $\sqrt{ع_{س}^{٢} + ع_{ص}^{٢}}$ ⇦ ع ح = $\sqrt{(٢٠٠ \text{ م/ث})^{٢} + (ـ ١٥٠ \text{ م/ث})^{٢}}$

ع ح = $\sqrt{٤٠٠٠٠ + ٢٢٥٠٠}$ = $\sqrt{٦٢٥٠٠}$ ∴ **ع ح = ٢٥٠ م/ث**

٤) ف ص = (ع. جا هـ) × ز + $\frac{١}{٢}$ د ز^{٢}

ف ص = $(٢٠٠\sqrt{٢}$ م/ث × $\frac{١}{\sqrt{٢}})$ × ٣٥ ث ـ $\frac{١}{٢}$ × ١٠ م/ث^{٢} × ١٢٢٥ ث^{٢} = ٧٠٠٠ م ـ ٦١٢٥ م ∴ **ف ص = ٨٧٥ م**

مثال ٣ :- قذف جسم بسرعة ابتدائية ١٢ م/ث في اتجاه يصنع زاوية ٣٠° مع المستوى الأفقي ، أحسب ما يأتي باعتبار د = ١٠ م/ث^{٢}

١- أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم المقذوف .
٢- الزمن المستغرق لوصول المقذوف إلى أقصى ارتفاع .
٣- المسافة الأفقية التي يقطعها الجسم المقذوف إلى الهدف (المدى الأفقي).
٤- السرعة المحصلة للمقذوف بعد ثانية من قذفه(سرعة الجسم بعد قذفه بثانية واحدة).

ع. = ١٢ م/ث
هـ = ٣٠°
د = ـ ١٠ م/ث^{٢}
ع ص = صفر

- الحـــل -

نوجد أولاً زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع

١) $ف_{ص} = \frac{(ع. جاهـ)^{٢}}{٢د} = \frac{(١٢ \times جا٣٠)^{٢}}{١٠ \times ٢} = \frac{(\frac{١}{٢} \times ١٢)^{٢}}{١٠ \times ٢}$ ⇐ **ف ص = ١.٨ م**

٢) $ز_{ز} = \frac{ع. جاهـ}{د} = \frac{١٢ \times \frac{١}{٢}}{١٠}$ ⇐ **ز ز = ٠.٦ ث**

٣) $ف_{س} = \frac{ع.^{٢} جا٢هـ}{د} = \frac{(١٢)^{٢} \times جا(٢ \times ٣٠)}{١٠} = \frac{١٢٤.٧١}{١٠}$ ⇐ **ف س = ١٢.٥ م**

٤) لإيجاد السرعة المحصلة نوجد أولاً ع ص و ع س ومنهما نوجد السرعة المحصلة ع ح كما يلي

ع ص = (ع. جا هـ) + د ز ⇦ ع ص = (١٢ × $\frac{١}{٢}$) ـ ١٠ × ١ ⇦ ع ص = ٦ ـ ١٠ **∴ ع ص = - ٤ م/ث**.....(١)

ع س = ع. جتا هـ ⇦ ع س = ١٢ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ ⇦ ع س = ٦ $\sqrt{٣}$ **∴ ع س = ١٠.٤ م/ث**.....(٢)

∵ ع ح = $\sqrt{ع_{س}^{٢} + ع_{ص}^{٢}}$ ∴ ع ح = $\sqrt{(١٠.٤ \text{ م/ث})^{٢} + (-٤ \text{ م/ث})^{٢}}$ ⇦ ع ح = $\sqrt{١٠٨.١٦ \text{ م}^{٢}/\text{ث}^{٢} + ١٦ \text{ م}^{٢}/\text{ث}^{٢}}$

∴ ع ح = $\sqrt{١٢٤.١٦ \text{ م}^{٢}/\text{ث}^{٢}}$ **∴ ع ح = ١١.١٤ م/ث**

الملاحظة الثانية : عندما تكون (ع. أو هـ) معطى في المسألة والآخر مجهول فإننا من خلال قراءتنا للمسألة سنجد في معطياتها قيمة تجعلنا قادرين على إيجاد قيمة المجهول (ع. أو هـ) ثم من خلاله نوجد بقية المطاليب .

مثال٤) قذفت قذيفة من مدفع يميل بزاوية ٣٠° مع الأفق فإذا كان أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة ٢٥٠م ، فأحسب كل مما يأتي :
١ـ زمن وصول القذيفة إلى الهدف . ٢) بعد الهدف علماً بأن د = ١٠م/ث^{٢}

ـ الحـــل ـ وزاري (٢٠٠٦ ـ ٢٠٠٧)

المعطيات هـ = ٣٠° ، ف ص = ٢٥٠ م ، د = ـ ١٠ م/ث^{٢} ، ع ص = صفر

١) نوجد زمن الهدف من العلاقة : $ز_{هـ} = \frac{٢ع. جاهـ}{د}$ .....(١) ولكن علينا أولاً إيجاد قيمة ع. بدلالة أقصى ارتفاع

$ف_{ص} = \frac{(ع. جاهـ)^{٢}}{٢ د}$ ⇐ ٢٥٠ = $\frac{(ع. \times جا٣٠°)^{٢}}{٢ \times ١٠}$ بضرب طرفين × وسطين ع.^{٢} × ٠.٢٥ = ٥٠٠٠ ⇐ **ع. = ١٤١.٤٢ م/ث**

نعوض في (١) عن قيمة ع.

$ز_{هـ} = \frac{٢ع. جاهـ}{د} = \frac{٢ \times ١٤١.٤٢ \times جا ٣٠}{١٠} = \frac{٢٨٢.٨٤ \times ٠.٥}{١٠}$ ⇐ **ز هـ = ١٤.١٤ ث**

٢) بعد الهدف (المدى الأفقي) $ف_{س} = \frac{ع^{٢}. جا٢هـ}{د} = \frac{(١٤١.٤٢)^{٢} \times جا (٢ \times ٣٠°)}{١٠} = \frac{١٩.٩٩ \times ١٠^{٣} \times ٠.٨٧}{١٠}$ ⇐ **ف س = ١٧٣٢م**

حل آخر يمكن حساب بعد الهدف من العلاقة : ف س = ع. جتا هـ × ز هـ

مثال ٥) أطلقت دبابة قذيفة في اتجاه يصنع زاوية ٤٥° مع الأفق فإذا وصلت القذيفة إلى الذروة في زمن قدره ١٠ ث فكم يكون
١ـ مداها الأفقي . ٢ـ أقصى ارتفاع تصل إليه القذيفة .

ـ الحـــل ـ وزاري(٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

المعطيات هـ = ٤٥° ، ز ذ = ١٠ ث ، ز هـ = ٢٠ ث ، د = ـ ١٠ م/ث^{٢} ، ع ص = صفر

١) نوجد المدى الأفقي من العلاقة : $ف_{س} = \frac{ع^{٢}. جا٢هـ}{د}$ .....(١) ولكن علينا ألاً إيجاد قيمة ع. بدلالة زمن الذروة (ز ذ)

$ز_{ذ} = \frac{ع. جاهـ}{د}$ ⇐ ١٠ = $\frac{ع. \times جا ٤٥}{١٠}$ نظرب طرفين × وسطين ع. × $\frac{١}{\sqrt{٢}}$ = ١٠٠ ⇐ **ع. = ١٤١.٤٢ ث نعوض في (١)**

$ف_{س} = \frac{ع^{٢}. جا٢هـ}{د} = \frac{(١٤١.٤٢)^{٢} \times جا(٢ \times ٤٥°)}{١٠} = \frac{١٩.٩٩ \times ١٠^{٣} \times ١}{١٠}$ ⇐ **ف س ≈ ٢٠٠٠م**

٣) أقصى إرتفاع تصل إليه القذيفة

$$ف_{ص} = \frac{(ع.\ جاهـ)^{٢}}{٢\ د} = \frac{(١٤١.٤٢ \times جا٤٥^{\circ})^{٢}}{١٠ \times ٢} = \frac{١٩.٩٩ \times ١٠^{٣} \times ٠.٥}{٢٠} \Leftarrow ف_{ص} \approx ٥٠٠\ م$$

ملاحظة : يمكن إيجاد قيمة المطلوبين في هذا المثال باستخدام العلاقات الأساسية كما هو موضح في الأمثلة السابقة تحت مسمى (حل آخر)

نشاط١) قذف جسم كتلته (٠.٥) كجم ، بسرعة ابتدائية (٤٠) م/ث . فإذا كانت المحصلة الكلية لسرعته عند ذروة القذف (٢٠) م/ ث . وعجلة الجاذبية الأرضية (١٠) م/ث^{٢} ، ومقاومة الهواء مهملة فأحسب الآتي :

١- طاقته الحركية عند ذروة القذف ٢- ذروة قذفه . وزاري (٢٠١٠ - ٢٠١١م)

الجواب [(طح = ١٠٠ جول) ، (ف ص= ٦٠ متر]

نشاط ٢) أطلقت دبابة قذيفة في اتجاه يصنع زاوية ٦٠° مع الأفق فإذا وصلت القذيفة إلى ذروة قذفها في زمن ١٠$\sqrt{٣}$ ثانية، فكم يكون :

١- مداها الأفقي . ٢- أقصى ارتفاع يصل إليه . وزاري (٢٠٠٤/٢٠٠٥) (مسألة مشابهه في ٢٠١٢ م)

الجواب [ع. = ٢٠٠م ١) ف س= ٢٠٠٠$\sqrt{٣}$ =٣.٥×١٠^{٣} م ٢) ف ص = ١٥٠٠ م]

الملاحظة الثالثة: عندما تكون كلاً من (ع. ، هـ) مجهولين فإننا بدلالة المعطيات سوف نحصل على معادلتين إحداهما تحتوي على (ع. ، جتاهـ) والأخرى تحتوي على (ع. ، جاهـ) . نقسم معادلة جاهـ على معادلة جتاهـ فنحصل على قيمة الزاوية (هـ) وبدلالتها نوجد قيمة (ع.) والأمثلة التالية توضح ذلك:

مثال ٦) مقذوف ذروة قذفه ٤٠ م ومداه الأفقي ١٦٠$\sqrt{٣}$ م ، أحسب ١ - الزاوية التي قذف بها . ٢- سرعته الابتدائية .

ف ص = ٤٠ م
ف س = ١٦٠$\sqrt{٣}$ م
د = ـ ١٠ م/ث^{٢}

الحـــــل (س ٨ في تقويم الوحدة)

بدلالة ذروة القذف نجد أن :

$$ف_{ص} = \frac{(ع.\ جاهـ)^{٢}}{٢\ د} \Leftarrow ٤٠ = \frac{(ع. \times جاهـ)^{٢}}{١٠ \times ٢}$$ نضرب طرفين × وسطين $\Leftarrow$ ٨٠٠= ع.^{٢} × جا^{٢}هـ .....(١)

وكذلك بدلالة المدى الأفقي نجد أن :

$$ف_{س} = \frac{ع^{٢}.\ جا٢هـ}{د} \Leftarrow ١٦٠\sqrt{٣} = \frac{ع^{٢}.\ جا٢هـ}{١٠}$$ نضرب طرفين × وسطين $\Leftarrow$ ع^{٢}. جا٢هـ =١٦٠٠$\sqrt{٣}$

∵ جا٢هـ = ٢جاهـ جتاهـ ∴ ١٦٠٠$\sqrt{٣}$ = ع^{٢}. ٢جاهـ جتاهـ $\Leftarrow$ ٨٠٠$\sqrt{٣}$ =ع.^{٢}جاهـ جتاهـ .....(٢)

نقسم المعادلة (١) على (٢)

$$\frac{٨٠٠}{٨٠٠\sqrt{٣}} = \frac{ع^{٢}.\ جا^{٢}هـ}{ع.^{٢}\ جاهـ\ جتاهـ}$$ نختصر $\Leftarrow \frac{١}{\sqrt{٣}} = ظاهـ \Leftarrow هـ = ظا^{-١}\frac{١}{\sqrt{٣}} \Leftarrow$ **هـ = ٣٠°**

٢) نوجد قيمة السرعة الابتدائية بالتعويض عن قيمة هـ في العلاقة (١)

٨٠٠ = ع.^{٢} جا^{٢}هـ $\Leftarrow$ ٨٠٠ = ع.^{٢} جا^{٢}٣٠ $\Leftarrow$ ٨٠٠ = ع.^{٢} ×$(\frac{١}{٢})^{٢}$ $\Leftarrow$ ٨٠٠ = ع.^{٢} × $\frac{١}{٤}$ بضرب الطرفين في٤

∴ ع.^{٢} = ٣٢٠٠ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين $\Leftarrow$ **ع. = ٥٦.٥٦ م/ ث**

يمكن حل المثال باستخدام العلاقات الرئيسية ولكن الإجابة سوف تكون طويلة

مثال ٧) أطلقت دبابة تميل مع الأفق بزاوية (هـ) قذيفة فإذا كان المدى الأفقي ٨ كم ووصلت إليه القذيفة بعد مرور ٢٠ ثانية ، أحسب

١- زاوية الهدف ٢- السرعة الابتدائية للهدف.

الحـــــل

المعطيات ع ص = صفر ، ف س = ٨ كم = ٨ × ١٠^{٣} م ، زهـ = ٢٠ ث ، زز = ١٠ ث ، د = ـ ١٠ م/ث^{٢}

١- ∵ ع ص = (ع. جا هـ) + د زز

صفر = (ع. جا هـ) ـ ١٠ × ١٠ ∴ ع. جا هـ = ١٠٠ ..... (١)

∵ ف س = (ع. جتا هـ) × زهـ ∴ ٨٠٠٠ = ع. جتا هـ × ٢٠

∴ ع. جتا هـ = ٨٠٠٠م / ٢٠ ث ⇦ ع. جتا هـ = ٤٠٠ ..... (٢)

بقسمة (١) على (٢) لنحصل على قيمة الزاوية (هـ)

ع٠جاهـ / ع٠جتا هـ = ١٠٠ / ٤٠٠ ⇦ ظا هـ = ١/٤ ⇐ ظا هـ = ٠.٢٥ ⇐ هـ = ظا^-١ (٠.٢٥) ∴ هـ = ١٤°

٢- السرعة الإبتدائية : لحساب السرعة الإبتدائية نعوض في العلاقة (١) أو (٢) عن قيمة (هـ)

نعوض في العلاقة (١) ع. جا (١٤°) = ١٠٠

٠.٢٤١٩٢ ع. = ١٠٠ ⇦ ع. = ١٠٠ م/ث / ٠.٢٤١٩٢ ∴ ع. = ٤١٣م/ ث

حل آخر يمكن استخدام العلاقتين التاليتين لحل المسألة : زذ = ع. جاهـ / د ، ف س = ع^٢. جا٢هـ / د علماً بأن جا٢هـ = ٢ جاهـ جتاهـ

مثال ٨) أطلق مدفع يميل مع الأفق بزاوية (هـ) قذيفة فوصلت إلى الهدف بعد مرور ٢٠ ثانية ، أحسب أعلى ارتفاع تصل إليه القذيفة .

الحـــــل

المعطيات ز هـ = ٢٠ ث ، ز ذ = ١٠ ث ، د = ـ ١٠ م/ث^٢ ع ص = صفر

ع ص = (ع. جا هـ) + د ز ذ

صفر = (ع. جا هـ) ـ ١٠ × ١٠ ∴ ع. جا هـ = ١٠٠ م/ث ..... (١) لم يطلب منا قيم (ع. ، هـ) ولذلك سوف نعوض من العلاقة (١) مباشرة في العلاقة التالية للحصول على المطلوب (ف ص) كما يلي

ف ص = (ع. جا هـ) × ز + ١/٢ د ز^٢ ⇦ ف ص = (ع. جا هـ) × ١٠ ـ ١/٢ × ١٠ × ١٠٠ ⇦ ف ص = (ع. جا هـ) × ١٠ ـ ٥٠٠ م .....(٢)

نعوض من (١) في (٢) ∴ ف ص = ١٠٠ × ١٠ ـ ٥٠٠ = ١٠٠٠ م ـ ٥٠٠ م ∴ ف ص = ٥٠٠م

مثال ٩) رمى شخص رمحاً في اتجاه يصنع زاوية (هـ) ، فعاد الرمح إلى الأرض بعد ٥ ثواني من بداية رميه ، فإذا كانت ذروة قذفه تساوي ربع مداه الأفقي ، علماً بأن عجلة الجاذبية = ١٠ م/ث^٢ ، أحسب. وزاري(٢٠٠٧/٢٠٠٨م)

١- مداه الأفقي . ٢- زاوية القذف (اعتبر أن مقاومة الهواء مهملة).

الحـــــل

المعطيات ع ص = صفر ، ز هـ = ٥ث ، ز ذ = ٢.٥ ث ، د = ـ ١٠ م/ث^٢ ، ف ص = ١/٤ ف س ، ف س = ٤ ف ص

عندما نمعن النظر في المسألة سنجد فيها أن قيمة ف ص = ١/٤ ف س ولن نستطيع إيجاد قيمة المطلوب (ف س) إلا عن طريق إيجاد قيمة (ف ص) ثم التعويض فيها كما يلي

من المعادلة

ع ص = (ع. جا هـ) + د ز ⇦ صفر = (ع. جا هـ) ـ ١٠ × ٢.٥ ⇦ ع. جا هـ = ٢٥ ..... (١)

لإيجاد المدى الأفقي لا بد أن نوجد أقصى ارتفاع من المعادلة التالية مع التعويض عن ع. جا هـ من (١)

ف ص = (ع. جا هـ) × ز + ١/٢ د ز^٢ ⇦ ف ص = ٢٥ × ٢.٥ ـ ١/٢ × ١٠ × (٢.٥)^٢ ⇦ ف ص = ٦٢.٥ ـ ٣١.٢٥ ∴ ف ص = ٣١.٢٥ م

∵ ف ص = ١/٤ ف س ⇐

١) ف س = ٤ ف ص ⇦ ف س = ٤ × ٣١.٢٥ ∴ ف س = ١٢٥ م

٢) لإيجاد الزاوية نعوض في العلاقة التالية :

ف س = ع. جتا هـ × ز هـ ⇦ ١٢٥م = ع. جتا هـ × ٥ ⇦ ع. جتا هـ = ١٢٥/٥ ⇦ ع. جتا هـ = ٢٥ م/ث..... (٢)

بقسمة (١) على (٢)

ع٠جاهـ / ع٠جتا هـ = ٢٥/٢٥ ⇦ ظا هـ = ١ هـ = ظا^-١ (١) ∴ هـ = ٤٥°

نشاط) قذف حجر بزاوية (هـ) مع الأفق ، فإذا كانت ذروة قذفه ٢٥م وأقصى مدى أفقي لها ١٠٠ م بإهمال مقاومة الهواء واعتبار عجلة الجاذبية الأرضية = ١٠ م/ ث^٢ أوجد ١- زاوية القذف ٢- السرعة الابتدائية . وزاري (٢٠٠٧/ ٢٠٠٨ م)

الإجابة [(هـ = ٤٥°) ، (ع. = ٢٢.٤ √٢ = ٣١.٦٨ م/ث)]

الملاحظة الرابعة : عندما تطلق القذيفة بشكل أفقي من قمة جبل أو من طائرة فإننا نستخدم العلاقات الرئيسية فقط (ولا نستخدم العلاقات الخاصة لأنها تعطي النتيجة بصفر) ونأخذ في الاعتبار أن كلاً من (هـ = صفر ، زمن الذروة = زمن الهدف ، د = قيمة موجبة)

مثال ٩) مدفع على قمة جبل أطلق قذيفة على مستوى أفقي بسرعة ٥٠٠ م/ث فإذا وصلت القذيفة على بعد ٢كم من قاعدة الجبل ، أحسب
١- زمن وصول القذيفة إلى الهدف . ٢ ـ ارتفاع الجبل . ٣ ـ السرعة العمودية للقذيفة .

ع. = ٥٠٠ م/ث
ف س = ٢كم = ٢٠٠٠ م
زهـ = زذ
د = ١٠ م/ث^{٢}
هـ = صفر

ـ الحـــــل ـ

١) ف س = (ع. جتا هـ) × زهـ جتا (صفر) = ١

٢٠٠٠ = ٥٠٠ × ١ × زهـ ∴ زهـ = $\frac{٢٠٠٠}{٥٠٠}$ ∴ زهـ = ٤ ث

٢) ف ص = (ع. جا هـ) × ز + $\frac{١}{٢}$ د ز^{٢} جا (صفر) = صفر

ف ص = ٥٠٠ م/ث × صفر × ٤ث + $\frac{١}{٢}$ × ١٠ م/ث^{٢} × ١٦ ث^{٢} = صفر + ٨٠ م ∴ ف ص = ٨٠ م

٣) ع ص = (ع. جا هـ) + د ز جا صفر = صفر

ع ص = ٥٠٠ م/ث × صفر + ١٠ م/ث^{٢} × ٤ ث ∴ ع ص = ٤٠ م/ث

مثال ١١) انطلق صاروخ كتلته ٥٠ كجم أفقياً من طائرة هيلوكبتر بسرعة ٢٠٠م/ث نحو هدف يبعد عن المسقط الرأسي للطائرة مسافة ٢ كم علماً بأن د = ١٠ م/ث^{٢} ، أحسب ما يلي :- ١ـ زمن الوصول إلى الهدف . ٢ـ ارتفاع الطائرة لحظة إطلاق الصاروخ منها. ٣ـ طاقة حركة الصاروخ أثناء انطلاقه مباشرة .
وزاري(٢٠٠٢ /٢٠٠٣م)

الحـــــل

ملاحظة قد يذكر في المسألة الكتلة ويكون الهدف منها هو إيجاد مطلوب متعلق بدرس الدفع أو كمية التحرك أو طاقة الحركة
ك = ٥٠ كجم ، ع. = ٢٠٠ م/ث ، ف س = ٢كم = ٢×١٠٠٠م = ٢٠٠٠م ، د = ١٠ م/ث^{٢} ، هـ = صفر ، جتا صفر = ١

١) **ف س** = ع. جتا هـ × زهـ ⇦ ٢٠٠٠م = ٢٠٠ م/ث × ١ × ز ⇦ زهـ = $\frac{٢٠٠٠ \text{ م}}{٢٠٠ \text{ م/ث}}$ ∴ **زهـ = ١٠ ث**

٢) **ف ص** = (ع. جا هـ) × ز + $\frac{١}{٢}$ د ز^{٢} ، جا (صفر) = صفر ، **ز^{٢}** = (١٠ث)^{٢} = ١٠٠ ث^{٢}

ف ص = ٢٠٠ م/ث × صفر × ١٠ ث + $\frac{١}{٢}$ × ١٠م/ث^{٢} × ١٠٠ ث^{٢} ⇦ ف ص = صفر + ٥٠٠ م **∴ ف ص = ٥٠٠ م**

٣) طح = $\frac{١}{٢}$ ك ع^{٢} ⇦ طح = $\frac{١}{٢}$ × ٥٠ × ٤٠٠٠٠ جول **∴ طح = ١ × ١٠^{٦} جول**

مثال ١٣) مدفع كتلته ١٠٠٠ كجم أطلق قذيفة كتلتها ٥٠ كجم بسرعة ٥٠٠ م/ث على هدف محدد فإذا كان المدفع يصنع زاوية مع سطح الأرض مقدارها ٣٠° ، أحسب. وزاري(٩٥ /٩٦ م)
١ـ الزمن الذي تستغرقه القذيفة للوصول إلى أقصى ارتفاع. ٢ـ الزمن الذي تستغرقه القذيفة للوصول إلى الهدف .
٣ـ المسافة التي تصل إليها القذيفة لأقصى ارتفاع. ٤ـ السرعة التي يرتد بها المدفع بعد القذف . ٥ـ طاقة حركة ارتداد المدفع.

ـ الحل ـ

ك المدفع = ١٠٠٠ كجم ، ك القذيفة = ٥٠ كجم ، ع =٥٠٠ م/ث ، هـ = ٣٠° ، ع ص = صفر

١) ع ص = (ع. جا هـ) + د زذ ⇦ صفر = (٥٠٠ م /ث × $\frac{١}{٢}$) ـ ١٠ زذ ⇦ ١٠ زذ = ٢٥٠ م/ث بالقسمة على ١٠ **∴ زذ = ٢٥ ث**

٢) **زمن الوصول إلى الهدف:** زهـ = ٢ زذ **∴ زهـ =٥٠ ث**

٣) ف ص = (ع. جا هـ) × ز + $\frac{١}{٢}$ د ز^{٢} ⇦ ف ص = (٥٠٠ م/ث × $\frac{١}{٢}$) × ٢٥ ث ـ $\frac{١}{٢}$ × ١٠م/ث^{٢} × ٦٢٥ ث^{٢}

ف ص = ٦٢٥٠ م ـ ٣١٢٥ م ⇦ **∴ ف ص = ٣١٢٥ م**

٤) كت المدفع = ـ كت القذيفة ⇦ ك$_{١}$ ع$_{١}$ = ـ ك$_{٢}$ ع$_{٢}$ ⇦ ١٠٠٠ كجم × ع$_{١}$ = ـ ٥٠ كجم × ٥٠٠ م/ث

ع$_{١}$ = $\frac{\text{ـ ٢٥٠٠٠ كجم . م/ث}}{\text{١٠٠٠ كجم}}$ **∴ ع$_{١}$ = ٢٥ م**

٥) طح = $\frac{١}{٢}$ ك ع^{٢} ⇦ طح = ٠.٥ × ١٠٠٠ × ٦٢٥ جول **∴ طح = ٣١٢٥٠٠ جول**

نشاط) طائرة هيلوكبتر محلقة على ارتفاع معين أطلقت صاروخ بشكل أفقي وبسرعة مقدارها ٤٠٠ م/ث فإذا كانت المسافة بين المسقط العمودي للطائرة والهدف ٢٠٠٠م ، أحسب أ) زمن وصول الصاروخ إلى الهدف ب) ارتفاع الطائرة لحظة إطلاق الصاروخ .
الإجابة [(زهـ = ٥ ث) ، (ف ص = ١٢٥ م)]

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء
نقلة نوعية في مجال التعليم الإلكتروني

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

السؤال الأول في تقويم الوحدة :-

ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارة الخطأ فيما يأتي :-

١- تظل الطاقة الحركية لأي تصادم ثابت (X)
التصحيح تظل الطاقة الحركية ثابتة في التصادم المرن فقط .

٢- تعمل الصواريخ ذاتية الدفع وفق مبدأ حفظ كمية التحرك (√).

٣- تعمل البالونة المنفوخة والمتروكة حرة ومفتوحة بمبدأ الفعل ورد الفعل (√)

٤- مبدأ الفعل ورد الفعل لا ينطبق خارج الغلاف الجوي للأرض (X)
التصحيح مبدأ الفعل ورد الفعل ينطبق خارج الغلاف الجوي للأرض داخل الصاروخ النفاث حيث لا يؤثر على الصاروخ أي قوة خارجية فيعمل الصاروخ بطريقة أفضل على مبدأ (الفعل ورد الفعل).

٥- ٨ كم /ث هي سرعة إفلات الأجسام من الجاذبية الأرضية . (X)
التصحيح ١١.٢ كم /ث هي سرعة إفلات الأجسام من الجاذبية الأرضية.

٦- في حالة إفلات الجسم من الجاذبية الأرضية فإن طاقته الحركية تقل عن طاقة الوضع. (X)
التصحيح في حالة إفلات الجسم من الجاذبية الأرضية فإن طاقته الحركية تساوي طاقة الوضع.

٧- تزداد السرعة المدارية للقمر الصناعي في حالة قربه من الأرض . (√)

٨- يسير القمر الصناعي موازياً لجاذبية الأرض . (X)
التصحيح : يسير القمر الصناعي عمـــــوديا على جاذبية الأرض .

٩- تعتمد السرعة المدارية للقمر الصناعي على نصف قطر مداره. (√)

١٠- كمية التحرك الزاوي كمية متجهة (√)

١١- السرعة الزاوية لجسم = كمية التحرك الزاوي / عزم القصور الذاتي الدوراني (√)

١٢- تظل كمية التحرك الزاوي لجسم ثابتة ما لم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية . (√)

بقية أسئلة تقويم الوحدة تم الإجابة عليها مع الدروس

أسئلة وزارية على الوحدة الأولى

جميع الأسئلة التالية وزارية تم جمعها من أكثر من (٣٠) نموذج امتحان وزاري مع العلم بأن بعض الأسئلة تم ذكرها مع الدروس

وهي غير مكررة هنا

س١ : اكمل الفراغات بما يناسبها:

١)اعند وضع قمر صناعي يدور حول الأرض باستخدام صاروخ فإنه يجب أن يوضع في الاعتبار كل من ..... و ..... الصاروخ

٢) لكي يفلت جسم من نطاق الجاذبية الأرضية لا بد من إعطائه سرعة تساوي ..... وتسمى .....

٣) في التصادم غير المرن تكون الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة قبل التصادم ..... طاقتها بعد التصادم . (وزاري ٢٠١٠- ٢٠١١م)

٤) عندما يصطدم جسمان متساويان بالكتلة فالتغير بكمية التحرك الكلي يساوي ..... (وزاري ٢٠١٠- ٢٠١١م)

٥)يستمد الصاروخ ذاتي الدفع قوة دفعة من ..... الناتج عن إطلاق كمية كبيرة من الغازات الساخنة عالية السرعة . (وزاري ٢٠١٠- ٢٠١١م)

٦) تتوقف سرعة الإفلات على ..... و ..... (وزاري ٢٠١١- ٢٠١٢م)

٧) جسم كتلته (١) كجم ، يتحرك بسرعة (٢) م / ث ، صدم جسماً آخر كتلته (٢) كجم يتحرك في اتجاه معاكس للأول ؛ فإذا التحما وكونا جسماً واحداً ساكناً ، فإن سرعة الجسم الثاني قبل التصادم كانت .....م / ث . (وزاري ٢٠١١- ٢٠١٢م)

س٢ : علل لما يأتي :

١) بالرغم من أن كمية التحرك للصاروخ تساوي كمية التحرك للغازات إلا أن سرعة الغازات أكبر من سرعة الصاروخ.

٢) السرعة الأفقية للجسم المقذوف ثابتة.

٣) يدور القمر الصناعي حول الأرض بسرعة ثابتة لا تتأثر بالجاذبية الأرضية . (٢٠٠٩ - ٢٠١٠ م) (٢٠١١-٢٠١٢م)

٤) تتركز الكتلة في الحركة الدورانية في الإطار البعيد عن مركز الدوران . (وزاري ٢٠١١- ٢٠١٢م)

٥)يشتعل الصاروخ على أكثر من مرحلة عند حمله للأقمار الصناعية إلى الفضاء الخارجي . (وزاري ٢٠١١- ٢٠١٢م)

٦) تتركز الكتلة في الحركة الدورانية في الإطار البعيد عن مركز الدوران . (وزاري ٢٠١١- ٢٠١٢م)

٧) سرعة الصاروخ أقل من سرعة الغازات . (وزاري ٢٠١١- ٢٠١٢م)

س٣: ضع علامة صح أو خطأ

١) يكون مجموع طاقات الحركة للجسام المتصادمة بعد التصادم أكبر من مجموعها قبل التصادم في التصادم غير المرن ( ).

٣) تزداد سرعة القمر الصناعي كلما ابتعد عن سطح الأرض. ( )

٤) تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر مداره حول الأرض.( ) (٢٠٠٧-٢٠٠٨م)

٥) لكي يدور القمر حول الأرض لا بد وأن تكون قوة جذب القمر مساوية لقوة دفعه. ( ) .

٦) تنعدم عجلة الجاذبية الأرضية لحركة المقذوفات على كل من المحورين السيني والصادي . ( ) (٢٠٠٩ - ٢٠١٠ م)

٧) يصل الجسم المقذوف إلى أقصى مدى أفقي له إذا قذف بزاوية (٤٥) ( ) (٢٠٠٩ - ٢٠١٠ م)

٨) يدور القمر الصناعي بسرعة ثابتة لا تتأثر بالجاذبية الأرضية ( ) (وزاري ٢٠١٠ - ٢٠١١م)

٩) يرتد المدفع بنفس السرعة التي تنطلق بها القذيفة ( ) (وزاري ٢٠١٠- ٢٠١١م)
١٠) كلما كان مدار القمر الصناعي بعيداً عن سطح الأرض قلت سرعته ( ) (وزاري ٢٠١٠- ٢٠١١م)
١١) يتحرك القمر الصناعي حول الأرض بصورة موازية لسطحها ، وبسرعة متغيرة ( ) (٢٠١٠ - ٢٠١١م) (٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
١٢) يعد التصادم بين جزيئات الأكسجين تصادماً مرناً ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
١٣) تعمل الصواريخ ذاتية الدفع طبقاً لقانون حفظ كمية التحرك الخطي ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
١٤)تظل كمية التحرك الزاوي لجسم ثابتة عندما تؤثر عليها عزوم دوران خارجية . ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
١٥) في التصادم غير المرن تكون كمية التحرك الكلية للأجسام المتصادمة
بعد التصادم أقل من كمية التحرك الكلية لها قبل التصادم ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٧) السرعة المدارية للقمر الصناعي حول الأرض ثابتة ومنتظمة مهما تغير نصف القطر . ( ) هذه الفقرة مع تصحيح الخطأ إن وجد (٢٠١٢م)
١٨) تتغير كمية التحرك الخطي للجسم وفقاً لتغير كتلته . ( ) هذه الفقرة مع تصحيح الخطأ إن وجد (٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٩) السرعة المدارية للقمر الصناعي حول الأرض ثابتة ومنتظمة مهما تغير نصف قطر مداره . هذه الفقرة مع تصحيح الخطأ إن وجد (٢٠١٢م)

س٤ :اختار الإجابة الصحيحة من بين الأقواس

١) إذا أردنا لجسم الإفلات من نطاق الجاذبية الأرضية فلا بد من إعطائه سرعة رأسية تساوي .....
(١١.٢ م/ث ، ٨٠٢ كم/ث ، ٦٧٢ كم/دقيقة ، ٦٨٠كم/دقيقة)
٢) إذا كانت كمية التحرك لصاروخ (١٥ × ١٠^{٦}) م/ث وكانت كتلته (٣ × ١٠^{٣}) كجم فإن سرعته تساوي .....
(٥ × ١٠^{٣}) ، (١٥ × ١٠^{٣}) ، (٢٥ × ١٠^{٣}) (٣٥ × ١٠^{٣})
٣) دوران الأرض حول الشمس يعمل بمبدأ .....
(الفعل ورد الفعل ، كمية التحرك الخطي ، الدفع ، كمية التحرك الزاوي)
٤) الدفع اللازم لإيقاف سيارة كتلتها ١٢٠٠ كجم ـ تسير بسرعة ٤٠ م / ثانية هو ....
(٤٢٠٠٠ - ٤٤٠٠٠ - ٤٦٠٠٠ - ٤٨٠٠٠) نيوتن . ثانية (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
٥) للوصول إلى مدار حول الأرض ، فإن ذلك يتطلب إطلاق صاروخ بشكل أفقي وبسرعة ...
(٨ م/ ث - ٨ كم / ث - ١١ كم / ث - ١٢ كم / ث) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
٦) القصور الذاتي الدوراني هو عبارة عن مقاومة الجسم لعزم القوة التي تحاول إحداث تغير في ....
(شكله - طوله - كمية حركته - حالته الدورانية) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س: كيف تفسر اندفاع البالونة المطاطية المملوءة بالهواء عند تركها مفتوحة وحرة الحركة ؟
س٥: ما مقدار السرعة الخطية لسيارة ، إذا كان قطر أية عجلة من عجلاتها (٧٥ سم) وتكمل كل عجلة ١٠ دورات في الثانية .
س٦: ماذا يحدث فيما إذا : ١) تحرك القمر الصناعي في الهواء الجوي بسرعة ٨ كم / ث.
س : في التصادم في بعدين اذكر كلاً من: ١. معادلة كمية التحرك في اتجاه محور السينات ٢. معادلة كمية التحرك في اتجاه محور الصادات. ٢٠١٢م
س٧: ماذا يقصد بالآتي ١) السرعة المدارية للقمر الصناعي . ٢) سرعة الإفلات . ٣) القمر الصناعي .
س٨: مستخدماً وحدات القياس أثبت أن الكميات التالية متساوية : وزاري (٢٠٠٤ - ٢٠٠٥م)
١) ك ع^{٢} = ك د نق ٢) ق × ز = ك × ع حيث (ق) القوة ، (ز) الزمن ، (ك) الكتلة ، (ع) السرعة
س٩: قارن بين التصادم المرن والغير مرن من حيث كمية التحرك ؟ وزاري (٢٠١٠ - ٢٠١١م)
س١٠: أطلق صاروخ كتلته (١٠٠٠ كجم) رأسياً إلى أعلى وبعد ثلاث دقائق من انطلاقه كانت سرعته ٩.٤ كم/ث ، فإذا افترضنا أن عجلة الجاذبية الأرضية١٠ م/ث^{٢} . أحسب :
أ) سرعته التي انطلق بها. ب) طاقته الحركية التي انطلق بها . جـ) هل يفلت من نطاق الجاذبية الأرضية ، ولماذا ؟
س١١: طائرة تطير في اتجاه أفقي ١٠ كم/ث ألقت بصاروخ على هدف أرضي عندما كانت على ارتفاع (٨٠٠٠م) أحسب :-
أ) زمن طيران الصاروخ . ب) مداه الأفقي .
س١٢: إذا قذف حجر بسرعة ابتدائية مقدارها (٥٠) م/ث بزاوية (٣٧) فوق الأفق ، فأحسب ما يأتي :
١ـ أقصى ارتفاع يصل إليه الحجر . ٢ ـ سرعة الحجر عند وصولة إلى الأرض علماً بأن عجلة الجاذبية =١٠م/ث^{٢} .
الجواب [(ف ص = ٤٥ م) ، (ع ح = ٥٠ م/ث)]

الأسئلة التالية(خاصة بالوحدة الأولى) تم جمعها من سبعة نماذج امتحانات وزارية لعام ٢٠١٢ ـ ٢٠١٣ م

س) ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ ، لكل مما يأتي :
١. لإفلات أي جسم من الجاذبية الأرضية ، يعطى سرعة مقدارها ١١٢.٠ × ١٠^{٣} سم / ث . ( )
٢. كلما اقترب القمر الصناعي من سطح الأرض فإن سرعته المدارية تزداد . ( )
٣. وجد أن مقدار المركبة الأفقية للسرعة الابتدائية للجسم المقذوف لا تتأثر بقوة جذب الأرض . ( )
٤. يعرف الدفع بأنه التغير في كمية التحرك الخطي . ( )
٥. تنعدم السرعة الأفقية للمقذوف عندما يصل إلى أقصى ارتفاع له . ( )
٦. عجلة الجسم المقذوف رأسياً تساوي صفر . ( )

س) أي العبارات التالية صحيحة ، وأيها خطأ ، مع تصحيح الخطأ أينما وجد :
١. لحساب ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض نستخدم العلاقة ل = نق م – نق ر ( )

س) ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :
١. جسم كتلته (٢٥٠٠) جم ، يتحرك بسرعة خطية مقدارها (٧٢) كم / ساعة ، فإن كمية تحركه الخطي تساوي .....
(٢٠ ، ٣٠ ، ٤٠ ، ٥٠) نيوتن . ث .
٢. ينطبق قانون حفظ كمية التحرك الخطي على التصادم .....
(المرن فقط ، غير مرن فقط ، المرن وغير المرن ، المرن في بعدين فقط)

٣. تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي حول الأرض تناسباً عكسياً مع .....
(نصف قطر المدار ، مربع نصف قطر المدار ، الجذر التربيعي لنصف قطر المدار ، قطر المدار) .
٤. صاروخ ينطلق رأسياً ويقذف (٩٠٠) كجم من الغازات في التالية لحظة الطلاقة بسرعة (٢) كم / ث بالنسبة للصاروخ ، فإن قوة دفع محرك الصاروخ = ...
٥. جسم كتلته (٥٠٠٠) جم ، يتحرك بسرعة خطية مقدارها (٧٢) كم / ساعة ، فإن كمية تحركه الخطي تساوي .....
(٢٥ ، ٥٠ ، ٧٥ ، ١٠٠) نيوتن . ث
٦. إذا كانت كمية التحرك الخطي لجسم (٥٠) كجم . م / ث وسرعته الخطية (٧٢) كم / ساعة فإن كتلته تساوي .....
(٢٥ ، ٢٥٠ ، ٢٥٠٠ ، ٢٥٠٠٠) جم
٧. اتجاه السرعة المدارية للقمر الصناعي يصنع مع اتجاه قوة الجاذبية الأرضية زاوية مقدارها .....
(صفر° ، ٩٠° ، ٣٦٠° ، ١٨٠°)
٨. إذا اكتسب جسم دفعاً مقداره (٦٠) نيوتن . ث في زمن قدره (٥) ثوان فإن مقدار القوة التي سببت الدفع تساوي .....
(٦ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢) نيوتن .

س) إكمل الفراغات التالية بما يناسبها :

١. وحدة قياس كمية التحرك الخطي في النظام العالمي هي .....
٢. تظل كمية التحرك الزاوي لجسم .....
٣. عندما يراد وضع قمر صناعي يدور حول الأرض يجب الأخذ في الاعتبار كل من ..... و ..... الصاروخ .
٤. يكتسب جسم كتلته (١٠) كجم يدور حول محور ثابت يبعد عنه (٥٠) سم بسرعة (٣.٥) م / ث كمية تحرك زاوي مقدرها .....
٥. عند انطلاق الصاروخ إلى الفضاء ينبغي أن تكون طاقة ..... مساوية لطاقة .....
٦. مقدار كمية التحرك الخطي لجسم كتلته (٥) كجم يتحرك بسرعة (١٠.٨) كم / ساعة يساوي ..... كجم . م / ث .

س) أثبت أن كل كميتين فيزيائيتين لهما وحدة القياس نفسها :

١) ق ، ك × د ٢) ق × نق٢ ، ج × ك٢ ٣) ك × د × ف ، ك ع٢ ٤) ق × ز = ك ع
٥) ك × د × ف ، ك ع٢ ٥) ق × نق ، ك × ع٢

س) اكتب المصطلح العلمي الدال على كل فقرة من الفقرات الآتية : ١. السرعة اللازمة لهروب الجسم من نطاق الجاذبية الأرضية .

س) ما المقصود بكل مما يلي ؟ ١. التصادم المرن . ٢. السرعة الزاوية .

س) عند قيامك بإدارة عجلة حول محورها :

١. ماذا تجد عند بداية إدارتك للعجلة ؟ ٢. ماذا تجد عند بداية إيقافك لها وهي تدور بسرعة كبيرة ؟ ٣. سم هذه الخاصية التي تمتلكها العجلة

س١) اشرح باختصار مع الرسم نشاطاً يوضح المبدأ الذي تقوم عليه حركة الصواريخ .
س٢) اشرح ـ باختصار ـ المبدأ الذي تقوم عليه حركة الصواريخ ذاتية الدفع .
س٣) اشرح نشاطاً يوضح خاصية القصور الذاتي وعزم القصور الذاتي الدوراني لجسم يدور حول محور ثابت .
س٤) ما المقصود بكل من ؟ ١. خاصية القصور الذاتي الدوراني .
س٥) اشرح نشاطاً تبين فيه فكرة عمل الصواريخ ذاتية الدفع .
س٦) ما الشرط الأساسي لاتزان القمر الصناعي أثناء دورانه حول الأرض ؟
ثم اكتب العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب السرعة المدارية لقمر صناعي .
س٧) أطلق جسم بزاوية (٣٠°) مع الأفق بسرعة (٢٠٠ م / ث) ، أوجد :
١) ذروة القذف . ٢) المدى الأفقي علماً بأن (د =١٠ م / ث٢)
س٨) قذف جسم بسرعة ابتدائية مقدارها (١٠٠) م / ث ، وبزاوية (٣٠°) مع الأفق ، فإذا علمت أن (د = ١٠ م / ث٢) ، احسب المركبة الرأسية للسرعة الابتدائية ، وكذلك السرعة المحصلة بعد أربع ثوان من قذفه .
س٩) قذف جسم كتلته (١) كجم بسرعة ابتدائية (٨٠) م/ث ، فإذا كانت المحصلة الكلية بسرعة عند ذروة القذف (٤٠) م / ث ، د = (١٠) م / ث٢ ، احسب ما يلي ١. طاقة حركته عند ذروة القذف . ، ٢. زاوية القذف .
س١٠) قذف جسم كتلته (٠.٥) كجم بسرعة ابتدائية ٤٠ م / ث ، فإذا كانت المحصلة الكلية لسرعته عند ذروة القذف ٢٠ م / ث ، د = ١٠ م / ث٢ ، فاحسب ما يلي :١. طاقة حركته عند ذروة القذف . ٢. زاوية القذف .
س١١) أطلقت قذيفة كتلتها (٢٠٠٠) جم في اتجاه يصنع (٣٠°) مع الأفق فوصلت أقصى ارتفاع لها (٢٨.٨) متر ، اعتبر (د) = ١٠ م / ث٢ واحسب الآتي : ١. السرعة الابتدائية للقذيفة . ٢. كمية تحركها الخطي عند بدء حركتها .
س١٢) اذكر القوى التي تبقي القمر الصناعي في مدار ثابت ، ثم احسب السرعة الزاوية ( ) لقمر صناعي يدور حول الأرض ، نصف قطر مداره (١٦٠٠٠) كم ، علماً بأن (ك أرض = ٦ × ١٠٢٤) كجم) ، (ج = ٦.٦٧ × ١٠-١١) نيوتن . م٢/كجم٢
س١٣) قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار دائري نصف قطره (٨٠٠٠) كم ، احسب :
١) بعده عن سطح الأرض . ٢) سرعته المدارية ، علماً بأن :
(ك أرض = ٦ × ١٠٢٤ كجم ، نق الأرض = ٦٤٠٠ كم ، ج = ٦.٦٧ × ١٠-١١ نيوتن .م٢ / كجم٢)

للإجابة على أسئلتكم تواصلوا معنا عبر صفحتنا على الفيس بوك (الفريد في الفيزياء)
أو صفحتنا الخاصة (محمد عبد الرحمن الشرعبي) أو عبر موقع (الفريد في الفيزياء)
نتقبل النقد البناء..... الذي يهدف إلى خدمة العملية التعليمية

إعداد وتصميم الأستاذ / محمد عبد الرحمن علي الشرعبي

بسم الله الرحمن الرحيم



الأول
من نوعه في اليمن

حالياً في الأسواق

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتين على الآتي :

١ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .

٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية

٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :

أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .

ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .

٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .

٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .

لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعـز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين وتوجد في العديد من المكتبات الأخرى منها :

تعـز مكتبة تعز ، شارع جمال . مكتبة الرسالة + مكتبة التفوق : جوار مدرسة زيد الموشكي

تعـز مكتبة السلام : شارع المرور جوار المعهد التقني الصناعي . مكتبة النجاح : شارع التحرير . مكتبة ثانوية تعز ،.....

صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير

صنعاء مكتبة المختار الحديثة شارع تعز ، جولة شميلة

عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)

عدن مكتبة وإتصالات بانافع جوار ثانوية عدن النموذجية للبنات ، وكذلك توجد لدى مكتبة الزبير بمدينة الشعب

حضرموت مكتبة الرسالة سيئون ، السوق العام ، عمارة الأوقاف والعوامر

حضرموت مركز الجولة تريم ، جوار نادي الوحدة الرياضي

الحديدة مكتبة صلاح الدين شارع جمال

ذمار مكتبة القمة شارع المنزل جوار البنك الزراعي

إب مكتبة المعرفة ومكتبة ابن تيمية شارع العدين

بسم الله الرحمن الرحيم

كميات فيزيائية والعلاقات التي تحسب منها ووحدات قياسها

اسم الكمية الفيزيائية	الرمز	العلاقة التي تحسب منها	وحدة قياسها
الشحنة الكهربائية	ش	ش = ت× ز	كولوم = أمبير× الثانية
شدة التيار	ت	$ت = \frac{ش}{ز}$ ، $ت = \frac{جـ}{م}$	أمبير = كولوم / ث = فولت / أوم
فرق الجهد	جـ	جـ = ت × م	فولت = أمبير × أوم
المقاومة الكهربائية	م	$م = \frac{جـ}{ت}$	أوم = فولت / أمبير
الفيض المغناطيسي	ϕ	ϕ= ب × س	وبر= تسلا ×م^{٢}
كثافة الفيض المغناطيسي	ب = B	$ب = \frac{\phi}{س}$	تسلا = وبر / م^{٢}
القوة الدافعة الكهربائية	ق.د.ك	ق.د.ك $= \frac{-ن \Delta\phi}{\Delta ز}$	وبر / ث = فولت
القوة الدافعة الكهربائية	ق.د.ك	ق.د.ك = $-$ حث $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$	هنري×$\frac{\text{أمبير}}{\text{ث}}$= فولت
الحث الذاتي لملف	حث	$حث = \frac{ق \times ز}{ت}$	هنري = $\frac{\text{فولت} \times \text{ث}}{\text{أمبير}}$
سعة المكثف	سع	$سع = \frac{ش}{جـ}$	فاراد = $\frac{\text{كولوم}}{\text{فولت}}$. (μf ميكروفاراد= ١٠$^{-٦}$ فاراد)
الطول الموجي	λ	$\lambda = \frac{ع}{f}$	متر . (١ إنجستروم = ١٠$^{-١٠}$ متر)
التردد	f	$f = \frac{١}{ز}$	(دورة / ثانية = ذبذبة / ثانية = ث$^{-١}$ =هرتز HZ)
الزمن الدوري	ز	$ز = \frac{1}{f}$	ث
السرعة الزاوية	ω	$\omega = ٢\pi f = \frac{٢\pi}{ز} = \frac{ع}{نق}$	١/ث = راديان /ث

س: اثبت أن كل كميتين تاليتين لهما نفس وحدة القياس :

١) $\frac{١}{٢\pi سع}$ ، $٢\pi حث f$ **٢)** $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ ، $\frac{١}{\sqrt{٢\pi حث \times سع}}$

١) وحدة قياس ($٢\pi حث f$) = **هرتز × هنري** = $\frac{١}{ث} \times \frac{\text{فولت} \times ث}{\text{أمبير}} = \frac{\text{فولت}}{\text{أمبير}}$ = **أوم**

وحدة قياس $\left(\frac{١}{٢\pi سع f}\right) = \frac{١}{\text{هرتز} \times \text{فاراد}} = \frac{1}{\frac{\text{كولوم}}{\text{ث}} \times \frac{1}{\text{فولت}}} = \frac{\text{فولت}}{\frac{\text{كولوم}}{\text{ث}}} = \frac{\text{فولت}}{\text{أمبير}}$ = **أوم** **∴ لهما نفس وحدة القياس**

---

٢) وحدة قياس $\left(\frac{ع_{ض}}{\lambda}\right) = \frac{\frac{م}{ث}}{م} = \frac{م}{ث \times م} = \frac{1}{ث}$

وحدة قياس $\frac{١}{\sqrt{٢\pi حث \times سع}} = \frac{١}{\sqrt{٢\pi} \sqrt{حث \times سع}} = \frac{١}{\sqrt{هنري \times فاراد}} = \frac{١}{\sqrt{\frac{\text{فولت} \times ث}{\text{أمبير}} \times \frac{\text{كولوم}}{\text{فولت}}}} = \frac{١}{\sqrt{\frac{\text{أمبير} \times ث}{\text{فوفولت}} \times \frac{\text{فولت}}{\text{أمبير}}}} = \frac{١}{\sqrt{ث^{٢}}} = \frac{١}{ث}$

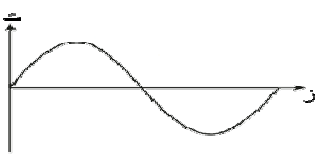
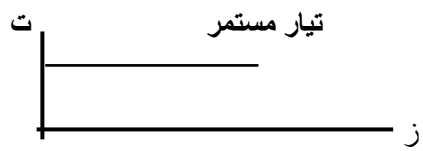
نشاط): **اثبت أن كل كميتين تاليتين لهما نفس وحدة القياس :**

١) $\left(\frac{ن \times \phi}{ز}\right)$ ، $\left(حث \frac{ت}{ز}\right)$ **٢)** $\left(\frac{ن \times \phi}{ت}\right)$ ، $\left(\frac{ق \times \Delta ز}{\Delta ت}\right)$ **٣)** (ت×م) ، (ω×س×ب)

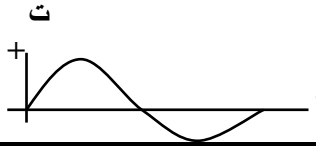
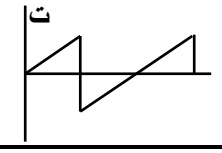
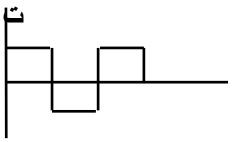
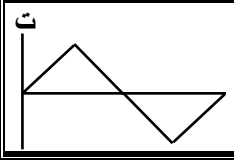
التيار المتردد (المتناوب) Alternating Current

تعريف التيار المتردد: هو التيار المتغير الشدة والاتجاه مع الزمن .

س: قارن بين التيار المتردد والمستمر.

وجه المقارنة	التيار المتردد (AC)	التيار المستمر (DC)
التعريف	هو التيار المتغير الشدة والاتجاه مع الزمن	هو تيار ثابت الشدة والاتجاه مع الزمن
الشكل		
مصدر توليده	مولد التيار المتردد (الدينامو)	البطاريات الجافة و المراكم الرصاصية
كيفية مروره في الموصلات	يسبب حركة اهتزازية للإلكترونات الحرة للموصل المار فيه	يسبب حركة انتقالية للإلكترونات الحرة للموصل المار فيه
أجهزة قياسه	الأميتر الحراري	الأميتر ذو الملف المتحرك و الأميتر الحراري
وحدة قياسه	أمبير (Am)	أمبير(Am)
رمزه في الدوائر	(A.C) ، (~)	(D.C) ، (⊣⊢)

أنـواع التيـار المتـردد

نوع التيـــار المتـــردد	تعريفه	شكله
التيار المتردد الجيبي	هو التيار المتغير الشدة لحظيا ومتغير الاتجاه في كل نصف دورة من دورات ملف مولده ويتغير على شكل دالة جيب الزاوية. وهو الأكثر شيوعا.	
التيار المتردد المنشاري	هو التيار المتغير الشدة لحظيا ومتغير الاتجاه ولكن بصورة مشابهة لأسنان المنشار	
التيار المتردد الرباعي	هو التيار الذي تثبت شدته لحظيا ثم تتغير شدته واتجاهه	
التيار المتردد المثلثي	هو التيار المتغير الشدة لحظيا ومتغير الاتجاه ولكن على شكل مثلثات	

س: للتيار المتردد عدة أنواع ، والنوع الأكثر استخداماً في حياتنا هو التيار المتردد (الرباعي - الجيبي - المثلثي - المنشاري) (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م)

س : علل :- تسمية التيار المتردد الجيبي بهذا الاسم .

جـ :لأن شدة التيار المتردد والقوة الدافعة الكهربائية واتجاههما يتغيران تبعاً لدالة جيب الزاوية.

مميزات التيار المتردد :

علل : يفضل استخدام التيار المتردد على التيار المستمر في الحياة العملية .(مميزات التيار المتردد) وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م)

يتميز التيار المتردد عن التيار المستمر بالآتي :

١- يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربائية باستخدام المحولات حسب الحاجة .

٢- يمكن نقله من محطات توليده إلى أماكن استخدامه عبر الأسلاك ولمسافات بعيدة دون فقد نسبة كبيرة من طاقته أثناء انتقالها **(علل) لأنه يمكن رفع الجهد الكهربائي له عند نقله من مكان لآخر باستخدام المحولات الكهربائية**

٣- تكاليف نقله منخفضة .

٤- يمكن تحويله إلى تيار مستمر بطرق معينة لكي يستخدم في عمليات الطلاء والتحليل الكهربائي وغيرها.

٥- أجهزة الحصول عليه أرخص ثمناً .

٦- يمر في الدوائر المتصلة بمكثفات بينما لا يمر التيار المستمر فيها إلا للحظات .

عيوب التيار المتردد :

١- لا يستخدم مباشرة في عمليات الطلاء والتحليل الكهربائي .

٢- لا يستخدم مباشرة في عملية الشحن وتشغيل الأجهزة الإلكترونية.

٣- يمر بصعوبة في الملفات.

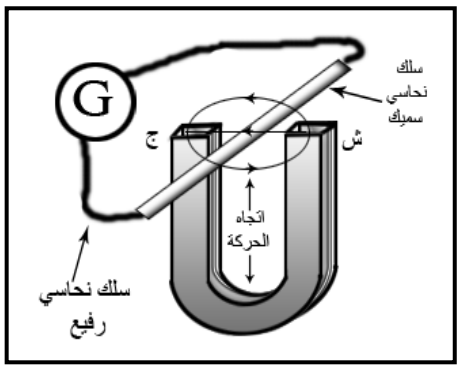
س: فيم يتفق التيارين المتردد والمستمر؟

جـ : يتفقان في التأثير الحراري حيث يمكن الحصول على حرارة من التيارين .

س: فيم يختلف التيارين المتردد والمستمر؟

جـ: يختلفان في التأثير الكيميائي والمغناطيسي.

س: اشرح تجربة توضح من خلالها الفكرة النظرية التي تمت على أساسها صناعة المولدات الخاصة بتوليد التيار المتردد ؟



جـ: **أدوات التجربة:** مغناطيس على شكل حدوة الفرس ، سلك متوسط السمك من النحاس ، جلفانومتر حساس ، سلك توصيل.

خطوات التجربة :

١ـ صل طرفي سلك النحاس السميك بالجلفانومتر الحساس بواسطة أسلاك التوصيل

٢ـ حرك السلك السميك بين قطبي المغناطيس للأعلى والأسفل ماذا تلاحظ؟

٣ـ أوقف حركة السلك بين قطبي المغناطيس ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة: نلاحظ في الحالة الأولى انحراف مؤشر الجلفانومتر مما يدل على تولد قوة دافعة كهربائية تأثيرية وتيار تأثيري أما في الحالة الثانية **فنلاحظ** عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر مما يدل على عدم تولد تيار كهربائي

الاستنتاج : إذا قطع موصل عدداً من خطوط المجال المغناطيسي فإنه يتولد بين طرفيه قوة دافعة كهربائية تأثيرية ونحصل منها على تيار تأثيري .وتعرف هذه الظاهرة **بظاهرة الحث الكهرومغناطيسي**. وهذه هي الفكرة التي بني على أساسها الدينامو.

تعريف التيار التأثيري : هو التيار المار في موصل متحرك بين قطبي مغناطيس بحيث يقطع خطوط الفيض المغناطيسي

س : ماذا يحدث إذا : أوقف السلك المتحرك بين قطبي المغناطيس والدائرة متصلة بجلفانومتر حساس ؟ وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦م)

جـ :.....

ملاحظات على التجربة

١ـ يتغير اتجاه حركة المؤشر(اتجاه التيار التأثيري) عندما تتغير **اتجاه حركة السلك** أو **اتجاه قطبي المغناطيسي** .

٢ـ لا ينحرف المؤشر إذا ظل السلك أو الملف ساكن ولو داخل خطوط المجال المغناطيسي(أي أن التيار ينعدم) .

٣ـ إذا استبدلنا السلك بملف تكون حركة المؤشر كبيرة أي أن شدة التيار تكون أكبر.

٤ـ تزيد شدة التيار بزيادة حركة السلك. ٥ـ يمكن معرفة اتجاه التيار باستخدام قاعدة فلمنع لليد اليمنى.

س: ما هي الشروط اللازم توفرها لكي يتولد تيار تأثيري في دائرة كهربائية ؟

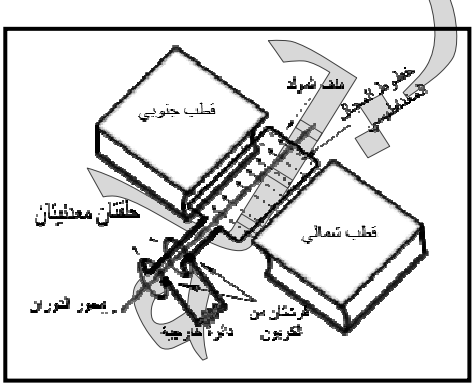
جـ : ١ـ أن تكون دائرة الموصل مغلقة . ٢ـ وجود قطع لخطوط المجال المغناطيسي . ٣ـ وجود حركة.

* **. طرق الحصول على التيار التأثيري**: ١ـ تحريك مغناطيس داخل ملف حلزوني ٢ـ تحريك موصل في مجال مغناطيسي بحيث يقطع خطوط الفيض المغناطيسي ٣ـ مرور تيار كهربائي في دائرة مجاورة أو داخل دائرة ثانوية ٤ـ نشوء تيار في دائرة مع الزمن

مولد التيار المتردد (الدينامو)

تعريفه : هو جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الحركية (الميكانيكية) إلى طاقة كهربائية .

الغرض منه : تحويل الطاقة الحركية (الميكانيكية) إلى طاقة كهربائية بالحث الكهرومغناطيسي .



فكرة عمله : تعتمد على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ، فإذا أدير ملف بحيث يقطع خطوط المجال المغناطيسي فإنه يتولد بين طرفيه قوة دافعة كهربائية تأثيرية نحصل منها على تيار تأثيري .

استخدامه: يستخدم في توليد الطاقة الكهربائية بغرض الاستفادة منها في الحياة .

تركيبه : يتركب في أبسط صوره من :

١ـ ملف الدينامو(سلك نحاسي معزول يلف طولياً حول قلب من الحديد المطاوع على شكل صفائح معزولة (علل)

٢ـ قطبي المجال المغناطيسي .

٣ـ حلقتان معدنيتان مركبتان على محور الدوران تدوران معه.

٤ـ فرشاتان من الكربون تلامسان الحلقتان المعدنيتان **وظيفتهما** نقل التيار إلى الدائرة الخارجية.

تعـــــالـيـــــــل

س: يكون القلب الحديدي للدينامو على شكل صفائح معزولة عن بعضها؟

جـ : وذلك للحد من التيارات الدوامية.

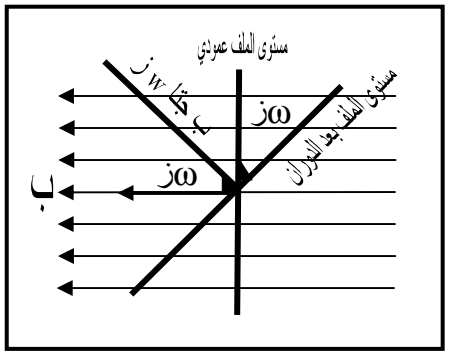
س: تصنع الفرشاتان في الدينامو من الكربون؟

جـ: لأن الكربون يتحمل درجات الحرارة العالية الناتجة عن الاحتكاك ولأنها مادة شبه موصلة يزداد توصيلها للتيار بارتفاع درجة حرارتها.

حساب قيمة القوة الدافعة الكهربائية اللحظية المتولدة في ملف الدينامو

نفرض أن ملف الدينامو به لفة واحدة وانه ابتدأ في الدوران من الوضع الذي فيه مستواه عمودياً على اتجاه خطوط المجال المغناطيسي بسرعة زاوية منتظمة قدرها (ω) وأن كثافة الفيض للمجال المغناطيسي (ب)

∴ الزاوية التي يقطعها الملف بعد مرور زمن (ز) ثانية هي $\theta = \omega$ ز والفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف يتم تعيينه من العلاقة ϕ = ب س × جتا ωز ..... (١) حيث : (ب جتا ωز) هي مركبة كثافة الفيض المغناطيسي العمودية على مستوى الملف ، (س) مساحة الملف .



∴ القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية تحسب من العلاقة :

$$ق = -\frac{د\phi}{دز} \quad \text{.....} \quad (٢)$$

الإشارة السالبة تدل على أن القوة الدافعة الكهربائية تولد فيضاً مغناطيسياً يُضاد التغير في الفيض المغناطيسي المولد لها . من (١) نعوض في (٢) نجد أن

$$ق = -\frac{د(ب\ س\ جتا\ \omega ز)}{دز} \quad \text{.....} \quad (٣)$$ نوجد المشتقة بالنسبة للزمن

$$\frac{د(جتا\ \omega ز)}{دز} = -\omega\ جا\ \omega ز$$

∴ ق = س ب ω جا ωز ..... (٤) .

وعندما يكون الملف مكون من عدد (ن) من اللفات فإن العلاقة (٤) تصبح

ق.د.ك$_{اللحظية}$ = ن س ب ω جا ωز ..... (٥)

أي أن القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف الدينامو يمثلها منحنى جيبي .

وتكون القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية أكبر ما يمكن عندما تكون جا ωز = ١ أي أن ωز = ٩٠° وتصبح العلاقة (٥)

ق$_ع$ = ن س ب ω ..... (٦)

حيث **ق$_ع$** هي النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف المولد .

وبالتعويض من (٦) في (٥) تصبح العلاقة

ق.د.ك$_{اللحظية}$ = ق$_ع$ جا ωز ..... (٧)

س:ـ ما هي العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية اللحظية المتولدة في ملف الدينامو؟

العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف الدينامو :ـ

١- السرعة الزاوية (ω) حيث تتناسب القوة الدافعة الكهربائية تناسباً طردياً معها (ق ω)

٢- كثافة الفيض (ب) حيث تتناسب القوة الدافعة الكهربائية تناسباً طردياً معها (ق α ب)

٣- مساحة أحد وجهي الملف (س) حيث تتناسب القوة الدافعة الكهربائية تناسباً طردياً معها (ق α س)

٤- عدد اللفات (ن) حيث تتناسب القوة الدافعة الكهربائية تناسباً طردياً معها (ق α ن)

٥- جيب الزاوية بين وضع الملف في هذه اللحظة ووضعه عندما كان مستواه عمودياً على اتجاه المجال . حيث (ق α جا ωز).

س:مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية عند أية لحظة أثناء دوران ملف المولد يتناسب طردياً مع

(السرعة الخطية ـ الزمن ـ جتاωز ـ مساحة أحد وجهي الملف) وزاري (٢٠٠٨ /٢٠٠٩م)

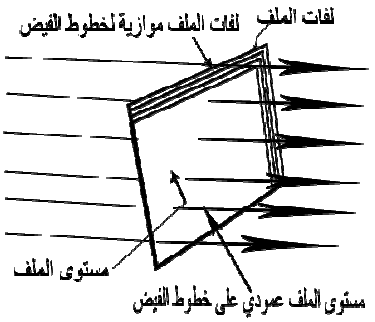
ملاحظات هامة : ١ـ تحسب القيمة اللـحظية للتيار المتردد المتولد في الدينامو من العلاقة **ت$_ن$= ت$_ع$ جا ωز** .

٢ـ **عندما** يكون مستوى الملف **عمودي** على اتجاه خطوط المجال المغناطيسي فإن الملف نفسه أي **(لفات الملف)** تكون موازية لاتجاه خطوط المجال المغناطيسي أي أن (ωز = صفر) ويكون معدل القطع لخطوط المجال أقل ما يمكن .

وعندما يكون مستوى الملف **موازي** لاتجاه خطوط المجال فإن لفات الملف تصبح عمودية على خطوط المجال أي أن (ωز = ٩٠°) و يكون معدل القطع لخطوط المجال اكبر ما يمكن . والجدول التالي يوضح ذلك ←

التغيرات التي تطرأ على القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف الدينامو والتيار التأثيري خلال دورة كاملة :

لفـــات الملـف	مستوى الملـف	زاوية دوران الملف (ωز)	جا ωز	تغيـرات ق.د.ك التأثيرية ق ل = ق ع جا ωز	تغيرات التيار ت ل = ت ع جاωز
موازية	عمودي	ωز = صفر	جا ωز = صفر	ق ل = صفر	ت ل = صفر
عمودية	موازي	ωز = ٩٠°	جا ωز = ١	ق ل = ق ع	ت ل = ت ع
موازية	عمودي	ωز = ١٨٠°	جا ωز = صفر	ق ل = صفر	ت ل = صفر
عمودية	موازي	ωز = ٢٧٠°	جا ωز = ـ ١	ق ل = ـ ق ع	ت ل = ت ع
موازية	عمودي	ωز = ٣٦٠°	جا ωز = صفر	ق ل = صفر	ت ل = صفر



س :عندما تكون زاوية دوران ملف المولد الكهربائي التي يصنعها مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي مساوية (٢٧٠°) فإن قيمة (ق .د . ك) تكون قيمتها (عظمى موجبة - **عظمى سالبة** - صفر - أعلى من الصفر **)** وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م)

س: علل عندما يكون مستوى الملف للدينامو عمودي على خطوط المجال المغناطيسي فإن القوة الدافعة الكهربائية تساوي صفر؟

ج: وذلك لأنه عند هذا المستوى تكون لفات الملف موازية لخطوط المجال (ωز= صفر) أي أن الملف لا يقطع خطوط المجال و بذلك تكون (ق.د.ك) = صفر

س: علل عندما يكون مستوى الملف للدينامو موازي لخطوط المجال المغناطيسي فإن القوة الدافعة الكهربائية تساوي نهاية عظمى ؟

ج: .....

مفاهيم متعلقة بالتيار المتردد

١- **الذبذبة الكاملة للتيار المتردد :** هي التغير الذي يحدث للتيار المتردد خلال دورة كاملة من دورات ملف الدينامو المولدة له.

٢- **زمن الذبذبة الكاملة (الزمن الدوري) :** هو الزمن اللازم لحدوث دورة كاملة لملف الدينامو .
أو هو الزمن اللازم لحدوث ذبذبة كاملة للتيار المتردد.

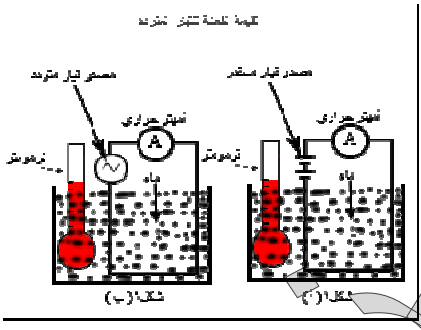
٣- **التردد (*f*):** هو عدد الذبذبات التي يحدثها التيار المتردد في الثانية الواحدة ويساوي نفس عدد الدورات التي يعملها ملف الدينامو المولد له في الثانية الواحدة .

س : ما المقصود بكل مما يأتي: ١- تردد التيار في جده =٦٠ هيرتز ٢- زمن الذبذبة الكاملة. وزاري (٢٠١٠ /٢٠١١م)

ج : .....

٤- **النهاية العظمى لشدة التيار(ت ع) :** هي أقصى قيمة تصلها شدة التيار المتردد خلال دورة كاملة وتكون عند (٢٧٠° ، ٩٠°)

٥- **النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية(ق ع) :** هي أقصى قيمة تصلها القوة الدافعة الكهربائية خلال دورة كاملة .عند (٢٧٠° ،٩٠°)



ملاحظة : كما ذكرنا سابقا أن التيار المتردد عدة أنواع وله أشكال مختلفة وأنه **متغير في الشدة والاتجاه** حيث **يصعب علينا معرفة شدته باستخدام الأميتر ذو الملف المتحرك (علل)** لأن فكرة عمله مبنية على ثبوت اتجاه التيار مع الزمن (أي يقيس التيار المستمر). ونتيجة لتشابه التيار المستمر مع المتردد في توليد طاقة حرارية عند مرورهما في موصل فقد تم تقدير قيمة شدة التيار المتردد بقيمة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية عند مرورهما كل على حدة في نفس الموصل ولنفس الزمن . والشكل (أ) ،(ب) يوضحان ذلك حيث تقاس درجة الحرارة لموصل يمر به تيار مستمر لفترة زمنية محددة ،ثم تعاد الخطوة السابقة باستخدام نفس الموصل ولكن مع مصدر تيار متردد ولنفس الزمن فنحصل على نفس الطاقة الحرارية المقاسة للتيار المستمر عندئذ تكون شدة التيار المستمر هي **القيمة الفعالة للتيار المتردد**

٦- **القيمة الفعالة للتيار المتردد (ت فعالة):**هي شدة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المتردد عند مرورهما في نفس الموصل وبنفس الزمن .

حساب القيمة الفعالة للتيار المتردد

القيمة الفعالة لشدة التيار = $\frac{\text{القيمة العظمى لشدة التيار}}{\sqrt{٢}}$ ($\frac{١}{\sqrt{٢}}$ = ٠.٧٠٧)

ت فعالة = $\frac{\text{ت ع}}{\sqrt{٢}}$ = ٠.٧٠٧ × ت ع ⬅ **ت** ع = $\sqrt{٢}$ × **ت** فعالة

القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية = $\frac{\text{القيمة العظمى للقوة الدافعة}}{\sqrt{٢}}$

ق فعالة = $\frac{\text{ق ع}}{\sqrt{٢}}$ = ٠.٧٠٧ ×ق ع ⬅ **ق** ع = $\sqrt{٢}$ × **ق** فعالة

*. النسبة بين القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد والقيمة العظمى لها كنسبة { $\frac{١}{\sqrt{٢}}$ ، $\frac{٢}{\sqrt{٢}}$ ، $\frac{\sqrt{٢}}{٢}$ ، $\frac{\sqrt{٢}}{١}$ } (٢٠٠٤ /٢٠٠٥م)

مثال١ : تيار متردد النهاية العظمى لشدته (٥) أمبير أوجد القيمة الفعالة له .

الحـل

$ت_{فعالة} = \frac{ت_ع}{\sqrt{٢}}$ ⬅ $ت_{فعالة} = \frac{٥}{\sqrt{٢}}$ ⬅ $ت_{فعالة}$ = ٣.٥٣ أمبير

مثال٢ : قوة دافعة مترددة قيمتها الفعالة (٧٠.٧) فولت فما قيمتها العظمى .

الحـل

$ق_{فعالة} = \frac{ق_ع}{\sqrt{٢}}$ ⬅ $ق_ع = \frac{ق_{فعالة}}{٠.٧٠٧} = \frac{٧٠.٧}{٠.٧٠٧}$ ⬅ $ق_ع$ = ١٠٠ فولت

س : ما معنى قولنا أن القيمة الفعالة للتيار المتردد (٥) أمبير؟ **(وزاري)**

جـ : معنى ذلك أن قيمة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المتردد في نفس الموصل ولنفس الزمن تساوي (٥) أمبير.

القوانين المتعلقة بدرس الدينامو

القـــانـــون	استخـــدامـــه
س = الطول×العرض	لحساب مساحة ملف مستطيل
$س = \pi نق^٢$	لحساب مساحة ملف دائري
$ن = \frac{\text{طول السلك الملفوف}}{\text{محيط اللفة}} = \frac{ل}{٢(\text{الطول+العرض})}$	لحساب عدد لفات ملف مستطيل
$ن = \frac{\text{طول السلك الملفوف}}{\text{محيط اللفة}} = \frac{ل}{٢\pi نق}$	لحساب عدد لفات ملف دائري
$f = \frac{\text{عددالدورات}}{\text{الزمن بالثواني}}$ ، $f = \frac{\omega}{٢\pi}$ ، $f = \frac{١}{ز}$	لحساب التردد
$\omega = ٢\pi f$ ، $\omega = \frac{٢\pi}{ز}$ ، $\omega = \frac{ع}{نق}$ ، $\omega = \frac{\theta}{ز}$	لحساب السرعة الزاوية . علما بأن نق = $\frac{١}{٢}$ ×عرض الملف علماً بأن $\pi = ٣.١٤ \approx ٧/٢٢$
$\omega ز = ٢\pi f ز = ٣٦٠^\circ \times f ز$ $\omega ز = ٢\pi$ × عدد الدورات = ٣٦٠°×عدد الدورات	لحساب زاوية الدوران للملف علماً بأن $\pi = ١٨٠^\circ$
ϕ = س ب جتا $\omega ز$	لحساب الفيض المغناطيسي
$ق.د.ك = -ن \frac{د\phi}{د ز}$	لحساب متوسط القوة الدافعة الكهربائية
$ق_ل = ن$ س ب ω جا $\omega ز$	لحساب القوة الدافعة الكهربائية اللحظية
$ق_ع = ن$ س ب ω	لحساب القوة الدافعة الكهربائية العظمى
$ق_ل = ق_ع$ جا $\omega ز$	لحساب القوة الدافعة الكهربائية اللحظية بمعلومية القيمة العظمى للقوة
ق.د.ك أو جـ = ت × م	لحساب القوة الدافعة أو فرق الجهد الكهربائي بمعلومية المقاومة
عدد المرات = ٢ × f	لحساب عدد مرات وصول شدة التيار إلى قيمة عظمى في الثانية أو عدد مرات وصول القوة الدافعة الكهربائية اللحظية إلى قيمة عظمى في الثانية
عدد المرات = (٢ × f) + ١	لحساب عدد مرات وصول شدة التيار إلى الصفر في الثانية أو عدد مرات وصول القوة الدافعة الكهربائية اللحظية إلى الصفر في الثانية

تعليلات متعلقة بدرس الدينامو

س١: يتفق التيار المتردد مع التيار المستمر في توليد طاقة حرارية أثناء مرورهما في الأسلاك. **(وزاري)**

جـ : لأن توليد الطاقة الحرارية لا تعتمد على اتجاه التيار .

س٢: تولد (ق. د. ك) تأثيرية بين طرفي موصل يتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي .

جـ : لأن السلك يتحرك بحيث يقطع خطوط الفيض المغناطيسي فيؤثر على الشحنات المتحركة بقوة عمودية ينشأ عنها (ق.د.ك).

س٣: عدم تولد (ق. د. ك) التأثيرية بين طرفي موصل يتحرك موازياً لخطوط المجال المغناطيسي .

جـ : لأن الموصل لا يقطع خطوط الفيض المغناطيسي وبالتالي لا يؤثر على شحنات الموصل.

س٤:تزداد (ق. د. ك) التأثيرية المتولدة في ملف إذا زادت سرعة حركة الملف بين قطبي المغناطيس .

جـ : لأن (ق. د. ك) تتناسب طردياً مع سرعة دوران الملف بين قطبي المغناطيس (ق $\omega \propto$) .

س٥: تتولد (ق. د. ك) تأثيرية بين طرفي ملف عندما يدور بين قطبي مغناطيس بشكل حذوة الفرس .

جـ : لأن دوران الملف بين قطبي مغناطيس بشكل حذوة الفرس يعمل على قطع خطوط المجال المغناطيسي .

س٦: عند حركة سلك معدني ضمن دائرة مغلقة في مجال مغناطيسي يتولد تيار تأثيري . (٩٩/٢٠٠٠م)

جـ : لأن المجال المغناطيسي يؤثر على الشحنات الكهربائية المتحركة بقوة عمودية ينشأ عنها قوة دافعة كهربائية تتسبب في مرور التيار الكهربائي عند غلق الدائرة.

س٧: لا نلاحظ انطفاء المصابيح رغم وصول التيار المتردد للصفر عدة مرات كل ثانية .

جـ : لأن تردد التيار كبير ويكون غالباً (٥٠ ذ/ ث) فيكون عدد مرات وصوله للصفر في الثانية هو (١٠١مرة) وبالتالي تنطفئ المصابيح (١٠١ مرة) ووفقاً لنظرية مداومة العين للرؤية فإننا نلاحظ المصابيح مضاءة.

س٨: لا توضع إشارة موجبة أو سالبة على مفاتيح التيار الكهربائي في المنازل ؟

حـ : لأن التيار الواصل إلى المنازل هو تيار متردد متغير في اتجاهه وشدته..اكتب المعادلة هنا

مســـائـــــل علـى الدينـامـو

مثال١: ملف مولد مكون من ١٠٠٠ لفة طوله ٢٥ سم وعرضه ١٠ سم يدور حول محوره بسرعة ١٨×١٠^٥ دورة / ساعة في مجال كهربائي منتظم كثافته ٠.٥ تسلا وعندما كان الملف يصنع زاوية مقدارها ٣٠° مع خطوط المجال المغناطيس، أحسب
١- القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية اللحظية . ٢- النهاية العظمى للقوة الدافعة التأثيرية . وزاري(٢٠٠٣/٢٠٠٤)

المعطيات ن= ١٠٠٠ لفة ، المساحة = الطول × العرض = ٠.٢٥ م × ٠.١ م = ٠.٠٢٥م^٢ ، ب = ٠.٥ تسلا ، هـ = ٣٠°

$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثواني}} = \frac{١٨\times١٠^{٥}}{٦٠\times٦٠\ ث} = ٥٠٠$ د/ث ، $\omega = ٢\ \pi\ f = ٢ \times ٣.١٤ \times ٥٠٠ = ٣١٤٠$ راديان /ث

١- ق ع = ن ب س ω = ١٠٠٠ × ٠.٥ × ٠.٠٢٥ م٢ × ٣١٤٠ = ٣٩٢٥٠ فولت

٢- ق ل = ق ع جا ωز = $\frac{١}{٢}$ × ٣٩٢٥٠ = ١٩٦٢٥ فولت

مثال ٢ : ملف مستطيل طوله ٤٠ سم وعرضه ٢٠ سم مكون من ١٨٠ لفة يدور بمعدل٥٠ دورة في الثانية حول محور موازي لطوله في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ٠.٠٥ تسلا ، أحسب
١- السرعة الزاوية ٢- القوة الدافعة الكهربائية ٣- القوة الدافعة الكهربائية الفعالة ٤- القوة الدافعة الكهربائية عندما تكون ωز= ٣٠°
٥- القوة الدافعة الكهربائية اللحظية بعد زمن $\frac{١}{٢٠٠}$ ث ٦- القوة الدافعة الكهربائية بعد $\frac{١}{١٢}$ دورة
٧- القوة الدافعة الكهربائية عندما يدور الملف بسرعة ٢٠٠ م/ث
٨- عدد مرات وصول شدة التيار للصفر في ١ ثانية ٩- عدد مرات وصول شدة التيار للنهاية العظمى في الثانية

الحــل

الطول = ٤٠×١٠^-٢ = ٠.٤م
العرض=٢٠×١٠^-٢ = ٠.٢ م
ن =١٨٠ لفة
f= ٥٠ دورة / ث
ب = ٠.٠٥ تسلا

١- **ω = ٢ π f** = ٢ × ٣.١٤ × ٥٠ = **٣١٤ راديان /ث**

٢- **ق ع = ن س ب ω** أولا نوجد المساحة
المساحة(س) = الطول × العرض = ٠.٤ × ٠.٢ = **٠.٠٨ م^٢**
ق ع = ن س ب ω = ١٨٠ × ٠.٠٨ × ٠.٠٥ × ٣١٤ = **٢٢٦.٠٨ فولت**

٣- **ق فعالة** = $\frac{\text{ق ع}}{\sqrt{٢}}$ = $\frac{٢٢٦.٠٨}{\sqrt{٢}}$ ≈ **١٥٩.٩ فولت**

٤- **ق ل= ق ع جا ωز** = ٢٢٦.٠٨ × جا ٣٠° = ٠.٥ × ٢٢٦.٠٨ = **١١٣.٠٤ فولت**

٥- **ق ل= ق ع جا ωز** .....(١) يجب علينا أولا إيجاد قيمة زاوية دوران الملف **ωز بدلالة الزمن**
ωز= ٢ π f ز = ٢ × ١٨٠ × ٥٠ × $\frac{١}{٢٠٠}$ = **٩٠°** بالتعويض في العلاقة (١) عن **ωز**
ق ل= ق ع جا ωز = ٢٢٦.٠٨ × جا٩٠° = ٢٢٦.٠٨ × ١ = **٢٢٦.٠٨ فولت**

٦- **ق ل= ق ع جا ωز** .....(٢) يجب علينا أولا إيجاد قيمة زاوية دوران الملف **ωز بدلالة عدد الدورات**
ωز= **٢ π** × عدد الدورات = ٢ × ١٨٠ × $\frac{١}{١٢}$ = ٣٠° نعوض في (٢)
ق ل= ق ع جا ωز = ٢٢٦.٠٨ × جا ٣٠° = ٠.٥ × ٢٢٦.٠٨ = **١١٣.٠٤ فولت**

٧- **ق ع = ن س ب ω** .....(٣) يجب علينا أولا إيجاد قيمة السرعة الزاوية **ω** بدلالة السرعة الخطية (ع)
ω = $\frac{\text{ع}}{\text{نق}}$ = $\frac{٢٠}{٠.١}$ = ٢٠٠ راديان / ث نعوض في (٣) حيث : **نق** = $\frac{١}{٢}$ × عرض الملف = $\frac{١}{٢}$ × ٠.٢ = **٠.١ م**
ق ع = ن س ب ω = ١٨٠ × ٠.٠٨ × ٠.٠٥ × ٢٠٠ = **١٤٤ فولت**

٨- عدد مرات وصول شدة التيار للصفر في الثانية = (٢ × f) + ١ = (٢ × ٥٠) + ١ = ١٠٠ + ١ = **١٠١ مرة**

٩- عدد مرات وصول شدة التيار لقيمة عظمى = (٢ × f) = (٢ × ٥٠) = ١٠٠ = **١٠٠ مرة**

مثال ٣: ملف طوله ٣٠ سم وعرضه ٢٠ سم مكون من ١٠٠ لفه على التوالي يدور حول محور موازي لطوله بسرعة ١٥٠٠ دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ٠.٠٧ تسلا ، أوجد قيم القوة الدافعة المتولدة في الملف أثناء دورانه عندما يمر بالأوضاع الآتية :

١- مستوى الملف عمودياً على اتجاه المجال.

٢- مستوى الملف يميل بزاوية ٦٠° على اتجاه المجال .

٣- مستوى الملف في اتجاه المجال .

الطول =٣٠سم =٠.٣م
العرض=٢٠سم =٠.٢ م
ن =١٠٠ لفة
f=١٥٠٠ دورة /دقيقة
ب = ٠.٠٧ تسلا

الحـــل

f=١٥٠٠ دورة /دقيقة = $\frac{\text{١٥٠٠ دورة}}{٦٠}$ = **٢٥ دورة / ث**

المساحة (س) = الطول × العرض = ٠.٣ × ٠.٢ = ٠.٠٦ م^{٢} ،

$\omega = ٢\ \pi\ f$ = ٢ × ٣.١٤ × ٢٥= ١٥٧راديان /ث

ق$_{ع}$ = ن ب س ω = ١٠٠ × ٠.٠٧ ×٠.٠٦ م^{٢} × ١٥٧ = ٦٦ فولت

١- الوضع الأول: عندما يكون مستوى الملف عمودي فإن ωز = صفر ، جا صفر = صفر

ق$_{ل}$ = ق$_{ع}$ جا ωز = ٦٦ × صفر = **صفر**

٢- الوضع الثاني: عندما يميل الملف بزاوية ٦٠° ، ωز = ٦٠° ، جا ٦٠° = $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$

ق$_{ل}$ = ق$_{ع}$ جا ωز = ٦٦ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ = **٣٣ $\sqrt{٣}$ فولت**

٣- الوضع الثالث: عندما يكون مستوى الملف في اتجاه المجال فإن ωز = ٩٠° ، جا ٩٠° = ١

ق$_{ل}$ = ق$_{ع}$ جا ωز = ٦٦ فولت × ١ = **٦٦ فولت**

مثال٤: مولد كهربائي ملفه على شكل مستطيل أبعاده (٣٠ ، ٢٠) سم يتألف من ٥٠٠ لفه يدور حول محور بسرعة ١٢٠٠ دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ٠.٠٠٢ تسلا ، أحسب :

١- القوة الدافعة الكهربائية المتولدة عندما يدور الملف ربع دورة .

٢- القوة الدافعة الكهربائية على طرفي الملف بعد دورانه ١/١٢٠ ث .

٣- الزاوية التي يصنعها الملف مع خطوط المجال عندما تكون القوة الدافعة ٣.٨ فولت .

الحـــل

، مساحة المستطيل(س) = الطول × العرض = ٠.٣م × ٠.٢ م = **٠.٠٦م^{٢}**

f = $\frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثواني}}$ = $\frac{١٢٠٠}{٦٠\ ث}$ = **٢٠ د/ث** ، $\omega = ٢\ \pi\ f$ = ٢ × ٣.١٤ × ٢٠ = **١٢٥.٦راديان /ث**

١- ق. د. ك المتولدة عندما يدور الملف ربع دورة :

أولاً نوجد قيمة ω ز = عدد الدورات × ٣٦٠ = $\frac{١}{٤}$ × ٣٦٠° = ٩٠° ، جا ٩٠° = ١

الطول = ٣٠=٠.٣م
العرض=٢٠×=٠.٢ م
ن =٥٠٠ لفة
f=١٢٠٠ دورة /دقيقة
ب = ٠.٠٢ تسلا

نوجد ق$_{ع}$ = ن ب س ω = ٥٠٠ ×٠.٠٠٢ ×٠.٠٦م^{٢}× ١٢٥.٦ =**٧.٥٣٦ فولت.**

∴ ق$_{ل}$ = ق$_{ع}$ جا ωز = ٧.٥٣٦ × ١= **٧.٥٣٦ فولت** .

٢- أولاً نوجد قيمة ω ز = **٢ π f ×ز = ٢× ١٨٠° × ٢٠ ×** $\frac{١}{١٢٠}$ = **٦٠°**

ق$_{ل}$ = ق$_{ع}$ جا ωز = ٧.٥٣٦ فولت × جا٦٠° = **٦.٥ فولت** .

٣- ق$_{ل}$ = ق$_{ع}$ جا ωز

جا ωز = $\frac{\text{ق ل}}{\text{ق ع}}$ = $\frac{\text{٣.٨ فولت}}{\text{٧.٥ فولت}}$ = **٠.٥** ، **ωز** = جا$^{-١}$(٠.٥) = **٣٠°**

مثال٥: سلك طوله ٢٠٠ متر لف منه ثلاثة أخماس حول قلب طوله ٦٠سم وعرضه ٢٠سم يدور بسرعة ١٨٠ × ١٠^{٣} دورة / ساعة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه ٠.٠٣ تسلا أوجد :

١- القيمة اللحظية للقوة الدافعة بعد دوران الملف ١/٦ دورة ٢- القيمة العظمى عندما يتحرك الملف بسرعة خطية ٢٤ م/ ث .

٣- متوسط القوة الدافعة بعد دورانه نصف دورة

طول السلك =٢٠٠م
الطول = ٦٠ سم = ٠.٦ م
العرض=٢٠×=٠.٢ م
ن =٧٥ لفة
f=١٨٠ ×١٠^{٣} دورة /ساعة
ب = ٠.٠٣ تسلا

الحـــل

طول السلك (ل) =٢٠٠م ∴ طول السلك الملفوف = ٢٠٠ ×$\frac{٣}{٥}$ =١٢٠ متر وبدلالته نوجد:

نوجد عدد لفات الملف: **ن** = $\frac{\text{طول السلك الملفوف}}{\text{محيط اللفة}}$ = $\frac{\text{ل}}{\text{٢(الطول+العرض)}}$ = $\frac{١٢٠}{٢(٠.٢+٠.٦)}$ = **٧٥ لفة**

نوجد المساحة **(س)** = الطول × العرض = ٠.٦ × ٠.٢ =**٠.١٢ م^{٢}**

نوجد التردد **f** = $\frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثواني}}$ = $\frac{١٨٠}{٦٠ \times ٦٠}$ × ١٠^{٣}=**٥٠ دورة / ث**

نوجد السرعة لزاوية **$\omega = ٢\ \pi\ f$**= ٢ ×٣.١٤×٥٠ = **٣١٤ راديان /ث**

١ـ إيجاد قيمة (ق.د.ك) اللحظية بعد ٦/١ دورة :

ق ن= ن ب س ω جا ωز .....(١) لإيجاد ق ن يجب علينا أولاً إيجاد التالي :

نوجد زاوية دوران الملف **ωز** =٢ **π** × عدد الدورات= ٢ × ١٨٠ × $\frac{١}{٦}$ = **٦٠°**

بالتعويض مما سبق في المعادلة (١) نجد أن

ق ن= ن ب س ω جا ωز =٧٥ × ٠.٠٣ × ٠.١٢ × ٣١٤ جا ٦٠ = **٧٣.٤٩ فولت**

٢ـ إيجاد قيمة ق ع عندما تكون ع = ٢٤م/ث :

نق = ٢/١ ×عرض الملف
= ٢/١ ×٠.٢=٠.١ م

ق ع = ن ب س ω .....(٢) نوجد قيمة **السرعة الزاوية ω** $\omega = \frac{ع}{نق} = \frac{٢٤}{٠.١}$ = ٢٤٠ راديان /ث

نعوض في (٢) ∴ **ق ع = ن ب س ω** =٧٥ × ٠.٠٣ × ٠.١٢ ×٢٤٠ = **٦٤.٨** فولت

٣ـ إيجاد متوسط القوة الدافعة بعد دورانه $\frac{١}{٢}$ دورة :

ق = ـــن $\frac{\text{د}\phi}{\text{د}ز}$ .....(٣) نوجد قيمة كلا من **ϕ** ، ز **ϕ** = س ب= ٠.١٢ ×٠.٠٣ = **٣.٦ ×١٠^-٣ وبر**

ز = $\frac{\text{عدد الدورات}}{f}$ = $\frac{١}{٢}$ ÷٥٠ = **٠.٠١ ث** بالتعويض في (٣) ∴ **ق** = ـــن $\frac{\text{د}\phi}{\text{د}ز}$ =- ٧٥× $\frac{٣.٦}{٠.٠١}$ ×١٠^-٣ = **٠.٣٦ فولت**

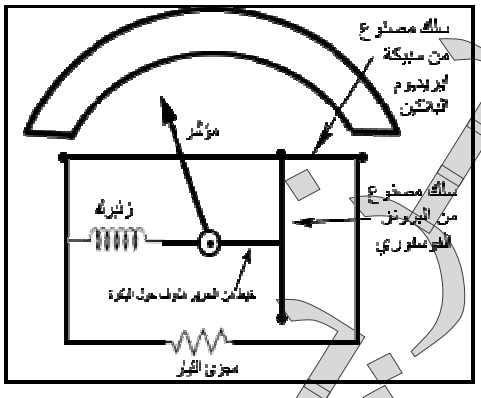
نشاط ١) (٢٠٠٩ ـ ٢٠١٠م)استخدم طالب سلكاً طوله ١٢٠ م كاملاً في عمل ملف لمولد طوله ٢٠ سم وعرضه ١٠ سم يدور حول محور مواز لطوله بمعدل (٣٠٠ دورة في الدقيقة) في مجال مغناطيسي منتظم ، كثافة فيضه ٠.٧ تسلا . احسب ق.د.ك المتولدة في الملف .
الجواب [٨٨ فولت]

نشاط٢)(٢٠٠٧/٢٠٠٦م) يدور ملف دينامو ٣٠٠٠ دورة / دقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه ٠.٠٧ تسلا فإذا كان عدد لفات الملف ١٠٠٠ لفة وطول أحد وجهيه ٢٠ سم وعرضه ١٠ سم ، احسب :
١ـ القوة الدافعة التأثيرية اللحظية المتولدة بين طرفي ملفه عندما كان الملف يصنع زاوية ٣٠° مع اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي .
٢ـ القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية . الجواب [١ـ(٢٢٠ فولت) ، ٢ـ(٤٤٠ فولت)]

نشاط٣) (٢٠٠٦/٢٠٠٥م) ملف دينامو يدور ٤٢٠٠ دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه ٠.٠٥ تسلا ، فإذا كان عدد لفات الملف ١٠٠ لفة وطول أحد وجهه ٥٠ سم وعرضه ٢٠ سم ، أحسب
١ـ أقصى قوة دافعة تأثيرية تتولد بين طرفي الملف.
٢ـ القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة.
٣ـ القيمة اللحظية للقوة الدافعة التأثيرية المتولدة عندما يدور الملف ١٢/١ دورة ابتداءً من المستوى العمودي على المجال.
الجواب [١ـ(٢٢٠ فولت) ، ٢ـ(١٥٥.٥٦فولت) ، ٤ـ(١١٠ فولت)]

الأميتـــر الحـــراري

الأميتر الحراري : هو جهاز يقيس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد .
الغرض منه : قياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد .
استخدامه :يستخدم في الدوائر الإلكترونية تغرض قياس شدة التيار المستمر وقياس القيمة الفعالة للتيار المتردد
فكرة عمله: مبنية على التأثير الحراري أي (تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية).
تركيبه: يتركب الأميتر الحراري من :

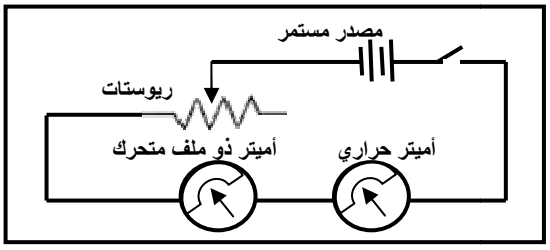


١ـ سلك رفيع مصنوع من سبيكة إيريديوم البلاتين مشدود بين مسمارين
٢ـ سلك مصنوع من البرونز الفوسفوري
٣ـ خيط من الحرير متصل أحد طرفيه بسلك البرونز الفوسفوري
٤ـ بكرة يلف حولها خيط الحرير لفة واحدة
٥ـ زنبرك متصل بالطرف الآخر لخيط الحرير وظيفته شد خيط الحرير بغرض تحريك المؤشر
٦ـ مؤشر مثبت على البكرة **٧ـ** تدريج ٨ ـ مجزئ التيار

شرح عمله : ١ـ عند مرور التيار المراد قياس شدته في سلك إيريديوم البلاتين فإن السلك يسخن ويتمدد فيرتخي ويرتخي معه سلك البرونز الفوسفوري
٢ـ يعمل الزنبرك على شد سلك إيريديوم البلاتين بواسطة خيط الحرير فتدور معه البكرة الدوارة ويدور معها المؤشر ببطء
٣ـ يتوقف المؤشر عند قيمة معينة على التدريج عند حدوث اتزان حراري أي عندما تكون (كمية الحرارة المتولدة فيه = كمية الحرارة المفقودة منه في الهواء المحيط به)
٤ـ عندها تدل قراءة المؤشر على **القيمة الفعالة التيار المتردد** .

س: وضح كيف تم تدريج (معايرة) الأميتر الحراري ؟

جـ : تم تدريج الأميتر الحراري بمقارنته بأميتر ذو ملف متحرك عندما يوصلا معاً على التوالي بمصدر تيار مستمر ونعين قراءة الأميتر ذو الملف المتحرك ونسجلها أمام مؤشر الأميتر الحراري (كما هو موضح في الشكل المقابل)



مميزات الأميتر الحراري: ١- يصلح لقياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للمتردد . ٢- لا يتوقف عمله على اتجاه التيار المار فيه .(علل)

عيوب الأميتر الحراري : ١- غير حساس للتيارات الضعيفة جداً . ٢- تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو . ٣- مؤشره يتحرك ببطء.

كيفية التخلص من العيب الثاني للأميتر الحراري :

يشد سلك(الإيريديوم والبلاتين) على لوحة من مادة لها نفس معامل تمدده مع عزله عنها بمادة عازلة .(علل)

تعليلات على الأميتر الحراري

١- يتحرك مؤشر الأميتر الحراري ببطء عند مرور التيار الكهربائي فيه . وزاري(٨٥/٨٤م)

جـ : لأن عمله مبني على التأثير الحراري ويحتاج إلى فتره زمنية حتى يقف تمدده حيث يكون قد وصل لحالة الاتزان الحراري .

٢- عدم تساوي أقسام التدريج في الأميتر الحراري؟ وزاري (٩٥/٩٤ -٩٧/٩٦م – ٢٠٠٢/٢٠٠١ م)

جـ : لأن عمله مبني على التأثيرات الحرارية وكمية الحرارة المتولدة في السلك تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار الكهربائي وليس مع التيار نفسه (ح α ت^{٢}).

٣- يستخدم الأميتر الحراري لقياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد ؟

جـ : لأنه يعمل على أساس التأثير الحراري الذي لا يتوقف على اتجاه التيار .

٤- يصنع السلك الأساسي في الأميتر الحراري من الإيريديوم والبلاتين؟ وزاري(٢٠٠٢/٢٠٠١م)

جـ : لأن مقاومته كبيرة ومعامل تمدده الطولي كبير فهو حساس للحرارة حتى عند مرور التيارات الضعيفة .

٥- يصنع السلك المتصل بسلك الإيريديوم بلاتين من البرونز الفوسفوري ؟

جـ : لأنه مرن وقابل للشد ومقاومته النوعية كبيرة جداً .

٦- يصنع مؤشر الأميتر الحراري من الألمنيوم ؟

جـ : لأنه خفيف ولذلك يتحرك بسهولة .

٧- تلف بكرة الأميتر الحراري بخيط من الحرير ؟

جـ : لأنه قابل للشد ولا ينقطع بسهولة .

٨- يوصل مجزئ التيار في الأميتر الحراري على التوازي مع سلك الإيريديوم بلاتين ؟

جـ : لكي يحافظ على الجهاز من التلف عند مرور التيارات الكهربائية العالية حيث يمر جزء كبير من التيار في المجزئ.

٩- يوصل الأميتر على التوالي في الدائرة المراد قياس شدة التيار فيها ؟

جـ : لأن التيار في حالة التوصيل على التوالي لا يتجزأ أي أن (التيار المار بالأميتر = التيار المار في الدائرة) وبذلك يتم قياسه

١٠- يثبت سلك الإيريديوم بلاتين على لوحة معدنية لها نفس معامل تمدده ؟

جـ : لكي لا يتأثر سلك الإيريديوم بلاتين بحرارة الجو فعندما ترتفع درجة الحرارة يتمدد السلك وتتمدد اللوحة بنفس المقدار فيظل السلك مشدوداً كما يبقى المؤشر عند الصفر .

١١- تعزل اللوحة المعدنية في الأميتر الحراري عن سلك الإيريديوم بلاتين ؟

جـ : لكي يمر التيار أثناء القياس في السلك فقط دون اللوحة فيتمدد السلك فقط ولا تتمدد اللوحة المعدنية وبالتالي يقرأ القراءة الصحيحة .

١٢- ازدياد اتساع تدريج الأميتر الحراري كلما زادت قيمة شدة التيار المار فيه ؟ وزاري(٢٠٠٥/٢٠٠٤م)

جـ : لأن عمله مبني على التأثير الحراري وكمية الحرارة تتناسب طردياً مع **مربع** شدة التيار(ح α ت^{٢}). وليس مع شدته (ت)

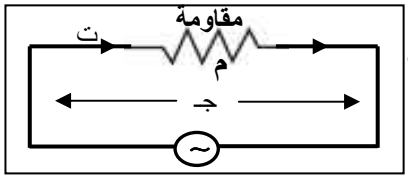
١٣- لا يصلح الأميتر ذو الملف المتحرك لقياس شدة التيار المتردد ؟

جـ: لأن عمله مبني على ثبوت اتجاه التيار الكهربائي و التيار المتردد متغير في شدته واتجاهه.

تطبيقات قانون أوم في دوائر التيار المتردد

١ـ دائرة مقاومة أومية ومصدر تيار متردد ٢ـ دائرة مكثف ومصدر تيار متردد ٣ـ دائرة ملف ومصدر تيار متردد

أولاً دائرة مقاومة أومية متصلة بمصدر تيار متردد



* **تعريف المقاومة :** هي الإعاقة التي يلقاها التيار **المتردد** أو **المستمر** عند مروره في الموصلات

س:علل يلقى التيار المتردد والمستمر إعاقة عند مرورهما في الموصلات ؟

جـ: وذلك بسبب اصطدام الإلكترونات الحرة بذرات الموصل فيتولد حرارة في الموصل.

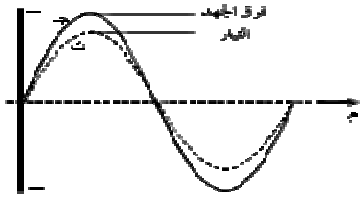
- **العلاقات التي تحسب منها المقاومة الأومية:**

تحسب من العلاقة: المقاومة (م) = $\frac{\text{فرق الجهد (جـ)}}{\text{شدة التيار (ت)}}$ **أو من العلاقة :** المقاومة (م)= $\frac{\text{المقاومة النوعية}(\rho)\times\text{طول الموصل(ل)}}{\text{مساحة مقطع الموصل(س)}}$

***العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الأومية :**

١) المقاومة النوعية للموصل (ρ) رو ٢) مساحة مقطع الموصل ٣)طول الموصل ٤) درجة حرارة االموصل. **جـ ، ت**

* **وحدة قياس المقاومة :** **أوم** = فولت / أمبير



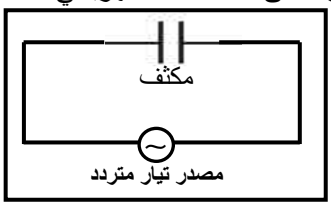
ملاحظة : ١ـ في دائرة المقاومة يفقد جزء من الطاقة الكهربائية على شكل حرارة .

٢ـ في دائرة المقاومة الأومية يكون الجهد والتيار **متفقان في الطور**. (الشكل المقابل)

فرق الطور : هو الفرق بين مواضع القيم الصغرى والعظمى لأكثر من موجه عند الزوايا { ٣٦٠°، ٢٧٠° ، ١٨٠° ، ٩٠° ، ٠° }

ثانياً: دائرة مكثف متصل بمصدر تيار متردد

تعريف المكثف : هو عنصر كهربائي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية أثناء عملية الشحن على شكل مجال كهربائي وإطلاقها أثناء عملية التفريغ. **أو هو** أداة مكونة من صفيحتين معدنيتين بينهما مادة عازلة الغرض منها تخزين الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي.



الغرض من المكثف : خزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي بين لوحيه.

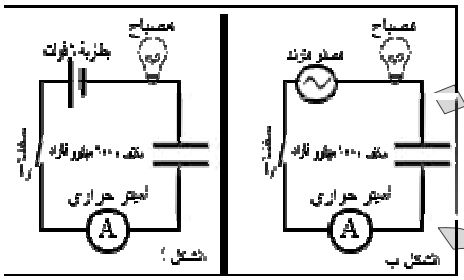
استخدامه : يستخدم في الأجهزة الإلكترونية مثل (الراديو والتلفاز والكمبيوتر و....)

رمزه في الدوائر الكهربائية :مكثف ثابت السعة (⊣⊢) ، مكثف متغير السعة (⊣⊢)

ملاحظة : المكثف يسمح بمرور التيار المتردد ولا يسمح بمرور التيار المستمر إلا لحظياً (علل).

س : حدد الغرض والاستخدام لكل من الأدوات التالية ١ ـ المكثف وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦)

اشرح مع الرسم تجربة عملية توضح من خلالها أن المكثف يسمح بمرور التيار المتردد ولا يسمح بمرور التيار المستمر إلا لحظياً ؟



أدوات التجربة: ١ـ مكثف ذو سعة محددة ولتكن ١٠٠٠ ميكروفاراد (٢٠٠٤/ ٢٠٠٥م)

٢ـ مصباح كهربائي صغير يعمل على فرق جهد ٣ فولت

٣ـ بطارية قوتها ما بين (٣ـ٦)فولت

٤ـ أميتر حراري ٥ـ قاعدة مصباح ٦ـ أسلاك توصيل ٧ـ مصدر تيار متردد

خطوات التجربة: ١ـ نصل أدوات التجربة على التوالي مع مصدر التيار المستمر (البطارية)

نلاحظ عدم إضاءة المصباح لأن التيار المستمر لا يمر في الدائرة الكهربائية إلا لفترة زمنية قصيرة جداً وهي مدة شحن المكثف وبعد ذلك يتوقف مروره وهذه الفترة غير كافية لتسخين فتيل المصباح حتى يضيء.(شكل أ)

٢ـ نستبدل البطارية بمصدر تيار متردد ثم نغلق الدائرة فنلاحظ أن المصباح يضيء مما يدل على أن المكثف يمرر التيار المتردد وذلك **بسبب** عملية الشحن والتفريغ للمكثف كل نصف دورة من دورات التيار المتردد. (شكل ب)

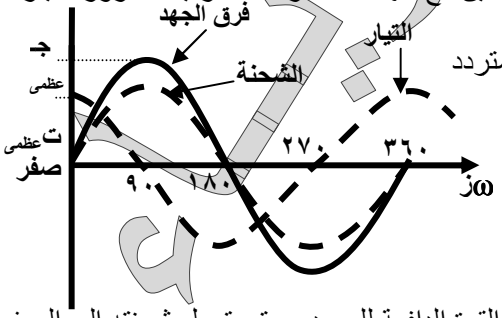
الاستنتاج : المكثف يمرر التيار المتردد ولا يمرر التيار المستمر إلا للحظة وجيزة جداً وهي لحظة شحن المكثف .

س:علل لا يسمح المكثف بمرور التيار المستمر إلا لحظياً ؟

جـ : لأن التيار المستمر يشحن المكثف باتجاه واحد ويزيد جهده وعندما يتساوى جهد اللوحين مع جهد المصدر المستمر يقف مرور التيار

س:علل: يسمح المكثف بمرور التيار المتردد؟

جـ : لأن التيار المتردد يشحن ويفرغ المكثف كل نصف دورة بسبب تغير اتجاه التيار المتردد

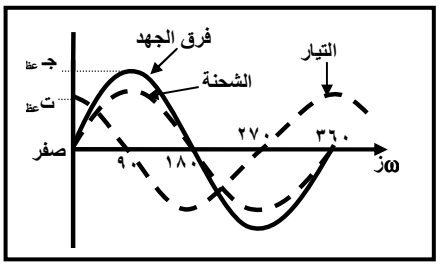


س :- ماذا يحدث عند مرور التيار المتردد في المكثف ؟ وزاري (٢٠٠٧/٢٠٠٨م)

جـ : ١- في النصف الأول من الدورة : يشحن المكثف تدريجياً حتى يصبح فرق الجهد بين طرفيه مساوياً للنهاية العظمى للقوة الدافعة للمصدر ، ثم تبدأ القوة الدافعة بالهبوط فيفرغ المكثف شحنته حتى تصل إلى الصفر فيصل جهد المكثف إلى الصفر فيصبح مفرغ تماماً من الشحنات .

٢- في النصف الثاني من الدورة : يشحن المكثف بالاتجاه المعاكس حتى يصل فرق الجهد إلى النهاية العظمى ويكون مساوياً للقوة الدافعة للمصدر ثم يفرغ شحنته عند هبوط القوة الدافعة للمصدر حتى تصل شحنته إلى الصفر إلى أن يكون مفرغ تماماً من الشحنة وهكذا تستمر العملية ولذا يسمح المكثف للتيار المتردد بالمرور في دائرته .

علاقة الطور بين فرق الجهد وشدة التيار والشحنات الكهربائية في دائرة المكثف



- نرسم فرق الجهد وشدة التيار والشحنة على المحور (ص)وزاوية الطور (ωز) على المحور (س) كما في الشكل ومنه نجد أنه :
- لا يوجد فرق طور بين فرق الجهد والشحنة .
- يوجد فرق طور بين شدة التيار وفرق الجهد مقداره ربع دورة ،($\frac{\pi}{٢}$)=(٩٠°)

فيتقدم التيار على فرق الجهد بربع دورة ($\frac{\pi}{٢}$)

توضيح الرسم البياني

الزوايا	الشحنة	شدة التيار	فرق الجهد
١- عند الزوايا { ٠° ، ١٨٠° ، ٣٦٠° }	تكون شحنة المكثف = صفر	تكون شدة التيار نهاية عظمى	يكون فرق الجهد = صفر لعدم وجود شحنات
٢- عند الزوايا { ٩٠° ، ٢٧٠° }	تكون شحنة المكثف نهاية عظمى	تكون شدة التيار = صفر	فرق الجهد قيمة عظمى فيعاكس التيار الأصلي ويحاول إيقافه

ملاحظة مما سبق يتضح أن شدة التيار تتناسب طرديا مع معدل التغير في الشحنة والجهد ت = $\frac{\text{ع ش}}{\text{ع ز}}$

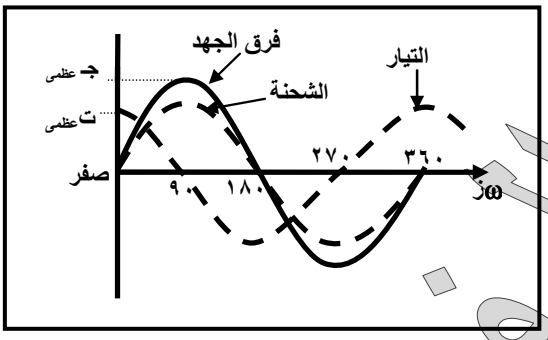
عندما تكون (ش= صفر) فإن $\frac{\text{ع ش}}{\text{ع ز}}$ **= قيمة عظمى أي أن ت = قيمة عظمى**

عندما تكون (ش = قيمة عظمى) فإن $\frac{\text{ع ش}}{\text{ع ز}}$ **= صفر أي أن ت = صفر**

دراسة فرق الطور رياضياً

س: وضح مع كتابة العلاقات أن الجهد يتأخر عن التيار في الطور بربع دورة في دائرة مكثف ومصدر تيار متردد ؟

ش = سع ×جـ ن..... (١) جـ ن = جـ ع × جاωز.....(٢) من (٢)عوض في (١) عن جـ ن



ش = جـ ع × سع جاωز نشتق بالنسبة للزمن

$\frac{\text{ع ش}}{\text{ع ز}} = \frac{\text{ع (جـ ع × سع جا ωز)}}{\text{ع ز}}$ نفاضل جاωز/ع ز = ω جتا ωز

$\frac{\text{ع ش}}{\text{ع ز}}$ = جـ ع × سع ω جتا ωز ∵ ت = $\frac{\text{ع ش}}{\text{ع ز}}$

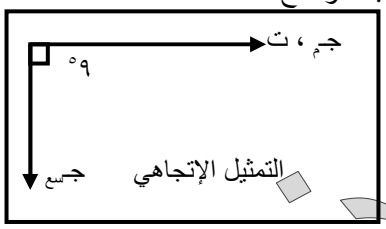
ت ن = جـ ع × سع × ω جتا ωز

س :متى تكون شدة التيار قيمة عظمى ؟

عندما تكون ωز= صفر تكون جتا صفر = ١ عندها يكون التيار قيمة عظمى

ت ع = سع × جـ ع ω ..... (٣) ∴ ت ن = ت ع جتا ωز ..... (٤)

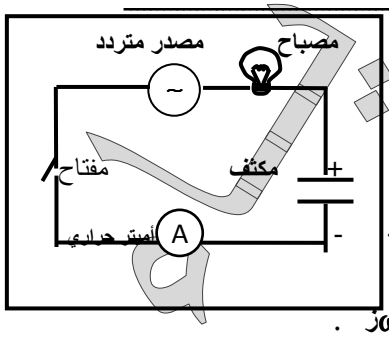
∵جتاωز= جا(ωز + $\frac{\pi}{٢}$) ∴ **ت ن = ت ع جا(ωز + $\frac{\pi}{٢}$) .....(٥)** والأشكال المقابلة توضح ذلك



بمقارنة العلاقة (٢) بالعلاقة (٥) نجد أن الجهد يتأخر عن التيار في الطور بربع دورة ($\frac{\pi}{٢}$)

العوامل التي تتوقف عليها شدة التيار الكهربائي في دائرة المكثف :

١- سعة المكثف حيث تتناسب طردياً مع شدة التيار (ت α سع).
٢- السرعة الزاوية حيث تتناسب طردياً مع شدة التيار (ت α ω).
٣- القيمة العظمى لفرق الجهد حيث تتناسب طردياً مع شدة التيار (ت α جـ ع).
٤- جيب تمام الزاوية حيث تتناسب طردياً مع شدة التيار (ت α جتاωز).



***وضح بنشاط العلاقة بين شدة التيار وسعة المكثف .**

الأدوات : مصباح ـ مكثفات بسعات مختلفة ـ مفتاح

الخطوات ١ـ نصل الأدوات على التوالي مع مصدر تيار متردد بحيث تكون سعة المكثف معلومة ولتكن (١٠٠) ميكرو فاراد ثم نغلق المفتاح **فنلاحظ** أن المصباح يضيء بشدة معينة

٢ ـ نغير المكثف بآخر سعته أكبر من الأول ولتكن (١٠٠٠) ميكرو فاراد **فنلاحظ** أن إضاءة المصباح تزداد

الاستنتاج : كلما زادت سعة المكثف فإن قدرته على تمرير التيار المتردد تزداد

(أي أن العلاقة بين السعة والتيار طردية) وتوضحه العلاقة **ت ن = جـ ع × سع × ω جتا ωز .**

س : مستعيناً بالرسم اشرح باختصار نشاطاً تبين فيه نوع العلاقة بين سعة المكثف وشدة التيار الكهربائي مستخدماً مكثفين سعتيهما على الترتيب (١٠٠) ، (١٠٠٠) ميكروفاراد . وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م)

ملاحظة : من النشاط السابق يتضح أن المكثف يعيق مرور التيار وأنه كلما **زادة سعة المكثف قلت الإعاقة لمرور التيار فيمر تيار أكبر في الدائرة حيث (ت α سع).** وتسمى هذه الإعاقة لمرور التيار في دائرة المكثف **بالمفاعلة السعوية (م سع)**

المفاعلة السعوية للمكثف(م سع)

تعريف المفاعلة السعوية : هي الإعاقة التي يلقاها التيار الكهربائي المتردد عند مروره في مكثف بسبب سعته.

س : استنتج العلاقة الرياضية التي تحسب منها المفاعلة السعوية لمكثف (م سع) ؟

من قانون أوم نجد أن م سع = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{ت ع}}$ ..... (١)

ولكن ت ع = جـ ع سع ω نعوض في (١) نجد أن م سع = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{جـ ع } \omega \text{ سع}}$ ∴ **م سع = $\frac{1}{\omega \text{ سع}}$**

∵ $f \pi ٢ = \omega$ ∴ م سع = $\frac{١}{٢ \pi f \text{ سع}}$ f التردد ، (سع) سعة المكثف ، $\pi = \frac{٢٢}{٧} \approx ٣.١٤$

العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة السعوية :

١- سعة المكثف (سع) حيث تتناسب المفاعلة السعوية تناسباً عكسياً مع سعة المكثف (م سع α ١/ سع).

٢- تردد التيار حيث تتناسب المفاعلة السعوية عكسيا مع تردد التيار(م سع α ١/ f) .

ملاحظة : وحدة قياس المفاعلة السعوية هي نفس وحدة قياس المقاومة الأومية وهي **(أوم) (Ω)**

س : اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس ؟

($\frac{\text{جـ}}{\text{ت}}$) ، ($\frac{1}{\omega \text{ سع}}$) استعن بالمعلومات الموضحة صفحة رقم (١) للإجابة عن السؤال

تعليلات علـــــى المكثـــف

س١ :لا يسمح المكثف بمرور تيار كهربائي مستمر ؟ وزاري(٢٠٠٢/٢٠٠٣م)

جـ :لأن المفاعلة السعوية تتناسب عكسياً مع تردد التيار ونظراً لأن التردد للتيار المستمر يساوي صفر فإن المفاعلة السعوية تصبح (ما لا نهائية) وبذلك لا تسمح بمرور التيار المستمر . (يوجد إجابه أخرى للتعليل صفحة رقم ١١)

س٢ : يسمح المكثف بمرور التيار المتردد في دائرته ؟

جـ :لأن المكثف يشحن ويفرغ شحنته كل نصف دورة من دورات التيار المتردد إلا أنه يعاني من مقاومة تسمى المفاعلة السعوية للمكثف

س٣ :لا يوجد فرق الطور بين فرق الجهد والشحنة في دائرة تحتوى على مكثف ؟

جـ :لأنه كلما زادت الشحنات على لوحي المكثف زاد معها فرق الجهد ش = جـ × سع.

س٤ :تقل شدة التيار الكهربائي المتردد كلما قلت سعة المكثف وتزداد كلما زادت سعة المكثف؟

جـ :لأنه كلما قلت سعة المكثف زادت مقاومته عند ثبوت فرق الجهد بين لوحي حيث تتناسب شدة التيار طردياً مع سعة المكثف (ت α سع).

س٥ :تتقدم شدة التيار المتردد على فرق الجهد بفرق طور مقداره ربع دورة ($\frac{\pi}{٢}$) في دائرة تحتوي على مكثف ؟

جـ : بسبب سعة المكثف حيث يتناسب فرق الجهد تناسباً عكسياً مع سعة المكثف حيث يتولد فرق الجهد بين لوحي المكثف بعد مرور فترة زمنية من مرور التيار الكهربائي بين لوحيه (أي أن شدة التيار تتناسب طرديا مع المعدل الزمني للتغير في الجهد) .

أو من وجهة نظر رياضية: لأن التيار عند أي لحظة دالة في جيب تمام الزاوية (ωز) ولكن فرق الجهد دالة في جيب الزاوية (ωز).

س٦ :في الترددات العالية تصبح الدائرة التي بها مكثف دائرة مغلقة ؟

جـ :لأن المفاعلة السعوية للمكثف تتناسب عكسياً مع التردد وفي الترددات العالية تقل المقاومة إلى أقل قيمة لها وتصبح التوصيلية عالية جداً وتصبح الدائرة بمثابة دائرة مغلقة جيدة التوصيل .

س٧ :لا تسمى المقاومة مفاعلة سعوية ولا العكس ؟

جـ : لأنهما تختلفان في العوامل التي تتوقف عليها كلا منهما ، وكذلك لأنه في المقاومة الأومية يفقد جزء من الطاقة على شكل حرارة أما في المفاعلة فإنه يتم تخزين الطاقة على شكل مجال كهربائي .

س٨ : تمتلك المفاعلة السعوية عدة قيم بينما تمتلك المقاومة الأومية قيمة واحدة ؟

جـ :لأن المفاعلة السعوية تعتمد على تردد التيار الذي يمكن تغييره لذلك تتغير بتغيره أما المقاومة الأومية لا تعتمد على التردد فتبقى قيمتها ثابتة.

القوانين المتعلقة بالمكثف

القانـــون	استخدامـه
ش = سع × جـ	لحساب شحنة المكثف
سع = $\frac{ش}{جـ}$ ، سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ م سع}}$	لحساب سعة المكثف
م سع = $\frac{جـ_ع}{ت_ع}$ ، م سع = $\frac{1}{\omega \text{ سع}}$ ، م سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$	لحساب المفاعلة السعوية
جـ = ت × م سع ، جـ = $\frac{ش}{سع}$	لحساب فرق الجهد الكهربائي
جـ ل = جـ ع × جا ωز	لحساب القيمة اللحظية لفرق الجهد
ت = $\frac{جـ}{م سع}$ ، ت = $2\pi f$ ×سع× جـ	لحساب شدة التيار
ت ع = ω×سع × جـ ع	لحساب القيمة العظمى لشدة التيار
ت ل = ت ع جتا ωز	لحساب القيمة اللحظية لشدة التيار

مســـــائـــــل علـى المكثـف

مثال١ : مكثف سعته ٢٠ ميكرو فاراد وصل مع مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربائية ١٠٠ فولت وتردده (٥٠ ذ/ث) أحسب
١- المفاعلة السعوية للمكثف ٢- شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة ٣- عدد مرات شحن المكثف.

الحـــل

المعطيات سع = ٢٠ ميكرو فاراد = ٢٠ × 10^{-6} فاراد ق = ١٠٠ فولت f = ٥٠ ذ/ ث

١- **م سع** = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ = $\frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times ٥٠ \times ٢٠ \times 10^{-6}}$ = **١٥٩.٠٩ أوم**

٢- **ت** = $\frac{ق}{م سع}$ = $\frac{١٠٠}{١٥٩.٠٩}$ = **٠.٦٣ أمبير** .

٣- **عدد مرات شحن المكثف = $2f$** = ٢× ٥٠ = **١٠٠ مرة** .

حل آخر : يمكن حساب قيمة **شدة التيار** من العلاقة
ت ع = ω×سع × جـ ع

مثال ٢: دائرة مكونة من مكثف ومصدر متردد تردده (٥٠) هيرتز أوجد سعة المكثف اللازم توصيله في الدائرة لكي يمر تيار شدته (٤) أمبير إذا كان فرق الجهد بين طرفي المكثف ٢٢٠ فولت .

f=٥٠ هيرتز
ت = ٤ أمبير
جـ = ٢٢٠ فولت
سع = ؟

الحـــل

نوجد سعة المكثف من العلاقة م سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ .....(١) ولكن علينا أولا إيجاد المفاعلة السعوية (م سع)

∴ **م سع** = $\frac{جـ}{ت}$ = $\frac{٢٢٠}{٤}$ = **٥٥ أوم** عوض في (١) م سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ ⬅ ٥٥ = $\frac{1}{٢ \times ٣.١٤ \times ٥٠ \times \text{سع}}$ بضرب طرفين في وسطين

٥٥×٢×٣.١٤ ×٥٠ ×سع = ١ ⇦ ١٧٢٧٠سع=١ بالقسمة على معامل (سع) ⇦ **سع = ٥.٧٩ ×$10^{-٥}$ فاراد**

مثال ٣ : مكثف سعته (٨) ميكروفاراد وصل بمصدر متردد تردده (٦٠) ذ/ث وقوته الدافعة الفعالة (١٥٠) فولت احسب :
١- المفاعلة السعوية للمكثف . ٢- القيمة الفعالة للتيار المار في الدائرة .

سع = ٨ ميكرو فاراد
= ٨ × 10^{-6} فاراد
f=٦٠ هيرتز
ق فعالة = ١٥٠ فولت

الحـــل

١) م سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ ⇦ م سع = $\frac{1}{٢ \times ٣.١٤ \times ٦٠ \times ٨ \times 10^{-6}}$ = ٣٣٢ أوم

٢) **ت فعالة** = $\frac{ق_{\text{فعالة}}}{م سع}$ = $\frac{١٥٠}{٣٣٢}$ = **٠.٤٥٢ أمبير**

مثال ٤ :وصل مكثف بمصدر متردد فكان فرق الجهد بين قطبيه في لحظة ما يعطى بالعلاقة جـ ل = ٢٢٠ جا(٤٤٠ز) فولت ، وكانت شدة التيار في تلك اللحظة ت ل = ٥ جتا (٤٤٠ز) أمبير . أوجد : أ) سعة المكثف . ب) عدد مرات شحن وتفريغ المكثف .

الحـــل ⟵

المعطيات : جـ ل = ٢٢٠ جا(٤٤٠ز) ، ت ل = ٥ جتا (٤٤٠ز)

من العلاقتين السابقتين نجد أن : جـ ع = ٢٢٠ فولت ، ت ع = ٥ أمبير ، ω= ٤٤٠ راديان / ث

أ) إيجاد سعة المكثف : م سع = $\frac{\text{ت ع}}{\text{جـ ع}}$ ⇦ سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ م سع}}$ .....(١) **نوجد قيمة (م سع) و قيمة (f)**

م سع = $\frac{٥}{٢٢٠}$ = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{ت ع}}$ ⇦ **م سع = ٤٤ أوم** ، $f\pi٢ = \omega$ ⇦ $f = \frac{\omega}{\pi٢} = \frac{٤٤٠}{٣.١٤ \times ٢}$ ⇦ f = ٧٠ هيرتز **عوض في (١)**

سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ م سع}}$ = $\frac{١}{٢ \times ٣.١٤ \times ٧٠ \times ٤٤}$ ⇦ **سع = ٥.١٦ × ١٠$^{-٥}$ فاراد**

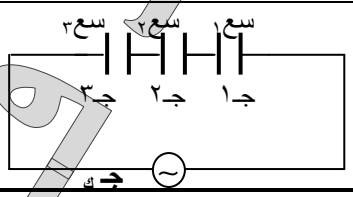
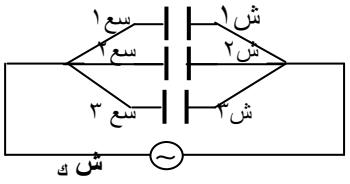
حل آخر : يمكن حساب قيمة **سعة المكثف** من العلاقة

ت ع = ω× سع × جـ ع

ب) عدد مرات شحن وتفريغ المكثف = ٢ f = ٢ × ٧٠ = **١٤٠ مرة**

طـرق توصيـل المكثفـات

التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي للمكثفات

وجه المقارنة	طريقة التوصيل على التولي	طريقة التوصيل على التوازي
الشكل		
استنتاج علاقة حساب السعة الكلية لعدة مكثفات	التيار والشحنة ثابتين على جانبي كل المكثفات ∴ **ش** كلية = **ش**١ = **ش**٢ = **ش**٣ فرق الجهد متغير من مكثف لآخر . ∴ **جـ** الكلية = **جـ** ١ + **جـ** ٢ + **جـ** ٣ .....(١) ولكن **جـ** = $\frac{\text{ش}}{\text{سع}}$ عوض في (١) عن الجهد **(جـ)** ∴ $\frac{\text{ش}}{\text{سع ك}} = \frac{\text{ش}}{\text{سع ١}} + \frac{\text{ش}}{\text{سع ٢}} + \frac{\text{ش}}{\text{سع ٣}}$ بإخراج الشحنة عامل مشترك ثم قسمة الطرفين على ش $\frac{\text{ش}}{\text{سع ك}} = \text{ش}\left(\frac{١}{\text{سع ١}} + \frac{١}{\text{سع٢}} + \frac{١}{\text{سع ٣}}\right)$ ∴ $\frac{1}{\text{سع ك}} = \frac{١}{\text{سع ١}} + \frac{١}{\text{سع٢}} + \frac{١}{\text{سع ٣}}$	فرق الجهد ثابت على جانبي كل المكثفات ∴ **جـ** الكلية = **جـ** ١ = **جـ** ٢ = **جـ** ٣ التيار والشحنة متغيران من مكثف لآخر ∴ **ش** ك = **ش**١ + **ش**٢ + **ش**٣ ..... (١) ولكن **ش = سع × جـ** نعوض في (١) عن **(ش)** سع ك × جـ = سع١× جـ + سع٢ × جـ + سع٣ × جـ بإخراج الجهد عامل مشترك ثم قسمة الطرفين على جـ ∴سع ك = سع١ + سع٢ + سع٣
خطوات حساب شدة التيار المار في الدائرة أو حساب فرق الجهد	١- نوجد **السعة الكلية للمكثفات** (عندما تكون معطى في المسألة) من العلاقة: $\frac{١}{\text{سع ك}} = \frac{١}{\text{سع ١}} + \frac{١}{\text{سع٢}} + \frac{١}{\text{سع ٣}}$ **ثمَّ** ٢- نوجد المفاعلة السعوية الكلية من العلاقة : **م سع ك** = $\frac{١}{٢\pi f \text{ سع ك}}$ • **وعندما يعطينا في المسألة المفاعلات السعوية(م سع) للمكثفات نستخدم العلاقة :** **م سع ك** = **م** سع١ + **م** سع ٢ + **م** سع ٣ **٣- نوجد شدة التيار من العلاقة :** ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م سع ك}}$ = $\frac{\text{جـ ك}}{\text{م سع ك}}$ **أو من العلاقة :** ت = ٢ πf ×سع ك× جـ ك **٤- نوجد القوة الدافعة أو الجهد من العلاقة:** ق = جـ = ت× م سع ك	١- نوجد **السعة الكلية للمكثفات** (عندما تكون معطى في المسألة) من العلاقة: سع ك = سع١ + سع٢ + سع٣ **ثمَّ** ٢- نوجد المفاعلة السعوية الكلية من العلاقة: **م سع ك** = $\frac{١}{٢\pi f \text{ سع ك}}$ • **وعندما يعطينا في المسألة المفاعلات السعوية(م سع) للمكثفات نستخدم العلاقة :** **١/ م سع ك** = **١/ م** سع١ + **١/م** سع ٢ +**١/ م** سع ٣ **٣- نوجد شدة التيار من العلاقة** ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م سع ك}}$ = $\frac{\text{جـ ك}}{\text{م سع ك}}$ **أو من العلاقة :** ت = ٢ πf ×سع ك× جـ ك **٤- نوجد القوة الدافعة أو الجهد من العلاقة:** ق = جـ = ت× م سع ك

حـــالات خاصـــــــة

اســـم الحـالـــة	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
حساب السعة الكلية لمكثفين مختلفين في السعة	سع ك = $\frac{\text{سع ١} \times \text{سع ٢}}{\text{سع ١} + \text{سع ٢}}$	سع ك = سع١ + سع٢
حساب السعة الكلية لعدة مكثفات متساوية السعة	سع ك = $\frac{\text{سع١}}{\text{ن}}$ حيث (ن) عدد المكثفات .	سع ك = ن × سع١ حيث (ن)عدد المكثفات .
حساب المفاعلة السعوية الكلية لمكثفين مختلفين في المفاعلة	م سع ك = م سع١ + م سع ٢	م سع ك = $\frac{\text{م سع١} \times \text{م سع ٢}}{\text{م سع ١} + \text{م سع ٢}}$
حساب المفاعلة السعوية لعدة مكثفات متساوية في المفاعلة	م سع ك = ن × م سع١	م سع ك = $\frac{\text{م سع١}}{\text{ن}}$

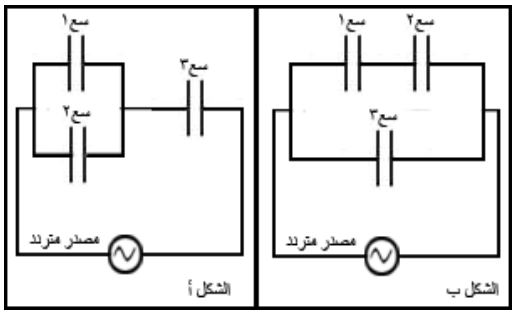
ملاحظات مهمة :

١ـ عند حل مسائل التوالي والتوازي المكثفات لا نغير وحدات القياس (للسعات أو المفاعلات) عند حساب (سع ك) أو (م سع ك) أثناء الحل وإنما في الخطوة الأخيرة .

٢ـ في حالة توصيل المكثفات على التوالي تكون المفاعلة السعوية(م سع) الكلية أكبر من أكبر قيمة وفي حالة التوصيل على التوازي تكون أقل من أصغر قيمة .

٣ـ إذا كان هنالك مكثفات متصلة كما بالشكل (أ) نوجد أولاً المفاعلة الكلية للمكثفان المتصلان على التوازي ثم نجمع الناتج مع المفاعلة الثالثة بقانون التولي

٤ـ إذا كان هنالك مكثفات متصلة كما بالشكل (ب) نوجد أولاً المفاعلة الكلية للمكثفان المتصلان على التوالي ثم نجمع الناتج مع المفاعلة الثالثة بقانون التوازي



مثال١ : ثلاثة مكثفات سعاتها (٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠) ميكروفاراد وصلت بمصدر تيار متردد جهده (٢٠٠) فولت وتردده (٣٥) هيرتز احسب ما يلي : ١ـ شدة التيار عند التوصيل على التوالي. وزاري (٢٠٠١ / ٢٠٠٢ م)

٢ـ فرق الجهد بين لوحي المكثف الأول عند التوصيل على التوالي .

٣ـ شدة التيار المار في الدائرة عند التوصيل على التوازي .

٤ـ شدة التيار المار في المكثف الأول عند التوصيل على التوازي .

سع١ = ٢٠ ميكرو فاراد
سع٢= ٤٠ ميكرو فاراد
سع٣= ٦٠ ميكرو فاراد
جـ = (٢٠٠) فولت
f =٣٥ هيرتز

الحـــل

١ـ حساب شدة التيار في حالة التوصيل على التوالي :

ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م سع ك}} = \frac{٢٠٠}{\text{م سع ك}}$ .....(١) نوجد المفاعلة السعوية الكلية م سع ك

م سع ك = $\frac{١}{٢\,\pi\, f\, \text{سع ك}} = \frac{١}{٢ \times ٣.١٤ \times ٣٥ \times \text{سع ك}}$ .....(٢) نوجد السعة الكلية للمكثفات

$\frac{1}{\text{سع ك}} = \frac{١}{\text{سع ١}} + \frac{١}{\text{سع٢}} + \frac{١}{\text{سع ٣}} \Longleftarrow \frac{١}{\text{سع ك}} = \frac{١}{٢٠} + \frac{١}{٤٠} + \frac{١}{٦٠} = \frac{٦+٣+٢}{١٢٠} = \frac{١١}{١٢٠}$ (ميكروفاراد)$^{-١}$ **نشقلب المقدار ونحوله إلى الفاراد**

سع ك= $\frac{١٢٠}{١١} \times ١٠^{-٦}$ فاراد عوض في(٢)عن السعة الكلية ∴ م سع ك = $\frac{١}{٢ \times ٣.١٤ \times ٣٥ \times \frac{١٢}{١١} \times ١٠^{-٦}}$ = **٤١٧ أوم** عوض في (١)

ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م سع ك}} = \frac{٢٠٠}{\text{م سع ك}} = \frac{٢٠٠}{417} \approx$ **٠.٤٨ أمبير**

٢ـ حساب فرق الجهد بين لوحي المكثف الأول عند التوصيل على التوالي:

جـ = ت × م سع١ ⇦ جـ = ٠.٤٨ × م سع1 .....(٣) نوجد قيمة (م سع١) **م سع 1** = $\frac{١}{٢\,\pi\, f\, \text{سع ١}} = \frac{١}{٢ \times ٣.١٤ \times ٣٥ \times ٢٠ \times ١٠^{-٦}}$

م سع١= **٢٢٧.٢٧ أوم** عوض في العلاقة (٣) **جـ** = ٠.٤٨ × ٢٢٧.٢٧ ⇦ **جـ = ١٠٩.١ فولت**

٣ـ حساب شدة التيار في حالة التوصيل على التوازي:

تحسب شدة التيار من العلاقة ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م سع ك}}$ .....(٤) **نوجد أولاً قيمة المفاعلة السعوية من العلاقة** م سع ك= $\frac{١}{٢\,\pi\, f\, \text{سع ك}}$ .....(٥)

سع ك = سع١ + سع٢ + سع٣ ⟸ سع ك = ٢٠ + ٤٠ + ٦٠ ∴ **سع ك = ١٢٠ ×١٠^-٦ فاراد** عوض في (٥)

∴ م سع ك = $\frac{1}{2 \times 3.14 \times 35 \times 120 \times 10^{-6} \times 10}$ ≈ **٣٧.٨٨ أوم** عوض في (٤) **ت = $\frac{جـ}{م\ سع\ ك}$ = $\frac{٢٠٠}{م\ سع\ ك}$ = $\frac{٢٠٠}{٣٧.٨٨}$ ≈ ٥.٢٨ أمبير**

٤- حساب شدة التيار المار في المكثف الأول عند التوصيل على التوازي

ت = $\frac{جـ}{م\ سع\ ١}$ = $\frac{٢٠٠}{م\ سع\ ١}$ .....(٦) نوجد قيمة المفاعلة السعوية للمكثف الأول من العلاقة م سع ١ = $\frac{1}{2\pi f\ سع\ ١}$

م سع ١ = $\frac{1}{2 \times 3.14 \times 35 \times 20 \times 10^{-6} \times 10}$ ⇦ م سع ١ = ٢٢٧.٢٧ أوم عوض في (٦) ت = $\frac{٢٠٠}{٢٢٧.٢٧}$ ⇦ ت = ٠.٨٩ أمبير

نشاط) في المثال السابق احسب مقدار الشحنة على كل مكثف .

مثال٢ : (٩٩/٩٨م) مكثفان متصلان في دائرة مولد على التوالي سعة كلاً منهما ($\frac{1}{22}$ ، $\frac{1}{44}$) فاراد ويدور ملف المولد بسرعة ٦٠٠٠ دورة في دقيقتين وعند لحظة إدماج المكثفين بدائرة المولد كانت القوة الدافعة الكهربائية ٢.٥٢ فولت ، أحسب مقدار التيار المار في المكثفين عند هذه اللحظة

الحـــل

ت = ٢ π f × سع ك× جـ ⇦ **ت = ٢ × ٣.١٤ × ٥٠ ×سع ك ×٢.٥٢ .....(١) نوجد قيمة سع ك**

تحسب السعة الكلية لمكثفين على التوالي من العلاقة **سع ك** = $\frac{سع\ ١ \times سع\ ٢}{سع\ ١ + سع\ ٢}$ = $\frac{\frac{1}{44} \times \frac{1}{22}}{\frac{1}{44} + \frac{1}{22}}$ ⇦ **سع ك = ٠.٠١٥ فاراد**

نعوض في (١) **ت = ٢ × ٣.١٤ × ٥٠ × ٠.٠١٥ ×٢.٥٢** ⇦ **ت ≈ ١٢ أمبير**

سع١ = $\frac{1}{22}$ فاراد
سع٢= $\frac{1}{44}$ فاراد
f = $\frac{600}{12}$ = ٥٠ هيرتز
ق=جـ = ٢.٥٢ فولت
ت = ؟

نشاط) في المثال السابق أحسب مقدار التيار المار في كل مكثف على حدة عند توصيلهما على التوازي ؟

مثال٣ :(٢٠٠٨/٢٠٠٧م) ثلاثة مكثفات سعة الثاني ضعف سعة الأول وسعة الثالث ثلاثة أمثال الأول وصلت مع بعضها على التوالي بمصدر تيار متردد تردده (٣٥) هيرتز وجهده (٢٥٠) فولت فإذا كانت المفاعلة السعوية ١٠^٤/٢٤ أوم فأحسب سعة المكثف الثالث .

الحـــل

لحساب سعة المكثف الثالث علينا أولا إيجاد السعة الكلية للمكثفات من العلاقة التالية :

م سع ك = $\frac{1}{2\pi f\ سع\ ك}$ ⇦ $\frac{10^{4}}{24}$ = $\frac{1}{2 \times 3.14 \times 35 \times سع\ ك}$ **بضرب طرفين × وسطين**

٢.١٩٨ ×١٠^٦ ×سع ك = ٢٤ ⇦ سع ك = ٢٤ ⇦ **سع ك = ١.٠٩ × ١٠^-٥ فاراد** وبدلالة **سع ك نجد أن**

$\frac{1}{سع\ ك} = \frac{1}{سع\ ١} + \frac{1}{سع\ ٢} + \frac{1}{سع\ ٣}$ ⇦ $\frac{1}{سع\ ك} = \frac{1}{سع\ ١} + \frac{1}{٢سع\ ١} + \frac{1}{٣سع\ ١}$ ⇦ $\frac{1}{1.09 \times 10^{-5}} = \frac{٦}{٦سع\ ١} = \frac{٢+٣+١}{٦سع\ ١}$

بضرب طرفين × وسطين ٦سع ١ =١.٢ ×١٠^-٤ ⇦ **سع ١ = ٢ × ١٠^-٥ فاراد**

∵ سع٣ = ٣سع ١ ∴ سع٣ = ٣ × ٢ × ١٠^-٥ ⇦ **سع٣ = ٦ × ١٠^-٥ فاراد**

سع ١ = ؟
سع٢= ٢سع ١
سع٣ = ٣سع ١
جـ = (٢٥٠) فولت
f =٣٥ هيرتز
ق=جـ = ٢٥٠ فولت
م سع = ١٠^٤/٢٤ أوم
سع ٣ = ؟

مثال ٤ : ثلاثة مكثفات متساوية السعة سعة كلاً منها (٢٤) ميكروفاراد وصلت بمصدر تيار متردد تردده (٣٥) هيرتز وكانت النهاية العظمى لفرق الجهد بين طرفيه (٢٠٠) فولت احسب شدة التيار المار في الدائرة في حالة توصيلها على التوالي .

الحـــل

∵ ت = ٢ π f × سع ك× جـ ∴ ت = ٢ ×٣.١٤×٣٥ × سع ك ×٢٠٠ .....**(١) نوجد قيمة سع ك**

يمكن حساب قيمة سع ك في حالة تساوي قيمة السعة للمكثفات المتصلة على التوالي من العلاقة التالية

سع ك = $\frac{سع١}{ن}$ ⇦ سع ك = $\frac{٢٤ \times 10^{-6}}{٣}$ ⇦ **سع ك = ٨ × ١٠^-٦ فاراد عوض في العلاقة (١)**

ت = ٢ ×٣.١٤ ×٣٥× ٨ ×١٠^-٦ ×٢٠٠ ∴ ت ≈ ١.٧٦ ×١٠^-٣أمبير

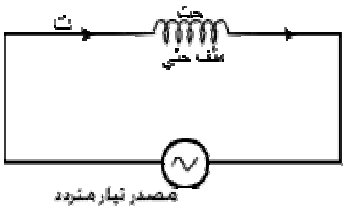
سع١ = سع٢= سع٣=٢٤ ميكرو فاراد
جـ = (٢٠٠) فولت
f =٣٥ هيرتز
ت = ؟

نشاط١) مكثف سعته ٢٠ ميكرو فاراد وصل مع مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربائية ١٠٠فولت وتردده (٥٠) ذ/ث أحسب
١- المفاعلة السعوية للمكثف . ٢- شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة . الجواب [١- (١٥٩.٢ أوم) ، ٢- (٠.٦٣ أمبير)]

نشاط٢) مكثفان وصلا على التوالي في دائرة كهربائية فكانت السعة الكلية لهما (١٠) ميكروفاراد وعند توصيلهما في نفس الدائرة على التوازي كانت السعة الكلية لهما (٤٥) ميكروفاراد احسب السعة لكل مكثف ؟

الجواب [سع ١ = ٣٠ميكروفاراد أو سع١ = ١٥ ميكروفاراد ، سع ٢ = ١٥ميكروفاراد أو سع٢ = ٣٠ ميكروفاراد]

ثالثاً / دائرة ملف حثي متصل بمصدر تيار متردد



تعريف الملف: هو عبارة عن سلك نحاسي لف حول نفسه العديد من المرات.

الغرض منه : خزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال مغناطيسي.

استخدامه : يستخدم في صناعة المولدات الكهربائية والمحركات والمحولات الكهربائية وفي الأجهزة الإلكترونية مثل (الراديو والتلفاز والكمبيوتر و....) .

رمزه في الدوائر الكهربائية: يرمز له بالرمز 

س: استنتج علاقة رياضية تبين فيها أن القوة الدافعة الكهربائية اللحظية في ملف متصل بمصدر تيار متردد هي دالة جيب تمام الزاوية (ωز) وزاري (٢٠٠٦ / ٢٠٠٧ م)

س: استنتج العلاقة التي توضح من خلالها أن الجهد يسبق التيار بربع دورة في دائرة الملف ؟

جـ : عندما يمر تيار متردد في دائرة الملف فإن شدته اللحظية تتغير مع مرور الزمن حسب المعادلة

ت ر = ت ع جا ωز ..... (١)

فيولد في الملف مجالاً مغناطيسياً متغيراً يعمل على توليد (ق. د. ك) تأثيرية عكسية بين طرفي الملف تقاوم القوة الدافعة الكهربائية للمصدر (جـ) وتحسب من العلاقة

ق.د.ك = ـ حث $\frac{\text{ء ت}}{\text{ء ز}}$ ..... (٢) وتدل الإشارة السالبة بأن ج تعاكس جـ

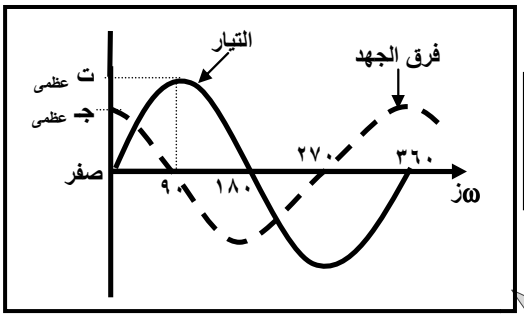
استنتج علاقة رياضية تبين فيها أن القوة الدافعة الكهربائية اللحظية في ملف متصل بمصدر تيار متردد هي دالة جيب تمام الزاوية (ωز)
وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥ م)

∵ الملف مهمل المقاومة الأومية فإن القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية تعاكس القوة الدافعة الكهربائية جـ

جـ ر = ـ ق.د.ك ..... (٣) نعوض من (٢) في (٣)

جـ ر = حث $\frac{\text{ء ت}}{\text{ء ز}}$ نعوض عن قيمة ت من العلاقة (١)

جـ = حث $\frac{\text{ء ت ع جا ωز}}{\text{ء ز}}$ نفاضل المعادلة بالنسبة للزمن (ز) ، $\frac{\text{ء جا ωز}}{\text{ء ز}}$ **= ω جتا ωز**



جـ ر = حث ت ع ω جتا ωز ..... (٤)

ويكون جـ قيمة عظمى عندما تكون ωز = صفر حيث جتا صفر = ١

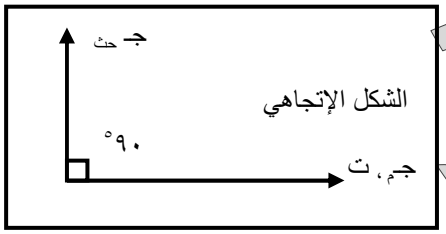
جـ ع = حث ت ع ω ..... (٥) نعوض من (٥) عن جـ ع في (٤)

جـ ر = جـ ع جتا ω ز ..... (٦)

حيث (ω) السرعة الزاوية ، (حث) الحث الذاتي بالهنري ،

(ت ع) القيمة العظمى لشدة التيار بالأمبير ، (جـ ع) القيمة العظمى لفرق الجهد بالفولت .

ومن العلاقة (٥) نجد أن



ت ع = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{ω حث}}$ ..... (٧)

بمقارنة المعادلة(١) بالمعادلة (٦) نجد أن

ت ر = ت ع جا ω ز ، جـ ر = جـ ع جتا ω ز = جـ ع جا (ω ز + ٩٠°)

∴ يوجد فرق طور بين فرق الجهد (جـ) والتيار (ت) في دائرة الملف مقداره ربع دورة (**π/٢ = ٩٠°**) بحيث يتقدم فرق الجهد على التيار بربع دورة . والأشكال (البياني و الإتجاهي) أعلاه توضح ذلك.

ملاحظات مهمة: ١ـ إن القوة الدافعة العكسية المتولدة بالحث في الملف عند مرور تيار متردد فيه تكون معاكسة لاتجاه التيار المار فيه، فهي تكون بعكس اتجاه التيار عندما تزيد شدته وتكون **بنفس اتجاه التيار عندما تنقص شدته وبذلك تسبب إعاقة في مروره في الملف .**

٢ـ لا يولد التيار المستمر حث ذاتي في الملف عندما يمر به (علل) لأنه ثابت الشدة والاتجاه . لذلك لا يلقى سوى مقاومة الملف كموصل

س: ماذا يحدث إذا مر تيار متردد في دائرة الملف ؟ (وزاري)

جـ: .....

س : علل : وجود إعاقة لمرور التيار الكهربائي المتردد في دائرة الملف الحثي . وزاري (٢٠٠٨ / ٢٠٠٩ م)

جـ : .....

الحث الذاتي : هو التأثير الكهرومغناطيسي الذي يحدث في موصل عند تغير شدة التيار المار فيه زيادةً ونقصاناً .
أو هو ظاهرة تولد قوة دافعة كهربائية في الملف عندما يمر فيه تيار تتغير شدته مع مرور الزمن .

حساب المفاعلة الحثية للملف (م حث)

المفاعلة الحثية : هي الإعاقة التي يلاقيها التيار المتردد عند مروره في الملف بسبب حثه الذاتي .

استنتاج المفاعلة الحثية (م حث) لملف واحد مهمل المقاومة :-

من قانون أوم نجد أن م حث = جـ ع / ت ع .....(١) ولكن جـ ع = ω حث ت ع عوض في (١)

∴ م حث = ω حث ت ع / ت ع ⟸ **م حث = ω حث** ، ∵ ω = ٢ π f ∴ **م حث = ٢ π f حث**

العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة الحثية (م حث) هي :

١- **تردد التيار المتردد (f) حيث تتناسب المفاعلة الحثية تناسباً طردياً مع التردد (م حث α f).**

٢- **الحث الذاتي للملف (حث) حيث تتناسب المفاعلة الحثية تناسباً طردياً مع الحث الذاتي (م حث α حث) .**

تعليـــــــــلات

١- **لا يصل التيار في دائرة الملف إلى قيمته النهائية لحظة إغلاق الدائرة فجأة ولا يصل إلى الصفر لحظة فتح الدائرة فجأة .** (وزاري)

جـ : بسبب الحث الذاتي للملف والذي ينتج عنه تولد تيارات معاكسة للتيار الأصلي .

٢- **التيار المتردد يتأخر عن الجهد في الطور بمقدار ربع دورة في دائرة الملف .**

جـ : بسبب القوة الدافعة العكسية المتولدة نتيجة الحث الذاتي للملف .

٣- **تنعدم المفاعلة الحثية للملف عند مرور التيار المستمر فيه .**

جـ : لأن المفاعلة الحثية تتناسب طردياً مع التردد وتردد التيار المستمر صفر ولهذا تكون المفاعلة الحثية = صفر .

٤- **للمقاومة قيمة واحدة بينما للمفاعلة الحثية قيم لا نهائية .**

جـ : لأن المفاعلة الحثية تعتمد على تردد التيار الذي يمكن تغييره لذلك تتغير بتغيره أما المقاومة الأومية لا تعتمد على التردد فتبقى قيمتها ثابتة.

٥- **في الترددات العالية تصبح الدائرة التي بها ملف دائرة مفتوحة .**

جـ : لأن المفاعلة الحثية تتناسب طردياً مع شدة التيار المتردد وفي الترددات العالية تزداد المقاومة وتصبح التوصيلية ضعيفة جداً وبالتالي تصبح الدائرة بمثابة دائرة مفتوحة رديئة التوصيل .

٦- **لا تستهلك طاقة كهربائية في الملف أو المكثف عندما يمر بهما تيار متردد .**

جـ : لأن الطاقة تختزن بصورة **مجال كهربائي** في **المكثف** و بصورة **مجال مغناطيسي** في **الملف** ولا تتحول إلى حرارة.

س : المفاعلة الحثية للملف ..... مرور التيار ، ولكنها ..... طاقة كهربائية . وزاري (٢٠٠٥ /٢٠٠٦ م)

القوانيـــن المتعلقـــة بالملـــف

القـــانـــون	استـــخـــدامـــه
حث = μ ن٢ س / ل ، حث = جـ / ω × ت ، حث = ق.د.ك ء ز / ء ت ، حث = م حث / f π٢	لحساب الحث الذاتي للملف
ق.د.ك = ـ حث ء ت / ء ز	لحساب القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الملف
جـ ع = حث ت ع ω	لحساب القيمة العظمى لجهد الملف
جـ ل = جـ ع جتا ω ز = جـ ع جا (ω ز + ٩٠°)	لحساب القيمة اللحظية لجهد الملف
ت ل = ت ع جا ω ز	لحساب القيمة اللحظية لشدة التيار في الملف
ت = جـ / م حث	لحساب شدة التيار في الملف
م حث = جـ / ت ، **م حث = ω حث** ، **م حث = ٢ π f حث**	لحساب المفاعلة الحثية للملف

مسـائـل علـى الملـف

مثال ١) ملف حث مهمل المقاومة الأومية حثه الذاتي ٠.٧ هنري وصل مع مصدر تيار متردد تردده (٥٠ هرتز) والقيمة العظمى لشدة التيار ٢.٢ أمبير ، احسب

١- المفاعلة الحثية للملف **٢- القيمة العظمى لفرق الجهد .**

حث = ٠.٧ هنري
f = ٥٠ هرتز
ت ع = ٢.٢ أمبير

الحـــل

١- م حث = ٢ π f حث ⇦ م حث = ٢ × ٢٢/٧ × ٥٠ × ٠.٧ ⇦ **م حث = ٢٢٠ أوم**

٢- جـ ع = **ت** ع × م حث ⇦ جـ ع = ٢.٢ × ٢٢٠ ⇦ **جـ ع = ٤٨٤ فولت**

مثال ٢) ملف مهمل المقاومة الأومية مفاعلته الحثية ١٠٠ أوم وصل مع مصدر تيار متردد القيمة العظمى لقوته الدافعة ٢٠٠ فولت وتردده ٣٥ ذ/ث ، أحسب

١- مقدار الحث الذاتي للملف ٢- القيمة العظمى للتيار المار في الدائرة .

م حث = ١٠٠ أوم
جـ ع = ق ع = ٢٠٠ فولت
f = ٣٥ ذ/ث

الحـــل

١- م حث = ٢ π f حث ⇦ حث = م حث / ٢ π f ∴ حث = ١٠٠ / (٢ × ٢٢/٧ × ٣٥) ⇦ حث = ١٠٠ / (٥ × ٤٤) = ١٠٠ / ٢٢٠ ∴ **حث = ٠.٤٥ هنري**

٢- ت ع = جـ ع / م حث = ٢٠٠ / ١٠٠ ⇦ **ت ع = ٢ أمبير**

مثال ٣) ملف حثه ٠.٧ هنري ومفاعلته الحثية ٢٠٠ أوم،أحسب تردد المصدر الذي وصل معه ذلك الملف .

حث = ٠.٧ هنري
م حث = ٢٠٠ أوم

الحـــل

∵ م حث = ٢ f π حث ∴ f = م حث / ٢ π حث = ٢٠٠ / (٢ × ٢٢/٧ × ٠.٧) ⇦ f = ٢٠٠ / ٤.٤ = **f = ٤٥.٤٥ هرتز**

مثال ٤) ملف حثه الذاتي ٠.٤ هنري تتغير فيه شدة التيار بمعدل ٢ أمبير لكل ٠.٢ ثانية احسب (ق.د.ك) المتولده فيه

حث = ٠.٤ هنري
Δت = ٢ أمبير
Δز = ٠.٢ ثانية

الحـــل

ق.د.ك = ـ حث Δت / Δز ⇦ ق.د.ك = ـ ٠.٤ × ٢ / ٠.٢ ⇦ ق.د.ك = ـ ٤ فولت

ملاحظة : من المعلوم بأن هذه الوحدة خاصة بدراسة التيار المتردد إلا أنه قد يذكر في المسألة مصدرين للتيار (مستمر و متردد)

في هذه الحالة : نستفيد من المصدر المستمر في إيجاد قيمة المقاومة (م) (علل) لأن كل من التيار المتردد والمستمر يلقيان مقاومة عند مرورهما في الموصلات ، بينما لا يلاقي التيار المستمر إعاقة عند مروره في الملفات سوى مقاومته كموصل ولا يمر عبر المكثفات إلا لحظياً .أما التيار المتردد فإنه يلاقي إعاقة عند مروره في الملفات تسمى مفاعلة حثية (م حث) ويلاقى إعاقة عند مروره في المكثفات تسمى مفاعلة سعوية (م سع)

علاقات نستفيد منها في إيجاد قيمة المقاومة الأومية : م = جـ / ت ، م = جـ² / قد ، م = قد / ت . حيث(قد) هي القدرة

مثال٥: ملف حثه الذاتي ٧/٢٧٥ هنري ومقاومته ٦ أوم . احسب شدة التيار بالملف إذا وصل :

١- بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربائية ٦ فولت وتردده ٥٠ ذبذبة / ثانية .
٢- بمصدر تيار مستمر قوته الدافعة الكهربائية ٦ فولت (مع إهمال المقاومة الداخلية لمصدري التيار) .
٣- هل قيم شدة التيارين مختلفة أم متساوية ، ولماذا .

حث = ٧/٢٧٥ هنري
م = ٦ أوم
ق متردد = ٦ فولت
f = ٥٠ ذ / ث
ق مستمر = ٦ فولت

الحـــل

١- شدة التيار بالملف عند توصيله بمصدر متردد : ت متردد = جـ / م حث = ٦ / م حث .....(١) نوجد قيمة م حث

م حث = ٢ π f حث = ٢ × ٢٢/٧ × ٥٠ × ٧/٢٧٥ ⇦ **م حث = ٨ أوم** عوض في (١) ت متردد = ٦/٨ ⇦ **ت متردد ≈ ٠.٨ أمبير**

٢- شدة التيار بالملف عند توصيله بمصدر مستمر : ت مستمر = جـ / م = ٦/٦ ⇦ **ت مستمر = ١ أمبير**

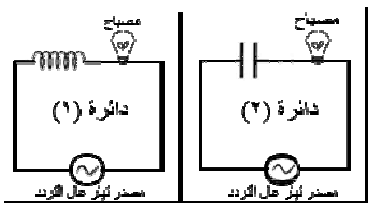
٣- شدة التيار المستمر المار في الملف أكبر من شدة التيار المتردد المار في نفس الملف وعند نفس قيمة القوة الدافعة
السبب هو أن التيار المستمر لا يلقى إعاقة عند مروره في الملف (سوى مقاومته كموصل) بينما التيار المتردد يلقى إعاقة بسبب الحث الذاتي للملف وإعاقة أخرى له (كموصل)

نشاط ١): وصل ملف حثي في دائرة ، مقاومته الأومية مهملة ، وطوله (π/٢) سم ، وعدد لفاته (٥٠٠) لفة ،ومعامل النفاذية المغناطيسية لقلبه (٤π × ١٠^-٧) ويبر /أمبير.متر.لفة ، ومساحة مقطعه (١٠٠٠) سم² ،علماً بأن القوة الدافعة الكهربية في الدائرة بين طرفي الدائرة (٢٢٠) فولت ، وتردده (٣٥)هرتز ، احسب شدة التيار المار في : ١- الدائرة . ٢- الدائرة إذا استبدل الملف بملف آخر طوله (π/٤) سم

وزاري (٢٠١٠/٢٠١١م) الجواب [١- (٠.٥ أمبير) ، ٢- (٠.٢٥ أمبير]

نشاط٢) : انظر إلى الشكل المرسوم جانباً . أي المصباحين إضاءته أقوى ؟ علل ما تقول .

وزاري(٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

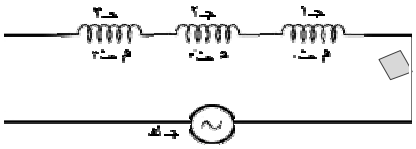
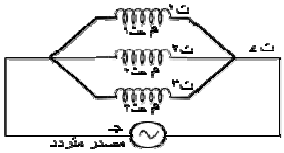


نشاط٣): إثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس :

١) ٢ π f حث ، ١ / ٢ π f سع

طـــرق توصيـــل الملفـــات

التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي للملفات

وجه المقارنة	التوصيـل علـى التـوالـي	التوصيـل علـى التـوازي
الشكل		
استنتاج قانون حساب المفاعلة الحثية الكلية أو الحث الذاتي الكلي لعدة لملفات	التيار المار في جميع الملفات ثابت (متساوي) **ت١ = ت ٢= ت٣ = ت** فرق الجهد متغير من ملف إلى آخر **جـ** الكلية **= جـ ١ + جـ ٢ + جـ ٣** ..... (١) ومن قانون أوم جـ = ت× م حث نعوض في (١) عن **جـ** **م** حث ك × ت = **م** حث١ × ت + **م** حث٢ × ت + **م** حث٣ × ت بإخراج ت عامل مشترك من الطرف الأيسر م حث ك × ت = ت(م حث١ + م حث٢ + م حث٣) بقسمة الطرفين على ت **∴ م** حث ك = **م** حث١ + **م** حث٢ + **م** حث٣ ولكن محث=٢ π ƒ حث ∴ ٢ π ƒ حثك = ٢ π ƒ (حث١ + حث٢ + حث٣) **حث ك = حث١ +حث٢ + حث٣**	فرق الجهد بين أطراف الملفات ثابت (متساوي) **جـ ١ = جـ ٢= جـ ٣ = جـ** التيار متغير من ملف إلى آخر **ت** الكلية **= ت ١ + ت٢ + ت ٣** ..... (١) ومن قانون أوم **ت** = جـ / م حث نعوض في (١) عن **ت** جـ / م حث ك = جـ / م حث ١ + جـ / م حث ٢ + جـ / م حث ٣ بأخذ جـ عامل مشترك من الحد الأيسر وقسمة الطرفين عليه ∴ ١ / م حث ك = ١ / م حث ١ + ١ / م حث ٢ + ١ / م حث ٣ ١ / ٢ π ƒ حث ك = ١ / ٢ π ƒ [١ / حث ١ + ١ / حث ٢ + ١ / حث ٣] **١ / حث ك = ١ / حث ١ + ١ / حث ٢ + ١ / حث ٣**
خطوات حساب شدة التيار المار في الدائرة أو حساب فرق الجهد	١ـ نوجد **الحث الذاتي الكلي** (عندما يكون معطى في المسألة) من العلاقة : **حث ك = حث١ +حث٢ +حث٣** ٢ ـ نوجد المفاعلة الحثية الكلية من العلاقة : **م حث ك** = ٢ π ƒ حث ك • **وعندما يعطينا في المسألة المفاعلات الحثية للملفات نستخدم العلاقة :** **م حث ك = م** حث١ + **م** حث٢ + **م** حث٣ **٣ـ نوجد شدة التيار من العلاقة :** **ت** = ق / م حث ك = جـ ك / م حث ك **٤ـ نوجد القوة الدافعة أو الجهد من العلاقة:** **ق = جـ = ت× م** حث ك	١ـ نوجد **الحث الذاتي الكلي** (عندما يكون معطى في المسألة) من العلاقة : ١ / حث ك = ١ / حث ١ + ١ / حث ٢ + ١ / حث ٣ ٢ ـ نوجد المفاعلة الحثية الكلية من العلاقة : **م حث ك** = ٢ π ƒ حث ك • **وعندما يعطينا في المسألة المفاعلات الحثية للملفات نستخدم العلاقة :** ١ / م حث ك = ١ / م حث ١ + ١ / م حث ٢ + ١ / م حث ٣ **٣ـ نوجد شدة التيار من العلاقة** **ت** = ق / م حث ك = جـ ك / م حث ك **٤ـ نوجد القوة الدافعة أو الجهد من العلاقة:** **ق = جـ = ت× م** حث ك

حـــــالات خـاصـــة

اسم الحالة	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
حساب الحث الذاتي لملفين مختلفين في الحث	**حث** ك =حث١ + حث٢	**حث** ك = حث ١ × حث ٢ / حث ١+ حث ٢
حساب الحث الذاتي لعدة ملفات متساوية في الحث	**حث**ك = ن × حث١	**حث** ك = حث ١ / ن
حساب المفاعلة الحثية الكلية لملفين مختلفين في الحث	**م** حث= **م** حث١+ **م** حث٢	**م** حث ك = م حث ١ × م حث ٢ / م حث ١+ م حث ٢
حساب المفاعلة الكلية لعدة ملفات متساوية في الحث	**م** حث = **ن × م** حث١ حيث (ن) عدد الملفات	**م** حث ك = م حث ١ / ن حيث (ن) عدد الملفات

مثال١: ملفان متصلان بدائرة كهربائية على التوالي قوة مصدرها ٧٦.٥ فولت وترددها ٤٩ ذ/ث فإذا كان الحث الذاتي لهما بالترتيب (٠.٠٢ ، ٠.٠٥) هنري ، أحسب

١- المفاعلة الحثية الكلية ٢- شدة التيار المار في الدائرة ٣- فرق الجهد للملفين .

الحـــــل

١) م حث ك = ٢ π f حث ك ⇦ م حث ك = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٤٩ × حث ك .....(١) نوجد قيمة حث ك

حث ك = حث١ + حث٢ ⇦ حث ك = ٠.٠٢ + ٠.٠٥ = **٠.٠٧ هنري** نعوض في (١)

م حث ك = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٤٩ × ٠.٠٧ ⇦ م حث ك = = **٢١.٥٦ أوم**

٢) ت = $\frac{\text{جـ ك}}{\text{م حث ك}}$ ⇦ ت = $\frac{٧٦.٥ \text{ فولت}}{٢١.٥٦ \text{ أوم}}$ ⇦ **ت= ٣.٥٥ أمبير**

٣) فـــــرق الجهد للملف الأول

جـ١ = م حث١ × ت .....(٢) ولكن م حث١= ٢ π f حث ١ عوض في (٢)

∴ **جـ١** = ٢ π f حث١ × ت = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٤٩ × ٠.٠٢ × ٣.٥٥ ⇦ **جـ١= ٢١.٨٦٨ فولت**

فـــــرق الجهد للملف الثاني

جـ٢ = م حث٢ × ت .....(٣) ولكن م حث٢= ٢ π f حث٢ عوض في (٣)

جـ٢ = ٢ π f حث٢ × ت = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٤٩ × ٠.٠٥ × ٣.٥٥ ⇦ **جـ٢= ٥٤.٦٧ فولت**

جـ = ٧٦.٥ فولت

f = ٤٩ ذ/ث

حث١= ٠.٠٢ هنري

حث٢ = ٠.٠٥ هنري

مثال ٢: ملفان متصلان على التوالي بدائرة كهربائية وكانت محصلة مفاعلتهما الحثية ٤٥ أوم وعندما وصلا بالدائرة نفسها على التوازي كانت محصلة مفاعلتهما ١٠ أوم ، أحسب الحث الذاتي لكل منهما علماً بأن تردد التيار المار بين طرفي كل منهما ٣٥ ذ/ث .

وزاري (٩٧/٩٦ م)

الحـــــل

المعطيات م حث ك توالي = ٤٥ أوم م حث ك توازي = ١٠ أوم **f = ٣٥ ذ/ث**

١- عند توصيلهما على التوالي :

∵ م حث ك توالي = م حث١ + م حث٢ ∴ ٤٥ = م حث١ + م حث٢ ..... (١)

٢- عند توصيلهما على التوازي :

∵ م حث ك توازي = $\frac{\text{م حث١} \times \text{م حث ٢}}{\text{م حث١} + \text{م حث ٢}}$ ∴ ١٠ = $\frac{\text{م حث١} \times \text{م حث ٢}}{\text{م حث١} + \text{م حث ٢}}$ ..... (٢)

من العلاقة (١) نجد أن م حث ١ = ٤٥ – م حث ٢ .....(٣)

نعوض من (١) و (٣) في (٢)

١٠ = $\frac{(٤٥ - \text{م حث ٢}) \times \text{م حث ٢}}{٤٥}$ بضرب طرفين × وسطين نجد أن :

١٠ × ٤٥ =(٤٥ – م حث ٢) × م حث٢ ⇦ ٤٥٠ = ٤٥ م حث٢ - م ^{٢} حث٢ ننقل الحدين إلى الطرف الأيمن بإشارة مخالفة

م ^{٢} حث٢ – ٤٥ م حث٢ + ٤٥٠ = صفر وبطريقة المقص نجد أن (م حث٢ – ٣٠) (م حث٢ – ١٥) = صفر

إما م حث٢ = **٣٠ أوم** **أو** م حث٢ = **١٥ أوم** نعوض عن م حث٢ في (٣) لإيجاد م حث١

م حث ١ = ٤٥ – م حث ٢ ⇦ م حث ١ = ٤٥ – ١٥ ⇦ م حث١ = **٣٠ أوم**

أو م حث ١ = ٤٥ – م حث ٢ ⇦ م حث ١ = ٤٥ – ٣٠ ⇦ م حث١ = **١٥ أوم**

نوجد قيمة حث١ ، حث٢ كما يلي:

م حث١ = ٢ π f حث ١ ⇦ ٣٠ = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٣٥ × حث١ ⇦ حث١ = $\frac{٣}{٢٢٠}$ ∴ **حث ١ = ٠.١٣٦ هنري**

م حث٢ = ٢ π f حث ٢ ⇦ ١٥ = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٣٥ × حث٢ ⇦ حث٢ = $\frac{١٥}{٢٢٠}$ ∴ **حث ٢ = ٠.٠٦٨ هنري**

مثال٣:ثلاثة ملفات الحث الذاتي لكل منها (٠.١٥) هنري وصلت بمصدر تردده (٣٥) ذ/ ث وقوته الدافعة الفعالة (١١٠ √٢) فولت احسب شدة التيار العظمى المار في كل منها إذا كان التوصيل على

أ) التوالي ب) التوازي .

الحـــل

تحسب شدة التيار العظمى من العلاقة : ت = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{م حث ك}}$ .....(١)

ولكن **جـ ع** = **جـ** فعالة × √٢ = ١١٠ √٢ × √٢ = **٢٢٠ فولت**

أ) على التوالي: م حث = ٢ π f حث = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٣٥ × ٠.١٥ = **٣٣ أوم**

المفاعلة الحثية الكلية م حث ك = ن م حث = ٣ × ٣٣ = **٩٩ أوم** **عوض في (١)**

ت = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{م حث ك}}$ = $\frac{٢٢٠}{٩٩}$ = **٢.٢٢ أمبير . شدة التيار في حالة التوالي تكون ثابته على كل الملفات ∴ ت١= ت٢= ت٣= ٢.٢٢ أمبير**

ب) م حث ك = $\frac{\text{م حث ١}}{\text{ن}}$ = $\frac{٣٣}{٣}$ = **١١.٥ أوم نوجد المفاعلة للملف الأول** ت١= $\frac{\text{جـ ع}}{٢ \pi f \text{ حث ١}}$ = $\frac{٢٢٠}{٢ \times ٣.١٤ \times ٣٥ \times ٠.١٥}$ = **٦.٦٧ أمبير**

ولأن الثلاثة الملفات متساوية في الحث الذاتي تكون ت١= ت٢ = ت٣ = ٦.٦٧ أمبير

حث١=حث٢=حث٣=٠.١٥ هنري

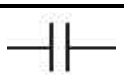
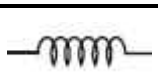
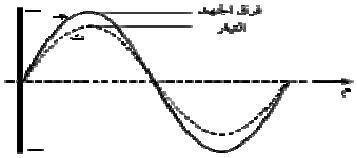
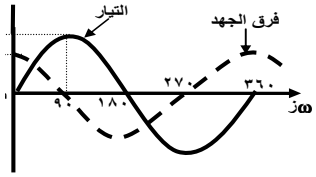
f=٣٥ ذ/ ث

ق فعالة=١١٠ √٢ فولت

مقارنة بين سعة المكثف (سع) والحث الذاتي للملف (حث)

وجه المقارنة	سعة المكثف (سع)	الحث الذاتي للملف (حث)
التعريف	هي عبارة عن مقدار الشحنات المخزنة في المكثف	هو ظاهرة تولد قوة دافعة كهربائية في الملف عندما يمر فيه تيار تتغير شدته مع مرور الزمن
وحدة القياس	الفاراد= كولوم / فولت = أمبير × ثانية / فولت	الهنري = فولت × ثانية / أمبير = أوم × ثانية
العلاقات	سع = $\frac{ش}{جـ}$ ، سع = $\frac{1}{2\pi f \times م_{سع}}$ ، سع = $\frac{ت}{2\pi f \times جـ}$	حث = $\frac{\mu ن^2 س}{ل}$ ، حث = $\frac{جـ}{\omega \times ت}$ ، حث = $\frac{م_{حث}}{2\pi f}$
علاقتهم بالتيار	بزيادة السعة للمكثف يزداد مرور التيار و (تقل الإعاقة $م_{سع}$) (علل)	بزيادة الحث الذاتي للملف يقل مرور التيار و (تزداد الإعاقة $م_{حث}$) (علل)

مقارنة بين المقاومة والملف والمكثف

وجه المقارنة	المقاومة	المكثف	الملف
التعريف	هي أداة الغرض منها إعاقة مرور التيار في الدوائر الكهربائية	هو أداة مكون من صفيحتين معدنيتين بينهما مادة عازلة الغرض منها تخزين الطاقة على شكل مجال كهربائي	هو عبارة عن سلك نحاسي ملفوف عدة لفات حول نفسه الغرض منه تخزين الطاقة على شكل مجال مغناطيسي
الرمز			
الوظيفة	التحكم بشدة التيار في الدوائر الكهربائية (زيادة أو نقصان)	خزن الطاقة على شكل مجال كهربائي	خزن الطاقة على شكل مجال مغناطيسي
الاستخدام	تستخدم في الأجهزة الإلكترونية المختلفة (راديو ـ تلفاز ـ كمبيوتر .....)	تستخدم في الأجهزة الإلكترونية المختلفة (راديو ـ تلفاز ـ كمبيوتر .....)	تستخدم في صناعة الدينامو والمحولات وفي الأجهزة الإلكترونية المختلفة
السماح بمرور التيار	تسمح بمرور التيار المتردد والمستمر	يسمح بمرور التيار المتردد ولا يمرر المستمر إلا للحظة وجيزة جداً	يسمح بمرور التيار المتردد والمستمر
الفقد في الطاقة	تفقد جزء من الطاقة على شكل حرارة	لا يفقد الطاقة وإنما يخزنها على شكل مجال كهربائي	لا يفقد الطاقة وإنما يخزنها على شكل مجال مغناطيسي
الطور بين الجهد والتيار	الجهد والتيار متفقان في الطور 	التيار يتقدم على الجهد بربع دورة 	الجهد يتقدم على التيار بربع دورة 

مقارنة بين المقاومة (م) والمفاعلة السعوية (م سع) والمفاعلة الحثية (م حث)

إسم الإعاقة التي يلقاها التيار	تسمى الإعاقة مقاومة (م)	تسمى الإعاقة مفاعلة سعوية (م سع)	تسمى الإعاقة مفاعلة حثية (م حث)
التعريف	هي الإعاقة التي يلقاها التيار عند مروره في موصل بسبب اصطدام الإلكترونات بذرات الموصل	هي الإعاقة التي يلقاها التيار عند مروره في المكثف بسبب سعته.	هي الإعاقة التي يلقاها التيار عند مروره في ملف بسبب حثه الذاتي.
المنشأ	تنشأ عن مرور التيار في الموصلات	تنشأ عن مرور التيار في المكثفات	تنشأ عن مرور التيار في الملفات
العلاقات التي تحسب منها	م = $\frac{\text{فرق الجهد (جـ)}}{\text{شدة التيار (ت)}}$ ، م = $\frac{\text{المقاومة النوعية}(\rho) \times \text{طول الموصل (ل)}}{\text{مساحة مقطع الموصل (س)}}$	م سع = $\frac{جـ ع}{ت ع}$ ، م سع = $\frac{1}{\omega \text{ سع}}$ ، م سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$	م حث = $\frac{جـ ع}{ت ع}$ ، م حث =ω حث ، م حث = $2\pi f$ حث
وحدة القياس	أوم (Ω)	أوم (Ω)	أوم (Ω)
العوامل التي تتوقف عليها	المقاومة النوعية للموصل وطول الموصل ومساحة مقطعه ودرجة حرارته	تردد التيار وسعة المكثف	تردد التيار والحث الذاتي للملف
تأثير تردد التيار	لا تتأثر بتغير تردد التيار (علل)	تقل بزيادة تردد التيار(علل)	تزيد بزيادة تردد التيار (علل)

جميع قوانين التوصيل على التوالي والتوازي لـ (المقاومات والملفات والمكثفات والحث الذاتي للملف وسعة المكثف)

المـــــقـــــاومـــــات			
نوع التوصيل	**المقاومة الأومية (م) لعدة مقاومات**	**المقاومة (في حالة مقاومتين)**	**المقاومة الأومية لعدة مقاومات متساوية**
توالي	م ك = م١ + م ٢ + م٣	م ك= م ١+ م ٢	م ك = ن × م ١
توازي	$\frac{١}{م ك} = \frac{١}{م ١} + \frac{١}{م ٢} + \frac{١}{م ٣}$	$م ك = \frac{م ١ \times م ٢}{م ١ + م ٢}$	$م ك = \frac{م ١}{ن}$

المـــــلـــــفـــــات			
نوع التوصيل	**المفاعلة الحثية لعدة ملفات**	**المفاعلة الحثية لملفين**	**المفاعلة الحثية لعدة ملفات متساوية**
توالي	م حث ك = م حث١ + م حث٢ + م حث٣	م حث ك= م حث١+ م حث٢	م حث ك = ن × م حث١
توازي	$\frac{١}{م حث ك} = \frac{١}{م حث ١} + \frac{١}{م حث ٢} + \frac{١}{م حث ٣}$	$م حث ك = \frac{م حث ١ \times م حث ٢}{م حث ١ + م حث ٢}$	$م حث ك = \frac{م حث ١}{ن}$

المـــــكـــــثـــــفـــــات			
نوع التوصيل	**المفاعلة السعوية لعدة مكثفات**	**المفاعلة السعوية لمكثفين**	**المفاعلة السعوية لعدة مكثفات متساوية**
توالي	م سع ك = م سع١ + م سع ٢ + م سع ٣	م سع ك = م سع١ + م سع ٢	م سع ك = ن × م سع١
توازي	$\frac{١}{م سع ك} = \frac{١}{م سع١} + \frac{١}{م سع٢} + \frac{١}{م سع٣}$	$م سع ك = \frac{م سع١ \times م سع ٢}{م سع ١ + م سع ٢}$	$م سع ك = \frac{م سع١}{ن}$

الـحـــــث الـــذاتـــي للمـــلـــف			
نوع التوصيل	**الحث الذاتي لعدة ملفات مختلفة**	**الحث لملفين متساويين**	**الحث لعدت ملفات متساوية**
توالي	حث ك = حث١ +حث٢ + حث٣	حث ك =حث١ + حث٢	حثك = ن × حث١
توازي	$\frac{١}{حث ك} = \frac{١}{حث ١} + \frac{١}{حث ٢} + \frac{١}{حث ٣}$	$حث ك = \frac{حث ١ \times حث ٢}{حث ١ + حث ٢}$	$حث ك = \frac{حث ١}{ن}$

ســـــعـــــة المـــــكـــــثـــــف			
نوع التوصيل	**السعة لعدة مكثفات مختلفة**	**السعة لمكثفين متساويين**	**السعة لعدة مكثفات متساوية**
توالي	$\frac{١}{سع ك} = \frac{١}{سع ١} + \frac{١}{سع٢} + \frac{١}{سع ٣}$	$سع ك = \frac{سع ١ \times سع ٢}{سع ١ + سع ٢}$	$سع ك = \frac{سع١}{ن}$
توازي	سع ك = سع١ + سع٢ + سع٣	سع ك = سع١ + سع٢	سع ك = ن × سع١

& جميع قوانين التوصيل على التوالي سطرية (ليست كسرية) ما عدى قوانين سعة المكثف فإنها كسرية.

& جميع قوانين التوازي كسرية ما عدى قوانين سعة المكثف فإنها سطريه.

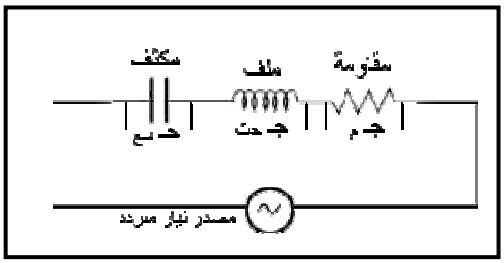
& جميع قوانين التوالي على مستوى العمود الواحد متشابهة تماماً ما عدى قوانين سعة المكثف.

& جميع قوانين التوازي على مستوى العمود الواحد متشابهة تماماً ما عدى قوانين سعة المكثف.

& إن القوانين الموضحة في العمود الثاني والثالث ما هي إلا حالات خاصة حيث يمكن استخدام العلاقات الرئيسية الموضحة في العمود الأول بدلاً عنها لإيجاد نفس المطاليب ولكن يوجد بعض المسائل لا تحل إلا بالقوانين الخاصة والمثال الثاني صفحة ٢٢ هو من هذا النوع (وهو سؤال وزاري) لذلك لزم ذكرها ضمن المقرر.

المعـــــاوقـــة (م ق)

المعاوقة (م ق) : هي محصلة جمع المقاومة الأومية والمفاعلة السعوية والمفاعلة الحثية جمعاً إتجاهياً عند توصيلهم معاً على التوالي مع مصدر تيار متردد .



تحسب المعاوقة من العلاقة : $م_{ق} = \sqrt{م_{م}^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$

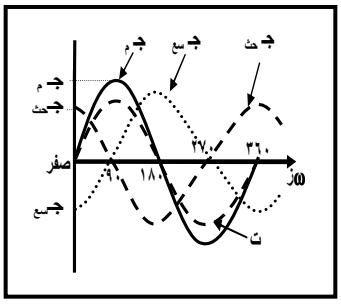
س : استنتج العلاقة التي تحسب منها المعاوقة لدائرة مقاومة وملف ومكثف متصلة بمصدر تيار متردد على التوالي ؟

جـ : عند توصيل المقاومة والملف والمكثف في دائرة واحدة على التوالي فإن الجهود في هذه الحالة لا تجمع جمعاً جبرياً وإنما جمعاً إتجاهياً (علل)

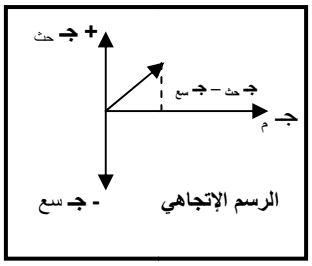
وذلك لأن جهد الملف يتقدم على جهد المقاومة بربع دورة(٩٠°)

بينما يتأخر جهد المكثف على جهد المقاومة بربع دورة(٩٠°) .

ويكون الجمع الإتجاهي كما يلي :



شكل (١)



شكل (٢)

$جـ_{ك}^{2} = جـ_{م}^{2} + (جـ_{حث} - جـ_{سع})^{2}$ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$جـ_{ك} = \sqrt{جـ_{م}^{2} + (جـ_{حث} - جـ_{سع})^{2}}$

من قانون اوم نجد أن : $جـ = ت \times م$ ولكن في هذه الدائرة تكون إعاقة مرور التيار هي(م ق)

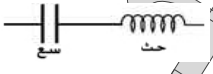
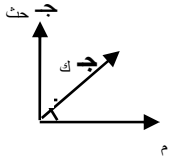
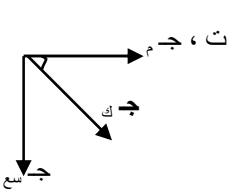
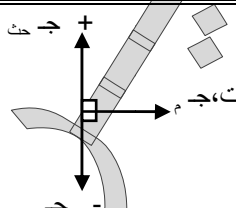
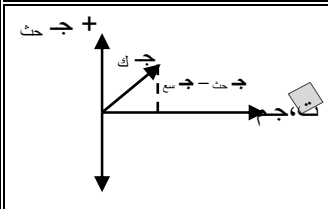
$\therefore ت \times م_{ق} = \sqrt{(ت \times م)^{2} + (ت \times م_{حث} - ت \times م_{سع})^{2}}$ **بإخراج التيار (ت) عامل مشترك من تحت الجذر**

$\cancel{ت} \times م_{ق} = \cancel{ت} \sqrt{م^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$ ⇦ $م_{ق} = \sqrt{م_{م}^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$

س : علل عندما تحتوي دائرة كهربائية على مقاومة وملف ومكثف لا يمكن جمع الجهود جمعاً جبرياً . وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م)

جـ : .....

ملاحظة هامة / هنالك حالات تكون فيها الدائرة محتوية على أداتين من الثلاث الأدوات (المقاومة والملف والمكثف) وفي كل دائرة تختلف العلاقات الخاصة بحساب المعاوقة والجهد وزاوية الطور والجدول التالي يوضح جميع الحالات لمختلف الدوائر :

دائرة / القانون	مقاومة و ملف	مقاومة و مكثف	ملف و مكثف	مقاومة و ملف و مكثف
				
الشكل الإتجاهي				
المعاوقة	$م_{ق} = \sqrt{م_{م}^{2} + م_{حث}^{2}}$	$م_{ق} = \sqrt{م_{م}^{2} + م_{سع}^{2}}$	$م_{ق} = م_{حث} - م_{سع}$	$م_{ق} = \sqrt{م_{م}^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$
فرق الجهد	$جـ_{ك} = \sqrt{جـ_{م}^{2} + جـ_{حث}^{2}}$	$جـ_{ك} = \sqrt{جـ_{م}^{2} + جـ_{سع}^{2}}$	$جـ_{ك} = جـ_{حث} - جـ_{سع}$	$جـ_{ك} = \sqrt{جـ_{م}^{2} + (جـ_{حث} - جـ_{سع})^{2}}$
شدة التيار	$ت = \frac{جـ}{م_{ق}}$	$ت = \frac{جـ}{م_{ق}}$	$ت = \frac{جـ}{م_{ق}}$	$ت = \frac{جـ}{م_{ق}}$
زاوية الطور	$ظا\phi = \frac{جـ_{حث}}{جـ_{م}} = \frac{م_{حث}}{م}$	$ظا\phi = \frac{-جـ_{سع}}{جـ_{م}} = \frac{-م_{سع}}{م}$	$ظا\phi =$ صفر (علل) لأن $\phi = ١٨٠°$	$ظا\phi = \frac{جـ_{حث} - جـ_{سع}}{جـ_{م}} = \frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}$

ملاحظات : ١ـ يمكن حساب المقاومة أو المفاعلة الحثية أو المفاعلة السعوية أو المعاوقة من قانون أوم حسب معطيات المسألة مع الأخذ بعين الاعتبار معرفة نوع التوصيل (توالي أم توازي) بغرض معرفة قيمة التيار والجهد الخاصة بالمطلوب : (م = $\frac{جـ}{ت}$)

تعريف زاوية الطور (ϕ): هي زاوية فرق الطور بين القيمة العظمى لشدة التيار والقيمة العظمى لفرق الجهد .

ملاحظة (١)

١ـ **إذا كانت زاوية الطور ϕ = صفر** ، فإن الجهد والتيار **يتفقان** في الطور كما في دائرة **المقاومة الأومية** .

٢ـ **إذا كانت زاوية الطور ϕ > صفر** ، فإن الجهد **يتقدم** عن التيار في الطور بالزاوية (ϕ) كما في **دائرة الملف الحثي** .

٣ـ **إذا كانت زاوية الطور ϕ < صفر** ، فإن الجهد **يتأخر** عن التيار بالزاوية (ϕ) كما في **دائرة المكثف** .

ملاحظة (٢)

١ـ **إذا كانت م حث > م سع فإن :**

أ ـ زاوية الطور تكون موجبة **ب ـ** يتقدم فرق الجهد على التيار في زاوية الطور **جـ ـ** يكون التأثير العام في الدائرة تأثير حثي للملف

٢ـ **إذا كانت م حث < م سع فإن :**

أ ـ زاوية الطور تكون سالبة **ب ـ** يتقدم التيار على فرق الجهد في زاوية الطور **جـ ـ** يكون التأثير العام في الدائرة تأثير سعوي للمكثف

٣ـ **إذا كانت م حث = م سع فإن :**

أ ـ زاوية الطور تساوي صفر **ب ـ** يتفق فرق الجهد مع التيار في الطور

جـ ـ يكون التأثير العام في الدائرة تأثير أومي للمقاومة الأومية **د ـ** تكون م ق = م وهذا شرط الرنين .

س :ماذا يعني كل من الرموز التالية : (ω ، β ، λ ، μf ، Ω) . وزاري (٢٠٠٦ / ٢٠٠٧)

جـ : .....

مسـائل على المعـاوقة

مثال١ : دائرة على التوالي مكونة من مقاومة ٣٠٠ أوم ومكثف سعته ٢ مايكرو فاراد وملف حثه الذاتي ٠.٩ هنري وصلت مع مصدر متردد قيمته الفعالة ٥٠ فولت فأوجد كلاً من :

١ـ ممانعة كل من الملف و المكثف ٢ـ معاوقة الدائرة ٣ـ فرق الجهد بين طرفي كلاً من المكثف والملف

علماً بأن السرعة الزاوية تساوي ١٠٠٠ ذ/ث

الحـــل

م = ٣٠٠ أوم
سع = ٢ مايكرو فاراد = ٢×١٠^{-٦} فاراد
حث = ٠.٩ هنري
جـ فعالة = ٥٠ فولت
ω = ١٠٠٠ ذ/ث

١ـ المفاعلة الحثية : م حث = $٢ \pi f$ حث = ω حث ⇦ م حث = ١٠٠٠ × ٠.٩ ⇦ **م حث = ٩٠٠ أوم**

٢ـ المفاعلة السعوية : م سع = $\frac{١}{٢ \pi f \text{ سع}}$ = $\frac{١}{\omega \text{ سع}}$ ⇦ م سع = $\frac{١}{١٠٠٠ \times ٢ \times ١٠^{-٦}}$ = $\frac{١٠٠٠}{٢}$ ⇦ **م سع = ٥٠٠ أوم**

٣ـ معاوقة الدائرة:

م ق = $\sqrt{\text{م}^{٢} + (\text{م حث} - \text{م سع})^{٢}}$ ⇦ م ق = $\sqrt{(٣٠٠)^{٢} + (٩٠٠ - ٥٠٠)^{٢}}$

م ق = $\sqrt{٩٠٠٠٠ + ١٦٠٠٠٠}$ = $\sqrt{٢٥٠٠٠٠}$ ⇦ **م ق = ٥٠٠ أوم**

٤ـ إيجاد فرق الجهد بين طرفي المكثف والملف : نوجد أولاً شدت التيار

ت = $\frac{جـ}{\text{م ق}}$ ⇦ ت = $\frac{٥٠}{٥٠٠}$ ∴ **ت = ٠.١ أمبير**

فرق الجهد بين طرفي الملف : جـ حث = ت × م حث = ٠.١ × ٩٠٠ ∴ جـ حث = ٩٠ فولت

فرق الجهد بين طرفي المكثف : جـ سع = ت × م سع = ٠.١ × ٥٠٠ ∴ جـ سع = ٥٠ فولت

تذكير / في حالة التوصيل على التوالي يكون التيار ثابت في جميع أجزاء الدائرة ويكون الجهد متغير من جزء إلى آخر كما هو موضح في المطلوب الرابع

مثال٢ : ملف تأثيري له مقاومة أومية مقدارها ١٠ أوم ومعامل حثه الذاتي ٠.١ هنري وصل على التوالي مع مكثف سعته ١٠٠ ميكروفاراد ومصدر للتيار المتردد جهده الفعال (٢٥٠) فولت وتردده ($\frac{٢٥٠}{\pi}$) هيرتز احسب :

أ ـ الشدة الفعالة للتيار ب ـ فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف المثال في تقويم الوحدة (س ٥) **الحـل** ⟵

م = ١٠ أوم
حث = ٠.١ هنري
سع = ١٠٠ مايكرو فاراد = ١٠٠ × ١٠$^{-٦}$ فاراد
جـ فعالة = ٢٥٠ فولت
$f = \frac{٢٠٠}{\pi}$ هيرتز

الحـــــــل

أ ـ شدة التيار الفعالة : $ت_{فعالة} = \frac{جـ_{فعالة}}{م_{ق}} = \frac{٢٥٠}{م_{ق}}$ .....(١) **نوجد قيمة المعاوقة (م ق)**

$م_{حث} = ٢\pi f$ حث ⇦ $م_{حث} = ٢ \times \pi \times \frac{٢٥٠}{\pi} \times ٠.١$ ⇦ **م حث = ٥٠ أوم**

$م_{سع} = \frac{١}{٢\pi f سع}$ ⇦ $م_{سع} = \frac{١}{\frac{٢٥٠}{\pi} \times \pi \times ٢ \times ١٠٠ \times ١٠^{-٦}}$ = ⇦ **م سع = ٢٠ أوم** نعوض عن قيمة $م_{حث}$ و $م_{سع}$ في العلاقة التالية لإيجاد م ق

∴ $م_{ق} = \sqrt{م^{٢} + (م_{حث} - م_{سع})^{٢}}$ ⇦ $م_{ق} = \sqrt{(١٠)^{٢} + (٥٠ - ٢٠)^{٢}} = \sqrt{١٠٠٠}$ ⇦ **م ق = ٣١.٦ أوم** عوض في (١) عن $م_{ق}$

∴ $ت_{فعالة} = \frac{٢٥٠}{م_{ق}} = \frac{٢٥٠}{٣١.٦}$ ⇦ $ت_{فعالة}$ = **٧.٩ أمبير**

ب ـ فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف : جـ فعالة = ت فعالة × $م_{حث}$ = ٧.٩ × ٥٠ ⇦ **جـ فعالة = ٣٩٥ فولت**

مثال٣ : ملف حثه الذاتي ١ هنري ، وصل على التوالي مع مقاومة مقدارها ٣٠٠ أوم ومصدر تيار متردد قوته الدافعة ٢٠٠ فولت وتدده (٢٠٠) هيرتز احسب فرق الجهد بين طرفي كل من الملف والمقاومة . المثال في تقويم الوحدة (س ٦)

حث = ١ هنري
م = ٣٠٠٠ أوم
ق = جـ = ٢٠٠ فولت
f = ٢٠٠هيرتز

الحـــــــل

١ـ لإيجاد **قيمة الجهود** علينا أولاً إيجاد **قيمة التيار** في الدائرة ولإيجاد قيمة التيار نوجد أولاً **قيمة المعاوقة :**

∵ $م_{حث} = ٢\pi f$ حث ⇦ $م_{حث} = ٢ \times \frac{٢٢}{٧} \times ٢٠٠ \times ١$ ⇦ **م حث = ١٢٥٧ أوم**

∴ $م_{ق} = \sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ ⇦ $م_{ق} = \sqrt{(٣٠٠)^{٢} + (١٢٥٧)^{٢}}$ ⇦ **م ق ≈ ١٢٩٢ أوم**

$ت = \frac{جـ}{م_{ق}} = \frac{٢٠٠}{١٢٩٢}$ ⇦ **ت = ٠.١٥ أمبير** نوجد قيمة الجهود

فرق الجهد بين طرفي الملف : $جـ_{حث} = ت \times م_{حث} = ٠.١٥ \times ١٢٥٧$ ⇦ **جـ حث = ١٨٨.٥٥ فولت**

فرق الجهد بين طرفي المقاومة : $جـ_{م} = ت \times م = ٠.١٥ \times ٣٠٠$ ⇦ **جـ م = ٤٥ فولت**

مثال٤ : دائرة كهربائية تتكون من مقاومة مقدارها ١٥ أوم ، وملف مفاعلته الحثية ٢٠ أوم وصلا على التوالي بمصدر للتيار المتردد فرق الجهد الفعال بين طرفيه ١٥٠ فولت ، وتردده ٦٠ هرتز . احسب ما يأتي :

أ ـ القيمة الفعالة لشدة التيار المار في الدائرة .

ب ـ سعة المكثف اللازم إدخاله في الدائرة على التوالي حتى تتفق شدة التيار المتردد وفرق الجهد في زاوية الطور.

جـ ـ شدة التيار الفعال المار في الدائرة بعد إدخال المكثف. المثال في تقويم الوحدة (س ٧)

م = ١٥ أوم
$م_{حث}$ = ٢٠ أوم
$جـ_{فعال}$ = ١٥٠ فولت
f = ٦٠هيرتز

الحـــــــل

أ ـ $ت_{فعال} = \frac{جـ_{فعالة}}{م_{ق}} = \frac{١٥٠}{م_{ق}}$ .....(١) **نوجد قيمة المعاوقة** $م_{ق}$

$م_{ق} = \sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ ⇦ $م_{ق} = \sqrt{(١٥)^{٢} + (٢٠)^{٢}}$ ⇦ $م_{ق} = \sqrt{٦٢٥}$ ⇦ **م ق = ٢٥ أوم** **نعوض في (١)**

$ت = \frac{١٥٠}{م_{ق}} = \frac{١٥٠}{٢٥}$ ⇦ **ت = ٦ أمبير**

ب ـ لكي تتفق شدة التيار وفرق الجهد في زاوية الطور لا بد أن تكون $م_{حث} = م_{سع}$ ∵ **م حث = ٢٠ أوم** ∴ **م سع = ٢٠ أوم**

$م_{سع} = \frac{١}{٢\pi f سع}$ ⇦ $٢٠ = \frac{١}{٢ \times \frac{٢٢}{٧} \times ٦٠ \times سع}$ ⇦ $سع = \frac{٧}{٢ \times ٤٤ \times ٦٠}$ ⇦ **سع ≈ ١.٣٣ × ١٠$^{-٣}$ فاراد**

جـ ـ شدة التيار الفعال بعد إدخال المكثف : من المطلوب الثاني يتضح أنه بعد إدخال المكثف تكون الدائرة في حالة رنين أي أن $م_{حث} = م_{سع}$ وبذلك تكون المعاوقة للدائرة مساوية للمقاومة الأومية **(م ق = م)** ∵ **م = ١٥ أوم** ∴ **م ق = ١٥ أوم**

$ت = \frac{جـ_{فعالة}}{م_{ق}} = \frac{١٥٠}{١٥}$ ⇦ **ت = ١٠ أمبير**

مثال٥ : مصدر تيار متردد ق. د. ك له ٢٠٠ فولت وتردده ٤٩٠ ذ/ث يتصل على التوالي بمقاومة ٦ أوم وملف حث ذي مقاومة صغيرة يمكن إهمالها ، فإذا كانت شدة التيار المار في الدائرة ٢٠ أمبير ، أحسب معامل الحث الذاتي للملف .

ق = جـ = ٢٠٠ فولت
f = ٤٩٠ ذ / ث
م = ٦ أوم
ت = ٢٠ أمبير

الحـــل

تحسب قيمة معامل الحث (حث) من العلاقة م حث = ٢ π f حث ⇦ حث = $\frac{م_{حث}}{2\pi f}$ .....(١)

ولكن علينا أولاً إيجاد قيمة (م حث)من علاقة المعاوقة (م ق) ونوجد المعاوقة بدلالة (ق.د.ك ، ت) :

م ق = $\frac{ق}{ت}$ = $\frac{٢٠٠}{٢٠}$ ⇦ **م ق = ١٠ أوم** ∵ م ق = $\sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}}$

∴ ١٠ = $\sqrt{(٦)^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ بتربيع الطرفين ⇦ ١٠٠ = ٣٦ + $م_{حث}^{٢}$ ⇦ $م_{حث}^{٢}$ = ٦٤ بأخذ الجذر ∴ **م حث = ٨ أوم**

بالتعويض في (١) **حث** = $\frac{م_{حث}}{2\pi f}$ = $\frac{٨}{٢ \times \frac{٢٢}{٧} \times ٤٩٠}$ ⇦ **حث** = $\frac{٨}{٤٤ \times ٧٠}$ ⇦ **حث** = $\frac{٨}{٣٠٨٠}$ ∴ **حث = ٢.٦ × $١٠^{-٣}$ هنري**

مثال ٦ : مقاومة مقدارها ٨ أوم موصلة على التوالي بملف حثه الذاتي ٠.١ هنري ومكثف مفاعلته السعوية ٢٥.٤ أوم ومولد تيار متردد يعطي تيار بتردد قدره ٥٠ ذ/ث أوجد

١ـ مفاعلته الملف **٢ـ المعاوقة للدائرة**
٣ـ فرق الجهد بين طرفي كل من المقاومة والملف والمكثف **٤ـ فرق الجهد الكلي للدائرة**
٥ـ ما هي التعديلات التي تجريها على الدائرة للحصول على أكبر تيار وما قيمته
٦ـ زاوية فرق الطور بين شدة التيار وفرق الجهد **٧ـ ما التأثير العام في الدائرة**

م = ٨ أوم
حث = ٠.١ هنري
م سع = ٢٥.٤ أوم
f = ٥٠ ذ / ث

الحـــل

١ـ حساب المفاعلة للملف : م حث = ٢ π f حث = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٥٠ × ٠.١ ⇦ **م حث = ٣١.٤ أوم**

٢ـ حساب المعاوقة للدائرة : م ق = $\sqrt{م^{٢} + (م_{حث} - م_{سع})^{٢}}$ ⇦

م ق = $\sqrt{(٨)^{٢} + (٣١.٤ - ٢٥.٤)^{٢}}$ = $\sqrt{٦٤ + ٣٦}$ = $\sqrt{١٠٠}$ **م ق = ١٠ أوم**

٣ـ فرق الجهد بين طرفي المقاومة: جـ م = ت × م = ٢٢ × ٨ ⇦ **جـ م = ١٧٦ فولت**
فرق الجهد بين طرفي الملف : جـ حث = ت × $م_{حث}$ = ٢٢ × ٣١.٤ ⇦ **جـ حث = ٦٩٠.٨ فولت**
فرق الجهد بين طرفي المكثف: جـ سع = ت × $م_{سع}$ = ٢٢ × ٢٥.٤ ⇦ **جـ سع = ٥٥٨.٨ فولت**

٤ـ فرق الجهد الكلي للدائرة : جـ ك = $\sqrt{جـ_{م}^{٢} + (جـ_{حث} - جـ_{سع})^{٢}}$ = $\sqrt{(١٧٦)^{٢} + (٦٩٠.٨ - ٥٥٨.٨)^{٢}}$

⇦ جـ ك = $\sqrt{٣٠٩٧٦ + ١٧٤٢٤}$ = $\sqrt{٤٨٤٠٠}$ ⇦ **جـ ك = ٢٢٠ فولت**

٥ـ للحصول على أكبر شدة للتيار أي(أقل مقاومة) :
يتم ذلك بزيادة المفاعلة السعوية ٢٥.٤ أوم حتى تصبح مساوية للمفاعلة الحثية للملف ٣١.٤ أوم ، عندئذ تلاشي كلاً من (م حث ، م سع) عمل الأخرى وتصبح المعاوقة في الدائرة هي المقاومة الأومية فقط (م ق = م) وتكون قيمة التيار هي :

ت = $\frac{جـ_{م}}{م}$ = $\frac{٢٢٠}{٨}$ ⇦ **ت = ٢٧.٥ أمبير**

٦ـ زاوية فرق الطور بين شدة التيار وفرق الجهد: ظا ϕ = $\frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}$ = $\frac{٣١.٤ - ٢٥.٤}{٨}$ ⇦ ظا ϕ = $\frac{٦}{٨}$

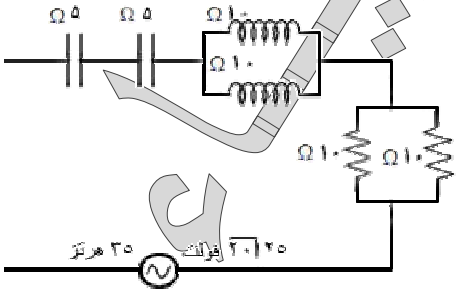
ϕ = ظا $^{-١}$ ($\frac{٦}{٨}$) = ظا $^{-١}$ (٠.٧٥) ⇦ **ϕ = ٣٦.٨٧°**

٧ـ التأثير العام في الدائرة هو تأثير حثي لأن $م_{حث}$ > $م_{سع}$

لإيجاد قيمة زاوية فرق الطور استخدم الآلة الحاسبة
بالضغط على زر shift ثم $\tan^{-1}$( )
مثال: $\tan^{-1}$(٠,٧٥)=٣٦,٨٧

مثال٧ : أمعن النظر في الشكل المقابل، ثم أوجد ما يلي :

أـ شدة التيار المار في الدائرة . **ب ـ سعة المكثف الواحد .**
جـ ـ زاوية فرق الطور بين شدة التيار وفرق الجهد . **د ـ ما التأثير العام في الدائرة .**



وزاري (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

الحـــل

قبل الشروع في إيجاد المطاليب علينا أولاً إيجاد الآتي :

المفاعلة الحثية الكلية للملفات المتصلة توازي : م حث ك = $\frac{م_{حث\ ١}}{ن}$ = $\frac{١٠}{٢}$ = **٥أوم**

المفاعلة السعوية الكلية للمكثفات على التوالي : م سع ك = ن $م_{سع\ ١}$ = ٢×٥ = **١٠أوم**

للإجابة بقية ⟵

المقاومة الأومية الكلية : م ك = $\frac{\text{م}_1}{\text{ن}}$ = $\frac{١٠}{٢}$ = **٥ أوم**

حساب المعاوقة الكلية : م ق = $\sqrt{\text{م ك}^2 + (\text{م حث ك} - \text{م سع ك})^2}$ = $\sqrt{٥^2 + (١٠ - ٥)^2}$ = $\sqrt{٢٥ + ٢٥}$ ⇐ م ق = **٧.١أوم**

أ ـ حساب شدة التيار المار في الدائرة : ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م ق}}$ = $\frac{٢٥\sqrt{٢٠}}{٧.١}$ = **١٥.٧أمبير**

ب ـ حساب سعة المكتف الواحد : م سع = $\frac{١}{\text{سع } f\ \pi\ ٢}$ ⇐ ٥ = $\frac{١}{\text{سع } ٣٥ \times \frac{٢٢}{٧} \times ٢}$ ⇐ ٥ = $\frac{١}{٢٢٠\ \text{سع}}$ ⇐ سع = $\frac{١}{١١٠٠}$ **فاراد**

جـ ـ زاوية فرق الطور بين شدة التيار وفرق الجهد : ظا ϕ = $\frac{\text{م حث} - \text{م سع}}{\text{م}}$ = $\frac{١٠ - ٥}{٥}$ = $\frac{٥-}{٥}$ ⇐ ϕ = ظا$^{-١}$ (-١) ∴ ϕ = **-٤٥°**

د ـ التأثير العام في الدائرة هو تأثير سعوي لأن م سع > م حث

مثال٨ : ملف يستهلك قدرة كهربائية مقدارها (١٥٠) وات عند توصيله بمصدر مستمر فرق الجهد بين قطبيه(٣٠) فولت وعند توصيله بمصدر متردد جهده الفعال (٢٠) فولت وتردده ($\frac{٥٠}{\pi}$) هيرتز كانت شدة التيار العظمى المار فيه (٢ $\sqrt{٢}$) أمبير فكم يكون معامل الحث الذاتي وزاري()

الحـــل

لإيجاد قيمة معامل الحث الذاتي علينا أن نوجد :

قد = ١٥٠ وات
جـ مستمر = ٣٠ فولت
جـ فعال = ٢٠ فولت
f = $\frac{٥٠}{\pi}$ هرتز
ت ع = ٢ $\sqrt{٢}$ أمبير
حث = ؟؟

قيمة المقاومة الأومية بدلالة التيار المستمر : قد = $\frac{\text{جـ}^2}{\text{م}}$ ⇐ م = $\frac{\text{جـ}^2_{\text{مستمر}}}{\text{قد}}$ = $\frac{٩٠٠}{١٥٠}$ = **٦ أوم ...(١)**

قيمة المعاوقة التي يلاقيها التيار المتردد : ت فعالة = $\frac{\text{ت ع}}{\sqrt{٢}}$ = $\frac{٢\sqrt{٢٠}}{\sqrt{٢}}$ ⇐ ت فعالة = **٢ أمبير**

∴ م ق = $\frac{\text{جـ فعالة}}{\text{ت فعالة}}$ = $\frac{٢٠}{٢}$ = **١٠ أوم** .....(٢) من (١) و (٢) نوجد قيمة المفاعلة الحثية للملف:

م ق = $\sqrt{\text{م}^2 + \text{م}^2_{\text{حث}}}$ ⇐ ١٠ = $\sqrt{٣٦ + \text{م}^2_{\text{حث}}}$ بتربيع الطرفين

١٠٠ = ٣٦ + م$^2_{\text{حث}}$ ⇐ م$^2_{\text{حث}}$ = ١٠٠ - ٣٦ ⇐ م$^2_{\text{حث}}$ = ٦٤ ⇐ م حث = **٨أوم** **نوجد معامل الحث الذاتي بدلالة م حث :**

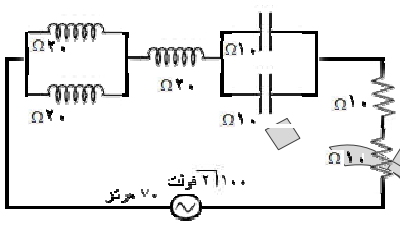
م حث = ٢ $f\ \pi$ حث ⇐ حث = $\frac{\text{م حث}}{f\ 2\pi}$ = $\frac{٨}{\frac{٥٠}{\pi} \pi ٢}$ ⇐ **حث = ٠.٠٨ هنري**

نشاط١: دائرة كهربائية مكونه من ملف حثه الذاتي $\frac{٥٠٠}{١٤}$ مللي هنري ومكثف سعته ٢٣٢ ميكرو فاراد ومقاومة أومية مقدارها ٦ أوم موصلة جميعها على التوالي بمصدر تيار متردد تردده ٧٠ هرتز وفرق جهده (٢٢٠) فولت ، أحسب

أ ـ زاوية الطور بين شدة التيار وفرق الجهد ب ـ شدة التيار المار في الدائرة

الجواب [أ ـ (٤٥°) ، ب ـ (٢٥.٨٨)]

نشاط ٢ : (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥م) أمعن النظر في الشكل المقابل ، ثم أوجد ما يلي :



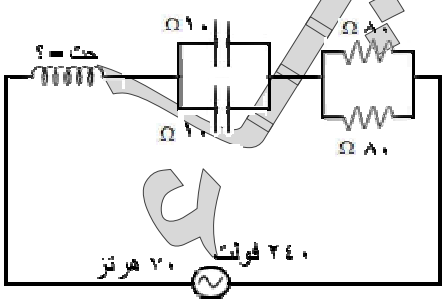
أ ـ شدة التيار المار في الدائرة . ب ـ سعة المكثف الواحد .

جـ ـ زاوية فرق الطور بين شدة التيار وفرق الجهد.

د ـ ما التأثير العام في الدائرة .

الجواب [أ ـ (٤.٤ هنري) ، ب ـ (٢.٢٧ × ١٠$^{-٤}$ فاراد) ، ب ـ (٥١.٣°) ، د ـ (التأثير حثي)]

نشاط٣ : (٢٠٠٨ / ٢٠٠٩م) من الشكل المرسوم جانباً شدة التيار المار في الدائرة ٦ أمبير ، احسب الآتي :

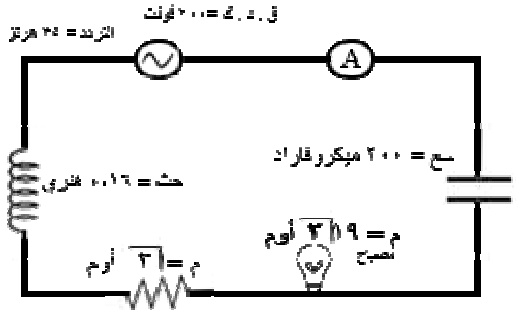


أ ـ معامل الحث الذاتي للملف .

ب ـ زاوية الطور بين فرق الجهد للمصدر وشدة التيار المار في الدائرة .

الجواب [أ ـ (٠.٠١ هنري) ، ب ـ (صفر)]

نشاط٤ : (٢٠٠٩ / ٢٠١٠ م) **من الشكل المرسوم جانباً احسب ما يلي :**



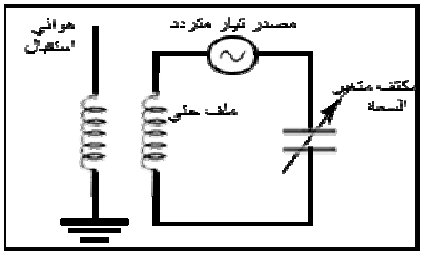
أولاً : شدة التيار المار في الدائرة.

ثانياً : إذا أدمج مكثفان آخران سعة كلاً منهما (٠.١٦ ، ٠.٠٤) ميكرو فاراد على التوالي في الدائرة مع المكثف الموجود في الدائرة ، احسب شدة التيار المار في هذه الحالة ، ثم حدد في أي من الحالتين تكون شدة إضاءة المصباح أقوى ، وما السبب في رأيك ؟

الجواب [أ - (٥.٤ أمبير) ، ب - (٤.١ أمبير) الحالة الأولى أقوى لأن التيار المتولد أكبر (المعاوقة في الحالة الأولى أقل من الحالة الثانية)]

دائـــــرة الرنيـــــــن

تعريفها : هي دائرة مكونة من مكثف متغير السعة وملف تستخدم في أجهزة الاستقبال اللاسلكي .



استخدامها : تستخدم في أجهزة الاستقبال اللاسلكي مثل (الراديو والتلفاز والاتصالات اللاسلكية).

الغرض منها : اختيار الموجة المراد الاستماع إليها أو مشاهدتها .

تركيبها : تتركب من مكثف متغير السعة و ملف . كما هو موضح بالشكل المقابل

س : وضح مع الرسم كيف تستخدم دائرة الرنين في اختيار الموجة المراد سماعها في الراديو أو مشاهدتها في التلفاز ؟

جـ : شرح عملها : تسقط الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن الإذاعات أوالقنوات على هوائي الاستقبال و تتحول إلى تيارات كهربائية تأثيرية ضعيفة كما هو موضح بالرسم أعلاه

نغير من تردد دائرة الرنين وذلك عن طريق تغيير سعة المكثف

عندما يتفق تردد الدائرة مع تردد أحد الموجات الساقطة على الهوائي فإنها تسمح لها بالمرور إلى داخل الجهاز (راديو أو تلفاز) ثم تقوّم وتكبر ويفصل التيار المعبر عن الصوت أو الصورة وتحول إلى صوت أو صورة .

س:علل: دائرة الرنين الكهربائي المدمجة في المذياع لها القدرة على التقاط المحطة المراد سماعها من بين الإذاعات الأخرى . (٢٠٠٣ / ٢٠٠٤م)

جـ : لأنها تحتوي على مكثف متغير السعة يمكن من خلاله تغيير تردد الدائرة حتى يتفق مع تردد المحطة المراد سماعها .

س : سهولة التقاط تردد الموجة الإذاعية المراد سماعها باستخدام المذياع بالرغم من كثرة ترددات محطات الإذاعات الأخرى في السماء.

جـ : لأنه لا يسمح بدخول الموجات إلا للتي ترددها مساوياً لتردد دائرة الرنين المدمجة في المذياع .

س: تكون شدة التيار أكبر ما يمكن عند الرنين . جـ : لان م$_{حث}$ و م$_{سع}$ تلاشي كلاً منها عمل الأخرى ولا يبقى سوى مقاومة الأسلاك .

س: دمج دائرة رنين في الدائرة الإلكترونية للتلفاز. وزاري (٢٠٠٦/٢٠٠٧م)

جـ : .....

نظرية عملها :(الحصول على تردد الرنين) : نغير من المفاعلة الحثية للملف (م $_{حث}$) وذلك عن طريق تغيير عدد لفات الملف وكذلك نغير من المفاعلة السعوية (م $_{سع}$) حتى تصبح المفاعلة الحثية مساوية للمفاعلة السعوية (م $_{حث}$ = م $_{سع}$) عندها تصبح الدائرة في حالة رنين حيث (م $_{ق}$ = م) ويكون الجهد والتيار متفقان في الطور ويكون التيار في أعلى قيمة له (ت $_{عظمى}$) (علل) لأن المعاوقة للدائرة تساوي المقاومة الأومية فقط . ويسمى التردد للدائرة في هذه الحالة بتردد الرنين ($f_{\circ}$)

س : ما هو الشرط اللازم لحدوث الرنين للدائرة (شرط الحصول على تردد الرنين) ؟

جـ : م $_{حث}$ = م $_{سع}$ ، م $_{ق}$ = م ، جـ $_{حث}$ = جـ $_{سع}$ ، التيار بقيمة عظمى ، هـ = صفر ، الجهد والتيار متفقان في الطور

س : استنتج العلاقة التي نحسب منها التردد الرنيني (تردد الدائرة في حالة الرنين) ؟

جـ : يحدث الرنين عندما تكون م $_{حث}$ = م $_{سع}$ .....(١) ولكن م $_{حث}$ = $2\pi f_{\circ}$ حث و م $_{سع}$ = $\frac{1}{2\pi f_{\circ}}$ سع عوض في (١)

∴ $2\pi f_{\circ}$ حث = $\frac{1}{2\pi f_{\circ}}$ سع (نضرب طرفين × وسطين) ∴ $4\pi^2 f_{\circ}^2$ حث سع = ١ بقسمة الطرفين على ($4\pi^2$ حث سع)

⇦ $f_{\circ}^2 = \frac{1}{4\pi^2}$ حث سع بأخذ الجذر التربيعي للطرفين ∴ $f_{\circ} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{حث سع}}}$ .....(١)

تعريف الرنين: هو عبارة عن الوضع الذي يمر فيه التيار بقيمته العظمى في الدائرة ويحدث ذلك عندما تكون (مـحث = مـسع)

ملاحظة : يحسب تردد الموجات الكهرومغناطيسية الساقطة على هوائي الاستقبال من العلاقة : $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$ حيث : f : تردد الموجة الكهرومغناطيسية ، λ : طول الموجة الكهرومغناطيسية ، ع ض : سرعة الضوء وتساوي سرعة الموجة (ع ض = ٣ × ١٠^٨ م / ث)

مثال١ : إذا كان الحث الذاتي لملف في دائرة رنين (٧) ميكرو هنري وسعة المكثف ٠.٣ مللي فاراد فكم يكون تردد هذه الدائرة .

حث = ٧ × ١٠^-٦ هنري
سع = ٠.٣ × ١٠^-٣ فاراد

الحـــل

$f_{ص} = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7}\sqrt{7 \times 10^{-6} \times 0.3 \times 10^{-3}}}$ ⇐ $f_{ص} = 3.47 \times 10^{3}$ هيرتز

مثال٢ : دائرة رنين مكونة من ملف حثه الذاتي (٠.٣) هنري ومكثف سعته (٥ × ١٠^-٦) فاراد فإذا وصلت هذه الدائرة بمصدر تيار متردد تردده (١٣٠) هيرتز فهل تكون الدائرة معه في حالة رنين أم لا ولماذا ؟ وإذا اصطدم بهذه الدائرة موجة إذاعية طولها (٢.٣ × ١٠^٦) متراً فهل تستقبلها أم لا ولماذا علماً بأن سرعة الموجات الكهرومغناطيسية (٣ × ١٠^٨) م/ث

حث=٠.٣ هنري
سع=٥ × ١٠^-٦ فاراد
$f_{مصدر}$=١٣٠ هيرتز
λ=٢.٣ × ١٠^٦ متر

الحـــل

*ـ لكي تكون الدائرة في حالة رنين مع المصدر لا بد أن يكون : تردد الدائرة = تردد المصدر

نوجد تردد الدائرة : $f_{ص} = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7}\sqrt{0.3 \times 5 \times 10^{-6}}}$ ⇐ $f_{ص} \approx$ ١٣٠ هيرتز

∴ تكون الدائرة معه في حالة رنين لأن تردد الدائرة = تردد المصدر = ١٣٠ هيرتز

*ـ لكي تستقبل الدائرة الموجة الإذاعية لا بد أن يكون : تردد الدائرة = تردد الموجة

نوجد تردد الموجة : $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{2.3 \times 10^{6}}$ ⇐ $f =$ ١٣٠ هيرتز

∴ تستقبل الدائرة الموجة الإذاعية لأن تردد الدائرة = تردد الموجة = ١٣٠ هيرتز

مثال٣ : إذا كان الحث الذاتي لملف دائرة رنين هو (١.٧٥) ميكرو هنري احسب سعة المكثف اللازمة للدائرة لكي تستقبل موجة إذاعية طولها الموجي (٦٠٠٠) هيرتز علماً بأن سرعة الموجة الكهرومغناطيسية (ع ض = ٣ × ١٠^٨ م / ث)

حث=١.٧٥ ميكروهنري
=١.٧٥ × ١٠^-٦ هنري
λ =٦٠٠٠ متر

الحـــل

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}}$ ⇐ $\frac{ع_{ض}}{\lambda} = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}}$ ⇐ $\frac{3 \times 10^{8}}{6000} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7}\sqrt{1.75 \times 10^{-6} \times سع}}$ بضرب طرفي × وسطين

⇐ $18 \times 10^{8} \times 1.75 \times 10^{-6} \times سع = 6000$ ⇐ $2.4 \times 10^{6} \times سع = 6000$ ⇐ سع = ٢.٥ × ١٠^-٣ فاراد

نشاط٣) تتكون دائرة الرنين في جهاز استقبال إذاعي من ملف حثه (١٠) مللي هنري ، ومكثف متغير السعة ، ومقاومة مقدارها (٢٥) أوم ، وعند اصطدام موجات لا سلكية ترددها (١٠^٣) كيلو هرتز يتولد على الدائرة فرق في الجهد يساوي (١٠^-٤) فولت ، احسب ما يلي :
١ـ سعة المكثف في حالة الرنين . ٢ ـ شدة التيار المار في هذه الحالة .(وزاري ٢٠١٠ / ٢٠١١م)

الحل

١) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}}$ ⇐ $10^{6} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7}\sqrt{10 \times 10^{-3} \times سع}}$ بتربيع الطرفين ثم ضرب طرفين × وسطين

$10^{12} \times 4 \times (\frac{22}{7})^{2} \times 10 \times 10^{-3} \times سع = 1$ ⇐ سع = ٢.٥٣ × ١٠^-١٢ فاراد

٢) $ت = \frac{جـ}{م} = \frac{10^{-4}}{25}$ ⇐ ت = ٤ × ١٠^-٦ أمبير

نشاط١) دائرة مكونة من ملف حثه الذاتي (٤) هنري ، ومكثف سعته الكهربائية (١٦) ميكروفاراد ، وصلت هذه الدائرة بجهاز الكتروني فحدث رنين كهربائي احسب قيمة هذا التردد الحادث. وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م) الجواب [(١٩.٨٩هيرتز)]

نشاط٢) إذا علمت أن إحدى محطات الإذاعة اليمنية ترسل برامجها على موجة طولها ٣٠٠متر ، أحسب قيمة سعة المكثف اللازم توصيله مع ملف حثه الذاتي $\frac{49}{(22)^{2}}$ ميكرو هنري ليصنع دائرة رنين تستقبل موجات هذه المحطة . الجواب [٠.٢٥ × ١٠^-١٢ فاراد]

الدائـــــرة المهتـــزة

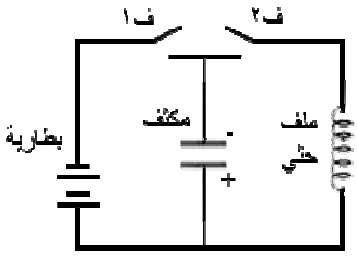
الدائرة المهتزة : هي دائرة كهربائية مكونة من ملف ومكثف ثابت السعة ومصدر لشحن المكثف وتعمل على توليد موجات كهرومغناطيسية لا سلكية تستخدم في أجهزة الإرسال اللاسلكي .

الغرض منها : توليد موجات كهرومغناطيسية (لا سلكية) .

فكرة عملها : تعتمد على تبادل الطاقة بين المجال المغناطيسي للملف والمجال الكهربائي للمكثف .

استخدامها : تستخدم في أجهزة الإرسال اللاسلكي مثل (محطة الإذاعة والقنوات الفضائية و....) .

تركيبها : مكثف ثابت السعة ، ملف ، مصدر تيار مستمر ، مفتاحين كما بالشكل المقابل



شرح عملها : نغلق المفتاح (ف١) ونترك (ف٢) مفتوحاً بغرض شحن المكثف حتى يصبح فرق الجهد بين لوحيه مساوياً لجهد البطارية

نفتح المفتاح (ف١) ونغلق (ف٢) فيعمل المكثف على تفريغ شحنته كاملة على شكل تيار يخزن في الملف على شكل مجال مغناطيسي وعندها يصبح فرق الجهد بين لوحي المكثف مساوية للصفر

يولد المجال المغناطيسي للملف تيار تأثيري عكسي يعمل على شحن المكثف بعكس الشحنات السابقة التي كانت مستقرة على لوحيه

تفرغ الشحنات مرة أخرى من المكثف إلى الملف ويتكون مجال مغناطيسي معاكس للسابق .

وهكذا تتكرر عملية تبادل الطاقة بين المجال المغناطيس للملف والمجال الكهربائي للمكثف (اهتزاز كهربائي) مما يسبب في تولد موجات كهرومغناطيسية عالية التردد ،

هذه الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة تنعدم تدريجيا (تضمحل) بعد فترة من الزمن (**علل**) وذلك بسبب تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية في أسلاك التوصيل والمقاومة الأومية للملف ، وللحد من ذلك يتم شحن المكثف بشحنات إضافية من البطارية عن طريق غلق المفتاح (ف١) .

تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة من الدائرة المهتزة في الفضاء بسرعة الضوء (ع ض = ٣ × ١٠^٨ م / ث)

س:استخدام الدائرة المهتزة في دوائر الإرسال الإذاعي .(وزاري ٢٠١١م)

س : علل: الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة خلال الدائرة المهتزة تضمحل مع مرور الزمن . وزاري

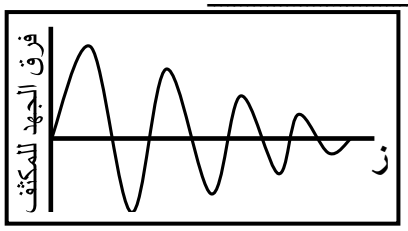
س : ما دور كل من(المكثف ، الملف ، البطارية) في الدائرة المهتزة ؟

المكثف : يعمل على خزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي .

الملف : يخزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال مغناطيسي .

البطارية : تغذية المكثف بالشحنات الكهربائية .

الذبذبة المضمحلة : هي الذبذبات المتولدة والمتناقصة في الدائرة المهتزة بسبب مقاومة الأسلاك لمرور الشحنات الكهربائية (كما بالشكل المقابل)



العلاقة البيانية لتوضيح فرق الجهد بين لوحي المكثف بمرور الزمن :

الغرض من رسم المنحنى البياني هو

بيان اضمحلال فرق الجهد بين لوحي المكثف بمرور الزمن .

بعض أنواع الموجات :

الموجات المكيفة السعة (A .M) Amplitude Modulation .

الموجات المكيفة التردد (F .M) Frequency Modulation.

يمكن ملاحظة الرموز السابقة على أجهزة الاستقبال الإذاعي (المذياع أو الراديو) .

علل لما يأتي :

تسمية الدائرة المهتزة بهذا الاسم .

جـ : لأن الالكترونات المتحركة فيها ذهاباً وإياباً أثناء الشحن والتفريغ للمكثف تتحرك حركة اهتزازية سريعة .

لا تصلح الدائرة المهتزة لتوليد ذبذبات عالية التردد وثابتة السعة وزاري (٢٠٠٠/٩٩م –٢٠٠٣/٢٠٠٤م) .

جـ : لأن الطاقة الكهربائية تفقد على شكل حرارة عن طريق أسلاك التوصيل والمقاومة الأومية للملف فتقل شدة التيار ويقل فرق الجهد بين اللوحين حتى يتوقف التفريغ .

س : اذكر وظيفة واحدة لكل مما يأتي ١ـ الدائرة المهتزة ٢ ـ دائرة الرنين وزاري (٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م)

جـ: .....

- يحسب تردد الدائرة المهتزة في حالة الرنين من العلاقة : $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{حث سع}}}$

ولكن حث = $\frac{\mu \text{ ن}^2 \text{ س}}{\text{ل}}$ .....(٢) عوض من (٢) في (١) **∴** $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{\text{ل}}{\mu \text{ س سع}}}}$

حيث ل : طول الملف ، ن : عدد لفات الملف ، μ (ميو): معامل النفاذية المغناطيسية ، س : مساحة مقطع الملف

س : ما هي العوامل التي يتوقف عليها تردد الدائرة المهتزة في حالة الرنين ؟

جـ : العوامل هي : تردد الرنين (f) يتناسب عكسيا مع عدد لفات الملف ($f \propto \frac{1}{ن}$)

تردد الرنين (f) يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لمساحة مقطع الملف ($f \propto \frac{1}{\sqrt{س}}$)

تردد الرنين (f) يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لمعامل النفاذية المغناطيسية ($f \propto \frac{1}{\sqrt{\mu}}$)

تردد الرنين (f) يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لسعة المكثف ($f \propto \frac{1}{\sqrt{سع}}$)

تردد الرنين (f) يتناسب طرديا مع الجذر التربيعي لطول الملف ($f \propto \sqrt{ل}$)

نشاط) قارن بين دائرة الرنين والدائرة المهتزة من حيث : التعريف ـ الغرض ـ الاستخدام ـ التركيب . نوع التيار المستخدم . وزاري (٢٠٠٦ / ٢٠٠٧م)

هنالك علاقات مهمة تستخدم في حل بعض مسائل (الدائرة المهتزة أو دائرة الرنين) التي يذكر فيها ترددين للدائرة وهي :

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{ل_1}}{\sqrt{ل_2}} \quad ، \quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{ن_2}{ن_1} \quad ، \quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{س_2}}{\sqrt{س_1}} \quad ، \quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{سع_2}}{\sqrt{سع_1}} \quad ، \quad \frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{\mu_2}}{\sqrt{\mu_1}} = \frac{\sqrt{سع_2 \times حث_2}}{\sqrt{سع_1 \times حث_1}}$$

مسـائـــل على الدائرة المهتزة

مثال١ : أوجد تردد التيار في الدائرة المهتزة إذا كان الحث الذاتي للملف ٩ ميكرو هنري وسعة المكثف ٠.٤ مللي فاراد.

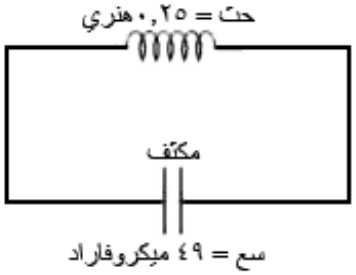
حث = ٩ ميكروهنري = ٩ × ١٠$^{-٦}$ هنري
سع = ٠.٤ مللي فاراد = ٠.٤ × ١٠$^{-٣}$ فاراد

الحـــل

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7}\sqrt{9 \times 10^{-6} \times 0.4 \times 10^{-3}}}$$

$\therefore f =$ **٢.٦٥ × ١٠^{٣} هرتز**

مثال ٢ : في الدائرة الكهربائية المرسومة جانباً ، احسب ما يلي :
١ـ تردد الموجات المتولدة .
٢ـ الطول الموجي إذا انطلقت الموجات بسرعة الضوء (٣ × ١٠^{٨}) م/ث
(اعتبر أن مقاومة الملف مهملة) وزاري (٢٠٠٨/٢٠٠٩م)



الحـــل

١ـ $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{حث \times سع}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7}\sqrt{0.25 \times 49 \times 10^{-6}}}$

$\therefore f \approx$ **٤٥.٤٥ هرتز**

٢ـ $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda} \Leftarrow \lambda = \frac{ع_{ض}}{f} = \frac{3 \times 10^{8}}{47.45}$

$\lambda \approx$ **٦.٣ × ١٠^{٦} م**

مثال٣ :إذا وصل مكثف سعته ٢٤ ميكروفاراد في دائرة مهتزة وكان تردد الموجات (٥ × ١٠^{٥}) هرتز فإذا استبدل المكثف بمكثف آخر في نفس الدائرة كان تردد الموجات (٥ × ١٠^{٤}) هرتز احسب سعة المكثف الثاني . وزاري (٩٧م٩٨م)

سع$_١$ = ٢٤ ميكروفاراد = ٢٤ × ١٠$^{-٦}$ فاراد
$f_١$ = ١٠^{٥} هرتز
$f_٢$ = ٥ × ١٠^{٤} هرتز

الحـــل

نحسب سعة المكثف الثاني من العلاقة $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{سع_2}{سع_1}} \Leftarrow \frac{10^{5}}{5 \times 10^{4}} = \sqrt{\frac{سع_2}{24 \times 10^{-6}}}$ بتربيع الطرفين

$\frac{10^{10}}{25 \times 10^{8}} = \frac{سع_2}{24 \times 10^{-6}}$ بضرب طرفين × وسطين $\Leftarrow$ سع$_٢$ = ٢٤ × ١٠^{٤} × ٢٥ × ١٠^{٨}

$\therefore$ سع$_٢$ = **٩٦ × ١٠$^{-٦}$ فاراد**

مثال٤ : دائرة مهتزة تحتوي على مكثف سعته ٤٠ ميكرو فاراد وتستقبل موجة ترددها ٧٥٠ كيلو هرتز فإذا استبدل الملف بآخر حثه الذاتي خمسة أمثال الحث الذاتي للملف الأول وزيدت سعة المكثف بمقدار ٣٢ ميكرو فاراد ، فما تردد الموجة التي يمكن استقبالها. وزاري (٢٠٠٥/٢٠٠٦)

سع$_١$ = ٤٠ ميكروفاراد = ٤٠ × ١٠$^{-٦}$ فاراد
$f_١$ = ٧٥٠ كيلو هرتز = ٧٥٠ × ١٠^{٣} هرتز
حث$_٢$ = ٥ حث$_١$
سع$_٢$ = ٣٢ + سع$_١$ μf
= (٣٢ + ٤٠) ١٠$^{-٦}$ فاراد

الحل

حساب تردد الموجة التي يمكن استقبالها

$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{سع_2 \times حث_2}{سع_1 \times حث_1}} \Leftarrow \frac{750 \times 10^{3}}{f_2} = \sqrt{\frac{(40+32) \times 10^{-6} \times 5 حث_1}{40 \times 10^{-6} \times حث_1}}$ بتربيع الطرفين ثم ضرب طرفين × وسطين

$f_2^{2} \times 360 \times 10^{-6} = 5.625 \times 10^{11} \times 40 \times 10^{-6} \Leftarrow f_2^{2} \times 360 \times 10^{-6} = 225 \times 10^{5}$

$f_2^{2} = 6.25 \times 10^{10} \Leftarrow$ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين $f_2 =$ **٢٥٠٠٠٠ هيرتز = ٢٥٠ كيلو هيرز**

نشاط١) دائرة كهربائية مكونة من ملف مفاعلته الحثية ٢٥٠أوم متصل على التوالي بمقاومة ١٠٠أوم ومكثف متغير السعة ومصدر تيار متردد قيمته ٢٠٠فولت وتردده $\frac{١٠٠٠}{٤٤}$ ذ/ث فوصلت شدة التيار المار في الدائرة إلى أكبر قيمة لها ، احسب

أ- سعة المكثف التي جعلت شدة التيار تصل إلى أكبر قيمة.

ب - فرق الجهد بين طرفي كل من الملف والمكثف في هذه الحالة. الجواب [أ - (٢٨ × ١٠$^{-٦}$ فاراد) ، ب - (جـحث = جـسع =٥٠٠فولت)]

نشاط٢) دائرة مهتزة تولد موجة كهرومغناطيسية طولها الموجي ١٠^{١٤} انجستروم فإذا كان حث ملفها $\frac{٧}{٤٨٤}$ هنري ، احسب سعة مكثفها بالميكروفاراد علماً بأن سرعة الموجة (٣ × ١٠^{٨} م/ث) . وزاري (٢٠٠٩ / ٢٠١٠م) الجواب [١.٩٤ × ١٠$^{-٣}$ ميكرو فاراد]

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

١- اكمل الفراغات بما يناسبها من كلمات في الفقرات الآتية :

أ) التيار المتردد الجيبي هو التيار الأكثر استخداماً في الحياة .

ب) يتميز التيار الكهربائي المتردد عن التيار المستمر في : الإجابة صفحة (٧)

جـ) يتفق كل من التيار المتردد والتيار المستمر عند مرورهما في الموصلات الكهربائية في توليد طاقة حرارية .

د) التغير الذي يحدث للتيار المتردد خلال دورة كاملة لملف مولده يسمى الذبذبة الكاملة

٢- ضع علامة (√) أمام الفقرة الصحيحة ،وعلامة (x) أمام الفقرة الخطأ فيما يأتي :

أ- عند توصيل مكثف ومصباح في دائرة كهربائية مترددة فإن المصباح يضئ (√)

ب - إذا وصل مصباح مع مكثف في بطارية فإن المصباح يضئ (x)

جـ - عندما تكون إضاءة مصباح شديدة متصل مع مكثف على التوالي لمصدر تيار متردد فهذا يدل على أن السعة الكهربائية للمكثف كبيرة (√)

د- يمكن حساب شدة التيار المتردد المار في دائرة مكثف عند أية لحظة من العلاقة ت$_{ل}$ = ت$_{ع}$ جتاωز . (√)

هـ - المقاومة الأومية تستنفذ من التيار المار بها جزءاً على شكل مجال مغناطيسي بينما المكثف أو الملف يستنفذ منه جزءاً على شكل حرارة (x)

و- الجهد المتردد بين لوحي مكثف والتيار المار فيه مختلفان في الطور ويتقدم التيار عن الجهد بزاوية مقدارها $\frac{\pi}{2}$ راديان . (√)

ز- يلقى التيار المتردد عند مروره في مكثف إعاقة في تحركه هذه الإعاقة تسمى مقاومة أومية (x)

٣- اختر الإجابة الصحيحة للفقرات الآتية من بين الأقواس :

أ- عند مرور التيار المتردد في مقاومة أومية فإن هذه المقاومة .. (تستنفد جزءاً من طاقة التيار المتردد - لا تستنفذ طاقة منه - لا شيء مما ذكر)

ب - إذا كانت سعة مكثف ٧ ×١٠$^{-٦}$ فاراد وكان طرفاه متصلين بمصدر تيار متردد تردده (٥٠) هيرتز فإن المفاعلة السعوية للمكثف تكون قيمتها ...($\frac{٣١٠}{22}$ ، $\frac{٤١٠}{22}$ ، $\frac{٥١٠}{22}$ ، $\frac{٦١٠}{22}$) أوم .

جـ - وصل مكثف سعته ١٤ ميكروفاراد بمصدر تيار متردد تردده (٥٠) هيرتز ، وجهد مقداره (٢٥٠) فولت فإن شدة التيار المار به تساوي ... (١.١ ، ١.٢ ، ١.٣ ، ١.٥) أمبير .

د- عند مرور تيار متردد في ملف حثي فإن الملف يولد (ق.د.ك) تأثيرية اتجاهها يكون في اتجاه ...

(القوة المولدة لها - معاكس لاتجاه القوة المولدة لها - كل ما ذكر)

هـ - يمكن حساب الجهد الكهربائي المتردد بين طرفي ملف حثي عند أية لحظة من العلاقة .....

(جـ ع=همحث ت$_{ع}$ ، جـ ل=جـ ع جتاωز ، جـ ل = - حث $\frac{\text{ع ت}}{\text{ع ز}}$)

و- تنشأ المفاعلة الحثية لملف حثي يمر به تيار متردد به تيار متردد بسبب ... (حثه الذاتي ، المقاومة الأومية له ، شكل الملف)

ز- يمكن حساب المفاعلة السعوية لمكثف متصل بمصدر تيار متردد من العلاقة..... (٢π f سع ، ٤π f سع ، $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$)

ح - يحدث الرنين الكهربائي في دائرة الرنين عندما تكون قيمة .. ..(همسع < همحث ، همسع > همحث ، همسع = همحث)

ط - وصل ملف حثي ومكثف على التوالي بمصدر تيار متردد وفي حالة مرور التيار المتردد فإن فرق الجهد المتردد بين طرفي الملف الحثي يسبق شدة التيار المار في الملف الحثي بزاوية مقدارها ..... ($\frac{\pi}{3}$ ، $\frac{\pi}{4}$ ، $\frac{\pi}{2}$ ، π)

ي - يمكن حساب قيمة فرق الجهد العظمى لدائرة مترددة متصل معها لى التوالي ملف حثي ومكثف ومقاومة أومية من العلاقة ....

جـ ع=(جـ حث – جـ سع) ، (ت$_{ع}$ = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{م}}$) ، (جـ ع = ت$_{ع}$ × م ق)

ك ـ يمكن تعيين قيمة زاوية الطور ϕ بين شدة التيار المتردد وفرق الجهد لدائرة متصل معها على التوالي مكثف وملف حثي ومقاومة أومية من العلاقة ....$\frac{(م_{حث} - م_{سع})}{م}$ ، $\frac{(جـ_{ع})}{(ت_{ع})}$ ، $(ت_{ع} \times م \ جا\omega ز)$

ل ـ مكثف سعته الكهربائية ٢٠ ميكروفاراد ، فإذا وصل بمصدر تيار متردد تردده (٢٥ هيرتز) تكون قيمة مفاعلته السعوية مساوية (٣١٦ ، ٣١٨ ، ٣٢٠) أوم

م ـ ملف حثي مفاعلته الحثية ٨٥ أوم ، وصلت جميعها على التوالي بدائرة تيار متردد فإن المعاوقة المكافئة لهذه الدائرة تساوي .... (٣٠ ، ٢٩ ، ٣٢ ، ٣١) أوم تقريباً

- **بقية أسئلة تقويم الوحدة محلولة مع الدروس**

أسئلة وزارية على الوحدة الثانية

ملاحظة : جميع التعاليل والعديد من الأسئلة الوزارية تم ذكرها مع الدروس وهي غير مكرره هنا .

١ـ اكمل الفراغات بما يناسبها من كلمات في الفقرات الآتية :

١ـ يتميز التيار الكهربائي المتردد عن التيار المستمر في : .....، و .....قوته الدافعة الكهربائية .
٢ـ إذا كان عدد دورات ملف دينامو (٤٩) دورة في الثانية فإن السرعة الزاوية للملف تساوي .....
٣ـ ..... عند توصيل طرفي مكثف بمصدر تيار مستمر .
٤ـ المفاعلة الحثية للملف ..... مرور التيار ، ولكنها .....طاقة كهربائية .
٥ـ مكثف سعته (٢٠) ميكروفاراد ، وصل بمصدر تيار متردد فرق جهده الفعال (٤٠٠) فولت ، وتردده (٥٠) هرتز ،فإن شدة التيار الفعال في الدائرة ..... أمبير .
٦ـ عندما يصنع ملف المولد زاوية مقدارها (٣٧) مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي فإن (ق.د.ك) المتولدة تساوي تقريباً ..... فولت .
٧ـ نسبة القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد إلى قيمته العظمى كنسبة .....
٨ـ العلاقات الرياضية التي تستخدمها لحساب القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف المولد عند أي لحظة من لحظات دوران الملف هي .....
٩ـ كلما قلت سعة المكثف تقل قدرته على تمرير التيار المتردد بسبب زيادة .....
١٠ـ وحدة قياس المقاومة الاوم ، بينما وحدة قياس المفاعلة الحثية هي .....، ووحدة قياس الإعاقة الكلية هي .....

٢ـ ضع علامة (√) أمام الفقرة الصحيحة ،وعلامة (x) أمام الفقرة الخطأ فيما يأتي :

١ـ تردد التيار في دائرة التيار المتردد (٥٠) هرتز فإن المكثف يشحن ويفرغ بمعدل (٥٠) مرة في الثانية. ( )
٢ـ تستنفذ المقاومة الأومية جزء من الطاقة على شكل مجال مغناطيسي ( )
٣ـ التيار الأكثر استخداماً في المنازل هو التيار المتردد . ( ) هذه الفقرة مع تصحيح الخطأ إن وجد
٤ـ يتفق كل من التيار المتردد والتيار المستمر في أنه يمكن نقلهما من مسافات بعيدة ( )
٥ـ كلما زادت سعة المكثف تقل قدرته على تمرير التيار المتردد ( )
٦ ـ تتناسب شدة التيار المار في دائرة مكثف طردياً مع سعة المكثف وعكسياً مع مفاعلته السعوية . ( ) (٢٠١١/ ٢٠١٢م)
٧ـ ملف حثه الذاتي (٠.١٤) هنري، يمر فيه تيار متردد ، تردده (٥٠) هرتز ، لذلك تكون مفاعلته الحثية (٤٤) أوم . ( )
٨ـ من الممكن رفع أو خفض القوة الدافعة الكهربائية للتيار المتردد باستخدام الأميتر الحراري ( )
٩ـ يتفق كل من التيار المتردد والمستمر في توليد طاقة حرارية . ( )
١٠ـ يحدث الرنين الكهربائي في دائرة الرنين المتصلة بجهاز استقبال عندما $م_{حث} = م_{سع}$ ( )
١١ـ عندما يتحرك ملف المولد الكهربائي زاوية ١٨٠° مع خطوط المجال المغناطيسي فإن (ق.د.ك) المتولدة في دائرته الخارجية ≠ صفر ( )
١٢ـ تتناسب شدة التيار المار في دائرة مكثف طردياً مع سعة المكثف وعكسياً مع مفاعلته السعوية ( )
١٣ـ التردد هو عدد الذبذبات التي يعملها التيار المتردد في الدقيقة ( )
١٤ـ الكمية (ب جاωز) هي مركبة كثافة الفيض المغناطيسي (ب) العمودية على مستوى ملف المولد ( )
١٥ـ القيمة الفعالة للتيار المتردد تكون أكبر من القيمة العظمى للتيار المتردد .

٣ـ اختر الإجابة الصحيحة للفقرات الآتية من بين الأقواس :

١ـ عدد دورات ملف المولد الكهربائي حول محور دورانه في الثانية الواحدة يطلق عليه ...
(الزمن الدوري ـ شدة التيار ـ القيمة الفعالة للتيار المتردد ـ التردد)
٢ـ إذا كانت المفاعلة السعوية لمكثف أصغر من المفاعلة الحثية لملف ،فإن زاوية الطور تكون ...
(موجبة ـ صفراً ـ سالبة ـ لا شيء مما ذكر)
٣ـ يلقى التيار المتردد عند مروره في المكثف إعاقة يطلق عليها .....
(مقاومة أومية ـ مفاعلة حثية ـ مفاعلة سعوية ـ مقاومة نوعية)
٤ـ عند حدوث الرنين الكهربائي في دائرة الرنين تكون قيمة التيار في الدائرة .... (أكبر ما يمكن ـ متوسطة ـ أقل ما يمكن ـ قليلة جداً)
٥ـ مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية عند أية لحظة أثناء دوران ملف المولد يتناسب طردياً مع ...
(السرعة الخطية ـ الزمن ـ جتاωز ـ مساحة أحد وجهي الملف)
٦ـ وحدة قياس معامل الحث الذاتي هي .... (أوم . ث ـ أوم . متر ـ أوم ـ أوم / ث)
٧ـ في مولد التيار المتردد تكون (ق.د.ك) تساوي (٠.٦ق$_{ع}$) عندما تكون (ωز).....(٣٧° ، ٤٥° ، ٥٣° ، ٩٠°) (٢٠١١م)
٨ـ عندما تكون زاوية دوران ملف المولد الكهربائي التي يصنعها مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي مساوية (١٨٠°) فإن قيمة (ق.د.ك) تكون قيمتها (عظمى موجبة ـ عظمة سالبة ـ صفر ـ أعلى من الصفر)

٩ـ يتناسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية عند أية لحظة أثناء دوران ملف المولد طردياً مع التالي عدا عامل .....
(السرعة الزاوية ، كثافة الفيض المغناطيسي ، جتاwز ، مساحة أحد وجهي ملفيه)

١٠ـ الممانعة في دائرة المكثف تظهر على شكل طاقة .....(حركية ، مغناطيسية ، حرارية ، كهربائية)

١١ـ مكثف سعته ١٤ × ١٠^-٦ فاراد ، وصل بمصدر تيار كهربائي جهده (٢٥٠) فولت وتردده (٥٠) هرتز ، شدت التيار المار فيه تساوي .....
(١.١ ، ١.٥ ، ١.٦ ، ١.٧)

١٢ـ عدد دورات ملف المولد الكهربائي حول محور دورانه في الثانية الواحدة يطلق عليه .....
(الذبذبة الكاملة ، الدورة الكاملة لملف المولد حول محوره ، القيمة الفعالة للتيار المتردد ، التردد)

٤ ـ اذكر استخداماً لكل من: الأميتر الحراري ، المكثف ، الدينامو ، دائرة الرنين

٥ـ ما وظيفة كل من : المكثف ، الدائرة المهتزة ، دائرة الرنين ، القمر الصناعي

س : اذكر العوامل التي تؤثر في : معامل الحث الذاتي لملف ، القوة الدافعة الكهربية المترددة .

س: ما الأسباب التي أدت إلى النتائج التالية : ١ـ تولد قوة دافعة كهربائية تأثيرية في ملف الدينامو (٢٠١١ / ٢٠١٢ م)

س: ماذا يقصد بدائرة الرنين ، زمن الذبذبة الكاملة للتيار المتردد ، تردد التيار في مدينة جدة =٦٠ هرتز ، الدائرة المهتزة. ،ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ، تردد التيار في مدينة صنعاء = ٥٠ هرتز .

س: علل: التيار الكهربائي المتردد المار في دائرة الملف لا يصل إلى قيمته العظمى لحظة غلق الدائرة مباشرة . (٢٠١١م)

علل: في دائرة الرنين تساوي المعاوقة الكلية للدائرة المقاومة الأومية .

علل: تجمع الجهود جمع اتجاهي وليس جمع جبري في دوائر التيار المتردد .

س : ثلاثة مكثفات سعاتها (٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠) ميكروفاراد ،وصلت بمصدر تيار متردد ، تردد ه (٥٠ذ/ث) ، وجهده (٢٠٠)فوت.
احسب : شدة التيار في دائرة كل منها في حالة توصيلها على التوازي .

س : عند توصيل ملف حث بمصدر تيار مستمر قوته الدافعة (٢٢) فولت تكون شدة التيار المار فيه (٤٤ × ١٠^٢) مللي أمبير ، وعند توصيله بمصدر تيار متردد تردده ($\frac{٥٠}{\pi}$) هيرتز وقوته الدافعة (٦.٥) فولت تكون شدة التيار العظمى المار فيه (٥٠٠√٢) مللي أمبير ، احسب معامل الحث الذاتي للملف . الجواب [أ- (٠.١٢ هنري)]

س: تيار متردد القيمة العظمى لشدته (٦√٢)أمبير وتردده (١٠٠)ذ/ث ،فكم كانت شدته عندما كانت زاوية دوران ملف مولده (ωز) (٤٥) درجة؟

س: وصل ملف حثي بمصدر تيار متردد ، تردده (٢٥) هيرتز ، والحث الذاتي للملف (١.٤) هنري ، فإذا كانت القيمة العظمى لشدة التيار المار في الدائرة (١.١) أمبير ، فاحسب القوة الدافعة العظمى لمصدر التيار المتردد .

نتقبل النقد البناء الذي يهدف إلى خدمة العملية التعليمية

إعداد وتصميم الأستاذ /

محمد عبد الرحمن علي الشرعبي

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

نقلة نوعية في مجال التعليم الإلكتروني

وأروع محاكاة متحركة لمواضيع الفيزياء

بسم الله الرحمن الرحيم



الأول
من نوعه في اليمن

حالياً في الأسواق

أسطوانتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتين على الآتي :

١ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .

٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية

٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :

أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .

ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .

٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .

٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .

لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعـز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين وتوجد في العديد من المكتبات الأخرى منها :

تعـز مكتبة تعز ، شارع جمال . مكتبة الرسالة + مكتبة التفوق : جوار مدرسة زيد الموشكي

تعـز مكتبة السلام : شارع المرور جوار المعهد التقني الصناعي . مكتبة النجاح : شارع التحرير . مكتبة ثانوية تعز ،.....

صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير

صنعاء مكتبة المختار الحديثة شارع تعز ، جولة شميلة ، جوار حلويات أبو خالد

عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)

عدن مكتبة واتصالات بانافع جوار ثانوية عدن النموذجية للبنات ، وكذلك توجد لدى مكتبة الزبير بمدينة الشعب

حضرموت مكتبة الرسالة سيئون ، السوق العام ، عمارة الأوقاف والعوامر

حضرموت مركز الجولة تريم ، جوار نادي الوحدة الرياضي

الحديدة مكتبة صلاح الدين شارع جمال

ذمار مكتبة القمة شارع المنزل جوار البنك الزراعي

إب مكتبة المعرفة ومكتبة ابن تيمية شارع العدين

تم تحميل هذا الملف من موقع الفريد في الفيزياء

الـوحـدة الـثـالـثـة : الإلـكـتـرونـيـات

إن المتتبع للصناعات الإلكترونية يلاحظ التطورات المتسارعة المصحوبة بالتقنية عالية الجودة ، فقد ازداد الاعتماد على الدوائر الكهربائية المتكاملة أكثر من الاعتماد على الدوائر الكهربائية المنفصلة ،وظهور أسلوب جديد في صناعة الدوائر الكهربائية وهو أسلوب تقارب الأجزاء للدوائر الكهربائية في الأجهزة الإلكترونية الحديثة مما أدى إلى تناقص أحجام الأجهزة الإلكترونية ، بحيث أصبح من الممكن وضع بعضها في جسم الإنسان ، وهذا يعود إلى صناعة الوصلات الثنائية والترانزستورات والدوائر المتكاملة التي تدخل في صناعتها مواد تسمى أشباه موصلات .

تنقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى ثلاثة أقسام هي :

١- **مواد جيدة التوصيل للتيار الكهربائي(علل)** وذلك لامتلاكها عدداً كبيراً من الالكترونات حرة الحركة (الكترونات طليقة) وتسمى بالموصلات ومعظمها من الفلزات مثل النحاس والفضة وغيرها

٢- **مواد رديئة التوصيل للتيار الكهربائي (علل)**وذلك لاحتوائها على عدد قليل جداً من الالكترونات حرة الحركة بسبب ارتباطها الوثيق بذراتها وتسمى بالمواد العازلة مثل الخشب والمطاط والجلد والزجاج و...

٣- **مواد شبه موصلة** وهذه المواد ليست جيدة التوصيل وليست رديئة التوصيل (أي أنها تقع بين الموصلات والعوازل) وهنالك ظروف معينه تجعلها موصلة أو غير موصلة من هذه الظروف درجة الحرارة وغيرها .

أشبـــاه الموصـــلات

هنالك نوعان من أشباه الموصلات هما

أشباه الموصلات النقية — **أشباه الموصلات غير النقية**

٣A	٤A		
٥B البورون	٦C الكربون	٥A	٦A
	١٤SI السليكون	١٥P الفوسفور	١٦S الكبريت
	٣٢Ge الجرمانيوم	٣٣As الزرنيخ	٣٤Se السيلنيوم
	٥٠Sn القصدير	٥١Sb الأنتيمون	٥٢Te التيلوريوم

٧A
٥٣I اليود

أشباه الموصلات النقية :

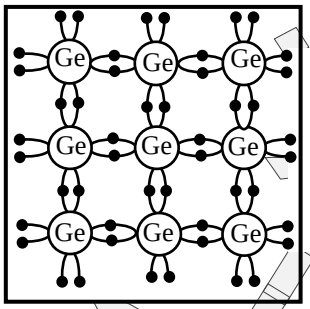
هي العناصر الواقعة في المجموعة الرابعة في الجدول الدوري (أي أن تكافؤها رباعي) وتحتوي مستويات الطاقة الخارجية لذراتها على أربعة الكترونات ومن أشهر هذه العناصر السيليكون (Si) والجرمانيوم (Ge)

أهم ما يميز أشباه الموصلات هو أن قدرتها على توصيل التيار **تزداد** بارتفاع درجة حرارتها و**تقل** بانخفاضها حتى أنها تكون عازلة تماماً **عند درجة الصفر المطلق** (صفر كلفن = -٢٧٣ درجة مئوية)

وبعبارة أخرى (أن المقاومة النوعية لأشباه الموصلات تقل بارتفاع درجة حرارتها) علل

ملاحظة : أشباه الموصلات على العكس تماماً من الموصلات التي يقل توصيلها للكهرباء بارتفاع درجة حرارتها) علل

س: وضح مع الرسم التركيب البلوري لأشباه الموصلات النقية ؟



عندما تنتظم ذرات العنصر شبة الموصل (رباعي التكافؤ) مثل السليكون (Si) أو الجرمانيون (Ge) لتكوين بلورته فإن كل ذره ترتبط مع أربع ذرات مجاوره بروابط تساهمية بحيث تشارك كل ذره بإلكتروناتها الأربعة الموجودة في المستوى الخارجي لترتبط مع أربع ذرات مجاورة مكونه أربع روابط تساهمية وبذلك تصبح الذرة محاطة بثمانية الكترونات وتصبح خالية من الالكترونات الحرة فتكون عازلة في درجة الحرارة المنخفضة

س: ما الظروف التي تجعل أشباه الموصلات النقية جيدة التوصيل للتيار الكهربائي ؟

١- رفع درجة الحرارة ٢- إضافة شوائب خماسية التكافؤ أو ثلاثية التكافؤ

٣- تعرضها لأشعة مثل الأشعة السينية (أشعة X)

س: وضح أثر الحرارة على توصيلية أشباه الموصلات النقية .

١- في درجة الحرارة المنخفضة (الصفر المطلق أي صفر كلفن =-٢٧٣°م) تكون أشباه الموصلات عازلة تماماً (علل) وذلك لعدم وجود الكترونات حرة حيث يصعب كسر الروابط التساهمية وبالتالي يصعب تحرير الكتروناتها في البلورة وبذلك تكون المقاومة النوعية كبيره فتكون عازلة تماماً .

٢- عند رفع درجة حرارة المادة الشبه موصله تنكسر بعض الروابط التساهمية للبلورة فتتحرر بعض الالكترونات التي تقوم بتوصيل التيار الكهربائي (أي أن المقاومة النوعية لشبه الموصل تقل بزيادة درجة الحرارة) وكلما زادت درجة الحرارة زادت درجة توصيلها للتيار الكهربائي

س : ما أثر كل من : { أ } زيادة درجة الحرارة على كل من :١- توصيلية أشباه الموصلات للكهرباء وزاري (٢٠٠٤ - ٢٠٠٥)

س : علل تزداد قابلية أشباه الموصلات للتوصيل برفع درجة الحرارة . وزاري (٢٠٠٤ - ٢٠٠٥)

ملاحظة:

كما ذكرنا سابقاً أنه عند تحرر الإلكترون من الرابطة التساهمية فإنه يترك مكانة فراغاً وهذا الفراغ يسمى (فجوة) فينتقل إلكترون من رابطة أخرى ليملأ هذه الفجوة وهكذا تبدو الفجوة متنقلة فتعمل الفجوة عمل الشحنة الموجبة و يمثل الإلكترون الشحنة السالبة وبذلك يتم التوصيل في أشباه الموصلات بواسطة **الإلكترونات و الفجوات**.

أشباه الموصلات غير النقية

هي عبارة عن أشباه موصلات نقيه مطعمه بنسبه ضئيلة من أحد عناصر **المجموعة الخامسة مثل** الفوسفور (P) أو الزرنيخ (As) أو الأنتيمون (Sb) أو من أحد عناصر **المجموعة الثالثة مثل** عنصر البورون (B) أو الألمونيوم (Al) أو الأنديوم (In) أو الجاليوم (Ga) .

ملاحظة: عند إضافة شوائب إلى أشباه الموصلات النقية فإننا نضيف إليها خصائص هامة جعلتها تستخدم في صناعة العديد من الأدوات التي سببت التقدم الحضاري

أسطوانتي الفريد في الفيزياء
بصمة مميزة في مجال التعليم الإلكتروني في اليمن

ومن خلال إضافة الشوائب (التطعيم) تمكنا من :

١- **الحصول على نوعين من أشباه الموصلات غير النقية هما :-**

أ) شبه موصل من النوع السالب (الشائبة المانحة للإلكترونات) (بلوره سالبة N type)

ب) شبه موصل من النوع الموجب (الشائبة المستقبلة للإلكترونات) (بلوره موجبه P type)

٢- **زيادة قدرة أشباه الموصلات على توصيل التيار الكهربي .**

هنالك نوعان من أشباه الموصلات غير النقية هما :

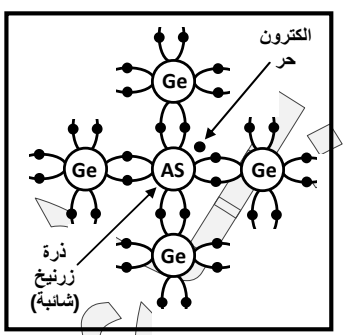
النوع الأول : شبه موصل من النوع السالب (الشائبة المانحة للإلكترونات) (البلورة سالبة N- type)

تعريف شبه الموصل السالب : هي مادة شبه موصله نقيه مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge) طعمت بذرات خماسية التكافؤ مثل (الفوسفور (P) أو الزرنيخ (As) أو الأنتيمون (Sb))مما يجعل **عدد الإلكترونات** الحرة فيها أكبر من **عدد الفجوات** .

س: عرف البلورة السالبة ؟

جـ : .....

س: وضح أثر وجود شوائب من عنصر خماسي التكافؤ على درجة التوصيل الكهربائي لمادة شبه موصله نقيه .



عند تطعيم بلورة من عنصر شبه موصل (رباعي التكافؤ) مثل الجرمانيوم (Ge) بذرات (شوائب) من عنصر خماسي التكافؤ مثل الزرنيخ (As) فإن كل ذرة زرنيخ تساهم بأربعة الكترونات و ترتبط مع أربع ذرات جرمانيوم محيطة بها بينما يظل الإلكترون الخامس للزرنيخ ضعيف الارتباط بذرته كما هو موضح بالشكل المقابل ويتطلب تحريره قدر ضئيل جداً من الطاقة .

وبزيادة عدد الذرات الشائبة يزداد عدد الالكترونات الحرة فتعمل هذه الالكترونات على زيادة توصيل التيار الكهربائي أي أن البلورة تصبح موصلة للتيار بدرجة أكبر.

وبذلك تكون حاملات الشحنة الأساسية (السائدة) في هذا النوع من أشباه الموصلات هي الإلكترونات(علل) لأن عددها أكبر من عدد الفجوات وحاملات الشحنة الغير أساسية فيها هي الفجوات (علل)

س : ما ذا حدث في كل من الحالات التالية : إذا :

١- **طعمت بعض ذرات الجرمانيوم رباعية التكافؤ بذرات من عنصر خماسي التكافؤ مثل الزرنيخ . وزاري (٢٠٠٩ / ٢٠١٠ م)**

جـ: .....

س: علل سميت هذه البلورة بالبلورة السالبة N- type ؟

جـ: لأن حاملات الشحنة السائدة فيها هي الالكترونات التي تحمل شحنه سالبة .

س: علل البلورة السالبة متعادلة كهربياً ؟

جـ لأن الشحنة الموجبة لذرات الشوائب المضافة تساوي الشحنة السالبة للإلكترونات المتحررة فيها

النوع الثاني : شبه موصل من النوع الموجب (الشائبة المستقبلة للالكترونات) (البلورة الموجبة P- type)

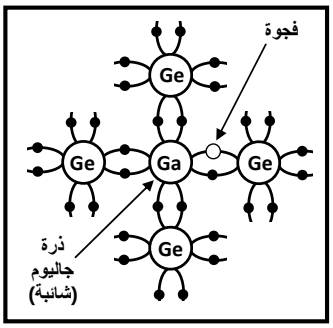
تعريف شبه الموصل الموجب : هي مادة شبه موصلة نقيه مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge) طعمت بذرات ثلاثية التكافؤ مثل (البورون (B) أو الألمونيوم (Al) أو الأنديوم (In) أو الجاليوم (Ga)) مما يجعل **عدد الفجوات** فيها اكبر من **عدد الالكترونات**

س : عرف البلورة الموجبة ؟

جـ: .....

س : وضح أثر وجود شوائب من عنصر ثلاثي التكافؤ على درجة التوصيل الكهربائي لمادة شبه موصلة نقيه ؟

عند تطعيم بلورة من عنصر شبه موصل (رباعي التكافؤ) مثل الجرمانيوم (Ge) بذرات من عنصر ثلاثي التكافؤ مثل الجاليوم (Ga)



فإن كل ذرة جاليوم تساهم بإلكتروناتها الثلاثة مع ثلاث ذرات فقط من الجرمانيوم مكونة ثلاث روابط تساهمية وتظل الرابطة الرابعة غير مكتملة (فجوه) كما هو موضح بالشكل المقابل وتسمح هذه الفجوة بانتقال إلكترون إليها من رابطة أخرى وهكذا تبدو الفجوة وكأنها تتنقل بين الروابط من موضع لآخر .

وبزيادة عدد الذرات الشائبة يزداد عدد الفجوات فتعمل هذه الفجوات على زيادة توصيل التيار الكهربائي نتيجة لتنقلاتها وبذلك تكون **حاملات الشحنة الأساسية** (السائدة) في هذا النوع من أشباه الموصلات هي **الفجوات(علل)** لأن عددها أكبر من عدد الالكترونات الحرة ، و**حاملات الشحنة غير السائدة** هي **الإلكترونات .**

س :علل سمية هذه البلورة بالبلورة الموجبة ؟

لأن حاملات الشحنة الأساسية (السائدة) فيها هي الفجوات والفجوة ينقصها إلكترون فهي تكافئ شحنة موجبه مقدارها يساوي مقدار شحنة الإلكترون .

علل البلورة الموجبة متعادلة كهربياً ؟

لأن الشحنات السالبة للذرات المستقبلة للإلكترونات الحرة تتعادل مع الشحنة الموجبة للفجوات .

س : قارن بين شبه الموصل من النوع السالب N- type وشبه الموصل من النوع الموجب P- type من حيث :-

(١) التعريف (٢) حاملات الشحنة السائدة (٣) حاملات الشحنة غير السائدة (٥) الشكل الموضح للتركيب البلوري

ملاحظة: ١- تعتمد درجة التوصيل الكهربائي في شبه الموصل غير النقي (N- type أو P- type) على **نسبة الشوائب المضافة** .

٢- كما ذكرنا أنه من طرق زيادة توصيلية أشباه الموصلات هو التطعيم وقد حصلنا نتيجة ذلك على نوعين من أشباه الموصلات هما **النوع السالب** و**النوع الموجبة** وقد تم الاستفادة منهما في صناعة العديد من الأدوات التي تعد **تطبيقات على أشباه الموصلات غير النقية :**

ومن هذه التطبيقات : ١- الوصلة الثنائية ٢- الترانزستور ٣- الدوائر المتكاملة (I C)

س: اذكر تطبيقاً واحداً لكل من :١- أشباه الموصلات غير النقية وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥)

أولاً : الوصـلـة الثنـائيـة

تعريف الوصلة الثنائية: هي أداة مكونة من بلورتين من شبهي موصل احدهما من النوع السالب والآخر من النوع الموجب .

الغرض منها : تقويم التيار المتردد إلى تيار مستمر .

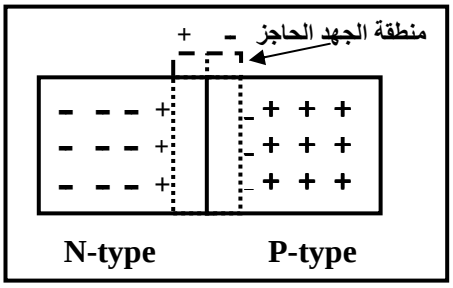
استخدامها : تستخدم في الأجهزة الإلكترونية مثل (الراديو والتلفاز والكمبيوتر والتلفونات و .....) .

رمزها في الدوائر الإلكترونية : 

حيث يعبر السهم عن البلورة الموجبة والخط العمودي يعبر عن السالبة

تركيبها: تتركب الوصلة الثنائية من نوعين من أشباه الموصلات هما شبه موصل من النوع السالب (N- type) وشبه موصل من النوع الموجب (P- type) .

س : وضح كيف تتكون منطقة الجهد الحاجز.



عند وصل البلورة السالبة (N- type) مع البلورة الموجبة (P- type) فإن بعض **إلكترونات البلورة السالبة** تنتقل عبر منطقة الاتصال إلى **البلورة الموجبة** لتملأ بعض الفجوات ومن المعلوم بأن البلورة السالبة والبلورة الموجبة قبل إلتصاقهما **متعادلتان كهربائياً** ونتيجة للالتصاق فإن فقد البلورة السالبة لإلكترونات يصبح جهدها موجب والبلورة الموجبة تكتسب إلكترونات فيصبح جهدها سالب فينشأ على جانبي الوصلة من جهة الاتصال منطقة خالية من حاملات الشحنة سمكها تقريباً (٢) ميكرون تسمى **بمنطقة الجهد الحاجز** يزيد جهد هذه المنطقة تدريجياً حتى يكفي لمنع عبور المزيد من الإلكترونات من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة .

تعريف الجهد الحاجز : هو الجهد الذي يكفي لمنع عبور المزيد من الإلكترونات من البلورة السالبة إلى البلورة الموجبة

العوامل التى يتوقف عليها مقدار الجهد الحاجز للوصلة الثنائية :

١ـ درجة الحرارة : يتناسب الجهد الحاجز طردياً مع درجة الحرارة (بزيادة درجة الحرارة يزداد الجهد الحاجز)

٢ـ نسبة الشوائب المضافة : التناسب طردي (بزيادة نسبة الشوائب يزداد الجهد الحاجز)

٣ـ نوع مادة شبه الموصل المستخدمة في تصنيع البلورتين السالبة والموجبة

ملاحظة:

١ـ تكون قيمة الجهد الحاجز بين (٠.١ ـ ١) فولت وقيمته عملياً بالنسبة **للجرمانيوم** تساوي **٠.٣ فولت**، و**للسليكون٠.٧ فولت** في درجة الحرارة الاعتيادية .

٢ـ يمر تيار كهربائي ضعيف في الوصلة الثنائية عند تكوينها **(علل)** وذلك نتيجة لاختلاف اتجاه حركة الإلكترونات عن اتجاه حركة الفجوات الموجبة .

س: ما معنى قولنا أن الجهد الحاجز ٠.٣ فولت .

جـ : معنى ذلك أن الجهد الذي يمنع عبور المزيد من الإلكترونات من البلورة السالبة إلى الموجبة هو ٠.٣ فولت.

مرور التيار الكهربائي عبر الوصلة الثنائية :

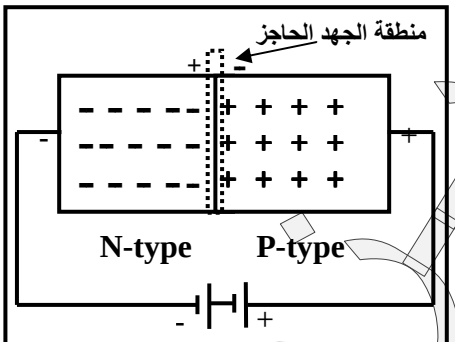
& لا تسمح الوصلة الثنائية للتيار بالمرور من خلالها **إلا إذا أمكن التغلب على الجهد الحاجز لها** . (متى يحدث ذلك) ؟

& إن مرور التيار الكهربائي عبر الوصلة الثنائية يعتمد على طريقة التوصيل للوصلة الثنائية في الدوائر الكهربائية وهنالك طريقتين لتوصيلها في الدوائر الكهربائية هما :

أولاً : طريقة التوصيل الأمامي :

ماذا يقصد بكل من : ١ـ التوصيل الأمامي للوصلة الثنائية . وزارى

*.هي الطريقة التي توصل فيها **البلورة السالبة** (N- Type) **بالقطب السالب** للبطارية و **البلورة الموجبة** (P- Type) **بالقطب الموجب** للبطارية



*. هذا التوصيل يسبب تنافر بين القطب الموجب للبطارية والفجوات الموجبة في البلورة الموجبة P فتتحرك الفجوات بعيداً عن القطب الموجب باتجاه منطقة الوصل تحت تأثير الضغط الكهربائي الناتج عن التنافر ،

*. كذلك يحدث تنافر بين القطب السالب للبطارية والإلكترونات السالبة في البلورة السالبة N فتتحرك الإلكترونات بعيداً عن القطب السالب باتجاه منطقة الوصل تحت تأثير الضغط الكهربائي الناتج عن التنافر ،

***فيقل الجهد الحاجز** ونتيجة لذلك تعبر بعض الإلكترونات من البلورة السالبة عبر المنطقة الفاصلة لتملأ الفجوات في البلورة الموجبة فيمر في الوصلة الثنائية تيار كهربائي كبير نسبياً .

*. يعمل القطب السالب على إمداد البلورة السالبة بمزيد من الإلكترونات ليعوض النقص ويعمل القطب الموجب على جذب الإلكترونات الزائدة فيمر تيار عبر الوصلة الثنائية يسمى **بالتيار الأمامي**

ملاحظات هامة :

١ـ **في البلورة السالبة** الشحنات السائدة (الأساسية)هي **الإلكترونات** والشحنات الغير سائدة هي **الفجوات**

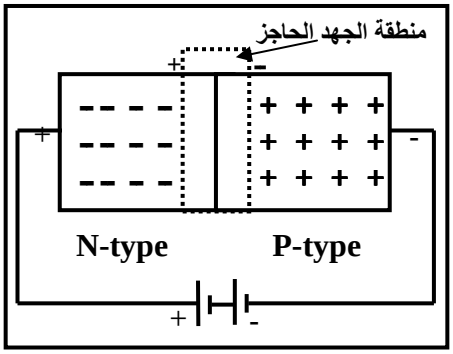
٢ـ **في البلورة الموجبة** الشحنات السائدة (الأساسية)هي **الفجوات** والشحنات الغير سائدة هي **الإلكترونات**

٣ـ التيار الأمامي يمثل الفرق بين التيار الناشئ عن حاملات الشحنة السائدة والتيار الناشئ عن حاملات الشحنة غير السائدة **أي أن**

التيار الأمامي المار في الدائرة = تيار حاملات الشحنة السائدة – تيار حاملات الشحنة غير السائدة

ثانياً: طريقة التوصيل الخلفي (العكسي) :

*.هي الطريقة التي توصل فيها **البلورة السالبة** (N- Type) **بالقطب الموجب** للبطارية و**البلورة الموجبة** (P- Type) **بالقطب السالب** للبطارية



* هذا التوصيل يسبب تجاذب بين القطب السالب للبطارية والفجوات الموجبة في البلورة الموجبة (P-type) فتتحرك الفجوات باتجاه القطب السالب للبطارية
* كذلك يحدث تجاذب بين القطب الموجب للبطارية والإلكترونات السالبة في البلورة السالبة (N-type) فتتحرك الإلكترونات باتجاه القطب الموجب للبطارية
* **يزداد الجهد الحاجز** فلا يمر في دائرة الوصلة الثنائية سوى تيار ضعيف جداً ناتج عن حاملات الشحنة غير السائدة (غير الأساسية)

التيار المار في حالة التوصيل العكسي = تيار حاملات الشحنة غير السائدة

س : قارن بين طريقة التوصيل الأمامي وطريقة التوصيل الخلفي (العكسي) .

ملاحظات:

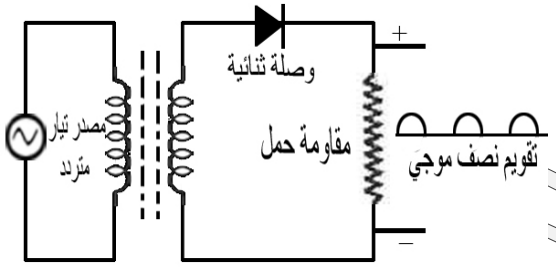
١ـ عندما يكون جهد البطارية أقل من الجهد الحاجز فإن الوصلة الثنائية لا تسمح للتيار بالمرور وإن كان التوصيل أمامي

٢ـ من خلال دراسة طرق توصيل الوصلة الثنائية يتضح أن لها خصائص جعلتها تستخدم في تقويم التيار المتردد إلى مستمر ومن هذه الخصائص هو أنها تسمح للتيار بالمرور من خلالها عند توصيلها أمامياً فقط أي أنها تسمح للتيار بالمرور في اتجاه واحد وهذه الخاصية وغيرها من الخصائص جعلتها تستخدم بدلاً من الصمام الثنائي في تقويم التيار المتردد إلى مستمر، حيث كان يستخدم قبل اختراعها .

س: ما الخاصية التي تتميز بها الوصلة الثنائية بحيث تستخدم في تقويم التيار المتردد ؟ وزاري (٢٠٠٨ / ٢٠٠٩ م)

استخدام الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد

س: مستعيناً ـ بالرسم ـ اشرح تجربة تبين فيها أن الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار الكهربائي في حالة التوصيل الأمامي ، ولا تسمح بمروره في حالة التوصيل الخلفي .وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥م)



***.من المعلوم بأن الوصلة الثنائية تسمح للتيار بالمرور عند توصيلها أمامياً فقط وبأن التيار المتردد متغير في شدته واتجاهه لذلك :**

عند توصيل الوصلة الثنائية بتيار متردد فإنها تسمح لأنصاف الموجات التي تجعلها موصلة أمامياً بالمرور (أي عندما يكون جهد البلورة الموجبة موجباً وجهد البلورة السالبة سالباً) ولا تسمح لأنصاف الموجات التي تجعها موصلة خلفياً بالمرور وبذلك فإنها تقوم التيار المتردد تقويم نصف موجي كما هو موضح في الشكل المقابل

ملاحظات :

١ـ يمكن تقويم التيار المتردد تقويم موجي كامل باستخدام أربع وصلات ثنائية في دائرة واحد.

٢ـ إن كفاءة الوصلة الثنائية لا تصل إلى ١٠٠% **(علل)** وذلك بسبب مرور تيار ضعيف ناتج عن الحاملات الغير أساسية عند توصيلها خلفياً.

٣ـ التيار الذي يتم تقويمه باستخدام الوصلات الثنائية يكون موحد الاتجاه ولكنه غير ثابت في شدته ولجعله ثابت الشدة يستخدم مكثف في دائرة الوصلات الثنائية

تعليلات

س: لا يمكن الحصول على الوصلة الثنائية بطريقة التماس الميكانيكي .

جـ : لأن المسافة الفاصلة بين الذرات تكون كبيرة .

س: توضع الوصلة الثنائية في غلاف خارجي أو معدني .

جـ : لتجنب تأثير الهواء والضوء .

ثانياً : التـرانـزستـور

***. اخترع الترانزستور العالمان الأمريكيان براتينيان وباردين عام ١٩٤٨م**

*. يطلق على الترانزستور أحياناً اسم وصلة الساندويش . (علل)

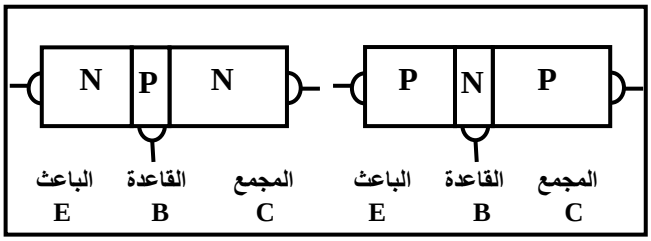
*. قبل اكتشاف الترانزستور كان يستخدم الصمام الثلاثي إلا أن الترانزستور يفوقه في الأداء (علل)

تعريف الترانزستور: هو عبارة عن ثلاث بلورات ملتصقة مع بعضها بحيث تكون البلورتين الطرفيتين من نفس النوع وتفصلهما بلورة من النوع الآخر .

الغرض منه: ١- تقويم التيار المتردد **٢-** تكبير كلاً من التيار والقدرة والجهد الكهربائي **٣-** توليد موجات لاسلكية (كهرومغناطيسية)عالية التردد.

استخداماته: ١- يستخدم في الأجهزة الإلكترونية والكهربائية مثل (الراديو والتلفاز والكمبيوتر وأجهزة الاتصالات ومكبرات الصوت و.....)

تركيبه : يتركب الترانزستور من ثلاث بلورات ملتصقة مع بعضها وهي :



البلورة الطرفية الأولى وتسمى الباعث (E): هي البلورة التي تتحرك منها الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة باتجاه القاعدة .

البلورة الطرفية الثانية وتسمى المجمع (C) : هي البلورة التي تجذب إليها الإلكترونات الحرة أو الفجوات.

البلورة الوسطى وتسمى القاعدة (B): هي البلورة التي تنظم مرور الإلكترونات أو الفجوات بين المجمع والباعث .

أنواع الترانزستور : هنالك نوعان من الترانزستور هما :

١- النوع (N-P- N) وفيه تكون البلورتين الطرفيتين من النوع السالب والوسطى من النوع الموجب

٢- النوع (P- N- p)وفيه تكون البلورتين الطرفيتين من النوع الموجب والوسطى من النوع السالب كما هو موضح في الشكل أعلاه

س: أذكر وجهين من أوجه الاختلاف بين الوصلة الثنائية ، والترانزستور . وزاري(٢٠٠٤-٢٠٠٥م)

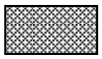
جـ: ١- الوصلة الثنائية تتركب من بلورتين من أشباه الموصلات بينما الترانزستور من ثلاث بلورات

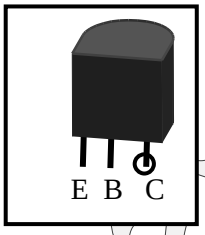
٢- الوصلة الثنائية تستخدم في تقويم التيار المتردد بينما الترانزستور يستخدم في التقويم والتكبير .

س: اذكر أوجه الشبه بين الوصلة الثنائية والترانزستور .

جـ:.....

مقارنة بين الباعث (E) والقاعدة (B) والمجمع (C)

البلورة / المقارنة	الباعث		القاعدة		المجمع	
الرمز	E		B		C	
نسبة الشوائب	كثيرة		قليلة		متوسطة	
مساحة البلورة	متوسطة		صغيرة		كبيرة	



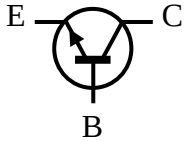
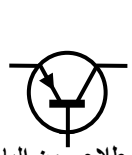
التمييز بين أقطاب الترانزستور:يمكن التمييز بين أقطاب الترانزستور بملاحظة الترانزستور حيث:

تكون القاعدة أقرب إلى الباعث منها إلى المجمع **أو** توضع دائرة ملونة عند طرف المجمع

الرموز الاصطلاحية للترانزستور :

لكل نوع من أنواع الترانزستور رمز خاص به والأشكال المقابلة توضح ذلك

ملاحظة : يوضع سهم على **الباعث** للتمييز بين الرمزين حيث يبن السهم **الاتجاه الاصطلاحي للتيار الكهربائي** وهو **يمثل اتجاه الفجوات الموجبة** ويشير دائماً نحو **البلورة السالبة**

ترانزستور من نوع (N-P- N)	ترانزستور من نوع (P- N- P)
	
اتجاه التيار الاصطلاحي من القاعدة إلى الباعث	اتجاه التيار الاصطلاحي من الباعث إلى القاعدة

ضع علامة صح أما العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخاطئة فيما يلي : وزاري

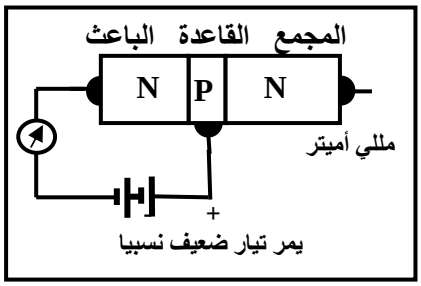
١ـ الاتجاه الاصطلاحي للتيار في ترانزستور (P- N- P) هو من P إلى N ( )

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء
بصمة مميزة
في مجال التعليم الإلكتروني

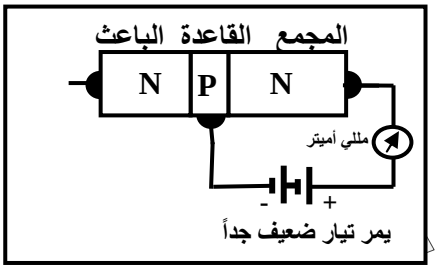
مرور التيار الكهربائي في الترانزستور

تختلف شدة التيار المار في الترانزستور باختلاف طرق توصيله في الدوائر الكهربائية ومن هذه الطرق :

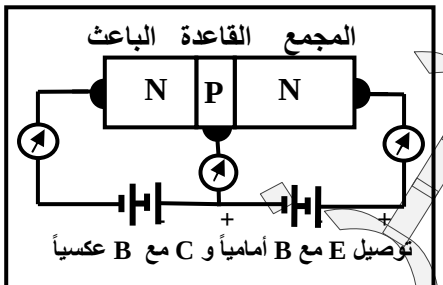
١ـ توصيل الباعث مع القاعدة أمامياً : عند توصيل الباعث مع القاعدة توصيلاً أماميا فإنه يمر تيار ضعيف نسبياً رغم أن التوصيل أمامي **(علل)** وذلك بسبب صغر مساحة القاعدة وقلة الشوائب فيها ، فعندما تكون نسبة الشوائب في القاعدة قليلة و حجمها صغير فإنها لا تستوعب سوى عدد محدود من الالكترونات القادمة من الباعث (الشكل المقابل)



٢ـ توصيل المجمع مع القاعدة خلفياً : عند توصيل المجمع مع القاعدة خلفياً (عكسي) فإنه لا يمر سوى تيار ضعيف جداً وقد لا يمر **(علل)** وذلك بسبب التوصيل العكسي، حيث يعمل القطب الموجب للبطارية على جذب الكترونات المجمع و القطب السالب للبطارية يجذب نحوه الفجوات الموجبة للقاعدة فتزيد منطقة الجهد الحاجز(كما بالشكل المقابل)



٣ـ توصيل الباعث مع القاعدة أمامياً والمجمع مع القاعدة خلفياً : في هذا التوصيل يمر الجزء الأكبر من تيار الباعث عبر دائرة المجمع وما تبقى يمر عبر دائرة القاعدة **(علل)** والسبب في ذلك هو أن بطارية الباعث وبطارية المجمع متصلتان على التوالي مما يسبب فرق جهد كبير بين الباعث والمجمع وبالتالي مجال كهربائي شديد بين الباعث والمجمع مما يسبب اندفاع الالكترونات من الباعث إلى المجمع فيمر تيار كبير عبر المجمع .



ملاحظات:١ـ يسمى تيار الباعث **بالتيار الحاكم** ويسمى تيار المجمع **بالتيار المحكوم (علل)**

وذلك لأن تيار الباعث يتحكم بتيار المجمع

٢ـ $ت_E = ت_B + ت_C$

مثال : إذا كان تيار القاعدة يساوي (٥) ملي أمبير وتيار المجمع يساوي (٩٥) ملي أمبير فكم يكون مقدار تيار الباعث في هذا الترانزيستور ؟

الحل : تيار الباعث = تيار المجمع + تيار القاعدة.

$ت_E = ت_B + ت_C$ ∴ $ت_E = ٥ + ٩٥ = ١٠٠$ ملي أمبير

مميزات الترانزيستور عن الصمام الثلاثي :

١- يقوم الترانزستور بعمل الصمام الثلاثي بل ويفوقه في عمليات تقويم التيار وتكبيره وتوليد الموجات اللاسلكية والإشارات الكهربائية ويتميز عن الصمام الثلاثي بـ

٢- صغر حجمه ٣- خفة وزنه ٤- وصلابته ٥- عدم احتياجه إلى تيار تسخين ٦- قدرته عالية

٧- يحتاج إلى جهد كهربائي صغير حتى يعمل ٨- يعمل لفترة زمنية طويلة قبل تلفه .

س : علل يفضل استخدام الترانزستور بدلاً عن الصمامات في الدوائر الإلكترونية . وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥ - ٢٠٠٩ / ٢٠١٠)

الترانزستور كمكبر (كمضخم)

يقصد بعملية التكبير : تقوية الإشارة الضعيفة سواءً كانت (قدرة أو تيار أو جهد) .

س: فسر الآتي : ١- سماع صوت المؤذن بالمكبر عالي . وزاري (٢٠٠٩ / ٢٠١٠ م)

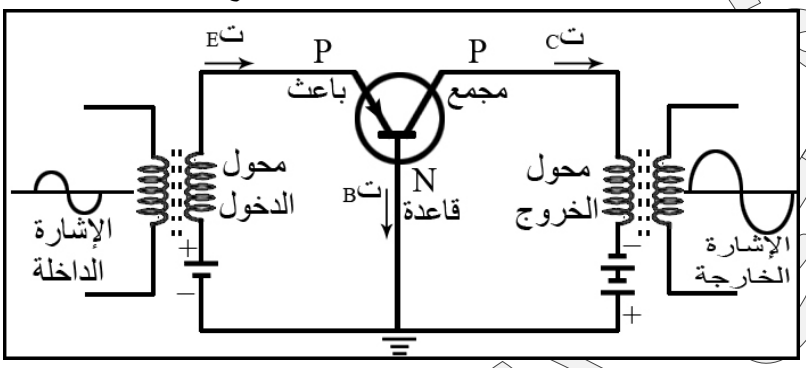
جـ:.....

طرق التكبير باستخدام الترانزستور

هنالك ثلاث طرق للتكبير باستخدام الترانزيستور هي :

١- التكبير بطريقة القاعدة المشتركة ٢- التكبير بطريقة الباعث المشترك ٣- التكبير بطريقة المجمع المشترك

أولاً طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة : هي الطريقة التي يكون فيها طرف القاعدة مشترك بين طرف الباعث والمجمع .



كما هو موضح من الشكل المقابل حيث استخدمنا ترانزستور من النوع (P- N- P)

في هذه الطريقة يوصل الباعث مع القاعدة أمامياً والمجمع مع القاعدة عكسياً

***. ندخل إشارة كهربائية صغيرة (قدرة كهربية أو جهد كهربائي - أو تيار كهربائي صغير) في دائرة الباعث فنجد أن :**

١- تيار الخروج (المجمع) يكون أقل من تيار الدخول (الباعث)(علل) لأن تيار المجمع هو جزء من تيار الباعث حسب قانون كيرشوف **(ت E = ت B + ت C)**

٢- **تكون مقاومة الخروج(المجمع) كبيرة (علل)** بسبب التوصيل العكسي لدائرة المجمع **وتكون مقاومة الدخول(الباعث) صغيرة (علل)** بسبب التوصيل الأمامي لدائرة الباعث

٣- جهد الخروج (المجمع) يكون أكبر من جهد الدخول (الباعث) (علل)لأن مقاومة الخروج (المجمع) أكبر من مقاومة الدخول (الباعث) حسب قانون أوم **(جـ = ت × م)**

٤- قدرة الخروج (المجمع) أكبر من قدرة الدخول (الباعث) (علل) لأن جهد الخروج أكبر من جهد الدخول حيث (القدرة = جـ × ت)

معامل تكبير التيار = $\frac{\text{تيار المجمع(تيار الخروج)}}{\text{تيار الباعث(تيار الدخول)}} = \frac{ت_C}{ت_E}$

معامل تكبير الجهد = $\frac{\text{جهد المجمع(جهد الخروج)}}{\text{جهد الباعث(جهد الدخول)}} = \frac{ت_C \times م_C}{ت_E \times م_E}$ وعندما يكون $ت_C = ت_E$ فإن **معامل تكبير الجهد** = $\frac{م_C}{م_E}$

معامل تكبير القدرة = $\frac{\text{قدرة المجمع(قدرة الخروج)}}{\text{قدرة الباعث(قدرة الدخول)}} = \frac{ت_C \times جـ_C}{ت_E \times جـ_E} = \frac{ت_C^{٢} \times م_C}{ت_E^{٢} \times م_E}$ وعندما يكون $ت_C = ت_E$ فإن **معامل تكبير القدرة** = $\frac{م_C}{م_E}$

معامل تكبير القدرة = معامل تكبير الجهد × معامل تكبير التيار

تعريف معامل التكبير في الترانزستور:هو عبارة عن النسبة بين (مقاومة أو تيار أو جهد أو قدرة) الخروج و(مقاومة أو تيار أو جهد أو قدرة) الدخول

أو هو عبارة عن النسبة بين الإشارة الخارجة والإشارة الداخلة .

س: ما معنى قولنا أن التكبير في الترانزستور يساوي ٣٠٠ ؟

جـ : معنى ذلك أن النسبة بين مقاومة دائرة الخروج إلى مقاومة دائرة الدخول تساوي ٣٠٠

ملاحظات: ١- إن طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة تستخدم **لتكبير الجهد بصورة رئيسية وتكبير القدرة ولكن بمقدار أقل** من تكبير الجهد **أما التيار** فإن معامل تكبيره **أقل من الواحد** الصحيح في هذه الطريقة .

٢ ـ قد يتساوى تيار الباعث مع تيار المجمع وهذه حالة خاصة بطريقة القاعدة المشتركة لكون الفرق بين قيمة تيار الخروج والدخول صغيرة.

٣ـ جميع معاملات التكبير ليس لها وحدة قياس **(علل)** لأنها نسبة بين كميتين من نفس النوع.

مثال ١ : مقاومة دائرة الباعث في دائرة كهربائية ذات قاعدة مشتركة تساوي (٤٠) أوم ومقاومة دائرة المجمع (١٣٠) كيلو أوم ، فإذا كان تيار المخرج يساوي (٤٠) ميكرو أمبير ، وتيار المدخل يساوي (٥٠) ميكرو أمبير فاحسب :

أ ـ معامل تكبير التيار . ب ـ معامل تكبير الجهد . جـ ـ معامل تكبير القدرة .

$م_E$ = ٤٠ أوم
$م_C$ = ١٣٠ كيلوأوم
= ١٣٠ × 10^3 أوم
$ت_C$ = ٤٠ ميكرو أمبير
= ٤٠ × 10^{-6} أمبير
$ت_E$ = ٥٠ميكرو أمبير
= ٥٠ × 10^{-6} أمبير

الحـــل المثال س١٣ في تقويم الوحدة

معامل تكبير التيار = $\frac{\text{تيار المجمع(تيار الخروج)}}{\text{تيار الباعث(تيار الدخول)}} = \frac{ت_C}{ت_E} = \frac{٤٠ \times 10^{-6}}{٥٠ \times 10^{-6}}$ = ٠.٨ ليس له وحدة قياس

معامل تكبير الجهد = $\frac{ت_C}{ت_E} \times \frac{م_C}{م_E} = \frac{٤٠ \times 10^{-6} \times ١٣٠ \times 10^3}{٥٠ \times 10^{-6} \times ٤٠}$ = ٢٦٠٠ ليس له وحدة قياس

معامل تكبير القدرة = $\frac{ت_C^2}{ت_E^2} \times \frac{م_C}{م_E} = \frac{(٤٠ \times 10^{-6})^2 \times ١٣٠ \times 10^3}{(٥٠ \times 10^{-6})^2 \times ٤٠} = \frac{١.٦ \times 10^{-9} \times ١٣٠ \times 10^3}{٢.٥ \times 10^{-9} \times ٤٠}$ = ٢٠٨٠ ليس له وحدة قياس

مثال٢: في دائرة للتكبير بطريقة القاعدة المشتركة كانت مقاومة مدخل الدائرة (٦٥) أوم ، ومقاومة مخرجها (١٣٠) كيلو أوم وشدة تيار المجمع (٩٥) مللي أمبير ، وشدة تيار القاعدة (٥) مللي أمبير . احسب معامل تكبير كل من :

(١) التيار . (٢) فرق الجهد . (٣) القدرة . وزاري (٢٠١٠ / ٢٠١١م)

$م_E$ =٦٥ أوم
$م_C$ = ١٣٠ كيلوأوم
= ١٣٠ × 10^3 أوم
$ت_C$ =٩٥مللي أمبير
= ٩٥ × 10^{-3} أمبير
$ت_B$ =٥مللي أمبير
= ٥ × 10^{-3} أمبير

الحـــل

١ـ معامل تكبير التيار = $\frac{ت_C}{ت_E}$ = $\frac{٩٥ \times 10^{-3}}{ت_E}$ .....(١) **نوجد** $ت_E$

$ت_E = ت_C + ت_B$ = ٩٥ × 10^{-3} + ٥ × 10^{-3} = ٠.١ أمبير نعوض في (١)

معامل تكبير التيار = $\frac{ت_C}{ت_E}$ = $\frac{٩٥ \times 10^{-3}}{٠.١}$ = ٠.٩٥

٢ـ معامل تكبير الجهد = $\frac{ت_C}{ت_E} \times \frac{م_C}{م_E}$ = $\frac{٩٥ \times 10^{-3} \times ١٣٠ \times 10^3}{٠.١ \times ٦٥}$ = $\frac{١٢٣٥٠}{٦.٥}$ = ١٩٠٠

٣ـ معامل تكبير القدرة = $\frac{ت_C^2}{ت_E^2} \times \frac{م_C}{م_E}$ = $\frac{(٩٥ \times 10^{-3})^2 \times ١٣٠ \times 10^3}{(٠.١)^2 \times ٦٥}$ = $\frac{١١٧٣.٢٥}{٠.٦٥}$ = ١٨٠٥

حل آخر : معامل تكبير القدرة= معامل تكبير الجهد × معامل تكبير التيار = ١٩٠٠ × ٠.٩٥ = ١٨٠٥

نشاط١) في دائرة للتكبير بطريقة القاعدة المشتركة كانت شدة تيار الباعث (٨٠) مللي أمبير ، وشدة تيار القاعدة (١٦) ملي أمبير . أحسب شدة تيار المجمع . وإذا علمت أن مقاومة دائرة الباعث (١٠٠) أوم ومقاومة دائرة المجمع (١٠٠) كيلو أوم . فأحسب معامل تكبير الجهد . وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥)الجواب (٠.٠٦٤ أمبير ، ٨٠٠)

نشاط٢) في دائرة للتكبير بطريقة القاعدة المشتركة كانت شدة تيار الباعث (٤٠) مللي أمبير ، وشدة تيار المجمع (٣٢) مللي أمبير . احسب شدة تيار القاعدة . وإذا علمت أن مقاومة دائرة الباعث (١٠٠) أوم ، ومقاومة دائرة المجمع (١٠٠) كيلو أوم . فاحسب معامل تكبير الجهد . وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥) الجواب (٠.٠٠٨ أمبير ، ٨٠٠)

مزايا التكبير بطريقة القاعدة المشتركة

١ـ يكون معامل تكبير التيار أقل من الواحد الصحيح بمقدار قليل (علل) لأن تيار المجمع (الخروج)أصغر بقليل من تيار الباعث (الدخول).

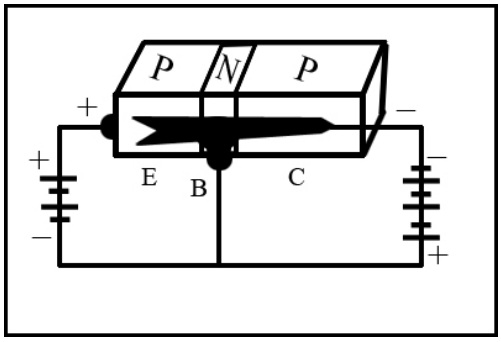
٢ـ يكون معامل تكبير الجهد عالياً (علل) لأن مقاومة المجمع أكبر من مقاومة الباعث.

٣ـ يكون معامل تكبير القدرة عالياً ولكنه أقل من معامل تكبير الجهد (علل) لأن جهد المجمع أكبر من جهد الباعث والقدرة = الجهد × التيار

٤ـ تكون الإشارة الكهربائية الخارجة والإشارة الكهربائية الداخلة متفقتان في الطور (علل) لأن تيار المجمع يتغير بنفس اتجاه تيار الباعث

٥ـ مقاومة دائرة الباعث صغيرة (علل) لأن توصيله أمامي ، ومقاومة دائرة المجمع كبيرة (علل) لأن توصيله عكسي .

علل : يمر الجزء الأكبر من تيار الباعث باتجاه المجمع بدلاً من مروره باتجاه القاعدة في ترانزستور من النوع (P – N – P) .



جـ : اتصال الباعث بالبطارية أمامياً يسبب تنافر بين الشحنات في الباعث وقطب البطارية فتندفع شحنات الباعث باتجاه المجمع

اتصال المجمع بالبطارية عكسياً يسبب تجاذب بين الشحنات في المجمع وقطب البطارية فيجذب الشحنات القادمة من المجمع بشدة

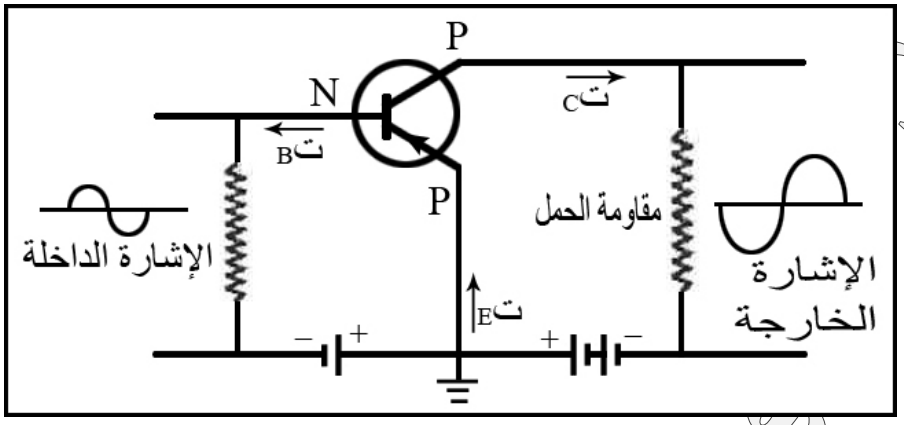
نسبة الشوائب في القاعدة قليلة ومساحتها صغيرة

صغر المقاومة باتجاه (الباعث ـ المجمع) يسمح بمرور عدد كبير من الفجوات إلى المجمع ، وكبر المقاومة باتجاه القاعدة يجعل عدداً قليلاً جداً من الفجوات تتجه إلى القاعدة . والشكل المقابل يوضح ذلك

ثانياً : طريقة التكبير بالباعث المشترك: هي الطريقة التي يكون فيها طرف الباعث مشترك بين طرفي المجمع والقاعدة .

كما هو موضح من الشكل المقابل حيث استخدمنا ترانزستور من النوع **(P- N- P)**

مزايا طرقة التكبير بالباعث المشتركة :



١ـ يكون معامل تكبير التيار عالياً(علل) لأن تيار المجمع أكبر بكثير من تيار القاعدة .

٢ـ يكون معامل تكبير الجهد عالياً(علل) لأن كلاً من تيار ومقاومة المجمع (الخروج) أكبر من تيار ومقاومة القاعدة (الدخول).

٣ـ يكون معامل تكبير القدرة عالياً جداً(علل) لأن تكبير القدرة = تكبير الجهد × تكبير التيار .

٤ـ ظهور فرق في زاوية الطور مقداره (١٨٠°) بين الإشارة الداخلة والخارجة(علل) لأن اتجاه تيار الخروج عكس اتجاه تيار الدخول

ملاحظة هامة : إن أغلب الدوائر شيوعاً في الاستخدام هي **ذات الباعث المشترك(علل)** لأنها الدائرة الوحيدة التي يكون فيها معامل تكبير كلا من (التيار والجهد و القدرة) عالياً وهي الطريقة الوحيدة التي تعكس الطور .

س: يستخدم الترانزستور لتكبير الإشارات المترددة وتضخيمها بطريقتين مختلفتين أي الطريقتين تفضل استخدامها ؟ ارسم الدائرة الكهربية التي تفضلها ، ولماذا تفضل هذه الطريقة عن غيرها . وزاري (٢٠٠٩ / ٢٠١٠)

معامل تكبير التيار = $\frac{\text{تيار المجمع(جهد الخروج)}}{\text{تيار القاعدة (تيار الدخول)}} = \frac{\text{ت}_C}{\text{ت}_B}$

معامل تكبير الجهد = $\frac{\text{جهد المجمع(جهد الخروج)}}{\text{جهد القاعدة (جهد الدخول)}} = \frac{\text{ت}_C \times \text{م}_C}{\text{ت}_B \times \text{م}_B}$

معامل تكبير القدرة = $\frac{\text{قدرة المجمع(قدرة الخروج)}}{\text{قدرة القاعدة (قدرة الدخول)}} = \frac{\text{ت}_C \times \text{جـ}_C}{\text{ت}_B \times \text{جـ}_B} = \frac{\text{ت}^2_C \times \text{م}_C}{\text{ت}^2_B \times \text{م}_B}$

معامل تكبير القدرة = معامل تكبير الجهد × معامل تكبير التيار

مثال١: في دائرة باعث مشترك كان تيار القاعدة (١٠ ميكرو أمبير) وتيار المجمع (١) مللي أمبير ، احسب معامل تكبير التيار ، ومعامل تكبير القدرة ، إذا علمت أن مقاومة مدخل الدائرة (١) كيلو أوم ومقاومة مخرجها (٢٥) كيلو أوم .

الحـــل المثال س١٤ في تقويم الوحدة

$ت_B = ١٠ \text{ ميكرو أمبير} = ١٠ \times ١٠^{-٦}$ أمبير
$ت_C = ١ \text{ مللي أمبير} = ١ \times ١٠^{-٣}$ أمبير
$م_B = ١ \text{ كيلو أوم} = ١ \times ١٠^{٣}$ أوم
$م_C = ٢٥ \times ١٠^{٣}$ أوم

١ـ معامل تكبير التيار = $\frac{\text{تيار المجمع(جهد الخروج)}}{\text{تيار االقاعدة(تيار الدخول)}} = \frac{\text{ت}_C}{\text{ت}_B} = \frac{١ \times ١٠^{-٣}}{١٠ \times ١٠^{-٦}} = ١٠٠$ ليس له وحدة قياس

٢ـ معامل تكبير القدرة= $\frac{\text{ت}^2_C \times \text{م}_C}{\text{ت}^2_B \times \text{م}_B} = \frac{(١ \times ١٠^{-٣})^2 \times ٢٥ \times ١٠^{٣}}{(١٠ \times ١٠^{-٦})^2 \times ١ \times ١٠^{٣}} = \frac{٠.٠٢٥}{١ \times ١٠^{-٧}} = ٢٥ \times ١٠^{٤}$

نشاط١): في دائرة للتكبير بطريقة الباعث المشترك كان تيار القاعدة (٠.٠١) مللي أمبير ، وتيار المجمع (١) مللي أمبير ، احسب معامل تكبير كل من التيار ، والقدرة ، والجهد إذا علمت أن مقاومة مدخل الدائرة (١) كيلو أوم ، ومقاومة مخرجها (٥٠) كيلو أوم .

وزاري (٢٠٠٤ / ٢٠٠٥ م) الجواب (تكبير التيار = ١٠٠ ، تكبير القدرة =٥٠٠٠٠٠، تكبير الجهد = ٥٠٠٠)

نشاط٢) في دائرة باعث مشترك كان معامل تكبير التيار(١٠٠) وتيار الباعث (١.٠١) مللي أمبير فكم يكون تيار القاعدة .

الجواب ($ت_B = ١ \times ١٠^{-٥}$ أمبير)

نشاط٣) في دائرة باعث مشترك كان معامل تكبير الجهد مساوياً ٠.٠١ من معامل تكبير القدرة وتيار القاعدة يساوي ٠.٠٥ مللي أمبير فكم يكون تيار الباعث . الجواب ($ت_E = ٥ \times ١٠^{-٣}$ أمبير)

مقارنة بين طريقتى التكبير بالقاعدة المشتركة والباعث المشترك

الدائرة	معامل تكبير التيار	معامل تكبير الجهد	معامل تكبير القدرة	مقاومة المدخل	مقاومة المخرج	زاوية الطور	طورالإشارة الخارجة	استخدامها في الأجهزة
ذات القاعدة المشتركة	أقل من الواحدة	عالٍ	عالٍ	متوسط	منخفضة	صفر	بنفس طورالإشارة الداخلة	أقل استخداماً
ذات الباعث المشترك	عالٍ	عالٍ	عالٍ جداً	منخفضة	عالية	١٨٠°	عكس طور الإشارة الداخلة	الأكثر استخدما

فوائد استخدام الترانزستور فى الصناعات الإلكترونية :

١ـ أدى ظهور الترانزستور إلى أسلوب جديد في تقارب الأجزاء الرئيسية للدوائر الكهربائية لتصبح هذه الدوائر صغيرة الحجم إذ يمكن تركيبها على ألواح الدوائر المطبوعة ، وبالتالي أصبحت الأجهزة الإلكترونية صغيرة الحجم .

٢ـ سبب في تطوير الدوائر المتكاملة التي تقوم بوظائف مقعدة جداً على رقاقة سليكون واحدة صغيرة جداً.

ثالثاً : الدوائر المتكاملة (IC)

ملاحظة : قبل اختراع الدوائر المتكاملة كانت تستخدم دوائر منفصلة (على سبيل المثال كان يستخدم في جهاز التلفاز عشرات أو مئات القطع الإلكترونية(دوائر منفصلة) ولكن بعد اختراع الدوائر المتكاملة تم جمع هذه الأدوات على رقاقة سليكون واحدة وصغيرة الحجم .

تعريف الدوائر المتكاملة : هي عبارة عن مجموعة من الدوائر التي توصل مع بعضها البعض بدون استخدام أسلاك وعلى رقاقة سليكون واحدة

استخدامها : ١ـ تستخدم في الأجهزة الإلكترونية المختلفة (الراديو ، التلفاز ، الكمبيوتر ، الحاسبات، الساعات .....) وكذلك في صناعة الصواريخ الموجهة ٢ـ تستخدم في صناعة الإلكترونيات الطبية .

مميزات الدوائر المتكاملة عن الدوائر المنفصلة :

١ـ أنها صغيرة الحجم **(علل)** لأن أجزائها مجموعة على رقاقة سليكون واحدة

٢ـ أنها أسرع بكثير من الدوائر المنفصلة **(علل)** لأن أجزائها لا ترتبط بملفات حث كما هو الحال في الدوائر المنفصلة .

٣ـ رخيصة الثمن **(علل)** لأنها لا تحتاج لعمل يدوي لتجميعها.

٤ـ الأجهزة التي تصنع منها صغيرة الحجم **(علل)** لأنها تحتل حيزاً صغيراً جداً في الأجهزة

س: ما الأسباب التي أدت إلى النتائج الآتية : ؟١ـ تصغير أحجام الأجهزة الالكترونية الحديثة . وزاري (٢٠١٠ / ٢٠١١م)

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

س١ : أكمل الفراغات الآتية بما يناسبها :

أ – تسمى الروابط التي تربط بين ذرات بلورة الجرمانيوم بالروابط التساهمية

ب- يقصد بأشباه الموصلات غير النقية بأنها عبارة عن أشباه موصلات نقية مطعمة بنسبة ضئيلة من أحد عناصر المجموعة الخامسة أو عناصر المجموعة الثالثة في الجدول الدوري .

جـ - أشباه الموصلات غير النقية نوعان هما : أشباه موصلات من النوع السالب وأشباه موصلات من النوع الموجب

د- حاملات الشحنة الأساسية في البلورة من النوع N- type هي الإلكترونات بينما حاملات الشحنة الأساسية في البلورة من النوع P-type هي الفجوات

هـ- في طريقتي التوصيل الأمامي والخلفي (العكسي) ، لا تسمح الوصلة الثنائية للتيار الكهربائي بالمرور خلالها إلا إذا أمكن التغلب على الجهد الحاجز .

و - إن الوصلة الثنائية تسمح فقط لأنصاف الذبذبات بالمرور عندما يكون جهد البلورة الموجبة موجباً وجهد البلورة السالبة سالباً وهذه الخاصية تجعل الوصلة الثنائية تستخدم في تقويم التيار المتردد .

ز- إن الأجهزة المصنوعة من أشباه الموصلات تمتلك متانة عالية وثباتاً، وزمن خدمة طويلة .

ح- تسمى البلورة الوسطى في الترانزستور باسم القاعدة وتسمى إحدى البلورتين الطرفيتين باسم الباعث والأخرى باسم المجمع

ط- في الترانزستور تسمى البلورة التي تتحرك منها الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة باتجاه القاعدة باسم الباعث بينما تسمى البلورة التي تجذب أكبر عدد من الإلكترونات أو الفجوات إليها باسم المجمع

ي- يتميز المجمع في الترانزستور بكبر مساحة سطحه وقلة الشوائب فيه ، بالنسبة للباعث ويتميز الباعث بصغر مساحة سطحه ووفرة الشوائب فيه نسبياً .

ك- يسمى تيار الباعث بالتيار الحاكم أما تيار المجمع فيسمى بالتيار المحكوم

ل- توجد ثلاث طرق للتكبير يستخدم فيها الترانزستور كمكبر هي : طريقة القاعدة المشتركة، طريقة الباعث المشترك، وطريقة المجمع المشترك

م- إن حاصل قسمة القدر الكهربائية للمجمع على القدرة الكهربائية للباعث يساوي معامل تكبير القدرة

س٢ : ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخطأ فيما يأتي :

أ ـ تزداد المقاومة الكهربائية لأشباه الموصلات عندما تنخفض درجة حرارتها وتقل عندما تزداد درجة حرارتها . (√)

ب ـ يتوقف نوع شبه الموصل غير النقي على تكافؤ العنصر (الشائبة) الذي يطعم به . (√)

ج ـ تنتج الوصلة الثنائية عند التحام ثلاثة بلورات من النوع P- type (x)

د ـ إضافة الشوائب إلى أشباه الموصلات النقية سواء من عناصر المجموعة الخامسة أو من عناصر المجموعة الثالثة يقلل من درجة توصيلها للتيار الكهربائي . (x)

هـ ـ التيار الكهربائي الذي يمر في الوصلة الثنائية عند دمجها في الدائرة الكهربائية بطريقة التوصيل الأمامي يكون مساوياً الفرق بين التيار الناشئ عن حاملات الشحنة السائدة والتيار الناشئ عن حاملات الشحنة غير السائدة . (√)

و ـ للتميز بين أقطاب الترانزستور ، تكون القاعدة أقرب إلى المجمع منها للباعث . (x)

ز ـ نلاحظ أنه عندما نوصل القاعدة والباعث في الترانزستور توصيلاً أمامياً فإن الجزء الأكبر من تيار الباعث يمر في القاعدة ، وما تبقى منه يسمى في المجمع . (x)

ح ـ يحتاج الترانزستور إلى جهد كهربائي صغير كي يقوم بعمله . (√)

ط ـ معامل تكبير التيار في الترانزستور يساوي حاصل قسمة قيمة شدة تيار المجمع على قيمة شدة تيار الباعث (√)

ي ـ يكون معامل تكبير التيار في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة ، أكبر قليلاً من الواحد الصحيح لأن تيار المجمع أكبر من تيار الباعث . (x)

س٣: ضع دائرة حول الحرف (الرمز) الذي يدل على الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

١- إن المواد تنقسم من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى :
(أ) نوعين (ب) ثلاثة أنواع (جـ) أربعة أنواع (د) خمسة أنواع

٢- واحد فقد من العناصر الآتية ، يعد من أشباه الموصلات وهو ..
(أ) الماغنسيوم (ب) الألومنيوم (جـ) الصوديوم (د) السيليكون

٣- تكون أشباه الموصلات عازلة للكهرباء تماماً عند درجة حرارة .
(أ) ١٠٠درجة مطلقة ، (ب) ١٠٠ درجة مئوية ، (جـ) الصفر المطلق ، (د) الصفر المئوي .

٤- تنتج البلورة المانحة للإلكترونات عند تطعيم بلورة الجرمانيوم بعنصر تكافؤه.
(أ) خماسي (ب) رباعي (جـ) ثلاثي (د) ثنائي

٥- تنتج البلورة المستقبلة للإلكترونات ، عند تطعيم بلورة الجرمانيوم بعنصر تكافؤه .
(أ) ثنائي (ب) خماسي (جـ) رباعي (د) ثلاثي .

٦- إن الوصلة الثنائية تسمح فقط لأنصاف الذبذبات بالمرور عندما يكون جهد البلورة الموجبة :
(أ) موجباً وجهد البلورة السالبة سالباً (ب) سالباً وجهد البلورة السالبة سالباً.
(جـ) سالباً وجهد البلورة السالبة موجباً . (د) موجباً وجهد البلورة السالبة موجباً

٧- يكون سمك بلورة القاعدة في الترانزستور :
(أ) صغيراً جداً ونسبة الشوائب كثيرة جداً (ب) صغيراً جداً ونسبة الشوائب قليلة جداً.
(جـ) كبيراً ونسبة الشوائب كثيرة جداً (د) كبيراً ونسبة الشوائب قليلة جداً.

٨- أحد هذه الرموز الآتية ، هو رمز الترانزستور :
(أ) (ب) (جـ) (د)

٩- معامل تكبير التيار في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة يكون:
(أ) عالياً (ب) متوسطاً (جـ) أقل من الواحد (د) منخفضاً

١٠-في طريقة التكبير بالباعث المشترك يكون فرق الطور بين الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة مساوياً .
(أ) ٣٠° (ب) ٦٠° (جـ) ٩٠° (د) ١٨٠°

بقية أسئلة تقويم الوحدة تم الإجابة عليها مع الدروس

أسئلة وزارية على الوحدة الثالثة

جميع الأسئلة التالية وزارية تم جمعها من أكثر من (٣٠) نموذج امتحان وزاري مع العلم بأن بعض الأسئلة تم ذكرها مع الدروس وهي غير مكررة هنا

س:ضع علامة (صح) أمام العبارة الصحيحة ، وعلامة (خطأ) أمام العبارة الخاطئة لكل من التالى :

١- في درجة الصفر المطلق تكون مقاومة بلورة شبه الموصل كبيرة ( )
٢- عند إضافة شوائب من البورون إلى السيليكون فإن عدد الإلكترونات يزيد عن عدد الفجوات ( )
٣- تقوم الوصلة الثنائية مقام الترانزستور في تكبير التيارات المترددة . ( )
٤- تزداد توصيلية المواد شبه الموصلة للتيار الكهربائي من خلال خفض درجة الحرارة ( )
٥- الجهد اللازم لمنع عبور الإلكترونات من البلورة الموجبة إلى البلورة السالبة يسمى الجهد الحاجز . ( )
٦- معامل تكبير التيار هو حاصل قسمة شدة تيار دائرة الدخول على شدة تيار دائرة الخروج ( )
٧- تمتلك أشباه الموصلات متانة عالية ، وخدمة طويلة ، ولكنها تعمل في حدود معينة من درجات الحرارة ( )
٨- قلة مقاومة الوصلة الثنائية تعني صغر المنطقة الفاصلة بلورتيها ( ) ٢٠١٢م
٩- تكون أشباه الموصلات عازله تماماً عند درجة الصفر المئوي ( ) ٢٠١٢م
١٠- تكون أشباه الموصلات عازلة تماماً عند درجة الصفر المئوى ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١١- يكون اتجاه التيار الاصطلاحي في الترانزستور (p _ n _ p) من الباعث إلى القاعدة بينما في الترانزستور (N _ P _ N) من الباعث إلى القاعدة ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٢- قلة مقاومة الوصلة الثنائية تعني صغر المنطقة الفاصلة بين بلوريتها ( ) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)

س:إي العبارات التالية صحيحة وأيها خطأ ؟ مع تصحيح الخطأ أينما وجد :

١- يتم توصيل الوصلة الثنائية بطريقة التوالي والتوازي في الدوائر الكهربية .
٢- يمكن التحكم بتوصيل شبه الموصل عن طريق الحرارة بشكل أفضل من إضافة شوائب .
٣- في جميع دوائر التكبير تكون مقاومة مدخل الدائرة منخفضة ، ومقاومة مخرجها عالية .
٤- يفضل الترانزستور عن دوائر (IC) في صناعة الإلكترونات الطبية والصواريخ الموجهة .
٥- أهم ما يميز أشباه الموصلات أن قدرتها على توصيل التيار الكهربائي تقل بارتفاع درجة حرارتها ، وتزيد بانخفاضها .
٦- تزداد شدة التوصيل في المواد شبه الموصلة للتيار الكهربائي وذلك بانخفاض درجة الحرارة .
٧- تفضل الدوائر المتكاملة على الدوائر المنفصلة . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
٨- يمكن تركيب الدوائر الكهربائية صغيرة الحجم على الواح دائرة متكاملة . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
٩- تفضل الدوائر المتكاملة على الدوائر المتصلة . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٠- من مزايا طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة يكون معامل تكبير القدرة عالياً بسبب كبر مقاومة دائرة المجمع . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)

س:إختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :

١- يكون جهد البلورة (N-type) السالبة قبل الالتحام في الوصلة الثنائية .
(موجباً / سالباً / معتدلاً / لا شيء مما ذكر)
٢- في دائرة القاعدة المشتركة كان تيار الباعث (٦٠) مللي أمبير وتيار المجمع (٤٠) مللي أمبير ، فإذا كانت مقاومة دائرة الباعث (١٠٠) أوم ، ومقاومة دائرة المجمع (١٠٠) كيلو أوم ، فإن معامل تكبير القدر.....
(٤٤٤٤ / ٤٤٤.٤ / ٤٤.٤ / ٤.٤)
٣- البلورة المانحة للإلكترونات تتكون من ذرة جرمانيوم مطعمة بذرات .....
(نحاس ـ زرنيخ ـ سليكون ـ كربون)
٤- تكون أشباه الموصلات عازلة تماماً للكهرباء عند درجة حرارة .....
(الصفر المئوي ـ ١٠٠ درجة مطلقة ـ ١٠٠ درجة مئوية ـ الصفر المطلق)
٥- فرق زاوية الطور بين الإشارة الخارجة والإشارة الداخلة في دائرة التكبير بالقاعدة المشتركة .....
(صفر / ٦٠° / ١٢٠° / ١٨٠°)
٦- من الممكن أن يقوم الترانزيستور بوظيفة .....
(الوصلة الثنائية ـ الأميتر الحراري ـ الخلية الكهروضوئية ـ المطياف)
٧- ينتمي عنصرا الجرمانيوم ، والسليكون في الجدول الدوري إلى المجموعة .....
(الأولى ـ الثانية ـ الثالثة ـ الرابعة الأساسية)
٨- واحد فقط من العناصر التالية يدخل في صناعة أشباه الموصلات هو عنصر .....
(الماغنسيوم ـ الألمونيوم ـ السليكون ـ الصوديوم) .
٩- ذرات عنصري الجرمانيوم والسليكون ومستوى طاقتها الخارجي يحتوي على .....
(إلكترون ـ ثلاثة إلكترونات ـ أربعة إلكترونات ـ خمسة إلكترونات)
١٠- القاعدة في الترانزستور ... { كثيرة الشوائب ـ سميكة ـ عاكسة للتيار ـ قليلة الشوائب } (٢٠١٢م)
١١ ـ عند تطعيم السيلكون بعنصر ثلاثي التكافؤ تغطى بلوره من النوع ... { المتعادل ـ السالب ـ الموجب ـ كل ما سبق }(٢٠١٢م)
١٢ ـ يستخدم الترانزستوركمكبر للإشارات مثلما في .... (التيار ـ القدرة ـ الطاقة ـ كل ما سبق) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٣ ـ القاعدة في الترانزستور ..... (كثرة الشوائب ـ سميكة ـ عاكسة للتيار ـ قليلة الشوائب) .
١٤ ـ تدخل أشباه الموصلات في صناعة كل الآتي ما عدا ...
(الألياف الضوئية ـ الدوائر المتكاملة ـ الترانزستور ـ الوصلات الثنائية) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)

س:أكمل الفراغات التالية بما يناسبها :

١- التيار الكهربائي الحاكم في الترانزيستور هو ..... والتيار الكهربائي المحكوم فيه هو .....
١٠-تتشابه الوصلة الثنائية والترانزستور في ..... و .....و .....
١١-للتمييز بين أقطاب الترانزستور تكون القاعدة اقرب إلى .....منها إلى .....
١٢-يكون سمك بلورة القاعدة في الترانزيستور صغير جداً ، ونسبة ..... جداً .
١٣-ذرات عنصري الجرمانيوم والسليكون ، يحتوي مستوى طاقتيهما الخارجي على ..... إلكترونات.
١٤- في الدائرة الكهربائية التي تحتوي على ترانزيستور ، يوصل الباعث بالقاعدة توصيلاً ..... ، ويوصل المجمع بالقاعدة توصيلاً .....
١٥-حاملات الشحنة الأساسية في البلورة (P) هي .....
١٦-للتمييز بين أقطاب الترانزيستور تكون القاعدة أقرب إلى ..... منها إلى .....
١٧- أغلب دوائر الترانزستور شيوعاً هي ذات ..... (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٨- في درجات الحرارة العالية ، تكون المقاومة الكهربائية لبلورة السيلكون ..... (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٩- إذا كانت مقاومة دائرة الباعث في الترانزستور (٣٠٠) أوم ومقاومة دائرة المجمع (٢٤٠) كيلو أوم فإن معامل التكبير يساوي ..... (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)

س:علل لكلاً مما يأتي :

١- يسمى تيار الباعث بالتيار الحاكم ، ويسمى تيار المجمع بالتيار المحكوم في الترانزيستور
٢- تزداد توصيلة أشباه الموصلات للكهرباء بزيادة درجة حرارتها .
٣- يفضل استخدام الترانزستور بدلاً من الصمامات .
٤- وجود نوعين من الترانزستورات هما : (N-P-N) ، و (P-N-P)
٥- التيار الخاص بالمجمع يسمى (التيار المحكوم) .
٦- أصبحت الأجهزة الالكترونية الحديثة صغيرة الحجم ، وأمكن صناعة أجهزة صغيرة جداً يمكن زرعها في جسم الإنسان
٧- في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة يكون فرق الطور بين الإشارة الداخلية والإشارة الخارجية مساوياً للصفر . (٢٠١١ - ٢٠١٢م)
٨- الدوائر ذات الباعث المشترك أغلب الدوائر شيوعاً . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
٩- تفضل الدوائر المتكاملة على الدوائر المتصلة . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١٠- يتم استخدام عدد من دوائر الترانزستور في أجهزة الاستقبال الإذاعي . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
١١- يكون معامل تكبير القدرة عالياً جداً في طريقة التكبير بالباعث المشترك . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)

س١: وضح الخطوات التي مكنت الفنيين ، وعلماء الفيزياء من صناعة بلورة موجبة ، (بلورة مستقبلة للإلكترونات) وبلورة سالبة (بلورة مانحة للإلكترونات) حتى تمكنوا من استغلالها في صناعة الأجهزة الإلكترونية .
س٢: قارن بين : بلورة شبة موصل من النوع (P) ، وبلورة شبه موصل من النوع (N) من ناحية التركيب ، والشحنات السائدة في كل منهما .
س٣: وضح بالرسم وكتابة البيانات ، الدائرة الكهربائية التي تستخدم فيها الوصلة الثنائية لتقويم التيار المتردد .
س٤: ما معنى التيار الكهربائي الحاكم ، والتيار الكهربائي المحكوم في الترانزيستور .
س٥: ما ذا حدث في كل من الحالات التالية : ١- عند رفع درجة حرارة بلورة السيلكون إلى درجة كبيرة .
س٦: ماذا يقصد بكل من : ١- معامل تكبير الترانزستور . ٢. الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية . ٣. الوصلة الثنائية .
س٧: اذكر استخداماً واحداً لكل مما يأتي :١- الوصلة الثنائية .
س٨ : لديك بلورة سليكون نقية (si) طعمت مرة بشوائب من الجاليوم (Ga) ، ومرة أخرى طعمت وهي نقية بشوائب من الزرنيخ (As) . وضح بالرسم - فقط - طبيعة الروابط المكونة من اللورتين : وحدد الشحنة لكل منهما . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
س٩ : ماذا يقصد بكل مما يلي ؟: ٢. الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
س ١٠ : اذكر وظيفة واحدة لكل مما يلي : ١. الدائرة المهتزة ، ٢ . الترانزستور. (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
س ١١ : ارسم دائرة الترانزستور (P_N_P) ذي الباعث المشترك . (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
س ١٢ : في دائرة التكبير بالباعث المشترك كانت شدة تيار الباعث والمجمع على الترتيب (٤٥ ، ٤٠) مللي أمبير ، ومقاومة القاعدة (٥٠) أوم ، ومقاومة المجمع (٥) كيلو أوم : احسب معامل تكبير الجهد والقدرة . (الجواب: ٨٠٠ مرة ، ٦٤٠٠ مرة) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)
س١٣: في دائرة القاعدة المشتركة ، كان تيار الباعث (٥٠) ميكروأمبير ، وتيار المجمع (٤٥) ميكرو أمبير ، وكانت المقاومة في دائرة المجمع (٥٠) كيلو أوم ، ومقاومة دائرة الباعث (١٠) أوم احسب معامل تكبير فرق الجهد . (الجواب : ٤٥٠٠ مرة) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢م)

الإسئلة التالية(خاصة بالوحدة الثالثة) تم جمعها من سبعة نماذج من امتحانات وزارية لعام ٢٠١٢ - ٢٠١٣ م

س) ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ ، لكل مما يأتي :

١. يكون معامل تكبير التيار عالياً في طريقة التكبير بالباعث المشترك لأن تيار الخروج من تيار الدخول . ( )
٢. الشحنات السائدة في البلورة الموجبة هي الإلكترونات . ( )
٣. في طريق معامل تكبير القدرة أعلى من معامل تكبير الجهد في دائرة القاعدة المشتركة . ( )
٤. التكبير بالباعث المشترك يكون فرق الطور بين الإشارة الداخلة والخارجة مساياً صفراً ( )
٥. عند إضافة العنصر (Sb) كشائبة إلى بلورة نقية من السيليكون نحصل على بلورة من النوع (p) . ( )
٦. يستخدم الترانزستور في تقويم وتكبير التيار المتردد . ( )
٧. يمر معظم تيار الباعث نحو المجمع في الترانزستور . ( )

س) أي العبارات التالية صحيحة ، وأيها خطأ ، مع تصحيح الخطأ أينما وجد :

١. يمتاز الباعث بكبر مساحة سطحه ، وقلة شوائبه .

٢. تكون مقاومة شبه الموصل صغيرة عند درجة الصفر المطلق .
٣. عند توصل الباعث والقاعدة توصيلاً أمامياً يمر تيار شدته عالية جداً .
٤. تسمح الوصلة بمرور التيار في الاتجاهين الأمي والخلفي .
٥. الترانزستور يكبر التيار المتردد ولا يقومه .
٦. التيار الاصطلاحي في الترانزستور N – P – N يتجه من الباعث إلى القاعدة .
٧. تسمح الوصلة الثنائية بمرور التيار الكهربائي في حالة توصيلها توصيلاً خلفياً .

س) ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :

١. عمل الوصلة الثنائية .....
(تكبير التيار المتردد ، تكبير التيار المستمر ، تقويم التيار المتردد ، تقويم التيار المستمر)
٢. يدخل الترانزستور ضمن تركيب ... (الأميتر الحراري ، التلفاز ، الدينامو ، المطياف)
٣. أحد الرموز الآتية هو رمز الوصلة الثنائية .....
( )
٤. تكون أشباه الموصلات عازلة تماماً عند درجة .....
(صفر °م ، ١٠٠°م ، +٢٧٣°م ، -٢٧٣°م)
٥. تنتج البلورة السالبة (N) من تطعيم بلورة الجرمانيوم النقية بعنصر تكافؤه خماسي مثل .....
(B ، Ga ، Al ، Sb)
٦. تكون المقاومة الكهربائية لأشباه الموصلات عند درجة الحرارة العالية .....
(صغيرة ، متوسطة ، كبيرة ، كبيرة جداً)
٧. تنتج البلورة السالبة من تطعيم شبه الموصل النقي بعنصر تكافؤه .....
(رباعي ، ثلاثي ، ثنائي ، خماسي)
٨. من المواد التي تمتلك عدداً من الإلكترونات الحرة .....
(السيليكون ، المطاط ، الخشب ، النحاس)

س) أكمل الفراغات التالية بما يناسبها :

١. للحصول على بلورة مانحة يطعم شبه الموصل النقي مثل ..... بنسبة ضئيلة من ذرات أحد عناصر المجموعة الخامسة مثل عنصر .....
٢. في الترانزستور يكون سمك القاعدة .....جداً ونسبة الشوائب فيها .....
٣. يسمى تيار الباعث بالتيار ..... ، أما التيار المجمع فيسمى بالتيار .....
٤. الترانزستور نوعان ، هما : ..... ، .....
٥. ساعدت الدوائر المتكاملة في تطوير الصناعات ..... الحديثة .
٦. الشحنات السائدة في البلورة (N) هي ..... ، وفي البلورة (P) هي .....
٧. تنتج البلورة المانحة للإلكترونات من تطعيم بلورة الجرمانيوم النقيه بعنصر من المجموعة ..... مثل .....

س) علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :

١. يستخدم عدد من دوائر الترانزستور في جهاز الإرسال الإذاعي والتلفازي .

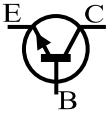
س: ما المقصود بكل من ؟

١. التقويم النصف الموجي . ٢. الدوائر المتكاملة . ٣. أشباه الموصلات غير النقية ٤. الجهد الحاجز

س: اكتب المصطلح العلمي الدال على كل فقرة من الفقرات الآتية :

١. عبارة عن بلورة نقية من السيليكون مطعمة بشائبة من أحد عناصر المجموعة الخامسة .

س: حدد نوع الترانزستور في الشكلين التاليين :



شكل (١)



شكل (٢)

س١: وضح أثر ازدياد ونقصان درجة الحرارة على توصيلية أشباه الموصلات .
س٢: كيف ينشأ الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية ؟
س٣: اذكر أربعة استخدامات للترانزستور .
س٤: يفضل استخدام الأجهزة ذات الدوائر المتكاملة على الأجهزة ذات الدوائر المنفصلة ، وضح ذلك .
س٥: اشرح كيف تنشأ منطقة الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية .
س٦: اذكر فائدتين من فوائد استخدام الترانزستور في الصناعة الإلكترونية .
س٧: ارسم الدائرة الكهربائية التي تستخدم فيها الوصلة الثنائية لتقويم التيار المتردد ، مبيناً نوع التقويم .

س٨: إذا كانت النسبة بين تيار الخروج والدخول في دائرة للتكبير بطريقة القاعدة المشتركة تساوي (٠.٨) ، ومقاومة الدخول = (٢٠) أوم ، ومقاومة الخروج = (١٠٠) كيلو أوم ، أوجد : ١) معامل تكبير الجهد . ٢) معامل تكبير القدرة .

س٩: في التكبير بالقاعدة المشتركة ، إذا كان تيار الباعث (١٠٠) ميكرو أمبير ، وتيار المجمع (٨٠) ميكرو أمبير ، ومقاومة مدخل الدائرة (١٠) أوم ومقاومة المخرج (٢٠) كيلو أوم ، فأوجد : ١) تيار القاعدة بالمللي أمبير . ٢) معامل تكبير الجهد .

س١٠: في دائرة باعث مشترك كان تيار المجمع (٤) مللي أمبير وتيار القاعدة (٢٠) ميكرو أمبير ومقاومة المجمع (١) كيلوأوم والمجمع (١٠) كيلو أوم ، احسب : ١) معامل تكبير التيار . ٢) معامل تكبير الجهد .

س١١: مقاومة دائرة الباعث في الدائرة ذات القاعدة المشتركة = (٤٠) أوم ، ومقاومة دائرة المجمع (١٣٠) كيلو أوم ، فإذا كان تيار المخرج = (٤٠) ميكروأمبير ، وتيار المدخل يساوي (٥٠) ميكروأمبير ، احسب : ١) معامل تكبير التيار . ٢) معامل تكبير الجهد .

س١٢: في دائرة للتكبير بطريقة الباعث المشترك كان تيار القاعدة (٠.٠١) مللي أمبير وتيار المجمع (١٠٠٠) ميكروأمبير ، احسب معامل تكبير التيار والقدرة ، علماً بأن مقاومة مدخل الدائرة (١) كيلو أوم ، ومقاومة مخرجها (٥٠) كيلو أوم .

س١٣: أستخدم ترانزستور في التكبير فكان معامل تكبير الجهد (٤٥٠٠) ، وتيار المدخل (١٥٠) ميكرو أمبير ، وتيار المخرج (١٤٥) ميكرو أمبير ، احسب : ١) معامل تكبير القدرة . ٢) ما نوع الطريقة المستخدمة لهذا التكبير ؟

س١٤: في دائرة التكبير بطريقة القاعدة المشتركة كانت شدة تيار الباعث (٨٠) مللي أمبير ، وشدة تيار القاعدة (١٦) مللي أمبير ومقاومة مدخل الدائرة (١٠٠) أوم ومقاومة مخرجها (١٠٠) كيلو أوم ، احسب : ١. معامل تكبير التيار . ٢. معامل تكبير القدرة .

ملاحظة : أبنائي الطلاب والطالبات ، إذا واجهتكم صعوبات في حل بعض الأسئلة للتواصل معنا اتبعوا الآتي : اكتب السؤال بصيغة واضحة في ملف وورد ثم أرفقه برسالة على صفحة(الفريد في الفيزياء) وبإذن الله سوف نجيب على سؤالك ـ حسب سعة الوقت لدينا ـ

تواصلوا معنا عبر صفحتنا على الفيس بوك صفحة (الفريد في الفيزياء)
أو عبر موقعنا: مدونة (الفريد في الفيزياء)

نتقبل النقد البناء.....الذي يهدف إلى خدمة العملية التعليمية

إعداد وتصميم الأستاذ /
محمد عبد الرحمن علي الشرعبي

أسطوانتي الفريد في الفيزياء
تحتويان على :
شرح شامل ، وافي ومفصَّل بالصوت والصورة والحركة والكتابة والعديد من الإضافات الأخرى
لمشاهدة عينة من الدروس زوروا موقع الفريد في الفيزياء ـ على شبكة الإنترنت

بسم الله الرحمن الرحيم



حالياً فى الأسواق

الأول
من نوعه في اليمن

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتين على الآتي :
١ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .
٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية
٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :
أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .
ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .
٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .
٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .
لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعـز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين وتوجد في العديد من المكتبات الأخرى منها :
تعـز مكتبة تعز ، شارع جمال . مكتبة الرسالة + مكتبة التفوق : جوار مدرسة زيد الموشكي
تعـز مكتبة السلام : شارع المرور جوار المعهد التقني الصناعي . مكتبة النجاح : شارع التحرير . مكتبة ثانوية تعز ،.....
صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير
صنعاء مكتبة المختار الحديثة شارع تعز ، جولة شميلة ، جوار حلويات أبو خالد
عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)
عدن مكتبة واتصالات بانافع جوار ثانوية عدن النموذجية للبنات ، وكذلك توجد لدى مكتبة الزبير بمدينة الشعب
حضرموت مكتبة الرسالة سيئون ، السوق العام ، عمارة الأوقاف والعوامر
حضرموت مركز الجولة تريم ، جوار نادي الوحدة الرياضي
الحديدة مكتبة صلاح الدين شارع جمال
ذمار مكتبة القمة شارع المنزل جوار البنك الزراعي
إب مكتبة المعرفة + مكتبة ابن تيمية شارع العدين

تم تحميل هذا الملف من موقع الفريد في الفيزياء

الوحـدة الـرابـعـة : الأجـهـزة الإلكتـرونيـة

درسنا في الوحدة الثالثة الوصلة الثنائية والترانزستور والدوائر المتكاملة وفي هذه الوحدة سوف ندرس بعضاً من تطبيقاتها ومن تلك التطبيقات استخدامها في أجهزة الراديو والتلفاز (العادي والملون) والرادار وغيرها ولكن قبل دراسة هذه الأجهزة الإلكترونية ينبغي علينا إعطاء نبذة عن عملية التوصيل الكهربائي خلال الغازات (التفريغ الكهربائي خلال الغازات) .

من خلال دراستنا للوحدة السابقة وجدنا أن المواد تنقسم من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى :

١- مواد جيدة التوصيل للتيار الكهربائي . **٢- مواد رديئة التوصيل للتيار الكهربائي**

٣- مواد شبه موصلة وهذه المواد ليست جيدة التوصيل وليست رديئة التوصيل (أي أنها تقع بين الموصلات والعوازل)

إلى أي الأصناف السابقة تنتمي الغازات ؟

***. تعد الغازات مواد عازلة عند درجة الحرارة العادية (علل)** وذلك لأن ذرات الغازات عند هذه الظروف تكون متعادلة كهربائياً (أي متعادلة الشحنة)، **كما أنها تعد مواد موصلة عند رفع درجة حرارتها أو تعرضها لأشعة مؤينة أو قصفها بجسيمات سريعة (علل)** وذلك بسبب تأين ذرات الغازات

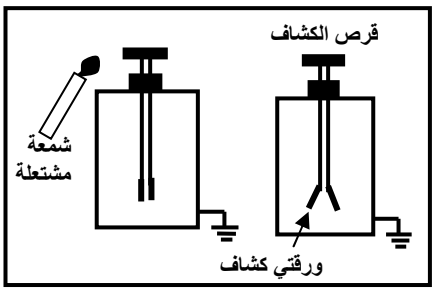
ملاحظة مهمة: ١- حاملات الشحنة في المعادن أو الفلزات هي الإلكترونات السالبة وحاملات الشحنة في السوائل(المحاليل) هي الأيونات السالبة والأيونات الموجبة وحاملات الشحنة في أشباه الموصلات هي الإلكترونات السالبة والفجوات الموجبة وحاملات الشحنة في الغازات هي الإلكترونات السالبة والأيونات الموجبة والأيونات السالبة .

٢- تجمع الغازات بين نوعين من التوصيل هما التوصيل في الفلزات والتوصيل في السوائل .

س: علل تجمع الغازات بين السوائل والمعادن في التوصيل للتيار الكهربائي . وزاري (٢٠٠٩/٢٠١٠م)

جـ: .....

س: اشرح تجربة توضح من خلالها أن الغازات الساخنة موصلة للتيار الكهربائي .



جـ: نشحن ورقتي كشاف بشحنة كهربائية (سالبة أو موجبة) فنلاحظ انفراج ورقتي الكشاف نتيجة تشابه الشحنات عليها.

نترك الكشاف في درجة حرارة الغرفة **فنلاحظ** عدم تأثر ورقتي الكشاف وتظل منفرجتين نقرب شمعة من قرص الكشاف **فنلاحظ** زوال انفراج ورقتي الكشاف

الاستنتاج: الغازات تكون عازلة في الظروف الاعتيادية حيث تكون ذراته متعادلة الشحنة

عند التسخين الشديد لجزيئات الغاز فإن ذرات الغاز تصبح موصلة للتيار والسبب في ذلك هو تأين بعض جزيئات الغاز (أي تتحلل إلى إلكترونات وأيونات موجبة) وأحياناً تتكون أيونات سالبة(علل) بسبب اكتساب الذرات المتعادلة للإلكترونات.

وتفسير سبب توصيل الغازات للتيار بارتفاع درجة حرارته هو أن الحرارة الشديدة تزيد من حركة جزيئات الغازات مما يجعل قسم منها يتحلل إلى الكترونات وأيونات

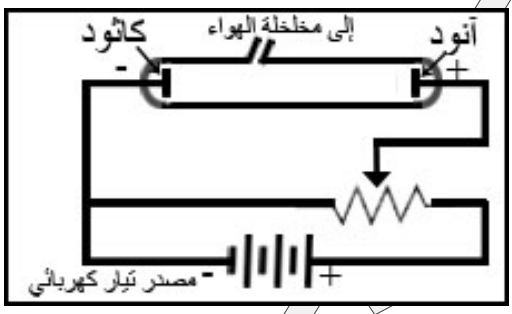
التوصيل الكهربائي في الغازات

التفريغ الكهربائي في الغازات: هي عملية مرور التيار الكهربائي خلال الغازات

هنالك شروط يجب توفرها لكي يصبح الغاز موصلاً للتيار الكهربي هي:

١) استعمال أنبوبة زجاجية ذات قطبين معدنيين عند طرفيها يسمى احدهما الأنود (المصعد) وهو القطب الموجب والآخر يسمى الكاثود (المهبط) وهو القطب السالب مع خفض الضغط داخل الأنبوبة .

٢) تطبيق فرق جهد عالي بين قطبي الأنبوبة



ولدراسة توصيل الغاز للتيار الكهربائي :

نطبق فرق جهد عالي (٥×١٠^{٤} فولت) بين قطبي الأنبوبة ونجعل ضغط الغاز في الأنبوبة منخفضاً

نلاحظ: أن الغاز يصبح موصلاً للتيار الكهربائي ويأخذ شكل ضياء متوهج يملأ الأنبوبة وقد يختفي ويعتمد ذلك على ضغط الغاز داخل الأنبوبة .

.* في عام ١٨٠٨ م لاحظ العالم الألماني بلوكر بأنه عن ضغط منخفض مقداره (١.٣×١٠^{-٤}) ضغط جوي (بار) أي حوالي (١.٠ ملم زئبق) تنبعث أشعة غير مرئية تسرى خلال الأنبوبة ويستدل على وجودها ظهور وميض يميل إلى الزرقة عند اصطدام هذه الأشعة بجدار الأنبوبة أو بالآنود الموجب سميت هذه الأشعة **بالأشعة المهبطية(علل)** لأنها تنبعث منه وقد سميت فيما بعد **بالإلكترونات**

الإلكترونات (أشعة المهبط): هي أشعة الكترونية سالبة الشحنة غير مرئية تنبعث من الكاثود يستدل على وجودها بظهور وميض يميل إلى الزرقة عند اصطدامها بجدار الأنبوبة أو بالآنود .

س: ماذا سيحدث داخل الأنبوبة إذا استمر زيادة فرق الجهد بين قطبي الأنبوبة أكثر مما وصلت إلية ؟

جـ: سيحدث أن الطاقة الحركية للإلكترونات تزداد بسبب زيادة شغل المجال الكهربائي الناتج عند فرق الجهد العالي بين القطبين حيث

طح = ش جـ (تناسب طردي بين طاقة الحركة والجهد)

فإذا اصطدمت هذه الالكترونات ذات الطاقة الحركية العالية بذرات الغاز الموجود في الأنبوبة فإنه يحدث احد أمرين:

١) تثار ذرات الغاز داخل الأنبوبة فتنتقل بعض الكترونات الذرة من مستويات طاقة أدنى إلى مستويات طاقة أعلى نتيجة لاكتسابها طاقة وعند عودت الالكترونات إلى مستوياتها الأصلية تشع الطاقة التي اكتسبتها على هيئة ضوء ،ويحدث هذا عندما تكون طاقة حركة الالكترونات أقل من طاقة تأين الذرة المتعادلة .

٢) تصطدم الالكترونات ذات الطاقة الحركية العالية بذرات الغاز فتؤينها وينتج عن ذلك انبعاث الكترونيين بدلاً من إلكترون واحد وهما (الإلكترون الذي يصطدم بالذرة والإلكترون الذي يخرج من الذرة نتيجة تأينها)

وسوف تزداد الطاقة الحركية للإلكترونين بسبب المجال الكهربي بين قطبي الأنبوبة فتتأين ذرات أخرى في طريقها و نتيجة لذلك فإن عدد الجسيمات المشحونة (الكترونات وايونات) سوف يزداد بسرعة كبيره بسبب تأين ذرات الغاز .

***** لا يمكن استمرار التأين عن طريق تصادم الالكترونات (الصدمة الالكترونية) لوحدها (**علل**) لأن الالكترونات الناشئة عن الصدمة الالكترونية تتحرك باتجاه الأنود وتختفي .

ولكي يستمر التأين يجب أن يستمر انبعاث الالكترونات من الكاثود

وهنالك سببين لاستمرار انبعاث الإلكترونات من الكاثود هما:

الانبعاث الالكتروني الثانوي: وهو عبارة عن عملية انبعاث الالكترونات من المهبط نتيجة **لتصادم** الايونات الموجبة التي تمتلك طاقة حركية اكبر من طاقة ارتباط الالكترونات بذرات المهبط .

الانبعاث الالكتروني الحراري: هو علمية انبعاث الالكترونات من الكاثود نتيجة **لتسخينه** إلى درجة حرارة عالية **بسبب** اصطدام الايونات الموجبة التي طاقتها الحركية اقل من طاقة ارتباط الإلكترون بسطح الكاثود.

ملاحظات: ١- تحدث أثناء عملية التأين للغازات **عملية إعادة الإتحاد** بين الإلكترونات والايونات الموجبة لتكوين ذرات متعادلة مرة أخرى ونتيجة لهذا تشع ذرات الغاز الطاقة التي اكتسبتها عند تأينها على شكل فوتونات (ضوء) وهذا هو سبب توهج أنبوبة التفريغ

٢- إن ظهور الوميض أو التوهج داخل الأنبوبة له سببان هما :

أ) إثارة الذرات ب) حدوث عملية إعادة الاتحاد

تعريف عملية إعادة الاتحاد :هي عملية إعادة الاتحاد بين الالكترونات السالبة والايونات الموجبة لتكون ذرات متعادلة مره أخرى .

س: علل لا يمكن استمرار التأين عن طريق الصدمة الإلكترونية في التفريغ الكهربي . وزاري (٢٠٠٩/٢٠١٠ـ ٢٠١١م)

جـ: .....

س: اكتب المفهوم العلمي لما تعنيه كل من العبارات الآتية :

١- أيونات موجبة ذات طاقة حركية كبيرة ، عندما تصطدم بالكاثود تنتزع منه إلكترونات . وزاري (٢٠٠٩/٢٠١٠م)

٢- **جـ:**.....

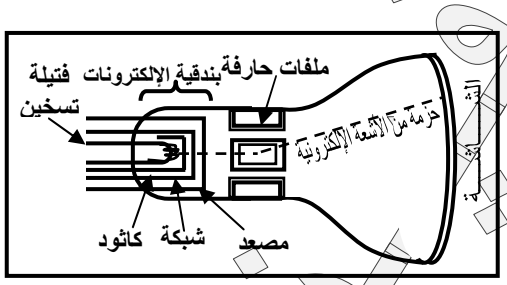
أنبوبة أشعة الكاثود

تعريفها:هي عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء الغرض منها تحويل الإشارة الكهربائية إلى صورة ضوئية .

استخداماتها:

(١) تستخدم في دراسة خواص أشعة المهبط

(٢) تستخدم في العديد من الأجهزة الالكترونية مثل كاشف الذبذبات والرادارات والتلفاز وشاشات الكمبيوتر و.....

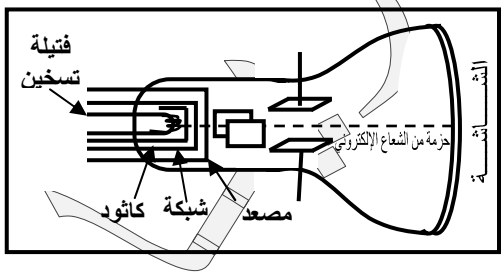


فكرة عملها : مبنية على **ظاهرة الانبعاث الإلكتروني الحراري** .

تركيبها: تتركب أنبوبة أشعة الكاثود من أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء **(علل)** وذلك حتى لا تعيق جزيئات الهواء حركة الالكترونات داخل الأنبوبة وحتى لا يتأكسد الكاثود .

وكما هو موضح من الشكل فإنها تتركب من جزئيين هما

أولاً الجزء الخلفي الاسطواني الضيق ويحتوى على



أ) بندقية الالكترونات و تتكون من :

١ ـ **فتيلة :** وضيفتها تسخين الكاثود

٢ ـ **كاثود(مهبط):** وظيفته يبعث الالكترونات

٣ـ **شبكة حاكمة:** وضيفتها التحكم بعدد وتركيز الالكترونات

٤ـ **آنود (مصعد):** وظيفته لزيادة تركيز وتسارع الالكترونات

ب) مجموعة حارفة للشعاع الالكتروني وضيفتها حرف الشعاع الالكتروني وتتكون هذه المجموعة أما من زوجين من الملفات التي تولد مجالين مغناطيسيين متعامدين أو من زوجين من الألواح المعدنية التي تولد مجالين كهربائيين متعامدين

ملاحظات :

١ـ تعمل زوج الألواح أو الملفات العمودية على توليد مجال أفقي يحرف الشعاع الالكتروني باتجاه أفقي

٢ ـ تعمل زوج الألواح أو الملفات الأفقية على توليد مجال رأسي (عمودي) يحرف الشعاع الالكتروني باتجاه رأسي (عمودي)

٣ ـ تكون الألواح المعدنية داخل الأنبوبة بينما الملفات خارجها

ثانياً .. الطرف الأمامي المتسع (الشاشة): ويغطي من الداخل بماده فلوريسية مثل كبريتيد الخارصين (Zns) **(علل)** وذلك لان هذه

الطبقة تضيء عند سقوط الالكترونات عليها .
ويسمى هذا الطرف المخروطي المتسع **بالشاشة** .

تبطن جوانب المخروط من الداخل طبقة من مستحلب الكربون **(علل)** لإعادة الالكترونات الساقطة على الشاشة إلى الكاثود وبذلك تمنع تراكم الالكترونات على الشاشة .

س: علل تبطن جوانب الجزء المخروطي من أنبوبة أشعة الكاثود بطبقة من مستحلب الكربون . وزاري (٢٠٠٩/٢٠١٠م)

شرح عملها :

١) عند تشغيل بندقية الالكترونات للأنبوبة فإنها تعمل على إطلاق الشعاع الالكتروني فيسقط عند نقطة منتصف الشاشة تعرف بالنقطة المضيئة حيث ينتقل جزء من طاقة حركة الالكترونات (أشعة الكاثود) إلى طاقة ضوئية عند النقطة المضيئة على الشاشة ويتوقف لون الضوء الذي تشعه الشاشة على
١ ـ نوع المادة الفلوريسية ٢ ـ طاقة حركة الإلكترونات

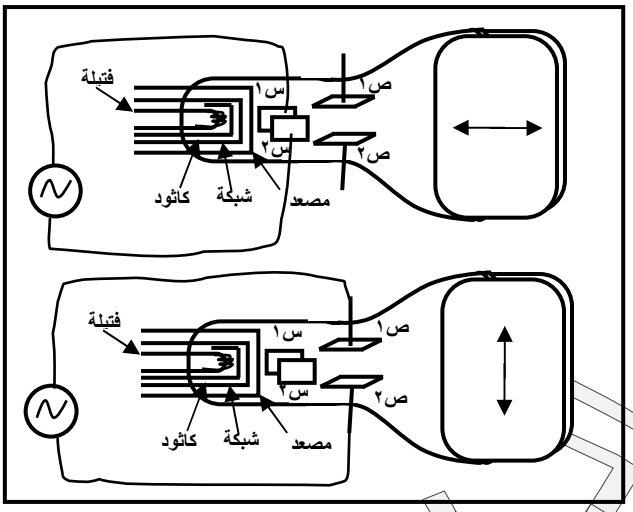
٢) تعمل المجموعة الحارفة عن طريق المجالات المتعامدة التي تولدها على حرف مسار الشعاع الإلكتروني مما يسبب حركة النقطة المضيئة على الشاشة في اتجاه معين حسب الغرض من استخدام أنبوبة أشعة الكاثود

س١: علل عدم تراكم الإلكترونات على الشاشة ؟ س٢ : عرف النقطة المضيئة ؟

كاشف الذبذبات (الاسيلوسكوب)

تعريفه : هو جهاز يستخدم لتعيين تردد جهد مجهول و لدراسة التغيرات للتيارات الكهربائية والجهود والنبضات الكهربائية.

تركيبه : يتركب من أنبوبه أشعة الكاثود (المجموعة الحارفة) فيها عبارة عن زوجين من الألواح المعدنية (س١، س٢،ص١،ص٢) يولدان مجالين كهربائيين متعامدين على بعضهما البعض وعلى مسار الشعاع الالكتروني



استخداماته:
١ـ يستخدم في الكشف عن تردد مجهول بمعلومية تردد جهد معلوم.
٢ـ دراسة خصائص التيارات المترددة .
٣ـ في تخطيط القلب والدماغ والكشف عن الكذب .

نظرية عمله:

١) عند توصيل اللوحان الرأسيان (س١،س٢) بمصدر تيار متردد فإنه يتولد بينهما مجال كهربائي يكون باتجاه أفقي ويتغير هذا المجال يميناً و يساراً مما يسبب حركة للنقطة المضيئة فترسم خطاً مستقيم أفقي إذا كان تردد التيار أكبر من (١٦ذ/ث) فإن العين ترى خطاً مستقيماً أفقيا مضيئاً (**علل**) بسبب ظاهرة مداومة الرؤية للعين

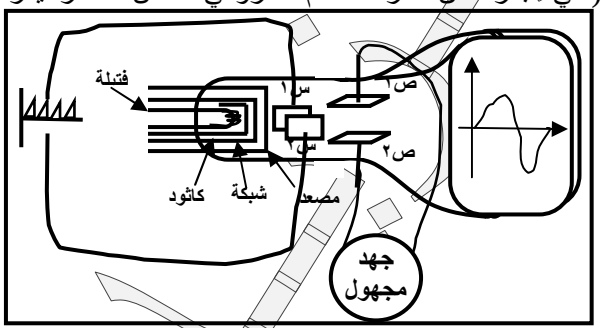
٢) عند توصيل اللوحان الأفقيان (ص١، ص٢) بمصدر تيار متردد فإنه يتولد بينهما مجال كهربائي يكون باتجاه رأسي مما يسبب حركة للنقطة المضيئة فترسم خط مستقيم رأسي (الشكل أعلاه يوضح ذلك).

س: علل عند توصيل اللوحان الأفقيان بمصدر متردد فإنه يظهر على الشاشة خط مستقيم رأسي؟

جـ: .....

شرح عمله:

يوصل اللوحان الرأسيان (س١، س٢) بتيار متردد منشاري تولده **دائرة المسح** (هي عبارة عن دائرة صمام الكتروني خاص تصدر تيار متردد يتغير جهده بصورة مشابهة لأسنان المنشار) وهذا الجهد هو المعلوم في الدائرة حيث يزداد تدريجياً حتى يصل إلى نهاية عظمى ثم ينعدم إلى الصفر ويتكرر ذلك بتردد معين ، وهذا يسبب حركة للنقطة المضيئة من اليسار إلى اليمين على الشاشة ثم تختفي وتظهر من جديد وهكذا تتكرر الحركة السابقة.



يوصل الجهد المتردد المراد دراسته باللوحين الأفقيين (ص١ ، ص٢) فتعمل النقطة المضيئة على رسم المنحنيات البيانية للجهد المراد دراسته حيث تظهر المنحنيات متحركة من اليسار إلى اليمين

نغير من تردد دائرة المسح حتى تسكن المنحنيات على الشاشة ، **ويحدث ذلك** عندما يصبح **تردد دائرة المسح(جهد أسنان المنشار)يساوي أو يضاعف تردد الجهد المراد دراسته**.

بمعلومية تردد جهد أسنان المنشار يمكن لنا معرفة تردد الجهد المجهول .

ومن شكل المنحنيات الناتجة يمكننا معرفة طبيعة الاهتزازات الكهربائية المسببة للجهد المجهول المراد دراسته ، سواء كانت هذه الاهتزازات بسيطة أو مركبة.

س: **ظهور المنحنيات على شاشة كاشف الذبذبات . وزاري (٢٠٠٩/٢٠١٠ـ ٢٠١٠ / ٢٠١١ م)**
جـ : لأن الجهد المراد دراسته (المجهول) الموصل بين اللوحين الأفقيين (ص١، ص٢) يولد مجال كهربائي رأسي مما يسبب حركة للنقطة المضيئة إلى الأعلى والأسفل فترسم المنحنيات البيانية وذلك بسبب تداخلها مع جهد أسنان المنشار .
س: تستطيع الإلكترونات أن تهتز في أنبوبة أشعة الكاثود بترددات عالية كما أنها تهتز بترددات منخفضة؟
جـ: وذلك لأن الإلكترونات لها كتلة صغيرة جداً فيكون قصورها الذاتي صغير.

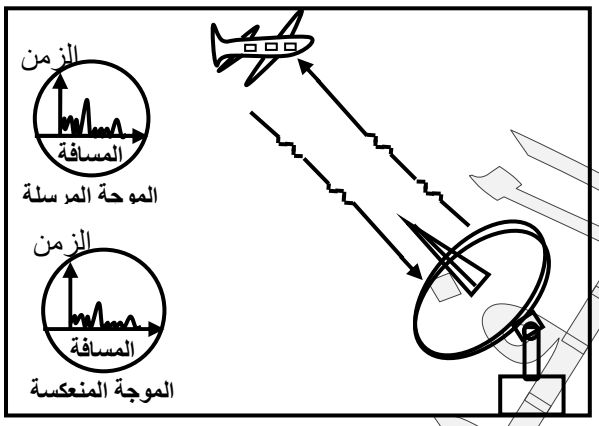
الرادار

الرادار: كلمة مركبة من أوائل حروف الكلمات الآتية: Radio Detection and Ranging فكلمتي Radio Detection تعني الكشف بالموجات الراديوية (اللاسلكية) وكلمة Ranging تعني تحديد أو تعيين المدى.
ما المقصود بكلمة رادار ؟
يقصد بكلمة رادار الكشف عن الأجسام وتعيين **بعدها وسرعتها واتجاهها** بواسطة موجات لا سلكية **قصيرة جداً** .

استخدام الرادار: يستخدم في
١) الكشف عن الأجسام في الجو مثل الطائرات والصواريخ وتحديد ارتفاعها ومواضعها وسرعتها واتجاهها ليلاً ونهاراً
٢) تستخدمه الطائرات والسفن للكشف عما قد يعترض طريقها ليلاً وفي حالة وجود الضباب
٣) يستخدم في الكشف عن الغواصات والطربيدات في أعماق البحار والمحيطات .

فكرة عمله: إن أساس عمل الرادار يقوم على **ظاهرة الاهتزاز الكهربائي** (الموجات الكهرومغناطيسية) والحصول على **صدي كهرومغناطيسي** ، بحيث يصل تردد الموجات اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) التي يرسلها الرادار إلى 10^6 **هيرتز** وترسل هذه الحزمة من الموجات لتمسح المنطقة التي يحتمل تواجد الهدف فيها فإذا قابلت هدفاً فإنها تصطدم به وتنعكس مرتدة إلى المحطة فيستقبلها جهاز معد لذلك ويتصل هذا الجهاز بكاشف ذبذبات وظيفته تحديد ارتفاع الهدف واتجاهه وسرعته .
ملاحظة : عندما يكون تردد الموجات عالي يكون طولها الموجي قصير وبذلك تكون طاقتها عالية فترسل إلى مسافات بعيدة.

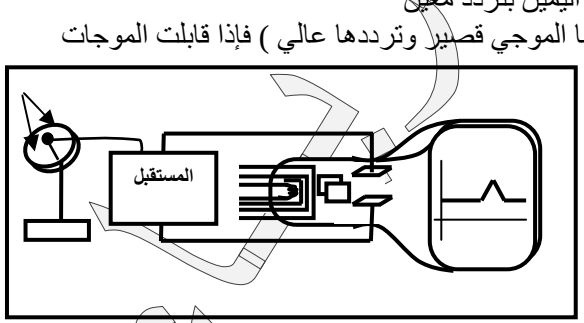
تركيب محطة الرادار : تتركب محطة الرادار من : **١) مرسل ٢) مستقبل ٣) كاشف**
المرسل : عبارة عن جهاز كهربائي يولد تيارات متذبذبة عالية التردد متصلة بملف موضوع في بؤرة هوائي المرسل (صحن) على شكل قطع مكافئ (**علل**) حتى يقوم بإرسال حزمة متوازية من الموجات اللاسلكية القصيرة (موجات كهرومغناطيسية)
والهوائي (الصحن) قابل للحركة في اتجاهات مختلفة (**علل**) كي يمسح أوسع منطقة من الجو المحيط بالمحطة ، فإذا صادفت الموجات المرسلة جسماً (مثلاً طائرة) فإنها تصطدم به وتنعكس مرتدة إلى المحطة ليستقبلها المستقبل .



المستقبل : هو عبارة عن هوائي (صحن) مشابه لهوائي المرسل وقابل للحركة في اتجاهات مختلفة**(علل)** لاستقبال الموجات المنعكسة وتجميعها وتركيزها في بؤرة الهوائي حيث يوجد ملف معدني يحول الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية تأثيرية مترددة لها نفس تردد الموجات المرسلة ثم يتم تكبيرها بواسطة جهاز تكبير ثم ترسل إلى الكاشف .
الكاشف (كينوسكوب) : عبارة عن أنبوبة أشعة الكاثود تسمى (كينوسكوب) المجموعة الحارفة فيها مكونة زوجين من الألواح المعدنية ،أحد الزوجين رأسي (س١،س٢) يولد مجال كهربائي يحرف الشعاع الإلكتروني باتجاه أفقي والزوج الآخر أفقي (ص١،ص٢) يولد مجال كهربائي يحرف الشعاع الإلكتروني باتجاه رأسي .

تشغيل محطة الرادار

ـ يوصل اللوحان الرأسيان (س١ ، س٢) للكاشف بدائرة كهربائية تحدث بين اللوحين فرقاً في الجهد يتغير بنظام معين فيحرف الشعاع الإلكتروني أفقياً وتتحرك النقطة المضيئة على شاشة الكاشف أفقياً من اليسار إلى اليمين بتردد معين
ـ يرسل المرسل حزمة ضيقة من الموجات الكهرومغناطيسية القصيرة جداً (طولها الموجي قصير وترددها عالي) فإذا قابلت الموجات المرسلة هدفاً فإنها تصطدم به وتنعكس مرتدة إلى المحطة ويستقبلها المستقبل فتكبر ثم ترسل إلى اللوحين الأفقيين (ص١ ، ص٢) فينحرف الشعاع الإلكتروني رأسياً محدثاً قمة على الشاشة .



ـ بواسطة التدريج الموجود على الشاشة يمكن تحديد الزمن الذي استغرقته الموجات المرسلة والمنعكسة في قطع المسافة بين المحطة والهدف .
ـ ويمكن حساب بعد الهدف من العلاقة :
بعد الهدف = سرعة الموجات × نصف زمن ذهاب وإياب الموجات

ويعبر عنه رياضياً : $ف = ع \times \frac{1}{2} ز \Leftarrow ف = \frac{1}{2} ع \times ز$ علماً بأن ع هي

سرعة الموجة اللاسلكية في الهواء وتساوي سرعة الضوء وهي $ع_{ض} = ٣ \times ١٠^{٨}$ م/ث

ملاحظة: تحسب **عدد الموجات** من العلاقة : عدد الموجات = $\frac{\text{المسافة}}{\text{طول الموجة}} = \frac{ف}{\lambda}$

ملاحظات على الرادار

١) للحصول على صورة واضحة فإنه : يراعى في المرسل أن تكون قدرته عالية ، ويراعى في المستقبل تكبير التيارات المتولدة بالتأثير عن الموجات اللاسلكية المنعكسة قبل انتقالها إلى الكاشف **(علل)** .

٢) إن أجهزة الرادار بعد تطويرها أصبحت متكاملة بحيث تعين بعد الهدف وتعطي سرعته واتجاهه مباشرةً .

٣) أن أجهزة الرادار بعد تطويرها أصبحت تستخدم هوائياً واحداً يوصل بالمرسل والمستقبل فأمكن بذلك توفير الجهد والوقت المبذولين في تحريك الهوائيين .

س : ما الذي يجب مراعاته في مرسل ومستقبل الرادار للحصول على صورة واضحة لما يكشف عنه ؟ وزاري (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

تعـلـيـلات

س:يكون هوائي الإرسال والاستقبال على شكل قطع مكافئ.

جـ: يكون هوائي الإرسال على شكل قطع مكافئ حتى يرسل الموجات على شكل حزمة متوازية ويكون هوائي الاستقبال على شكل قطع مكافئ حتى يجمع الموجات الساقطة عليه عند البؤرة حيث يوجد الملف .

س: لا يوجد دائرة رنين في مستقبل الرادار.

جـ: وذلك لأن الموجات المستقبلة هي نفس الموجات المرسلة وبذلك لا نحتاج إلى عملية توليف للبحث عن تردد الموجة .

مثال ١: إذا كان الزمن الكلي الذي تستغرقه موجه لاسلكية لمحطة الرادار للذهاب والإياب هو $\frac{٤}{٣٠}$ ثانية .فكم يكون بعد الهدف عن المحطة مقدراً بالكيلومتر ؟

الحل

بعد الهدف : ف = $\frac{١}{٢}$ ع×ز ⇐ ف = $\frac{١}{٢} \times ٣ \times ١٠^{٨} \times \frac{٤}{٣٠} = ٢ \times ١٠^{٧}$ متر ⇐ ف = ٢×١٠^{٤} كيلومتر .

مثال ٢: وجهت نبضة رادار ، طولها الموجي ٤سم نحو هدف في الفضاء بحيث تنعكس على سطحه وتعود ثانية إلى الأرض وكانت المسافة بين الأرض والهدف ٢.٤×١٠^{٢} م وسرعة الضوء = ٣×١٠^{٨} م/ث احسب كلاً من : **١-** الزمن المنقضي بين إرسال النبضة واستقبالها **٢-** عدد الموجات المتكونة في المسافة بين الرادار والهدف **٣-** تردد نبضات موجات الرادار **٤-** سعة المكثف الذي يتصل بملف حثه $١٠^{-٤}$ ميكروهنري . وزاري (٢٠١٠ - ٢٠١١م)

$\lambda = ٤$ سم $= ٤ \times ١٠^{-٢}$ م
ف $= ٢.٤ \times ١٠^{٢}$ م
ع$_{ض} = ٣ \times ١٠^{٨}$ م
حث $= ١٠^{-٤}$ **ميكرو هنري**
$= ١٠^{-٤} \times ١٠^{-٦}$ **هنري**
$= ١٠^{-١٠}$ **هنري**

الحـــل

١- الزمن المنقضي بين إرسال النبضة واستقبالها :

ف = $\frac{١}{٢}$ ع×ز ⇐ ز = $\frac{٢ف}{ع} = \frac{٢ \times ١٠^{٢} \times ٢.٤}{٣ \times ١٠^{٨}} = ١.٦ \times ١٠^{-٦}$ ثانية .

٢- عدد الموجات = $\frac{ف}{\lambda} = \frac{٢.٤ \times ١٠^{٢}}{٤ \times ١٠^{-٢}} = ٦٠٠٠$ موجة & **٣-** التردد $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٤ \times ١٠^{-٢}} = ٠.٧٥ \times ١٠^{١٠}$ هرتز

٤- سعة المكثف الذي يتصل بملف حثه $١٠^{-٤}$ ميكرو هنري $f = \frac{١}{\text{سع حث}\ \pi ٢}$ بتربيع الطرفين $f^{٢} = \frac{١}{\pi ٤ \times \text{سع حث}^{٢}}$ ⇐ سع = $\frac{١}{\pi ٤ \times \text{حث}^{٢} f^{٢}}$

سع = $\frac{١}{٤ \times (٣.١٤)^{٢} \times ١٠^{-١٠} \times (٠.٧٥ \times ١٠^{١٠})^{٢}} = ٤.٥ \times ١٠^{-١٢}$ فاراد

إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية (الموجات الراديوية)

أولاً : إرسال الموجات اللاسلكية: (الإرسال الإذاعي)

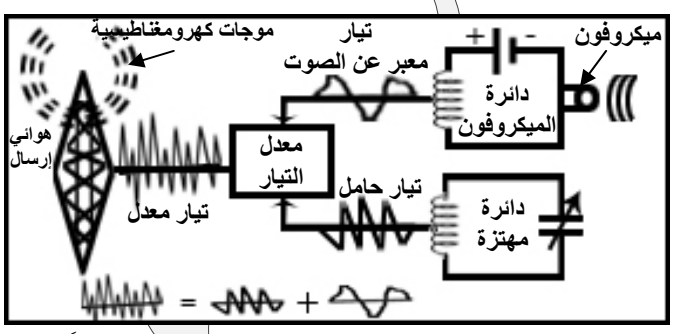
عملية الإرسال الإذاعي : هي عملية يتم من خلالها تحويل الأصوات (الموجات الصوتية) إلى تيارات كهربائية ثم تحميلها على تيارات عالية التردد ثم بثها على شكل موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الجو بسرعة الضوء .

تركيب جهاز الإرسال الإذاعي : يتركب في أبسط صورة من :

ـ دائرة الميكروفون: وتتكون من (مصدر للتيار الكهربائي المستمر وملف ومكرفون) **وظيفتها** تحويل الصوت إلى تيار معبر عن الصوت

ـ الدائرة المهتزة : وتتكون من(مكثف متغير السعة وملف)**وظيفتها** توليد تيار عالي التردد يسمى بالتيار الحامل .

ـ دائرة الهوائي : وتتكون من الهوائي وهو عبارة عن أسلاك ويتصل بمعدل التيار **وظيفته** تحويل التيار المعدل إلى موجات لا سلكية .



خطوات عملية الإرسال الإذاعي :

١- يوجه صوت المتكلم المراد إرساله إلى دائرة الميكروفون المتصل بمصدر كهربائي لتيار مستمر فيهتز غشاء الميكروفون وتتغير تبعاً لذلك شدة التيار المستمر المار زيادة ونقصان وفقاً للموجات الصوتية التي تصل إلى الميكروفون وبالتالي يصبح هذا **التيار معبراً عن الصوت** ، إلا أن هذا التيار لا يمكن إرساله لأن تردده ضعيف .

٢- تولد الدائرة المهتزة تيارات كهربائية عالية التردد تسمى بـ **(التيارات الحاملة)** .

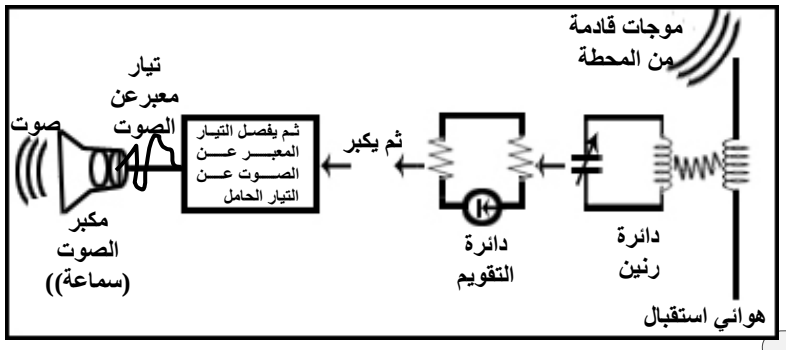
٣ـ يعمل معدل التيار على تحميل التيارات المعبرة عن الصوت على التيارات الحاملة بحيث تؤثر التيارات المعبرة عن الصوت في التيارات الحاملة عالية التردد فتغير من سعتها وينتج عن ذلك تيارات تسمى **تيارات معدلة** أي أن : **تيار معبر عن الصوت + تيار حامل = تيار معدل**

٤ـ يتم بعد ذلك حث التيارات المعدلة إلى هوائي الإرسال الذي يقوم ببثها إلى الهواء الجوي في جميع الاتجاهات على شكل موجات كهرومغناطيسية .

نشاط: موجة إذاعية ترسل بسرعة ٣×١٠^٨ م/ث استقبلها جهاز مذياعك في فترة زمنية مقدارها ٠.٢ ثانية كم يكون بعد المحطة عنك بالكيلو متر. الجواب (٦٠٠٠٠ كيلو متر)

ثانياً : استقبال الموجات اللاسلكية (الاستقبال الإذاعى) (جهاز الراديو)

عملية الاستقبال الإذاعي : هي عملية تحويل الموجات اللاسلكية (الراديوية) إلى تيارات كهربائية تأثيرية ومن ثم إلى موجات صوتية سمعية لها تردد وخصائص الصوت الموجه إلى الميكروفون .



تركيب جهاز الاستقبال الإذاعي (جهاز الراديو) :

ـ **دائرة الهوائي : وظيفتها** تحويل الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية تأثيرية .

ـ **دائرة الرنين :وظيفتها** اختيار الموجة المرغوب الاستماع إليها .

ـ **دائرة السماعة :وظيفتها** تحويل التيار المعبر عن الصوت إلى موجة صوتية مسموعة .

خطوات عملية الاستقبال الإذاعي :

١ـ تصطدم الموجات اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) التي تبثها المحطات بهوائي جهاز الاستقبال فيحولها الهوائي إلى تيارات كهربائية تأثيرية

٢ـ نغير من تردد دائرة الرنين وذلك عن طريق تغيير سعة المكثف وعندما يتفق ترددها مع تردد موجات المحطة المرغوب الاستماع إليها فإنها تسمح لها بالمرور من خلالها وتسمى هذه العملية **بعملية التوليف** : وهي العملية التي يتفق عندها تردد دائرة الرنين مع تردد الموجة المرغوب سماعها

٣ـ يقوم التيار الذي تسمح بمروره دائرة الرنين ويكبر .

٤ـ يفصل التيار الحامل عن التيار المعبر عن الصوت.

٥ـ يمر التيار المعبر عن الصوت في السماعة، فيحدث صوتاً مشابه للصوت في استوديو محطة الإذاعة.

س: كيف يتم تحويل التيار الكهربائي المعبر عن الصوت إلى موجات صوتية مسموعة ؟ وزاري(٢٠٠٩/٢٠١٠م)

ملاحظات هامة :

١ـ التيار المعبر عن الصوت لا يمكن أن يعطي موجات لا سلكية (موجات كهرومغناطيسية) **(علل)** لأن ترددات الأصوات عادة صغيرة ، لذلك**(علل)** يحمل التيار المعبر عن الصوت على تيار حامل عالي التردد.

٢ـ تتوقف قدرة محطة الإذاعة على معدل الطاقة المصاحبة للموجات اللاسلكية (الراديوية) التي ترسلها ولزيادة هذه الطاقة كي تغطي إذاعة المحطة مساحة واسعة يستخدم عدد من دوائر الترانزستور **(علل)** لتكبير التيار المعدل عدة مرات.

٣ـ لزيادة قدرة جهاز الاستقبال يستخدم عدد من دوائر الترانزستور **(علل)** حتى يمكن تكبير التيار المقوم إلى حد كبير .

س: علل يحمل التيار المعبر عن الصوت في أجهزة الإرسال على تياراً عالي التردد يسمى بالتيار الحامل. وزاري (٢٠٠٨/٢٠٠٩م)

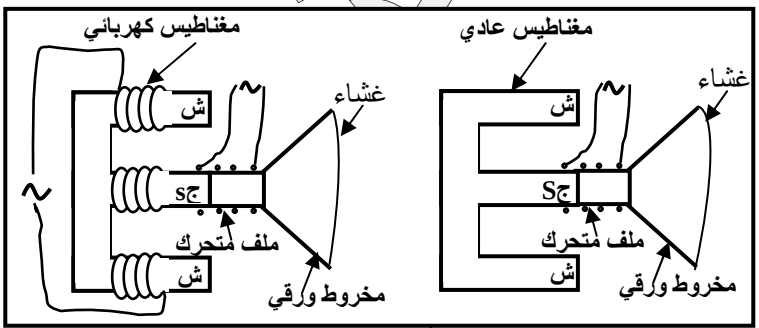
مكبر الصوت الديناميكي (السماعة)

تعريفه: هو جهاز كهربائي يستخدم في أجهزة الاستقبال اللاسلكي وغيرها بغرض تحويل التيار المعبر عن الصوت إلى موجة صوتية مسموعة.

الغرض منه: تحويل التيار المعبر عن الصوت إلى صوت مسموع .

استخدامه : يستخدم في أجهزة الاستقبال اللاسلكي مثل الراديو والتلفاز والتلفونات و....

فكرة عمله: مبنية على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية.



تركيبه : يتركب مكبر الصوت من ١ـ **ملف** من سلك نحاسي معزول وملفوف حول اسطوانة صغيرة من الورق المقوى مثبتة عند رأس مخروط أجوف من الورق المقوى .

٢ـ **مغناطيس** عادي أو كهربائي أقطابه دائرية بحيث يكون احد الأقطاب مركزي والآخر حلقي يحيط بالقطب المركزي

شرح عمل مكبر الصوت الديناميكي:

١ـ عندما يمر التيار المعبر عن الصوت في ملف المكبر ، فإنه ينشأ عنه مجال مغناطيسي متغير تبعاً لتغير التيار المعبر عن الصوت

٢ـ تتغير القوى المتبادلة بين المجال المغناطيسي للملف وبين المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم

٣ـ نتيجة لذلك يهتز الملف ويكون اتجاه الحركة (القوة) عمودياً على كل من اتجاه الفيض المغناطيسي واتجاه التيار

٤ـ اهتزاز الملف يسبب اهتزاز للمخروط الورقي وبسبب كبر المخروط تهتز كمية كبيرة من جزيئات الهواء المحبوسة بداخله وتحدث موجات صوتية ذات شدة مناسبة ومشابهة للصوت المرسل من محطات الإذاعة.

التلفاز (التلفزيون)

تعريفه : هو جهاز يستخدم لرؤية الصور والمناظر عن بعد .

وكلمة تلفزيون هي كلمة غير عربية جاءت من المقطعين Tele ومعناها (بعد) أو (من بعد) و vision وتعني الرؤية المباشرة للصور أو المناظر من بعد .

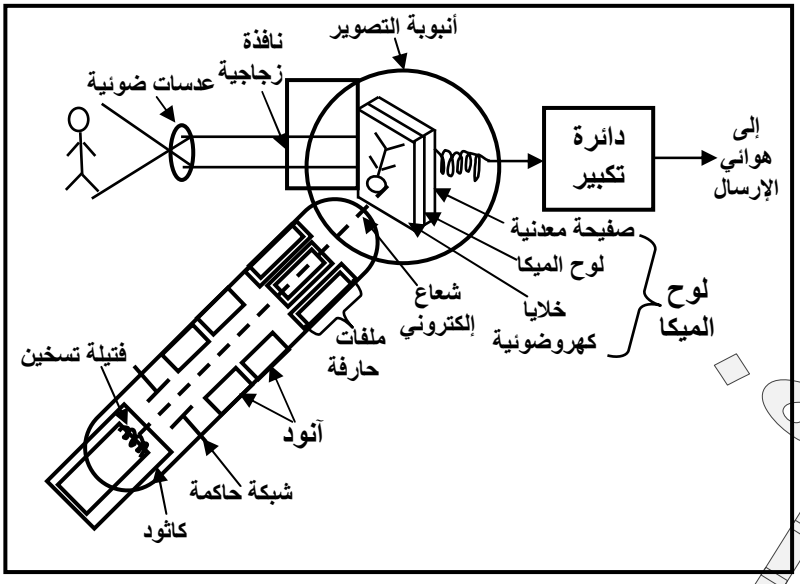
وتتم عملية رؤية الصور عن بعد عن طريق عمليتين هما :

أولاً : علمية الإرسال التلفازي: هي العملية التي يتم فيها تحويل صور الأشياء المراد إرسالها من طاقة ضوئية إلى طاقة كهربائية (تيار معبر عن الصورة) وتحميلها على تيار عالي التردد (تيار حامل) ثم بثها على شكل موجات كهرومغناطيسية في جميع الاتجاهات .

قبل دراسة عملية إرسال الصورة تلفازياً علينا **أولاً معرفة :**

تركيب آلة التصوير التلفازي

من أنواع الكاميرات التلفزيونية ، الكاميرا التي تسمى **(الأيكونوسكوب)** وتتكون من أربعة أجزاء أساسية هي :



١ــ **أنبوبة التصوير :** وهي عبارة عن أنبوبة مظلمة مخلخلة من الهواء لها نافذة زجاجية في مقدمتها مجموعة من العدسات.

٢ـ لوح الصورة (لوح الإشارات): ويوجد داخل أنبوبة التصوير ،ويتكون من لوح رقيق جداً من الميكا (الميكا مادة شبه زجاجية)،بحيث يغطى سطحه المقابل للعدسات بعدد آلاف من الخلايا الكهروضوئية المعزولة عن بعضها البعض (وكل خلية عبارة عن حبيبة صغيرة جداً من الفضة تغطيها طبقة من السيزيوم)، إذا سقطت عليها أشعة ضوئية فإنها تبعث بإلكترونات ويسمى اللوح **بلوح الموازيك** ويغطى سطحه الآخر بصفيحة معدنية رقيقة متصلة بمكبر تيار الصورة .

٣ـ بندقية الالكترونات : وتتكون من :

أ ـ **فتيلة : وظيفتها** تسخين الكاثود .

ب ـ كاثود(مهبط):وظيفته يبعث الالكترونات.

ج ـ شبكة حاكمة:وظيفتها التحكم بعدد وتركيز الالكترونات.

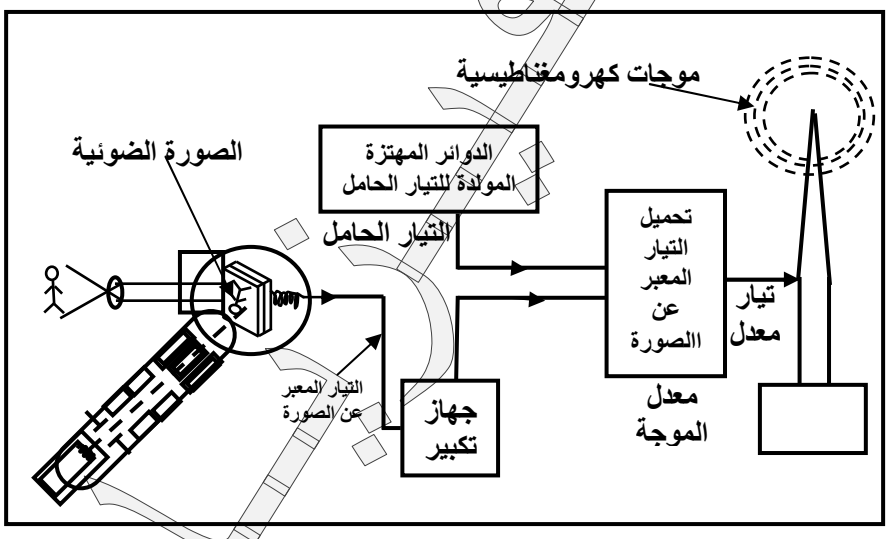
د ـ آنود (مصعد): وظيفته لزيادة تركيز وتسارع الالكترونات.

٤ـ مجموعة حارفة للشعاع الالكتروني: وظيفتها حرف الشعاع الالكتروني بالكيفية المطلوبة لمسح لوح الصورة وتتكون هذه المجموعة أما من زوجين من الملفات التي تولد مجالين مغناطيسيين متعامدين أو من زوجين من الألواح المعدنية التي تولد مجالين كهربائيين متعامدين .

س: علل يطلى لوح الميكا في آلة التصوير التلفازي بحبيبات من السيزيوم. وزاري (٢٠٠٨/٢٠٠٩م)

جـ: لأن السيزيوم حساس للضوء إذا سقطت عليها أشعة ضوئية فإنها تبعث بإلكترونات .

س: وضح مع الرسم كيف تتم عملية إرسال الصورة تلفازياً ؟ وزاري (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)



١ــ يضاء الشيء أو المنظر المراد إرسال صورته تلفازياً إضاءة شديدة فتقوم العدسات في كاميرا التصوير بتكوين صورة ضوئية له على لوح الخلايا الكهروضوئية التي بدورها تثار ضوئياً وتبعث بعدد من الإلكترونات .

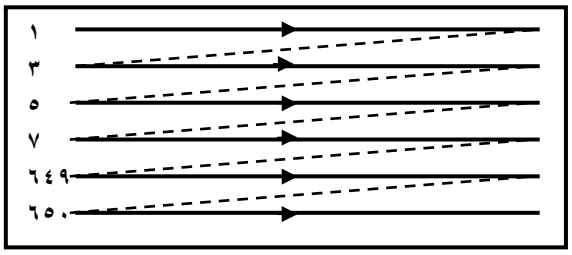
٢ــ تختلف عدد الإلكترونات المنبعثة باختلاف الضوء الساقط على الخلايا الكهروضوئية وعندئذ تشحن الخلايا بشحنات موجبة مساوية لما فقدته من إلكترونات .

٣ــ تؤثر هذه الشحنات الموجبة على الصفيحة المعدنية الموجودة على الوجه الآخر على لوح الميكا فتتكون عليها شحنات سالبة مساوية لعدد الشحنات الموجبة التي على الخلايا الكهروضوئية

٤ـ تطلق البندقية الإلكترونية الشعاع الإلكتروني فيسقط على لوح الخلايا الكهروضوئية عند نقطة تسمى **نقطة الاستكشاف** حيث يمدها الشعاع الإلكتروني بشحنات سالبة عددها مساوي لعدد الإلكترونات التي فقدتها الخلايا الكهروضوئية نتيجة تكون الصورة الضوئية عليها .

٥ـ بذلك تتعادل هذه الخلايا كهربائياً ونتيجة لتعادل شحنات الخلايا تتحرر الشحنات السالبة (الإلكترونات) التي على الصفيحة المعدنية وتنطلق على هيئة نبضات كهربائية مختلفة التردد (تيار معبر عن الصورة) إلى جهاز التكبير ثم يحمل التيار المعبر عن الصورة على التيار الحامل الذي تنتجه الدوائر المهتزة في جهاز معدل الموجة (**التيار المعبر عن الصورة + التيار الحامل = التيار المعدل**) ثم يبث عبر هوائي الإرسال على شكل موجات كهرومغناطيسية تنتشر في جميع الاتجاهات .

عملية المسح التلفازي



تتم عملية المسح التلفازي **في جهاز الإرسال التلفازي** على الخلايا الكهروضوئية و**في جهاز الاستقبال التلفازي** على المادة الفلوريسية التي تغطي السطح الداخلي للشاشة .

تعريفها : هي عملية تمرير الشعاع الإلكتروني على جميع صفوف الخلايا الكهروضوئية من اليسار إلى اليمين بعدد ستمائة وخمسون صف في زمن قدرة $\frac{١}{٢٥}$ من الثانية ،ابتداء بالصفوف الفردية ثم الزوجية. وكل ما تم مسح الصورة مرة تتكون صورة ضوئية جديدة على لوح الصورة بالطريقة السابقة نفسها .

الاستقبال التلفازي

تحذير: [لا تفتح أي جهاز تلفاز : (**علل**) لأن في ذلك خطورة عليك ، حيث تخزن أجهزة التلفاز شحنات كثيرة وفولتات عالية أثناء تشغيله . وبعد غلقه]

تعريف عملية الاستقبال التلفازي : هي عملية استلام الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة من محطة الإرسال وتحويلها إلى طاقة كهربائية ومن ثم تحويل هذه الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية (صورة ضوئية) وذلك بواسطة شبكة الاستقبال التلفازي (جهاز الاستقبال) .

تركيب جهاز الاستقبال التلفازي (شبكة الاستقبال التلفازي) : يتركب جهاز الاستقبال في ابسط صورة له من الأجزاء الأساسية التالية :

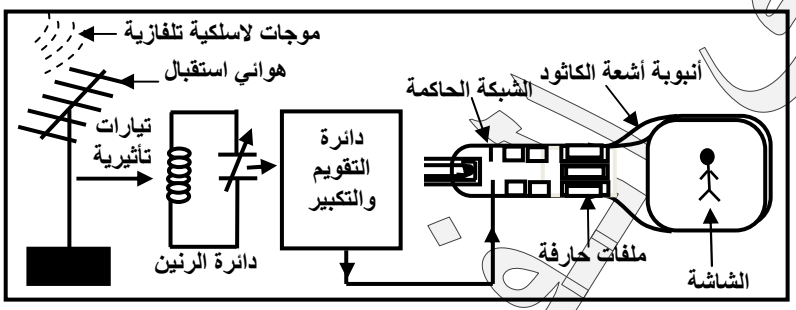
١ ـ **دائرة هوائي الاستقبال :وظيفتها** تحويل الموجات الكهرومغناطيسية (اللاسلكية)إلى تيارات كهربائية

٢ ـ **دائرة الرنين :وظيفتها** القيام بعملية التوليف أي اختيار المحطة المراد مشاهدتها برامجها .

٣ ـ **دائرة التقويم والتكبير : وظيفتها** تقويم وتكبير التيار المعدل عدة مرات بواسطة الترانزيستورات

٤ ـ **أنبوبة أشعة الكاثود: وظيفتها** تحويل التيار المعبر عن الصورة إلى صورة ضوئية .

س : وضح مع الرسم كيف تتم عملية الاستقبال التلفازي ؟



١ ـ تسقط الموجات اللاسلكية التلفازية الصادرة من محطات الإرسال المختلفة على هوائي الاستقبال فتتحول إلى تيارات كهربائية تأثيرية مختلفة التردد .

٢ ـ يتم توليف دائرة الرنين حتى يتفق ترددها مع تردد موجات المحطة التلفازية المراد مشاهدة برامجها فتسمح لها بالمرور دون غيرها من ترددات المحطات الأخرى .

٣ ـ يتم تقويم وتكبير التيار المعدل الذي تسمح بمروره دائرة الرنين .

٤ ـ يفصل التيار المعبر عن الصورة عن التيار الحامل .

٥ ـ يرسل التيار المعبر عن الصورة إلى الشبكة الحاكمة لأنبوبة أشعة الكاثود فيتغير جهد الشبكة تبعاً لتغير شدة التيار ويتغير عدد الإلكترونات التي تصل إلى الآنود من الكاثود وبذلك تتغير شدة الشعاع الإلكتروني الساقط على الشاشة مما يسبب تغير في شدة إضاءة الشاشة .

٦ ـ تعمل الملفات الحارفة على تحريك الشعاع الإلكتروني على الشاشة بالكيفية نفسها التي يتحرك بها على لوح الخلايا الكهروضوئية في جهاز الإرسال فيمسح الشاشة كاملة في زمن قدرة $\frac{١}{٢٥}$ من الثانية في كل مرة بحيث تكون إضاءة كل نقطة على الشاشة متناسبة مع شدة استضاءتها في الصورة المتكونة على لوح الخلايا في جهاز الإرسال وبذلك تظهر على الشاشة صورة مطابقة للصورة الأصلية في جهاز الإرسال تماماً .

ملاحظات هامة:

١ ـ تبدو الصورة على شاشة جهاز الاستقبال التلفازي غير متقطعة (**علل**) لأنها تظهر على الشاشة بمعدل ٢٥ مرة في الثانية ووفقاً لظاهرة مداومة الرؤية فالعين لا تستطيع أن تحصي أكثر من ١٦ ذ /ث .

٢ ـ جعل الشعاع الالكتروني في جهاز الإرسال يمسح الصفوف الفردية أولاً ثم الصفوف الزوجية في كل مرة يتم فيها مسح خلايا لوح الصورة في الكاميرا (**علل**) وذلك للتخلص من الاهتزازات التي قد تعتري الصورة على الشاشة .

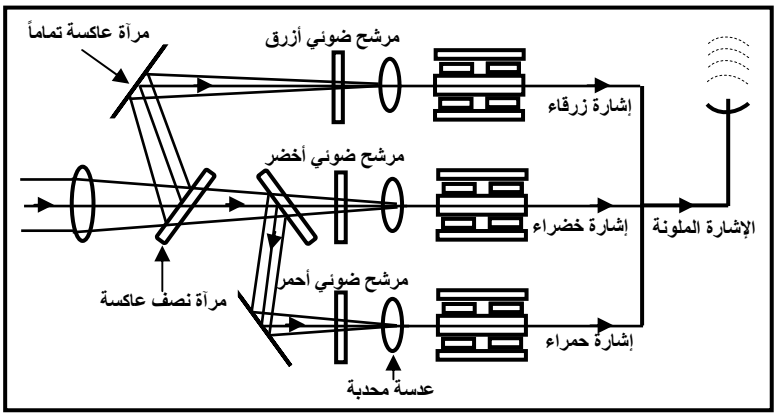
٣ ـ يتم إرسال الصوت بموجة مصاحبة لموجات الصورة ، ويتم استقبالها بواسطة دوائر خاصة موجودة داخل جهاز الاستقبال التلفازي .

٤ ـ تتم عملية المسح في جهاز الإرسال على الخلايا الكهروضوئية وينتج عنها التيار المعبر عن الصورة ، وتتم في جهاز الاستقبال على المادة الفلوريسية وينتج عنها إظهار الصورة .

س: علل نرى الصور في التلفاز الملون غير متقطعة. وزاري (٢٠٠٨/٢٠٠٩م)

التلفاز الملون

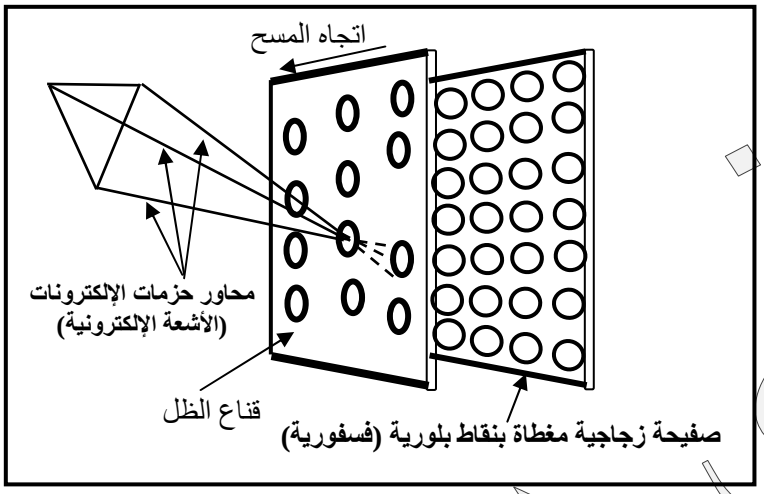
في التلفاز الملون يتم إرسال الصورة واستقبالها بالثلاثة الألوان الأساسية (الأولية) وهي **الأحمر والأخضر والأزرق** ويتم التصوير باستخدام **مرشحات** لهذه الألوان .



إن الضوء المنعكس من الجسم أو المنظر المراد تصويره بواسطة كاميرا التلفاز الملون يحلل بواسطة مرشحات إلى ثلاثة ألوان أولية هي الأحمر والأخضر والأزرق وتستخدم لذلك أنواع خاصة من المرايا والمرشحات (**المرشح** عبارة عن غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء من خلاله إلا للضوء الذي يماثله) في اللون كما بالشكل .

يرسل كل لون إلى أنبوبة مستقلة موجودة في كاميرا التصوير ويتحول فيها كل مشهد إلى ألوانه الأساسية (الأحمر والأخضر والأزرق) حيث يشكل كل لون من هذه الألوان إشارة تلفازيه مستقلة ترسل على شكل موجات كهرومغناطيسية بعد تحميلها على تيار حامل.

يحتوي جهاز الاستقبال التلفازي الملون على ثلاث بندقيات الكترونات موجودة في أنبوبة أشعة الكاثود له تعمل على إطلاق ثلاثة إشعاعات الكترونية للثلاثة الألوان المرسلة من محطة الإرسال وبذلك نحصل على حزمة من الإلكترونات .



تتجمع هذه الحزمة من الالكترونات على لوحة فيها عدد كبير من الثقوب تسمى (**قناع الظل**) ويليها ستار (لوحة) عليها عدد كبير أيضاً من النقاط الفلوريسية يساوي عدد الثقوب على اللوحة متجمعة في ثلاث مجموعات مرتبة في ترتيب معين . عندما تقوم الإلكترونات بتحفيز هذه النقاط ترسل كل منها ضوءً ملوناً بأحد الألوان الثلاثة المذكورة تختلف شدته باختلاف حزمة الإلكترونات المسببة له .

وعندما تقوم حزم الإلكترونات بمسح قناع الظل كله فإنها تتفرق عبر كل ثقب فتصطدم الحزمة الإلكترونية الحاملة لإشارة اللون الأحمر بالنقاط الفلوريسية المصدرة للون الأحمر وذلك ضمن عملية تركيز بؤري دقيق تتكرر بالنسبة لبقية الألوان ومع تغير شدة الشعاع الإلكتروني لكل حزمة يتغير اللون التابع لها الأمر الذي يولد من جديد جميع الألوان الأساسية للمشهد أو المنظر المصور والمرسل تلفازياً

س: ما الفرق بين أنبوبة أشعة الكاثود المستخدمة في التلفاز العادي وأنبوبة أشعة الكاثود المستخدمة في التلفاز الملون .
وزاري (٢٠٠٤/٢٠٠٥م)

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

س١) أكمل الفراغات الآتية بما يناسبها :

ـ اكتشف العالم بلوكر بأنه عند ضغط منخفض مقداره حوالي ١.٣×١٠^{-٤} ضغط جوي يبعث الكاثود الذي في أنبوبة التفريغ بأشعة غير مرئية تسري خلال الأنبوبة وتسمى **الأشعة المهبطية** أو **الإلكترونات**

ـ عملية الانبعاث الإلكتروني الثانوي ، هي عملية انبعاث **الإلكترونات** من سطح الكاثود عندما تصطدم به **الأيونات** الموجبة به ذات الطاقة الحركية العالية .

ـ من المعروف أن الكاثود يمكنه أن يبعث الكترونات عند تسخينه إلى درجة عالية وتسمى هذه الإلكترونات بالإلكترونات **الحرارية**

ـ يغطى الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود بمادة **فلوريسية** مثل **كبريتيد الخارصين**(كبريتيد الزنك zns)

ـ يتوقف لون الضوء الذي يشع على الشاشة على نوع المادة **الفوريسية** وعلى **طاقة حركة** الإلكترونات .

ـ يتركب الاسيلوسكوب من **أنبوبة أشعة الكاثود**

ـ إن أساس عمل الرادار يقوم على ظاهرة **الاهتزاز** الكهربائي والحصول على **صدى** كهرومغناطيسي

ـ وظيفة كاشف الذبذبات في الرادار هي تحديد **ارتفاع** و **اتجاه** وسرعة الهدف .

ـ إن عملية الإرسال الإذاعي ، هي عملية بث **الأصوات** من محطة الإذاعة إلى الجو بعد تحويلها إلى **إشارات** تيارات كهربائية .

ـ يتركب جهاز (أو شبكة) الإرسال الإذاعي من **دائرة الميكروفون** و **الدائرة المهتزة** و**دائرة هوائي الإرسال**

ـ تقوم الدائرة المهتزة بتوليد تيارات كهربائية عالية التردد تسمى **بالتيارات الحاملة**

ـ يتم في هوائي الإرسال الإذاعي تحويل التيارات المعدلة إلى **موجات كهرومغناطيسية**

ـ يتركب جهاز الاستقبال الإذاعي (الراديو) من **دائرة هوائي الاستقبال** و**دائرة الرنين** و**دائرة السماعة**

ـ عملية التوفيق بين تردد دائرة الرنين وتردد موجات المحطة المراد سماعها تسمي عملية **التوليف**

ـ تتوقف قدرة محطة الإذاعة على **معدل الطاقة المصاحبة** للموجات اللاسلكية المرسلة .

ـ في كاميرا التلفاز ، تطلق البندقية الإلكترونية الشعاع الإلكتروني على لوح الخلايا **الكهروضوئية** عند نقطة تسمى نقطة **الاستكشاف.**

ـ عند اختلاط التيار المعبر عن الصوت (أو الصورة) بالتيار الحامل ينتج تيار يسمى **التيار المعدل**

ـ إن الضوء المنعكس من الجسم ، أو المشهد المراد تصويره إلى كاميرا التلفاز الملون يتوزع إلى ثلاثة ألوان أساسية هي : **الأحمر** و**الأخضر** و**الأزرق** وتستخدم لذلك أنواع خاصة من المرآيا و**المرشحات**

ـ في أنبوبة أشعة الكاثود الموجودة في جهاز الاستقبال التلفازي الملون تتجمع الأشعة الإلكترونية على لوحة فيها عدد كبير من الثقوب تسمى **قناع الظل**

س٢) ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة ، وعلامة (x) أمام العبارة الخطأ مما يأتي :

١- الأشعة المهبطية هي عبارة عن جسيمات ذات شحنة سالبة . (√)
٢- عند اصطدام الإلكترونات بكاثود أنبوبة التفريغ تنطلق منه أيونات موجبة . (x)
٣- يغطى الجدار الداخلي لشاشة أنبوبة أشعة الكاثود بمادة فلوريسسية مثل كبريتيد الخارصين . (√)
٤- إذا وصل اللوحان الأفقيان في كاشف الذبذبات بمصدر للتيار المتردد فإنهما يولدان مجالاً كهربائياً في الاتجاه الرأسي مما يجعل النقطة المضيئة تتحرك رأسياً . (√)
٥- الموجات التي يرسلها الرادار هي موجات لا سلكية منخفضة التردد . (x)
٦- الكاشف في الرادار عبارة عن أنبوبة أشعة الكاثود تسمي الكينوسكوب . (√)
٧- من الممكن تحديد بعد الهدف عن الرادار بالعلاقة (بعد الهدف = نصف السرعة × الزمن) . (√)
٨- تقوم الدائرة المهتزة بتوليد التيارات الحاملة . (√)
٩- عند اختلاط التيار المعبر عن الصوت مع التيار المعدل ينتج التيار الحامل . (x)
١٠- هوائي الإرسال يقوم بتحويل الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية تأثيرية . (x)
١١- كاميرا التصوير التلفازي تسمى الأسيلوسكوب . (x)
١٢- الخلية الكهروضوئية في التلفاز عبارة عن حبيبة صغيرة من الفضة مغطاة بطبقة من السيزيوم . (√)
١٣- تبدأ عملية المسح التلفازي بتحرك الشعاع الإلكتروني من اليمين إلى اليسار . (x)
١٤- زمن مسح الصورة في التلفاز يساوي $\frac{١}{٢٥}$ من الثانية . (√)
١٥- تولد الملفات الحارفة مجالاً كهربائياً ، بينما تولد الالواح الحارفة مجالاً مغناطيسياً . (x)
١٦- الذي يجعل الصورة على الشاشة في جهاز الاستقبال التلفازي تبدو غير متقطعة هو أنها تظهر على الشاشة بمعدل ٢٥ مرة في الثانية . (√)
١٧- الألوان الأساسية في التلفاز الملون هي الأسود والأبيض والأصفر . (x)
١٨- مرشح الألوان عبارة عن غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء خلاله إلا للضوء الذي يماثله في اللون . (√)

س٣) اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية :

١- عند تسخين الكاثود إلى درجة حرارة عالية فإنه يبعث من سطحه :
أ) إلكترونات ب) بروتونات جـ) نيترونات . د) بيزوترونات .
٢- يغطى الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود بمادة فلوريسية مثل كبريتيد :
أ) الهيدروجين **ب) الخارصين** جـ) الألومنيوم . د) الحديد
٣- تتكون المجموعة الحارفة في أنبوبة أشعة الكاثود من ملفات عددها :
أ) ثمانية ب) ستة **جـ) أربعة .** د) أثنين
٤- عندما تصطدم الإلكترونات المنطلقة من البندقية الإلكترونية بالشاشة تشع الشاشة ضوءاً ذا لون معين يعتمد
أ) كتلة المادة الفلوريسية وكتلة الإلكترونات . ب)حجم المادة الفلوريسية وحجم الإلكترونات .
ج)سمك المادة الفلوريسية وشحنة الإلكترونات . **د) نوع المادة الفلوريسية وطاقة الإلكترونات .**
٥- تعني كلمة رادار الكشف عن الجسم وتحديد بعدها وسرعتها واتجاهها بواسطة موجات لا سلكية :
أ) طويلة ب) طويلة جداً جـ) قصيرة . **د) قصيرة جداً**
٦- تسمى كاميرا التلفاز :
أ) الكينوسكوب ب) الأسيلوسكوب **جـ) الايكونوسكوب.** د) التليسكوب
٧- الدائرة التي تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى تيارات كهربائية معبرة عن الصوت هي دائرة :
أ) هوائي الإرسال ب) الاهتزاز **جـ) المكرفون.** د) السماعة .
٨- الدائرة التي تقوم بتحويل التيارات المعدلة إلى موجات لا سلكية هي دائرة :
أ) الرنين ب) الاهتزاز جـ) هوائي الاستقبال . **د) هوائي الإرسال**
٩- الدائرة التي تقوم بتحويل الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية هي دائرة :
أ) الرنين **ب) الهوائي** جـ) السماعة . د) المكرفون
١٠- الدائرة التي تقوم بالتوليف هي دائرة
أ) الرنين. ب) السماعة جـ) السماعة . د) المكرفون
١١- عمل الشاشة في التلفاز هو تحويل الطاقة :
أ) الضوئية إلى صوتية . ب) الصوتية إلى ضوئية جـ) الضوئية إلى كهربائية . **د) الكهربائية إلى ضوئية .**
١٢- التيار المعبر عن الصوت لا يعطي موجات لا سلكية لأن ترددات الأصوات :
أ) صغيرة . ب) متوسطة جـ) عالية . د) عالية جداً
١٣- أحد الألوان التالية يعد من الألوان غير الأساسية وهو اللون :
أ) الأحمر . ب) الأخضر **جـ) الأصفر .** د) الأزرق
١٤- إن الضوء في التلفاز الملون يقسم إلى ثلاثة ألوان رئيسية وتستخدم لذلك أنواع خاصة من المرآيا و ..... :
أ) المجسمات . **ب) المرشحات** جـ) المقومات . د) المكبرات
١٥- عدد قاذفات الإلكترونات في أنبوبة أشعة الكاثود الخاصة بالتلفاز الملون هو :

أ) قاذفة واحدة . ب) قاذفتان **جـ) ثلاث قاذفات .** د) أربع قاذفات

١٦- تسمى اللوحة التي تتجمع عليها حزم الإلكترونات في التلفاز الملون :

أ) قناع الظل . ب) لوح الخلايا جـ) لوح الموزاييك د) الشاشة

س٤) عرف الآتي : الأشعة المهبطية ، الانبعاث الإلكتروني الثانوي والحراري ، التفريغ الكهربائي في الغازات ، النقطة المضيئة ، الأسيلوسكوب ، دائرة المسح ، التيار الحامل ، التيار المعدل ، أنبوبة التصوير التلفازي ، المرشح الضوئي .

أسئلة وزارية على الوحدة الرابعة

جميع الأسئلة التالية وزارية تم جمعها من أكثر من (٣٠) نموذج امتحان وزاري مع العلم بأن بعض الأسئلة تم ذكرها مع الدروس وهي غير مكررة هنا

س: ضع علامة (صح) أمام العبارة الصحيحة ، وعلامة (خطأ) أمام العبارة الخطأ لكل من التالي :

١- يعمل هوائي الإرسال الإذاعي على بث التيارات الكهربائية المعبرة عن الصوت ( )

٢- يظهر في أنبوبة التفريغ وهجاً يملأ الأنبوبة بسبب ضغط الغاز داخلها . ( )

٣- المجموعة الحارفة في الأيكونوسكوب مكونة من أربعة ملفات . ( )

٤- يمكن حساب بعد الهدف في الرادار من خلال معرفة سرعة الموجة ، وزمن قطعها المسافة ( )

٥- يعمل الايكونوسكوب على تحديد بعد الهدف وسرعته واتجاهه . ( )

٦- يطلق على كاميرا التلفاز اسم كينوسكوب . ( )

٧- يطلق على اللوحة التي تتجمع عليها حزم الإلكترونات في التلفاز الملون بلوح الميكا ( )

٨- تتكون المجموعة الحارفة في أنبوبة أشعة الكاثود من عدد من النيوترونات ( )

٩- تعمل الشاشة في التلفاز على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية ( )

١٠-المرشح الضوئي عبارة عن غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء من خلاله إلا للضوء الذي يماثله في اللون. ( )

١١-تستطيع محطة الرادار الكشف عن الأجسام الموجودة في الجو كالطائرات ، وغيرها في الضوء فقط .( )

١٢-يقوم هوائي الإرسال الإذاعي بتحويل الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية ( )

١٣-يستخدم الأطباء كاشف الذبذبات في تخطيط عمليات القلب ، والمخ ، غير ذلك ( ) مع تصحيح الخطأ أينما وجد

١٤-في جهاز الاستقبال التلفازي يقوم الشعاع الالكتروني بمسح الخلايا الكهروضوئية الموجودة على الشاشة ( )٢٠١١م

١٥-يغطى الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود بمستحلب الكربون لمنع تراكم الإلكترونات على الشاشة ( ) ٢٠١١م

١٦- كلمة (رادار) تعني الكشف عن الأجسام وتعيين بعدها وسرعتها واتجاهها بواسطة موجات ترددها عالياً جداً ( )٢٠١١-٢٠١٢م

١٧-إذا كان الزمن الذي تستغرقه موجة لا سلكية لمحطة رادار للذهاب هو (٣/١) ثانية فإن بعد الهدف يساوي (١٠٥) كيلومتر.( ) ٢٠١٢م

١٨- استغرقت موجة كهربائية مغناطيسية أرسلها رادار (٢×١٠-٤) ثانية للذهاب والإياب ، وعندما حسب بعد الهدف وجد أنه يساوي (٣٠) كيلو أوم ( ) (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

١٩- يستخدم في الرادار الحديث هوائي واحد يوصل في المرسل والمستقبل . ( ) (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

٢٠-يتم مسح الأعداد الفردية على لوح الصورة في الإرسال خلال زمن (٥٠/١) ( ) مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٢١-أنبوبة التصوير في الإيكونوسكوب أنبوبة مظلمة مخلخلة من الهواء لها نافذة في مقدمتها تحوي مجموعة مرايا. مع تصحيح الخطأ إن وجد٢٠١٢ م

٢٢-مكبر الصوت الديناميكي يقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى تيار معبر عن الصوت . ( ) مع تصحيح الخطأ أينما وجد (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

٢٣-المرشح الضوئي عبارة عن غشاء رقيق شفاف يسمح بنفاذ الضوء الذي يماثله في اللون).مع تصحيح الخطأ أينما وجد (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س: إختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :

١- التوصيل الكهربي خلال الغازات يتم بواسطة .....

(فوتونات ضوئية / نيترونات / إلكترونات ضوئية / أشعة سينية)

٢- دائرة التوليف هي دائرة ..... (الرنين / الاهتزاز / السماعة / الميكرفون)

٣- عدد قاذفات الإلكترونات في أنبوبة أشعة الكاثود الخاصة بالتلفاز الملون هي ..

(أربع قاذفات ـ ثلاث قاذفات ـــ قاذفتان ـــ قاذفة واحدة)

٤- في التلفاز الملون يتم إرسال الصورة واستقبالها بألوان أساسية هي .....

(الأحمر والأصفر والأخضر / الأحمر والبنفسجي والأزرق / الأحمر والأخضر والبرتقالي / الأحمر والأخضر والأزرق)

٥- يطلق على اللوحة التي تتجمع عليها حزم الإلكترونات في التلفاز الملون ..... (الشاشة ـ لوح الميكا ـ قناع الظل ـ لوح الموازيك)

٦- يوصل اللوحين (س١،س٢) في الأسيلوسكوب بدائرة ..... (زنين ـ اهتزاز ـ صوت ـ صمام إلكتروني) ٢٠١١م

٧ ـ أحد الأجزاء التالية ليس من مكونات الإيكونسكوب وهو ... (هوائي الاستقبال ـ لوح الإشارة ـ بندقية الكترونية ـ ملفات حارفة)٢٠١٢م

٨- تحتوي كاميرا التصوير الملون على ... (أربع قاذفات ـ قاذفة ـ ثلاثة قاذفات ـ قاذفتين) .

٩- يقوم الشعاع الإلكتروني بمسح الشاشة كلها في التلفزيون في زمن قدره .... (١٦/١ ، ١٦ ، ٢٥ ، ٢٥/١) (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س: أكمل الفراغات التالية بما يناسبها :

١- نقطة الاستكشاف هي النقطة التي يسقط عليها الشعاع الإلكتروني على .....

٢- تتكون بندقية الإلكترون في أنبوبة الكاثود من ..... و ..... و .....

٣- وظيفة الأسيلوسكوب هي .....

٤- إذا كان البعد بين محطة الرادار والهدف (١٠) كيلو متر ، فإن الزمن الكلي لذهاب وإياب الموجة .....ثانية .
٥- تقوم الدائرة ..... بتحويل الموجات الصوتية إلى تيارات كهربائية معبرة عن الصوت في جهاز الإرسال الإذاعي .
٦- في التلفاز الملون يتم إرسال الصورة واستقبالها بالألوان الثلاثة الأساسية كما يتم التصوير خلال .....
٧- توجد لوحة في أنبوبة أشعة الكاثود الخاصة بالتلفاز الملون بها عدد كبير من الثقوب تدعى .....
٨- في جهاز الاستقبال التليفزيوني تتجمع الأشعة الإلكترونية على لوح فيه عدد من الثقوب ، يسمى ..... (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
٩- استغرقت موجة كهربائية مغناطيسية عندما أرسلها جهاز الرادار مدة (٢×١٠$^{-٤}$) ثانية للذهاب والإياب ،
فإن بعد الهدف يساوي ..... (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
١٠- كاشف الذبذبات في الرادار عبارة عن أنبوبة أشعة الكاثود يسمى ..... (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)
١١- يتوقف لون الضوء الذي تشعه الشاشة على نوع المادة ..... وعلى ..... الإلكترونات . (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س: اكتب المفهوم العلمي لما تعنيه كل من العبارات الآتية :

٣- أيونات موجبة ذات طاقة حركية كبيرة ، عندما تصطدم بالكاثود تنتزع منه إلكترونات .
٤- لوحة فيها عدد كبير من الثقوب تستقطب حزماً من الأشعة الإلكترونية في جهاز الاستقبال التلفازي .

س: ما التدابير المتبعة من أجل ما يلي :

١- عدم تراكم الإلكترونات على الشاشة من الداخل في أنبوبة أشعة الكاثود .

س :أذكر تطبيقاً واحداً لكل من :

١ - دائرة المسح في كاشف الذبذبات ٢- المرشحات الضوئية في التلفاز الملون . ٣- أنابيب التفريغ الكهربائي

س: اذكر وظيفة واحدة لكل مما يأتي :-

١-الملف المعدني في مستقبل الرادار ٢- المرشحات في التلفاز الملون ٣- لوح الموازيك بكاميرا التلفاز

س: ماذا يقصد بالآتي :

المرشح الضوئي ، الإلكترون الحراري ، لوح الميكا ، المسح التلفازي ، عملية الإستقبال التلفازي

س : كيف تتم عملية تحول التيار الكهربائي المعبر عن الصوت إلى موجات صوتية مسموعة ؟

س: ما ذا يحدث في كل من الحالات التالية : إذا ؟

١- لم تبطن جوانب شاشة التلفاز من الداخل بطبقة من مستحلب الكربون .

س: ما وظيفة كلاً من :الأسيلوسكوب ــ الكينوسكوب

س١ : حدد الغرض والاستخدام لكل من الأدوات التالية ؟ السماعة - البندقية الإلكترونية - الأسيلوسكوب

س٢ : اذكر استخداماً واحدا لكل مما يأتي : بندقية الالكترونات في كاميرا التلفاز ، الأسيلوسكوب

س٣: ما المقصود بعملية الإرسال الإذاعي ؟ ثم ارسم فقط -بدون شرح ــ الشبكة اللازمة لذلك .

س٤ : ما فائدة المادة الفلوريسية في شاشة أنبوبة أشعة الكاثود

س٥ : وضح ــ بالرسم فقط ــ مع كتابة البيانات تركيب الإرسال التلفازي .

س٦ : بالرسم وكتابة البيانات عليه ، اشرح كيف يتم إرسال الصور الضوئية إلى مسافات بعيدة باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية .

س٧: اذكر بعض الاختلافات الجوهرية في التوصيلات الكهربائية في الغازات والمحاليل والمعادن .

س٨: ما التدابير المتبعة من أجل : زيادة قدرة محطة الإرسال الإذاعي ؟

س٩: وضح ــ فقط ــ بالرسم وكتابة البيانات تركيب جهاز الاستقبال التلفازي ؟

س١٠ : سم الأجهزة التي توجد فيها الأشياء التالية : الكينوسكون - قناة الظل - مكبر الصوت الديناميكي . وزاري(٢٠١١/٢٠١٠م)

س: كيف يتم إرسال صورة ملونة من محطة التلفاز . (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س١١ : كيف تفسر حدوث توهج في أنبوبة التفريغ الكهربائية أثناء حدوث عمليتي تأين الغاز وإعادة الإتحاد . (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س١٢ : اذكر تطورين من التطورات التي أدخلت على الرادار الحديث . (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س١٣ : ما الذي نحتاجه كي يتم إرسال صورة ملونة إلى التلفاز ؟ (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س١٤ : ما هي النتائج التي آلت إليه أجهزة الرادار بعد تطورها ؟ (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

س١٥ : كيف تفسر رؤيتك للصورة في شاشة التلفاز بشكل غير متقطعة . (وزاري٢٠١١ - ٢٠١٢ م)

الأسئلة التالية(خاصة بالوحدة الرابعة) تم جمعها من سبعة نماذج امتحانات وزارية لعام ٢٠١٢ - ٢٠١٣ م

س) ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ ، لكل مما يأتي :

ملاحظة : لا يوجد في النماذج فقرة من هذه النوع .

س) أي العبارات التالية صحيحة ، وأيها خطأ ، مع تصحيح الخطأ أينما وجد :

١. تقوم كاميرا التصوير التلفازي بتحويل الصورة الضوئية إلى تيار كهربائي معبر عن الصورة .
٢. إن أساس عمل الرادار يقوم على ظاهرة الاهتزاز الكهربائي والحصول على صدى كهرومغناطيسي .
٣. في كاشف الذبذبات يستطيع الشعاع الإلكتروني أن يهتز بترددات عالية وبترددات منخفضة .
٤. يتوقف لون الضوء الذي تشعه المادة الفلوريسية على طاقة حركة الإلكترونات وعلى نوع المادة الفلوريسية .
٥. يسمح المرشح الضوئي بنفاذ الضوء الذي يماثله في اللون .
٦. يمسح الشعاع الإلكتروني جميع صفوف الخلايا الكهروضوئية في لوح الصورة خلال ١ / ٢٥ من الثانية .
٧. تعمل دائرة الميكرفون في جهاز الإرسال الإذاعي على تحويل التيار المعبر عن الصوت إلى موجات صوتية .

س) ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :

١. تدخل العدسات ضمن تركيب جهاز .....
(الكينوسكوب ، الأسيليسكوب ، الإيكونسكوب ، أنبوبة أشعة الكاثود)

٢. الرادار جهاز للكشف عن الأجسام وتحديد بعدها واتجاهها وسرعتها بواسطة موجات .....
(تحت حمراء ، راديوية ، ضوئية ، فوق بنفسجية) .

٣. الدائرة التي تحول التيارات الكهربائية المعدلة إلى موجات كهرومغناطيسية هي دائرة .....
(الميكروفون ، الرنين ، السماعة ، الهوائي)

٤. تتحول الطاقة الصوتية إلى طاقة كهربائية في جهاز الإرسال الإذاعي بواسطة دائرة .....
(هوائي الإرسال ، الميكروفون ، الاهتزاز ، الرنين)

٥. زمن ذهاب وإياب موجات الرادار المرسلة بسرعة (٣ × $١٠^{٨}$ م / ث) نحو هدف يبعد (١.٥ × ٣١٠) كم يساوي .....
($١٠^{-٥}$ ، $١٠^{-٢}$ ، $١٠^{-٤}$ ، $١٠^{-٣}$) ثانية .

٦. الخلايا الكهروضوئية في الإيكونسكوب عبارة عن حبيبات من الفضة مطلية بمادة .....
(السيزيوم ، البوتاسيوم ، الصوديوم ، الألومنيوم) .

س) أكمل الفراغات التالية بما يناسبها :

ملاحظة : لا يوجد في النماذج فقرة من هذه النوع .

س) علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :

١. تصبح الغازات جيدة التوصيل عند تسخينها .
٢. تستطيع الإلكترونات أن تهتز بترددات عالية وترددات منخفضة .
٣. تغطى الخلايا الكهروضوئية في كاميرا التصوير التلفازي بالسيزيوم .
٤. تحبس كمية من جزيئات الهواء في السماعة بداخل مخروط ورقي .

س) اكتب المصطلح العلمي الدال على كل فقرة من الفقرات الآتية :

ملاحظة : لا يوجد في النماذج فقرة من هذه النوع .

س) ما المقصود بكل مما يلي ؟

ماذا يقصد بعملية إعادة الاتحاد في أنبوبة التفريغ الكهربائي ؟ وماذا ينتج عنها ؟

س: أكمل جدول المقارنة التالي :

وجه المقارنة الدائرة	دائرة الميكروفون	الدائرة المهتزة في جهاز الإرسال الإذاعي
اسم التيار الناتج		
تردد التيار الناتج عنها		

س: قارن بين السماعة في جهاز الاستقبال الإذاعي والشاشة في جهاز الاستقبال التلفازي من حيث الوظيفة :
س: ما الأساس الذي يقوم عليه عمل الرادار ؟
س: ما الفرق في التركيب بين أنبوبة أشعة الكاثود في التلفاز العادي والملون ؟
س: ماذا يقصد بعملية المسح التلفازي ؟
س: اذكر جهازين تدخل في تركيبهما أنبوبة أشعة الكاثود .
س: اذكر أساس عمل الرادار .
س: قارن بين كل من : عمليتي الإرسال والاستقبال التلفازي .
س: ما الذي يجعل الصورة على شاشة التلفاز تبدو طبيعية وغير متقطعة ؟
س: قارن بين عمليتي الانبعاث الإلكتروني الثانوي ، والانبعاث الإلكتروني الحراري .
س: وضح باختصار كلاً مما يلي : ١) كيف تتم عملية المسح التلفازي ؟
س: ما أثر ارتفاع درجة الحرارة على قدرة الغازات للتوصيل الكهربائي ؟
س: اشرح نشاطاً تبين فيه أن الهواء الجوي يصبح موصلاً للتيار عند تسخينه .

ملاحظة : أبنائي الطلاب ، إذا واجهتكم صعوبات في حل بعض الأسئلة اتبعوا الآتي للحصول على الإجابة:
اكتب السؤال بصيغة واضحة في ملف وورد ثم أرفقه برسالة على صفحة (الفريد في الفيزياء)
وبإذن الله سوف نجيب على سؤالك - حسب سعة الوقت لدينا .

تواصلوا معنا على صفحتنا على الفيس بوك (الفريد في الفيزياء)
أو عبر موقعنا : مدونة (الفريد في الفيزياء)
نتقبل النقد البناء..... الذي يهدف إلى خدمة العملية التعليمية

إعداد وتصميم الأستاذ /
محمد عبد الرحمن علي الشرعبي

بسم الله الرحمن الرحيم



حالياً في الأسواق

الأول
من نوعه في اليمن

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتين على الآتي :

١ ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .

٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية

٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :

أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .

ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .

٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .

٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .

لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعـز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين وتوجد في العديد من المكتبات الأخرى منها :

تعـز مكتبة تعز ، شارع جمال . مكتبة الرسالة + مكتبة التفوق : جوار مدرسة زيد الموشكي

تعـز مكتبة السلام : شارع المرور جوار المعهد التقني الصناعي . مكتبة النجاح : شارع التحرير . مكتبة ثانوية تعز ،.....

صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير

صنعاء مكتبة المختار الحديثة شارع تعز ، جولة شميلة ، جوار حلويات أبو خالد

عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)

عدن مكتبة واتصالات بانافع جوار ثانوية عدن النموذجية للبنات ، وكذلك توجد لدى مكتبة الزبير بمدينة الشعب جواركليةالآداب

حضرموت مكتبة الرسالة سيئون ، السوق العام ، عمارة الأوقاف والعوامر

حضرموت مركز الجولة تريم ، جوار نادي الوحدة الرياضي

الحديدة مكتبة صلاح الدين شارع جمال

ذمار مكتبة القمة شارع المنزل جوار البنك الزراعي

إب مكتبة المعرفة + مكتبة ابن تيمية شارع العدين

تم تحميل هذا الملف من موقع الفريد في الفيزياء

الفيـــزيـــاء الـــذريـــة

قسمت العلوم الفيزيائية إلى قسمين هما:

١) **الفيزياء التقليدية (الكلاسيكية):** هي التي تفسر الظواهر الطبيعية للأنظمة العيانية (أي التي في متناول حواسنا) ومن فروعها (الميكانيكا والديناميكا الحرارية والكهرومغناطيسية والبصريات والكهرباء و...)
وقد أسهم جاليليو ونيوتن وغيرهم في تطوير هذه العلوم حتى أواخر القرن التاسع عشر ميلادي .

٢) **الفيزياء الحديثة** : هي التي تفسر سلوك الجسيمات المجهرية كالإلكترونات والبروتونات وغيرها من جسيمات عالم الصغائر التي لا ترى بالعين المجردة والتي عجزت الفيزياء التقليدية عن تفسيرها ، ومن فروعها الفيزياء (الذرية والنووية والنسبية وميكانيك الكم وغيرها).

نظرية دالتون الذرية :

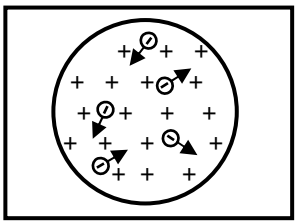
- كانت الانطلاقة الأولى نحو فكرة الذرة من الملاحظات والتجارب الكيميائية التي نتج عنها : **مبدأ حفظ المادة** (الذي استبدله فيما بعد اينشتين بمبدأ **حفظ الطاقة**) **وقانون النسب المتضاعفة واتحاد الحجوم وعدد أفوجادرو** وغيرها من القوانين الكيميائية .
- هذه القوانين الكيميائية أدت بالكيميائي الإنجليزي جون دالتون عام (١٨٠٣م) إلى إعلان أول نظرية ذرية

نص نظرية دالتون: (المادة تتكون من ذرات غير قابلة للهدم أو الانقسام) .

مميزات النظرية : أنها أسست لظهور علم الفيزياء الذرية .

عيوب نظرية دالتون: إن نظرية دالتون مكونة من جزأين (شقين) هما **الشق الأول** : (المادة تتكون من ذرات) **والشق الثاني** (غير قابلة للهدم أو الانقسام) ولكنه تم إلغاء الشق الثاني من النظرية بعد اكتشاف الإلكترونات ذات الشحنة السالبة والأيونات ذات الشحنة الموجبة وخصائصهما **وأنهما جزء من الذرة.**

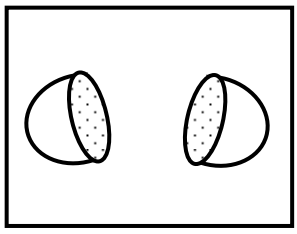
س:علل: عدم قبول الشق الثنائي من نظير دالتون الذرية. وزاري ٢٠٠٤-٢٠٠٥م



***، لقد توصل العالم الإنجليزي جوزيف تومسون إلى النتائج التالية (في غاز الهيدروجين) :**
١- الذرة متعادلة كهربائياً . ٢- الأيونات الموجبة لها تقريباً نفس كتلة الذرة . ٣- الإلكترونات السالبة أخف بكثير من الأيونات الموجبة.
*، هذه الملاحظات والحقائق العلمية أدت بالعالم تومسون إلى إعلان أول نموذج للذرة عام (١٩٠٤م).

نص نموذج تومسون الذري: (الذرة شبيهة بكرة مصمتة تتوزع بداخلها الشحنات الموجبة بانتظام وتتخللها الإلكترونات السالبة بحيث يكون مجموعها مساوياً للشحنة الموجبة) الشكل المقابل

- **سمي هذا النموذج بفطيرة البرقوق حيث المادة الحمراء فيها هي الشحنة الموجبة والبذور السوداء التي تتخللها هي الإلكترونات ويمكن تصوره أيضاً كالبطيخة. كما بالشكل المقابلة**



مميزات نموذج تومسون: هذا النموذج صور الذرة على أنها عبارة عن كرة صغيرة مصقولة مرنة وهذه الميزة مكنت العلماء من تفسير النظرية الحركية للغازات .

- **إلا أنه ظهر عيوب لهذا النموذج وللتعرف على هذه العيوب وفهمها علينا أولا التعرف على بعض المشاهدات التجريبية لبعض العناصر الكيميائي**

ومن تلك المشاهدات : ١- إثارة العناصر الكيميائية ٢- طيف المصادر الضوئية

أولاً: إثارة العناصر الكيميائية

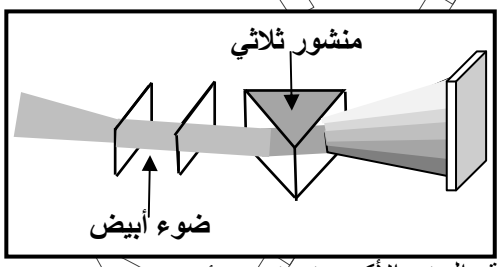
المقصود بإثارة العناصر الكيميائية: أي إكساب الذرة لطاقة تجعل بعض الكتروناتها تنتقل من مستويات طاقتها المستقرة إلى مستويات طاقة أعلى .

وهنالك عدة طرق لإثارة العناصر الكيميائية منها: ١- طريقة التفريغ الكهربائي . ٢- طريقة امتصاص الإشعاع . ٣- طريقة التسخين.

ولكن ما يلبث العنصر المثار (أي ذراته المثارة) أن يعود تلقائياً إلى حالته الأولى وذلك بإطلاق الطاقة التي امتصها على شكل إشعاع ضوئي.

ثانياً مصادر الأطياف

الطيف : هو ناتج تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية وغير المرئية.



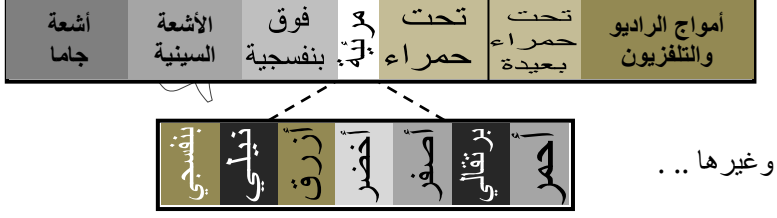
نحصل على الأطياف من عدة مصادر ومن هذه الأطياف:

١- طيف المصادر الضوئية: إن طيف المصادر الضوئية يعد طيف متصل .
إن ضوء عدد كبير من المصادر الضوئية **كالأنوار المتوهجة** أو **الشمس** يمثل **طيفاً متصلاً** .

الطيف المتصل (المستمر) : هو الطيف الذي يحوي جميع الأطوال الموجية بشكل مستمر (متصل) مثل طيف المصادر الضوئية والطيف الشمسي ويتضح ذلك عندما نمرر حزمة ضوئية لمصدر ضوئي خلال منشور ثلاثي فيحللها إلى الوان الطيف الأساسية وهي (الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي).كما في الشكل

الطيف الشمسي : هو طيف **متصل** يحتوي على جميع الأطوال الموجية المرئية وغير المرئية والجزء الأكبر منه غير مرئي .

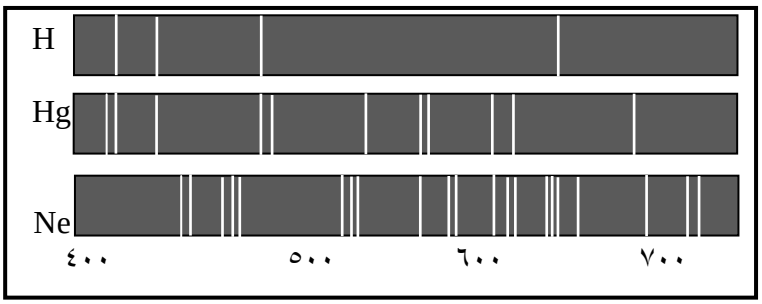
الجزء المرئي من الطيف الشمسي: جزء صغير جداً من الطيف الكلي لها وتتغير فيه الألوان من اللون الأحمر إلى اللون البنفسجي (ألوان قوس قزح)



الجزء الغير مرئي من الطيف الشمسي: جزء كبير جداً من الطيف الكلي لها ويحتوي على الأشعة تحت الحمراء والفوق بنفسجية ولأشعة السينية وأشعة جاما وأمواج الراديو والتلفزيون وغيرها .. .

٢ـ طيف العناصر الكيميائية : وهذا الطيف عبارة عن طيف خطي .

الطيف الخطي (الغير متصل) ، هو الطيف الذي يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية **مثل** طيف عنصر الهيدروجين (H) والزئبق (Hg) والنيون(Ne).

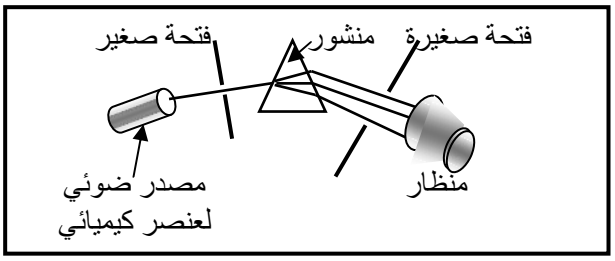


***قانون كيرشوف**:أثبت العالم الألماني كيرتشوف عام ١٨٥٩م بأنـه **(عندما تثار العناصر الكيميائية بالتسخين تشع نفس الألوان (نفس الأطوال الموجية) التي تمتصها وأن لكل عنصر لون خاص بمتصه)**

وقد استخدمت هذه الخاصية في القرن التاسع عشر للكشف عن المعادن والتمييز بينها .

س: ما الإثبات العلمي الذي حققه كيرشوف في عام ١٨٥٩م ؟ وفيما استخدم هذا الإثبات العلمي ؟ وزاري ٢٠٠٥ ـ ٢٠٠٦م

***مقياس الطيف (المطياف) :** هو جهاز يستخدم في تحليل الضوء المنبعث من العناصر الكيميائية إلى مكوناته المرئية وغير المرئية بكفاءة عالية .**الشكل المقابل**



الغرض منه : دراسة وتحليل أطياف العناصر الكيميائية .

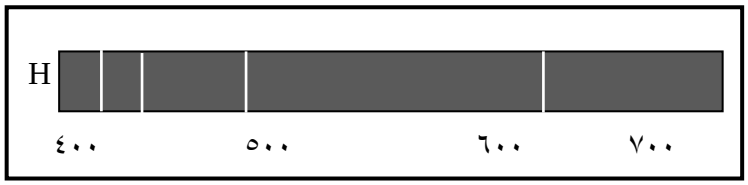
س:ما وظيفة المطياف. وزاري ٢٠٠٤،٢٠٠٥م

***خطوط الامتصاص لذرة الهيدروجين :**

لمعرف خطوط الامتصاص لذرة الهيدروجين نجري النشاط التالي:

١ـ نمرر حزمة من الضوء الأبيض على غاز الهيدروجين ، ثم نحلل الضوء الذي اجتاز الهيدروجين بواسطة مقياس الطيف (المطياف)

الملاحظة: نلاحظ نفس طيف الضوء الأبيض الذي أسقطناه على غاز الهيدروجين ، ولكن ضمن سلسلة من خطوط داكنة هذه الخطوط الداكنة هي الأطوال الموجية التي امتصها غاز الهيدروجين ، وتسمى **بخطوط الامتصاص لذرة الهيدروجين**



وتفسير سبب ظهور هذه الخطوط الداكنة هو أن ذرات غاز الهيدروجين لا تمتص من طيف الضوء الساقط عليها سوى أطوال موجية محددة وتدع الأطوال الموجية الأخرى تمر وما تلبث أن تشع نفس الأطوال الموجية التي امتصتها.

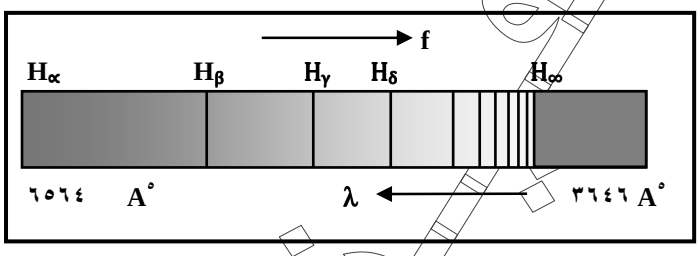
س: علل : ظهور عدد من خطوط داكنة في طيف الضوء المرئي في غاز هيدروجيني. وزاري ٢٠٠٥ ـ ٢٠٠٦م

طيف ذرة الهيدروجين: هو طيف يحتوي على عدد محدد من الأطوال الموجية توحي بانتظام وتناسق محددين بحيث تصنف في مجموعات تسمى بالسلاسل الطيفية.

س:ما المقصود بـ : السلاسل الطيفية . وزاري ٢٠٠٥ ـ ٢٠٠٦م

جـ: هي صيغ رياضية على شكل مجموعات محددة ومنتظمة يمكن من خلالها حساب الطول الموجي لخطوط الطيف لذرة الهيدروجين.

*واضح من التعريف أن خطوط طيف ذرة الهيدروجين تظهر في تراتيب منتظمة متناسقة إذن:



ما هي الخصائص المميزة لهذه التراتيب المتناظرة المنتظمة؟

جـ: أهم هذه المميزات هو أن الفرق في الأطوال الموجية بين مختلف الخطوط يتناقص بسرعة كلما اتجهنا نحو الموجات الأقصر طولاً (كما بالشكل المقابل)

*إن هذه الخطوط الطيفية ذات التراتيب المنتظمة يمكن التعبير عنها بسلاسل من نوع السلاسل الجبرية أو الهندسية ،

*في عام ١٨٨٥م نجح العالم السويسري بالمر بعد كثير من الجهد والدراسة أن يضع صيغة رياضية تجريبية يمكن بواسطتها حساب الأطوال الموجية لخطوط الطيف المرئي لذرة الهيدروجين ، هذه الصيغة الرياضية هي :

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{n^{٢}}\right) \quad \text{.....(١)}$$

حيث (λ) هي الطول الموجي للخط الطيفي **ومقلوبه** ($\frac{١}{\lambda}$) يسمى **العدد الموجي**

(ن) عدد صحيح ≤ (٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ،.....)

(R_H) ثابت ريدبيرج (تكريما للعالم السويسري ريدبيرج الذي ساهم في تطوير صيغة بالمر وقيمته للهيدروجين R_H=١٠٩٧٤٧.٥٨ سم$^{-١}$ ووحدة قياسه هي مقلوب وحدة قياس الطول (سم$^{-١}$)

س: ما المقصود: العدد الموجي . وزاري ٢٠٠٩-٢٠١٠م

جـ:.....

ملاحظات :

*نحصل على الخط الأول والثاني والثالث والرابع على التوالي التي تظهر في الطيف المرئي لذرات الهيدروجين وذلك عن طريق إعطاء (ن) قيم صحيحة بحث (ن ≤٣) وهذه الخطوط ذات ترددات وأطوال موجية مختلفة ويرمز لها على الترتيب : H_α ، H_β ، H_γ ، H_δ ..... H_∞

*كلما زادت قيمة (ن) تصبح هذه الخطوط، أي هذه الأطوال الموجية ، متقاربة أكثر فأكثر حتى أنها تصبح مندمجة في النهاية في خط واحد **عندما (ن= ∞)**الذي **يناظر الطول الموجي =٣٦٤٦ A°**(أنجستروم) ،حيث(A°=١٠$^{-١٠}$متر) ويسمى هذا الطول الموجي بنهاية السلسلة.

*سميت هذه السلسلة بسلسلة (بالمر) تكريماً للعالم الفيزيائي بالمر .
*لم تستطع الفيزياء التقليدية تفسير الصيغة الرياضية لسلسلة بالمر (١) وبقية بدون تفسير نظري وظلت عبارة عن علاقة رياضية تجريبية لا تعطينا أية فكرة عن نموذج جديد للذرة أقرب إلى الحقيقة.

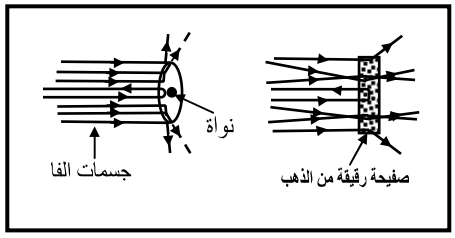
عيوب نموذج تومسون الذري :

١ـ لم يستطع تفسير الطيف الخطي المشاهد لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين .
٢ـ لم يستطع تفسير سبب تشتت جسيمات ألفا الساقطة على صفيحة معدنية رقيقة من الذهب.

لقد عهد تومسون لأحد تلامذته وهو(رذر فورد) لاختبار صلاحية هذا النموذج ، فوجد رذرفورد عيوب لنموذج معلمه تومسون
وقد أجرى العالم البريطاني رذرفورذ عام (١٩٠٩م) التجربة التالية :

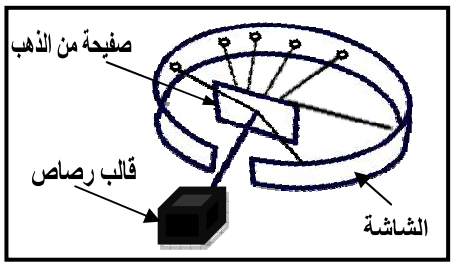
تجربة رذر فورد لاختبار صلاحية نموذج تومسون:

أدوات التجربة: صفيحة من الذهب سمكها 10^{-3} ملم ، مصدر يولد جسيمات الفا ، قالب من الرصاص (علل) لأن كثافته عالية فيمنع من نفاذ الأشعة من خلاله باتجاه العاملين ، شاشة اسطوانية مطلية بطبقة من كبريتيد الزنك (zns) تومض عند سقوط جسيمات الفا عليها



خطوات التجربة:

قام العالم رذ فورد بإسقاط جسيمات ألفا ذات الطاقة العالية (والتي هي من مصدر مشع **كالراديوم** الموضوع في قالب من **الرصاص**) أسقط الجسيمات على صفيحة الذهب فنفذت هذه الأشعة من خلال الصفيحة وسقطت على الشاشة محدثة وميض



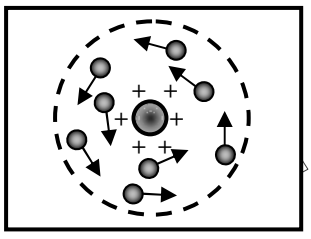
وفي إطار نموذج تومسون الذري الذي يفترض أن الكتلة والشحنة للذرات تتوزع بشكل منتظم داخل الذرة ، فإنه من المتوقع أن تعاني جسيمات ألفا انحرافاً مقداره حوالي
٠.٠١ من الدرجة إذا كان هذا الانحراف ناتجاً عن قوى التصادم بين جسيمات ألفا الموجبة والإلكترونات السالبة (علل) لأن جسيمات ألفا أكبر من الإلكترونات
أما إذا كان الانحراف ناتجاً عن قوى التنافر الكهربائي بين شحنات ألفا الموجبة والشحنة الموجبة للذرة فإنه لا يمكن أن يتجاوز ٠.٠٢٥ من الدرجة

ولكن التجربة دلت على النتائج التالية :

* معظم جسيمات ألفا تجتاز صفيحة الذهب دون أن تقابل أي مانع في طريقها وهذا يدل على أن معظم الذرة فراغ .
*إن عدداً قليلاً من الأشعة حوالي واحدة من بين (٨٠٠٠) هي التي تتشتت ضمن زوايا أكبر من ٩٠° وقد تصل إلى ١٨٠°أي ترتد على نفسها وهذا يدل على أن الشحنة الموجبة وكتلتها متمركزتان داخل حيز صغير عند مركز الذرة .

س : المصدر المشع المستخدم في تجربة رذرفورد هو ..... ويوضع في قالب من ..... **وزراي (٢٠١١-٢٠١٢م)**

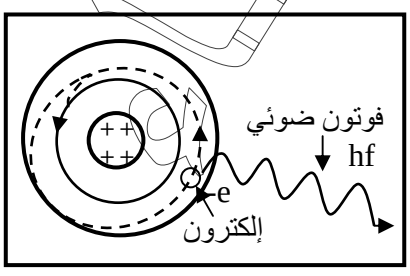
نموذج رذرفورد: و ينص هذا النموذج على الآتي :



١ـ الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها تتركز داخل حيز صغر جداً في مركز الذرة سماه النواة .
٢ـ الإلكترونات ذات الشحنة السالبة تتوزع حول النواة في مدارات شبيهة بمدارات الكواكب السيارة في النظام الشمسي.
٣ـ الشحنة السالبة للإلكترونات تساوي الشحنة الموجبة للنواة (أي أن الذرة متعادلة كهربائياً)
٤ـ معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ.
ملاحظة: لقد وطد هذا النموذج نفسه وأصبح يعرف بالنظام النووي .
س: علل : يطلق على نموذج رذرفورد للذرة أسم نموذج " النظام النووي " . وزاري ٢٠٠٨-٢٠٠٩م

عيوب نموذج رذرفورد:

وفقاً لهذا النموذج ، لا يمكن أن تكون ذرة الهيدروجين مستقرة من وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية، **(علل)** لأنه إذا كان الإلكترون في ذرة الهيدروجين يدور حول النواة فإن شحنته ($ش_e$) تتعجل (أي تتناقص بسبب تناقص سرعته) وبالتالي فإنها يجب أن تشع طاقة باستمرار بحسب ما تنص عليه النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل ،(أي أن الذرة يجب أن تبعث طيف مستمر (متصل)) وفي هذه العملية الإشعاعية المستمرة لا بد أن يفقد الإلكترون طاقته تدريجياً وفي النهاية ينهار ويسقط على النواة مندمجاً معها .



ولكن هذا مخالف للواقع إذ أن ذرة الهيدروجين **مستقرة** وتبعث **بطيف خطي** وليس طيف مستمر.
لذلك فشل نموذج رذرفورد في تفسير تركيب الذرة وهذا يعتبر عجزاً آخر للفيزياء التقليدية في عدم استطاعتها تفسير الظواهر الذرية.

إشعاع الجسم الأسود:

إن الجسم الساخن عند درجة حرارة فوق درجة الصفر المطلق يبعث بإشعاع يدعى أحياناً الإشعاع الحراري .

تعريف الإشعاع الحراري : هو الإشعاع الذي ينبعث من الجسم عندما تكون درجة حرارته فوق درجة الصفر المطلق (صفر مطلق = -٢٧٣م°)

خواص الإشعاع الحراري تعتمد على :

١ـ **نوع مادة الجسم :** حيث تختلف كمية الحرارة باختلاف المادة التي صنع منها هذا السطح وكذلك باختلاف نعومة السطح من عدمه

٢ـ **درجة حرارة الجسم :** أ) في درجة الحرارة المنخفضة تقع الموجات المنبعثة من الأجسام في منطقة الأمواج تحت الحمراء (أمواج غير مرئية) ولهذا السبب تظهر الأجسام في بداية التسخين معتمة.

ب) عندما تزداد حرارة الجسم يبدأ بالتوهج بلون يميل إلى الأحمر فالبرتقالي فالأخضر.....

ج) عندما تصبح درجة حرارة عالية إلى حد كبير فإن توهج الجسم يصبح أبيض أي أن الجسم يشع أطوال موجية تقع في منطقة الطيف المرئي.

طيف الإشعاع الحراري: هو طيف متصل يحوي جميع لأطوال الموجية المختلفة البعض منها مرئية والبعض الآخر غير مرئية .(علل) لأنها تقع في منطقتي الإشعاعات تحت الحمراء أو فوق البنفسجية.

قانون كيرشوف : الجسم جيد الامتصاص هو أيضاً جيد الإشعاع .

ويسمى الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية أو يشعها **(بالجسم الأسود المثالي)**

س : طيف الإشعاع الحراري الناتج عن الجسم الأسود يكون طيفاً متصلاً . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م



الجسم الأسود المثالي: في الحقيقة لا يوجد **جسم أسود مثالي** له معامل امتصاص ١٠٠% ولكن أفضل تمثيل له هو تجويف صغير من أية مادة كأن يكون من مادة الحديد أو النحاس ، فيه فتحة صغيرة (علل)، لأنه عندما يسقط إشعاع على هذه الفتحة يدخل التجويف وينعكس على جدرانه الداخلية انعكاسات متتالية إلى أن يتم امتصاصه كلياً . كما بالشكل

وعند تسخين جدران هذا التجويف من الخارج إلى درجة حرارة معينة ينبعث منها إشعاع حراري يحوي جميع الأطوال الموجية.

العوامل التي تعتمد عليها طاقة الإشعاع المنبعثة من الجسم الأسود(طا):

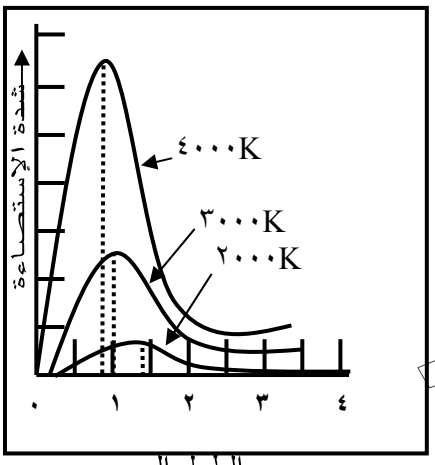
١ـ الطول الموجي (λ) ٢ـ درجة حرارة الجسم

المنحنى التجريبي لطاقة إشعاع الجسم الأسود بدلالة الطول الموجي

وجد من خلال التجربة بأنه كلما زادة درجة الحرارة للجسم الأسود يقل طوله الموجي (يقصر) وتزداد طاقته الإشعاعية.

أي أنه بتغير درجة الحرارة يتغير الطول الموجي للإشعاع المنبعث وبذلك تتغير الطاقة الإشعاعية.

والشكل المقابل يوضح ذلك .



س: من الشكل المرسوم جانباً : ١. سم المنحنى الموضح بالشكل . ٢. ما نوع العلاقة بين كل من درجة الحرارة والطول الموجي ، ودرجة الحرارة والطاقة الإشعاعية . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

معضلة الجسم الأسود : فشل العلماء في نهاية القرن التاسع عشر في إيجاد صيغة رياضية نظرية انطلاقاً من المفاهيم التقليدية (الكلاسيكية) تعبر عن المنحنى التجريبي لطيف الجسم الأسود .

مبدأ بلانك في تكميم الطاقة:

*وفي خضم هذه المحاولات نجح ماكس بلانك عام (١٩٠٠م) في وضع علاقة رياضية تعبر تماماً عن طيف الجسم الأسود مستفيداً من المحاولات السابقة للعلماء .

فروض مبدأ بلانك:

١ـ ينبعث الإشعاع من الجسم الأسود الساخن نتيجة لاهتزاز جزيئات أو ذرات سطحه.

٢ـ إن هذه المهتزات لا تبعث بالطاقة الإشعاعية بشكل طيف متصل (مستمر) وإنما على شكل كمات (أو زخات) ، أو مضاعفات صحيحة من هذه الكمات وتدعى كل زخة بـ (الكم)

٣ـ إن الكم من الطاقة(طا) يأخذ قيم معينة فقط تعطى من العلاقة : $\boxed{\text{طا} = n\text{hf}}$ حيث (طا) الطاقة المكممة و (ن) عدد صحيح موجب = ١،٢،٣،... و(h) ثابت سمي فيما بعد بثابت بلانك تكريماً للعالم بلانك قيمته h= ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول . ثانية و(f) تردد الإشعاع المنبعث

ملاحظة: لقد لقيت نظرية بلانك نجاحاً عظيماً واستفاد منها فيما بعد اينشتاين في تفسيره للظاهرة الكهروضوئية ، وكذلك بوهر في وضع نظريته لذرة الهيدروجين

نظرية بوهر لذرة الهيدروجين:

في عام ١٩١٣م أعلن العالم الدنماركي بوهر نظريته لذرة الهيدروجين والأيونات الشبيهة بها والتي لها إلكترون واحد مثل ذرة الهيليوم أحادي التأين He^{+} أو ذرة الليثيوم ثنائي التأين Li^{++} .

س: علل وضع بوهر نظريته على ذرة الهيدوجين والأيونات الشبيهة بها دون غيرهم من العناصر.

جـ:.....

المميزات والنجاحات التي حققتها نظرية بوهر:

*أعطت نظرية بوهر تفسيراً مرضياً لسلسلة بالمر وتنبأت باكتشاف سلاسل طيفية أخرى.

*تبنى بوهر النموذج النووي (لرذرفورد) واعتبر أن الإلكترون في ذرة الهيدروجين يرسم مداراً دائرياً(للتبسيط) حول النواة الثابتة في المركز.

*استطاعت نظرية بوهر من اعتبارات نظرية بحته أن تحسب نصف قطر مدار الإلكترون وسرعته وتردده وطاقته بالإضافة إلى قيمة ثابت ريد بيرج R_H.

* أعطت نظريته معنى فيزيائي للاكتشافات التجريبية للعلاقة: $\frac{١}{\lambda} = R_H (\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}})$

*أعطت نظريته جواباً للسؤال الذي كان يطرح نفسه ، لماذا الطول الموجي (λ) أو التردد يعطى بالفرق بين حدين ؟ في علاقة بالمر :

$\frac{١}{\lambda} = R_H (\frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{٢^{٢}})$

*اعتبرت نظريته خليطاً من الفيزياء التقليدية ،وفكرة تكميم الطاقة لبلانك و**لذلك** سميت نظريته بنظرية الكم القديمة أو بالنظرية الشبه التقليدية (علل).

فروض نظرية بوهر لذرة الهيدروجين:

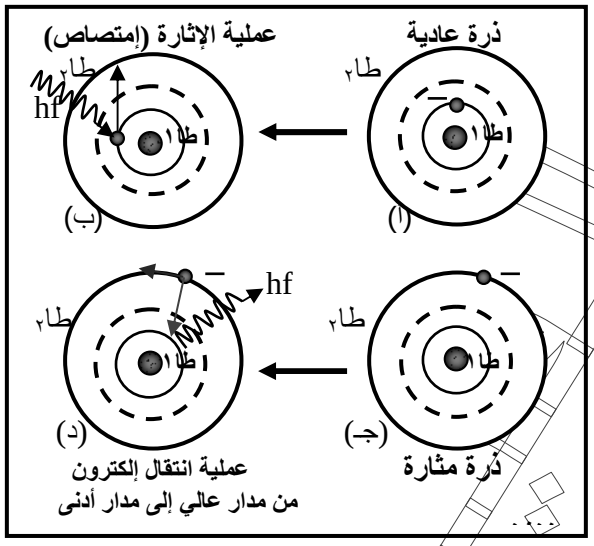
١ـ يستطيع الإلكترون في ذرة الهيدروجين أن يدور حول النواة في مدارات دائرية دون أن تشع الذرة طاقة ،وهذه المدارات سميت بمستويات الطاقة المستقرة المكممة

٢ـ هذه المدارات المستقرة المكممة هي تلك التي تكون كمية التحرك الزاوي للإلكترون فيها عبارة عن (ع$_{ك}$ نق$_{ن}$) والتي تساوي مضاعفات صحيحة من ثابت بلانك مقسوماً على ٢π أي ($\frac{h}{\pi ٢}$)=ن $\hbar$ أي أن $\boxed{\text{ع}_{ك}\text{ نق}_{ن} = \text{ن}\hbar}$ $\Leftarrow$ $\boxed{\text{كت}_{\text{زاوي}} = \text{ن}\hbar}$

٣ـ لا تشع الذرة طاقة طالما بقي الإلكترون في مداره (في مستوى طاقته) ولكنها تشع كمية محددة من الطاقة عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى (من مدار أعلى) إلى مستوى طاقة أدنى (مدار منخفض) ،بينما تمتص كمية محددة من الطاقة إذا انتقل الإلكترون من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى طاقة أعلى ، بحيث تكون كمية الطاقة التي تمتصها أو تشعها الذرة تساوي الفرق (Δطا) بين طاقة المستويين ، أي أن : $\boxed{\Delta\text{طا} = \text{طا}_{\text{ف}} - \text{طا}_{\text{ا}} = \text{fh}}$

حيث طا$_{ا}$: طاقة المستوى الابتدائي الذي انتقل منه الإلكترون ، طا$_{ف}$: طاقة المستوى النهائي الذي انتقل إليه الإلكترون

عمليتي الامتصاص والإشعاع وفقاً لنظرية بوهر:



١ـ عمليـة الامتصـاص: عنـدما يكـون إلكتـرون ذرة الهيـدروجين فـي المسـتوى الأرضـي **المسـتقر** (الأول) تكـون الـذرة فـي حالتهـا المسـتقرة (العاديـة) وتكـون طاقتـه (طـا١) ونرمـز لطاقـة المسـتويات التـي تليهـا بـالرموز طـا٢ ، طـا٣ ، .....وتسمى بالمستويات **المثارة** ، فإذا سقط على ذرة الهيدروجين وهي في حالتها المستقرة كم من الطاقة (fh) بحيث يساوي الفرق في الطاقة بين المستويين (طا١) و (طا٢) أي hf = طا٢ – طا١

فإن الذرة تمتص هذه الطاقة ، وعندها نقول بأن الذرة قد أثيرة إلى المستوى (طا٢) .

٢ـ عمليـة الإشعاع: بعد إثارة الذرة سرعان ما يعود الإلكترون تلقائياً إلى المستوى الأول (المستقر) بحيث يبعث بالطاقة التي امتصها (fh) على شكل إشعاع له نفس التردد f.

*المدار المنقط يمثل مدار محرم لا يجوز للإلكترون أن يتواجد فيه (علل) لأنه لا يفي بالفرضية الثانية لبوهر.

مبررات فرضيات بوهر:

١ـ إن مبرر الفرضية الأولى جاء منطقياً مع الواقع حيث ، إن ذرة الهيدروجين ذرة مستقرة لا تبعث بأي إشعاع طالما لم تثار بأي طاقة خارجية.

٢ـ مبرر الفرضية الثانية أتى في زمن لاحق عندما اكتشفت الطبيعة الموجية للإلكترون عام (١٩٢٦م) على يد المهندس الفرنسي دي برولي.

٣ـ مبرر الفرضية الثالثة أتى من فرضية التكميم لبلانك وهي تعبر أيضاً عن مبدأ حفظ الطاقة .

الحسابات النظرية التي توصل إليها بوهر

١ـ حساب نصف قطر مدار الإلكترون:

$$\text{نق}_{ن} = \frac{\text{ن}^{٢}\hbar^{٢}}{\text{ي ش}_{e}^{٢}\text{ك}_{e}} \quad \text{.....(١)}$$

حيث (ن) عدد صحيح موجب = ١ ، ٢ ، ٣ ، .....∞

(ش$_e$) شحنة النواة أو الإلكترون ، ك$_e$= كتلة الإلكترون ،

(ي) ثابت العزل الكهربائي وقيمته بالنسبة للفراغ أو الهواء = ٩ × ١٠^{٩}نيوتن. متر^{٢} / كولوم^{٢}

*فعندما تكون قيمة ن = ١ نحصل على نصف قطر المدار الأول (نق١) للإلكترون ويسمى نصف قطر بوهر وهو أقرب وضع للإلكترون من النواة ويساوي:

$$نق_ن = \frac{ن^2 \, ħ^2}{ي \, ش_e^2 \, ك_e}$$

.....(٢) نلاحظ أن الكميات التي تدخل في هذه العلاقة البسيطة هي ثوابت طبيعية ، فبالتعويض بهذه القيم في العلاقة (٢) وهي : $ħ = \frac{h}{\pi^2} = ١.٠٥٤ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث ، $ك_e = ٩.١ \times ١٠^{-٣١}$ كجم

$ش_e = ١.٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم ، $ي = ٩ \times ١٠^{٩}$ نيوتن. متر^2/ كولوم^2

نحصل على قيمة **نق$_١$ = ٠.٥٢٨ إنجستروم** وهذه القيمة النظرية على وفاق مع القيمة التجريبية . وبتعويض العلاقة (٢) في العلاقة (١) نحصل على (نق$_ن$) بدلالة (نق$_١$) أي أن

نق$_ن$ = ن^2 × نق$_١$ **.....(٣)**

*نلاحظ أن **نصف قطر المدار (نق$_ن$) يتناسب طردياً مع مربع العدد (ن)** وبإعطاء (ن) القيم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، .....∞ نجد أن **قيم أنصاف أقطار المدارات المناظرة** هي : نق$_١$ ، ٤نق$_١$ ، ٩نق$_١$ ، ١٦نق$_١$ .....∞

وهذه المدارات هي **المسموحة** التي يمكن أن يتواجد فيها الإلكترون في ذرة الهيدروجين **وليس أي مدار**،

*إذن مدارات الإلكترون هي **مدارات مكممة** ولهذا يدعى العدد (ن) **بالعدد الكمي الرئيسي**.

نشاط: إذا كان نصف قطر المدار الأول وفقاً لنموذج بوهر لذرة الهيدروجين (٠.٥٣) انجستروم ، احسب نصف قطر المدار الثالث والثاني.

.....(وزاري ٢٠٠٥ - ٢٠٠٦م)

.....

٢- حساب سرعة الإلكترون على المدار رقم (ن) : تعطى سرعة الإلكترون على المدار رقم (ن) من العلاقة :

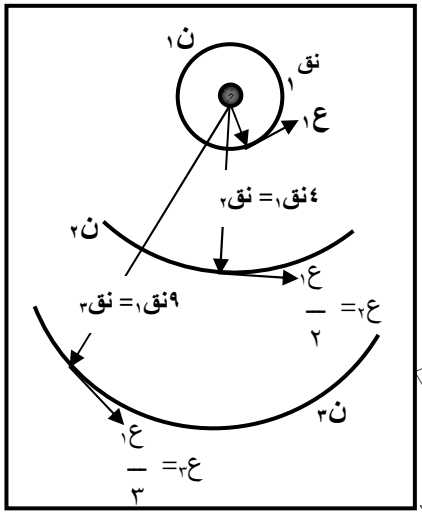
$$ع_ن = \frac{ي \, ش_e^2}{ħ ن}$$

.....(٤) وسرعته في المدار الأول أي من أجل ن= ١ هي

$$ع_١ = \frac{ي \, ش_e^2}{ħ}$$ **.....(٥)**

وبالتعويض عن قيم الثوابت ي، ش ، ħ نجد أن قيمة **ع$_١$ = ٢.٢ × ١٠^8 سم / ث** . وبتعويض العلاقة (٤) في العلاقة (٥) نجد أن سرعة الإلكترون في أي مدار (ع$_ن$) بدلالة سرعته في المدار الأول (ع$_١$) وهي :

$$ع_ن = \frac{١}{ن} \times \frac{ي \, ش_e^2}{ħ}$$ أي أن $$ع_ن = \frac{ع_١}{ن}$$ **.....(٦)**



*نلاحظ أن **سرعة الإلكترون في مدار رقم (ن) تتناسب عكسياً مع العدد (ن)** فكلما ابتعد الإلكترون عن النواة ، أي كبر نصف قطر المدار ، قلت السرعة ،

وبإعطاء (ن) القيم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... ∞ نجد أن السرعات المناظرة هي :

$ع_١ = \frac{ع_١}{١}$ ، $ع_٢ = \frac{ع_١}{٢}$ ، $ع_٣ = \frac{ع_١}{٣}$ ، $ع_٤ = \frac{ع_١}{٤}$

حتى إذا كانت **(ن) = ∞** تكون **ع = صفر** ، وفي هذه الحالة

يكون الإلكترون خارج الذرة وغير مرتبط بالنواة . والشكل المقابل يبين القياسات النسبية للمدارات الدائرية للإلكترون والسرعات المناظرة لها

٣- حساب الطاقة الكلية للإلكترون (ط$_ن$) في المدار رقم (ن) : تعطى الطاقة للإلكترون على المدار رقم (ن) من العلاقة :

$$ط_ن = - \frac{ك_e \, ي^2 \, ش_e^4}{٢ن^2 \, ħ^2}$$

.....(٧) وطاقته في المدار الأول من أجل ن=**١ وهو أدنى مستوى طاقة له هي :**

$$ط_١ = - \frac{ك_e \, ي^2 \, ش_e^4}{٢ ħ^2}$$ **...(٨)**

وبالتعويض عن قيم الثوابت في العلاقة (٨) نجد أن قيمة :ط١ = -٢.١٧ × ١٠$^{-١٨}$ جول

بعد تحويلها إلى جول نجد أن : ط$_١$ = -١٣.٦ إلكترون فولت (إ.ف) ، حيث واحد إلكترون فولت (١ إ.ف) = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول .

*وهذه القيمة ، أي(ط$_١$ = -١٣.٦ إ.ف) على وفاق مع القيمة التجريبية .

*والإشارة السالبة في العلاقة (٧) تعني ، وفقاً للميكانيكا التقليدية، أن الإلكترون مرتبط بالنواة وذلك برسم مدار حولها .

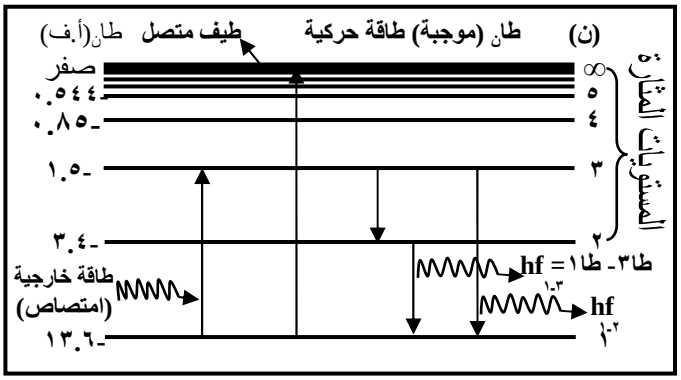
* يمكن كتابة العلاقة (٧) بدلالة العلاقة (٨) كالآتي :

$$ط_ن = \frac{١}{ن^2} \left[- \frac{ك_e \, ي^2 \, ش_e^4}{٢ ħ^2} \right] \Leftarrow ط_ن = \frac{ط_١}{ن^2}$$ .....(٩)

وبإعطاء (ن) القيم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، .....∞ نجد أن طاقات الإلكترون في المدارات (المستويات) المناظرة هي:

$ط_١$ ، $ط_٢ = \frac{ط_١}{٤}$ ، $ط_٣ = \frac{ط_١}{٩}$ ، $ط_٤ = \frac{ط_١}{١٦}$ ..... $ط_\infty = \frac{ط_١}{\infty}$

وقيمها على التوالي : (-١٣.٦) ، (-٣.٤) ، (-١.٥١) ، (-٠.٨٥) .....(صفر) إلكترون فولت (إ.ف) كما بالشكل



*هذه الطاقات هي الطاقات المسموحة التي يمكن للإلكترون أن يأخذها في داخل الذرة وليس أية طاقة ،
*فهي إذن على شكل **كمات** أو **زخات** من الطاقة وليست قيماً **متصلة** أو مستمرة ولهذا يقال إن **طاقات الإلكترون داخل الذرة هي طاقات مكممة**.
*والعدد **(ن)** هو العدد الذي يتحكم في إعطاء هذه الكمات من الطاقة لهذا **سمي بالعدد الكمي الرئيسي** .

مخطط مستوى الطاقة:

*الذرة لا ترى ولكن يمكن تمثيل طاقاتها المكممة والانتقالات الممكنة للإلكترون بين هذه الطاقات بمخطط يسمى مخطط مستوى الطاقة.
***تعريف مخطط مستوى لطاقة:** هو عبارة عن مخطط تمثل فيه طاقة الإلكترون في كل مدار بمستوى أفقي يدعى مستوى الطاقة ،ويمثل انتقال الإلكترون من مستوى طاقة إلى آخر بسهم رأسي يعطي خطاً طيفياً بتردد معين (f) وطاقته (fh) تساوي الفرق بين طاقتي هذين المستويين بحسب الفرضية الثالثة لبوهر.

*من العلاقة طن = طا١ / ن٢ = -١٣.٦ / ن٢ *نلاحظ أن طاقة الإلكترون (طن) **سالبة (-)** وتزداد جبرياً بازدياد **العدد الكمي الرئيسي (ن).**
*عندما تكون **(ن=١)** يكون الإلكترون في **أدنى مستوى له في الطاقة** ويسمى **بالمستوى الأساسي** (المستوى الأرضي) .
*كلما **زادت قيمة (ن)** ، أي **كلما ابتعد الإلكترون عن النواة ازدادت** طاقته جبرياً حتى تصل إلى **الصفر** (**طا∞ = صفر**)عندما (**ن=∞**) وفي هذه الحالة **يكون الإلكترون حراً خارج الذرة وغير مرتبط بالنواة** ونقول عندئذٍ أن **الذرة قد فقدت إلكتروناً وأصبحت مؤينة.**
***طاقة التأين :** وتعرف بأنها الطاقة التي يجب أن يمتصها الإلكترون في ذرة الهيدروجين لإخراجه من المستوى الأرضي طا١ الذي طاقته تساوي (-١٣.٦)إلكترون فولت إلى خارج الذرة حيث طا∞ = صفر .
رياضياً : طاقة التأين = طا∞- طا١= صفر – (-١٣.٦) = **١٣.٦** (إ.ف). وهذا يعني أن طاقة التأين لذرة الهيدروجين تساوي طاقة المستوى الأول ولكن **بإشارة موجبة**. وهذا يبين أن طاقة التأين لأي مستوى هي طاقة ذلك المستوى ولكن بإشارة موجبة.
***خارج الذرة** تكون طاقة الإلكترون **موجبة (علل)** لأنها عبارة عن طاقة حركية (لحركة مستمرة) ويكون للإلكترون خارج الذرة **طيف إشعاعي متصل** .
***داخل الذرة** تكون طاقة الإلكترون **مكممة** كما صاغتها نظرية بوهر وبالتالي فانتقاله داخلها يعطي **طيف إشعاعي خطي** .
*الإلكترون الأكثر بعداً من النواة **يمتلك طاقة أكبر** فهو إذن **أكثر نشاطاً وفعالية** ، وهو **المسئول عن التفاعلات الكيميائية** أو **الإشعاعات الطيفية (علل)** وذلك نتيجة لانتقاله إلى مستويات **طاقة أدنى**.
*الإلكترون الأكثر قرباً من النواة يمتلك طاقة أقل ويكون في حالة أكثر استقراراً.
*الإلكترون المثار الواقع على مدار بعيد من النواة يحاول أن يعود بسرعة إلى مكانه الأول (الأصلي) باعثاً بالطاقة التي امتصها على شكل إشعاع .
س: ذرة الهيدروجين لكي تصبح متأينة لا بد وأن الكترونها يحتاج إلى طاقة مقدارها (+١٣.٦) إلكترون فولت وليس أقل من هذا المقدار ، فسر ذلك . وزراي ٢٠٠٥ ـ ٢٠٠٦م
س : انتقال الإلكترون من مستوى طاقة خارجي إلى مستوى الطاقة الرابع يمثل سلسلة ..(بالمر - ليمان - براكيت - باشن) ٢٠١٢ م
س: علل الإلكترون الأكثر بعداً عن النواة هو المسئول عن التفاعلات الكيميائية. ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

حساب الأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين :

عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى طاi إلى مستوى طاقة أدنى طاf فإن ذرة الهيدروجين تبعث بضوء طاقته (hf) تحسب من العلاقة التالية: **hf = طاi – طاf** وبقسمة الطرفين على **h** نجد أن :

$f = \frac{طا_i}{h} - \frac{طا_f}{h}$ .....(١) **ولكن** $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$ .....(٢) حيث (عض) سرعة الضوء المنبعث و(λ) طول موجته (f) تردده

وكذلك $طا_i = \frac{طا_1}{ن_i^2}$ .....(٣) ، $طا_f = \frac{طا_1}{ن_f^2}$ .....(٤) بالتعويض من ٢و٣و٤ في (١)

$\frac{ع_{ض}}{\lambda} = \frac{طا_1}{h\,ن_i^2} - \frac{طا_1}{h\,ن_f^2}$ ⇐ $\frac{ع_{ض}}{\lambda} = \frac{طا_1}{h}\left(\frac{1}{ن_i^2} - \frac{1}{ن_f^2}\right)$ بقسمة الطرفين على عض وكذلك تبديل ترتيب الحدين داخل القوسين

$\frac{1}{\lambda} = -\frac{طا_1}{h\,ع_{ض}}\left(\frac{1}{ن_f^2} - \frac{1}{ن_i^2}\right)$ ولكن طا١ = -١٣.٦ إ.ف إذن تكون $\frac{١٣.٦}{h\,ع_{ض}}$ مقدار ثابت ويرمز له بالرمز R_H ويساوي:

←

١٣.٦

$R_H = \frac{}{h\,ع_{ض}} = ١٠٩٧٣٧.٣١$ سم$^{-١}$. حيث قيمة (h)معطاة بوحدة (إ.ف .ثانية) و ($ن_i$)عدد صحيح موجب = ١،٢،٣ .....∞

و ($ن_f$)عدد صحيح موجب = ١،٢،٣ .....∞

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}} \right)$$

.....(٥) وبالتعويض عن القيم الموضحة في الجدول أدناه في العلاقة (٥) فإننا نحصل على سلاسل طيف ذرة الهيدروجين وقد سميت هذه السلاسل باسم مكتشفيها.

سلاسل طيف ذرة الهيدروجين :

سلسلة / المطلوب		سلسلة ليمان	سلسلة بالمر	سلسلة باشن	سلسلة براكيت	سلسلة بفوند
لحساب **أقصر** الأطوال الموجية تكون قيمة	$ن_f$	١	٢	٣	٤	٥
	$ن_i$	∞	∞	∞	∞	∞
لحساب **أطول** الأطوال الموجية تكون قيمة	$ن_f$	١	٢	٣	٤	٥
	$ن_i$	٢	٣	٤	٥	٦
الطيف يقع في منطقة الأشعة		**فوق البنفسجية**	**الضوء المرئي**	**تحت الحمراء**	**تحت الحمراء القريبة**	**تحت الحمراء البعيدة**

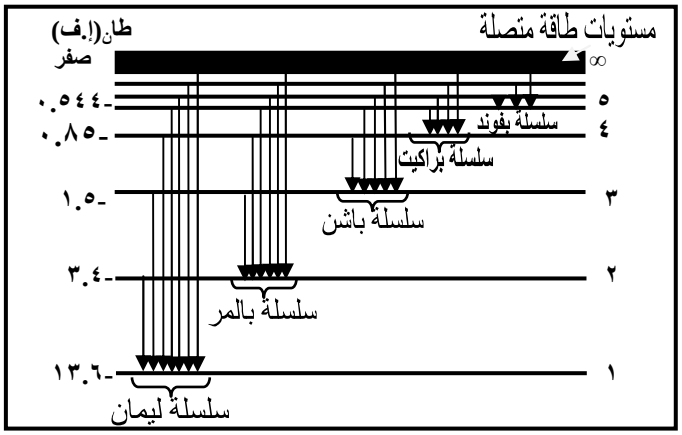
ملاحظات هامة: ١ـ لقد أعطت العلاقة النظرية الموضحة أعلاه برقم (٥) المعنى الفيزيائي لعلاقة بالمر التجريبية الموضحة في الصفحة رقم ٢ وهو أن طاقة الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين ما هي إلا حالة خاصة لصيغة بوهر الموضحة أعلاه .

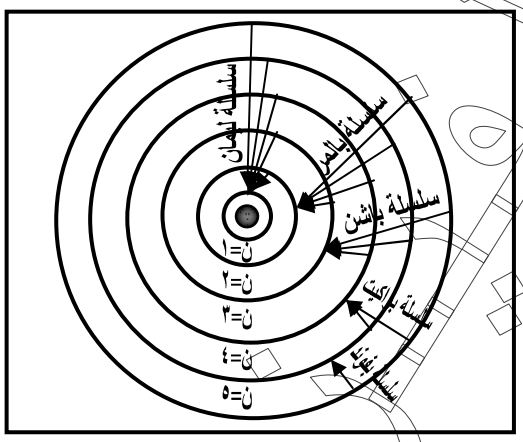
٢ـ إن **سلسلة بالمر** تقع في **منطقة الطيف المرئي** من طيف ذرة الهيدروجين بينما **السلاسل الأخرى** تقع في **منطقة الطيف غير المرئي**(تحت الحمراء أو فوق البنفسجية) ولذلك **لا ترى** ، و**لهذا السبب** اكتشفت أكثرها بعد ما تنبأت بها نظرية بوهر .

٣ـ من الجدول السابق يتضح أن قيم **$ن_f$ ثابته للسلسلة الواحدة** بينما قيم **$ن_i$** تبتدئ من القيمة التي **تلي** قيمة **$ن_f$** إلى ما لا نهاية على سبيل المثال : في سلسلة ليمان تكون قيمة $ن_f$=٢ بينما تأخذ $ن_i$ القيم ٢، ٣، ٤، ٥ .....∞ وهكذا لبقية السلاسل .

٤ـ إن **الطول الموجي** (λ) لشعاع ما يتناسب **عكسياً** مع **تردده** $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$ أو **طاقته** (hf) لأن $h\,f = \frac{h\,ع_{ض}}{\lambda}$ ، إذن **فأقصر الأطوال الموجية** هي تلك التي **طاقاتها أو ترددها أكبر الطاقات أو الترددات** ، **وأطول الأطوال الموجية** هي تلك التي **طاقاتها أو ترددتها هي أصغر الطاقات أو الترددات** .

س : يعد نموذج بوهر ناجحا . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م





٣ـ السلسلة التي تقع في الطيف المرئي من طيف ذرة الهيدروجين : هي سلسلة (بالمر ـ ليمان ـ باشن ـ براكيت) وزراي ٢٠٠٤ـ٢٠٠٥م

تحويل وحدات : المتر = ١٠^{١٠} انجستروم ، ١سم = ١٠^{٨} انجستروم ، ١ الكترون فولت = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول

مسـائـل

مثال)١: احسب أقصر الأطوال الموجية وأطولها في سلسلة ليمان حيث R_H =١٠٩٧٣٧,٣١ سم$^{-١}$.

الحـل

***أقصر الأطوال الموجية في سلسلة ليمان** هي تلك التي من أجلها : ($ن_i$) = ∞ ، ($ن_f$) = ١

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}} \right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = ١٠٩٧٣٧,٣١ \left(\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{\infty} \right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = ١ \times ١٠٩٧٣٧,٣١ \Leftarrow \lambda = \frac{١}{١٠٩٧٣٧,٣١}$$

$\therefore \lambda = ٩.١١٢٦٧١ \times ١٠^{-٦}$سم أو λ = ٩١١.٢٧ انجستروم .

***أطول الأطوال الموجية في سلسلة ليمان** هي تلك التي من أجلها : (ن$_i$) = ٢ ، (ن$_f$) = ١

$$\frac{١}{\lambda} = R_H\left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = ١٠٩٧٣٧,٣١\left(\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{٢^{٢}}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = ١٠٩٧٣٧,٣١\left(\frac{١}{١} - \frac{١}{٤}\right)$$

$$\therefore \frac{١}{\lambda} = ١٠٩٧٣٧,٣١ \times \frac{٣}{٤} \Leftarrow \lambda = \frac{٤}{٣ \times ١٠٩٧٣٧,٣١} \Leftarrow \lambda = ١,٢١٥٠٢٣ \times ١٠^{-٥}\text{سم} = ١٢١٥,٠٥ \text{ أنجستروم}$$

مثال٢): احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين عندما ينتقل الإلكترون من المستوى المناظر لـ ن$_i$=٤ إلى المستوى النهائي الموافق لـ ن$_f$=٢، علماً بأن ثابت ريدبيرج R_H=١٠٩٦٧٧,٦ سم$^{-١}$. **الحـل** (المثال في تقويم الوحدة رس١٠)

$$\frac{١}{\lambda} = R_H\left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = R_H\left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = R_H\left(\frac{١}{٤} - \frac{١}{١٦}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = \frac{٣}{١٦}R_H \Leftarrow \lambda = \frac{١٦}{R_H ٣} = \frac{١٦}{١٠٩٦٧٧.٦ \times ٣}$$

$$\lambda = ٤.٨٦٢٧٣٧ \times ١٠^{-٥}\text{سم} = ٤٨٦٢.٧٤ \text{ أنجستروم}$$

مثال٣) إذا كان أطول الأمواج لسلسة ليمان هو ١٢١٦ × ١٠$^{-٨}$ سم . أوجد قيمة ثابت ريدبيرج R_H . (المثال في تقويم الوحدة س١٢)

الحـل : أطول الأمواج لسلسة ليمان نحصل عليه عندما **ن$_i$=٢** ، ن$_f$=١

$$\frac{١}{\lambda} = R_H\left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = R_H\left(\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{٢^{٢}}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = R_H\left(١ - \frac{١}{٤}\right) \Leftarrow \frac{١}{\lambda} = \frac{٣}{٤}R_H \Leftarrow R_H = \frac{٤}{\lambda ٣} = \frac{٤}{٣ \times ١٢١٦ \times ١٠^{-٨}}$$

$$\therefore R_H = ١٠٩٦٤٩.١٢٣ \text{ سم}^{-١}$$

مثال٤): إذا كان نصف قطر بوهر (نصف قطر المدار الأول للإلكترون) في ذرة الهيدروجين نق$_١$=٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$سم ، وسرعته على هذا المدار ع$_١$= ٢.٢ × ١٠^{٨} سم/ث ، وطاقته ط$_١$=-١٣.٦ (إ.ف) ، احسب كلاً من نصف قطره (نق$_ه$) وسرعته (ع$_ه$) وطاقته (ط$_ه$) على المدار الخامس . **الحـل** (المثال في تقويم الوحدة ١٣)

١) نق$_ن$=ن^{٢}×نق$_١$ ⇐ نق$_ه$= ٢٥×٠.٥٢٨ ∴ **نق$_ن$= ١٣.٢** إنجستروم (A$^{\circ}$)

٢) ع$_ن$= $\frac{ع_١}{ن}$ ⇐ ع$_ه$ = $\frac{٢.٢ \times ١٠^{٦}}{٥}$ = **٤٤ ×١٠^{٤} م/ث**

٣) ط$_ن$= $\frac{ط_١}{ن^{٢}}$ ⇐ ط$_ه$= $\frac{-١٣.٦}{٢٥}$ = **-٠.٥٤٤ (إ.ف)**

نق$_١$=٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$سم=٠.٥٢٨إنجستروم A$^{\circ}$

ع$_١$= ٢.٢ × ١٠^{٨} سم/ث=٢.٢ × ١٠^{٦} م/ث

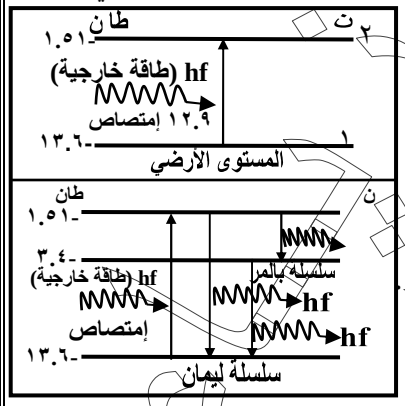
نق$_ه$=؟ ، ع$_ه$=؟ ، ط$_ه$=؟

مثال٥): أثيرت ذرات غاز الهيدروجين في الأنبوب المهبطي بحزمة من الإلكترونات المنطلقة بطاقة مقدارها ١٢.٠٩ إلكترون فولت . احسب ما يلي:

أ ـ طاقات المستويات المثارة في الذرة (ط$_ن$).

ب ـ الأعداد الكمية الرئيسية (ن) المناظرة لهذه المستويات.

جـ ـ الأطوال الموجية التي يمكن أن تبعثها الذرة نتيجة لهذه الإثارة واذكر إلى أية سلسلة تنتمي هذه الأطوال الموجية ، علماً بأن قيمتي طاقة المستوى الأرضي ط١ = -١٣.٦ إلكترون فولت وثابت ريدبيرج R_H = ١٠٩٦٧٧.٥٨ سم$^{-١}$



الحـــل

المعطيات : ط١ = -١٣.٦ (إ.ف) ، R_H = ١٠٩٦٧٧.٥٨ سم$^{-١}$ ، ط = ١٢.٩ (إ.ف) هي الطاقة الخارجية التي أعطيت للذرة.

أ ـ في ذرة الهيدروجين غير المثارة يكون الإلكترون في المستوى الأرضي ، ويمتلك طاقة مقدارها ط$_١$=-١٣.٦ (إ.ف). ونتيجة لاصطدام الذرة بالإلكترون القادم من المهبط يمتص إلكترون ذرة الهيدروجين طاقة هذا الإلكترون القادم وينتقل إلى مستوى مثار تحسب طاقته (ط$_ن$) من العلاقة :

ط$_ن$ = ط$_١$ + ١٢.٠٩ = -١٣.٦+١٢.٠٩=-١.٥١ (إ.ف) . وهي طاقة الإلكترون في المستوى المثار.

ب ـ العدد الكمي الرئيسي (ن) المناظر لهذا المستوى يحسب من العلاقة :

ط$_ن$= $\frac{ط_١}{ن^{٢}}$ ومنه ن^{٢}= $\frac{ط_١}{ط_ن}$ ن^{٢}= $\frac{-١٣.٦}{-١.٥١}$ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين نجد أن : ن = ٣.٠٠١ ≈ ٣

←

∴ن = ٣ أي أن المستوى المثار الذي انتقل إليه الإلكترون هو المستوى الثالث وطاقته هي (-١.٥١ إ.ف) والمستوى الذي يليه من أسفل هو المستوى الثاني وطاقته نحسبها كما يلي :

أسطوانتي الفريد في الفيزياء : تحتوي الأسطوانتين على شرح شامل بالصوت والصورة والحركة والكتابة وعلى العديد من الإضافات الأخرى في أروع محاكاة متحركة لعالم الفيزياء

$$\text{ط}_{ن} = \frac{\text{ط}_{1}}{\text{ن}^{2}} \Leftarrow \text{ط}_{ن} \propto \frac{1}{\text{ن}^{2}} = \frac{-13.6}{4} = -3.4 \text{ إ.ف} \quad \text{حيث ن} = 2$$

جـ ـ الأطوال الموجية المحتلمة التي يمكن أن تبعثها ذرة الهيدروجين نتيجة انتقال الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستويات الأخفض هي :
*إما أن ينتقل الإلكترون من المستوى الثالث ($n_i=3$) إلى المستوى الأول (الأرضي) ($n_f=1$) أو أن ينتقل من المستوى الثالث ($n_i=3$) إلى المستوى الثاني ، ثم ينتقل من المستوى الثاني إلى المستوى الأرضي ، وتحسب الأطوال الموجية لهذه الانتقالات كما يلي :

١ـ الطول الموجي الناتج عن الانتقال من المستوى الثالث إلى المستوى الأول: في هذه الحالة تكون($n_f=1$) و ($n_i=3$)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) R_H = \left(1 - \frac{1}{9}\right) R_H = \frac{8}{9} R_H \Leftarrow \lambda = \frac{9}{R_H 8} = \frac{9}{8 \times 1.097077.58} =$$

∴ λ = ١.٠٢٥٧٣٤ × ١٠$^{-٥}$ سم= ١٠٢٥.٧ أنجستروم. وهذا الخط ينتمي إلى سلسلة ليمان

٢ـ الطول الموجي الناتج عن الانتقال من المستوى الثاني إلى المستوى الأول : : في هذه الحالة تكون($n_f=1$) و ($n_i=2$)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) R_H = \left(1 - \frac{1}{4}\right) R_H = \frac{3}{4} R_H \Leftarrow \lambda = \frac{4}{R_H 3} = \frac{4}{3 \times 1.097077.58} =$$

∴ λ =١.٢١٥٧ × ١٠$^{-٥}$ سم= ١٢١٥.٧ أنجستروم. وهذا الخط ينتمي إلى سلسلة ليمان

٣ـ الطول الموجي الناتج عن الانتقال من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني: : في هذه الحالة تكون($n_f=2$) و ($n_i=3$)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) R_H = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) R_H = \frac{5}{36} R_H \Leftarrow \lambda = \frac{36}{R_H 5} = \frac{36}{5 \times 1.097077.58} =$$

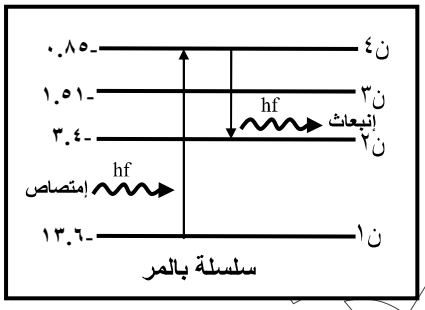
∴ λ =٦.٦٥٤٧ × ١٠$^{-٥}$ سم= ٦٥٦٤.٧ إنجستروم. وهذا الخط ينتمي إلى سلسلة بالمر

مثال٦): أثيرة ذرة الهيدروجين بامتصاص شعاع ضوئي طاقته ط=(١٢.٧٥) إلكترون فولت ،وما لبثت أن أطلقته على شكل ضوء ذي أطوال موجية مختلفة احسب ما يلي :

أ ـ طاقة المستوى المثار (ط$_{ن}$) . ب ـ العدد الكمي الرئيسي الموافق لهذا المستوى (ن)

ج ـ ارسم مخطط طاقة الأطوال الموجية لسلسلة بالمر المنبعثة نتيجة لهذه الإثارة . علماً بأن طاقة المستوى الأرضي (ط$_{1}$) = -١٣.٦ (إ.ف) وR_H=١٠٩٦٧٧.٦ سم$^{-١}$

الحـــل (المثال في تقويم الوحدة رس١٤)



أ ـ قبل الإثارة يكون الإلكترون في المستوى الأرضي وبذلك تكون طاقة المستوى المثار:

ط$_{ن}$ = ط$_{1}$ + ط = -١٣.٦+١٢.٧٥= -٠,٨٥ (إ.ف)

ب ـ العدد الكمي الرئيسي الموافق للمستوى :

$$\text{ط}_{ن} = \frac{\text{ط}_{1}}{\text{ن}^{2}} \Leftarrow \text{ن}^{2} = \frac{-13.6}{-0.85} = 16 \text{ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين } \text{ن} = 4 \text{ (إ.ف)} \quad \therefore$$

ولأن قيمة (ن) عدد صحيح فإن الذرة سوف تمتص هذا الإشعاع وسينتقل الإلكترون إلى المستوى الرابع **ن =٤**

جـ ـ رسم مخطط طاقة الأطوال الموجية لسلسلة بالمر المنبعثة نتيجة لهذه الإثارة **موضح بالشكل المقابل**

نشاط: امتصت ذرة غاز الهيدروجين في أنبوبة أشعة المهبط طاقة مقدارها (١٣.٢٢٣) إلكترون فولت أحسب طاقة المستوى الذي سيثار إليه إلكترون ذرة الهيدروجين وقيمة عدده الكمي الرئيسي علماً بأن (R_H = ١٠٩٦٧٧.٦ سم$^{-١}$ و : h= ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول.ث ، ط$_{1}$ = -١٣.٦ إ.ف

الجواب (طاقة المستوى المثار -٠.٣٧٧إ.ف وقيمة (ن)= ٦) **وزاري ٢٠٠٨ / ٢٠٠٩ م**

عيوب نظرية بوهر وظهور نموذج (بوهر ـ سمرفيلد)

لقد رأينا مدى النجاح الكبير التي حققتها نظرية بوهر في تفسيرها لأطياف الامتصاص والانبعاث لذرة الهيدروجين إلا أنها لا تخلو من العيوب:

عيوب نظرية بوهر:

١ـ عند استخدام مطياف ذي قدرة تحليلية كبيرة لفحص الخطوط الطيفية لذرة الهيدروجين تبين بأن الخطوط الطيفية لذرة الهيدروجين هي أكثر تعقيداً وأنها في الواقع تتركب من عدة خطوط دقيقة.

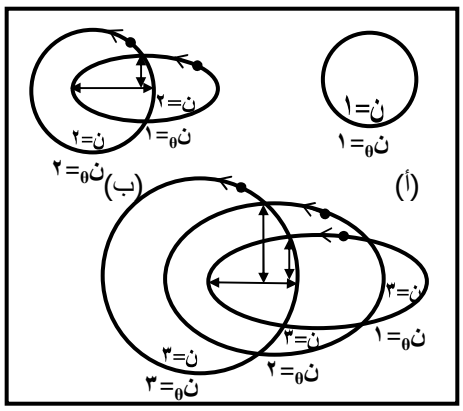
٢ـ إن تصور بوهر لمدارات الإلكترون بأنها بشكل دائري كان إفراطاً في التبسيط .

٣ـ عدم تفسير نظرية بوهر لطيف الذرات الواقعة في مجال مغناطيسي خارجي.

تعديلات سمر فيلد التي أجراها على نموذج بوهر:

١ـ اعتبر مدارات الإلكترون حول النواة قطوع ناقصة بشكل عام ،حيث أن مسار أي جسم يتحرك تحت تأثير قوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة (مثل القوة الكهربية التي تؤثر بها النواة على الإلكترون) هو بشكل عام قطع ناقص والمسار الدائري هو حالة خاصة من الحالة العامة

٢ـ فرض سمر فيلد عدد كمي آخر سمي بالعدد الكمي السمتي يرمز له بالرمز (نθ) ويأخذ القيم نθ= ١ ، ٢ ، ٣ .....نθ ، وهذا بدوره يؤدي إلى انقسام كل مدار إلى (ن) من المدارات ، مثلاً :



المدار الرئيسي الأول (ن=١) لا ينقسم أي أن له مدار كمي سمتي واحد مداره يمثل مسار دائري الشكل.

المدار الرئيسي الثاني (ن=٢) ينقسم إلى مدارين فرعيين هما (نθ= ١ ، نθ= ٢) أي أن مستويات الطاقة تناظر خطين طيفيين بدلاً من واحد.

المدار الرئيسي الثالث (ن=٣) ينقسم إلى ثلاثة مدارات (نθ= ١ ، نθ= ٢ ، نθ= ٣) أي أن مستويات الطاقة له تناظر ثلاثة خطوط طيفية بدلاً من واحد

حدود إمكانية نظرية بوهر: إن حدود هذه النظرية مقتصرة على ذرة الهيدروجين والأيونات الشبيهة بها (أي التي تحتوي على إلكترون واحد) حيث

*استطاعت أن تفسر سلاسل الأطياف المختلفة لذرة الهيدوجين

*استطاعت أن تحسب قيمة طاقة التأين وأنصاف أقطار المدارات المختلفة للإلكترون والسرعات المناظرة لها

*إن قيم الأطوال الموجية للخطوط الطيفية التي تنبأت بها هذه النظرية تتطابق مع تلك التي تشاهد تجريبياً ، إلا أن هذا التطابق لم يكن تاماً في كل الأحوال حيث أصبح أكثر وضوحا مع الذرات متعددة الإلكترونات.

* لم تستطع تفسير طيف الذرات الواقعة في مجال مغناطيسي خارجي .

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

س١(أ):عندما يسخن الحديد يظهر في بداية التسخين معتماً ثم يبدأ بالاحمرار (أعط تفسيراً لذلك).

جـ١:(أ): أي عند بداية التسخين تقع الموجات المنبعثة من الأجسام في منطقة الأمواج تحت الحمراء (أمواج غير مرئية) ولهذا السبب تظهر الأجسام في بداية التسخين معتمة.

(ب): هل يمكن لذرة الهيدروجين وهي في حالتها الأرضية (أي إلكترونها في المستوى الأول) أن تطلق إشعاعاً ، أو تمتص إشعاعاً مقدار طاقته ٦إلكترون فولت (أعط تفسيراً لذلك).

(ب): إن ذرة الهيدروجين وهي في حالتها الأرضية تكون مستقرة وبالتالي فإنها **لا يمكن أن تطلق إشعاع**

وبالنسبة **لامتصاص إشعاع** طاقته ٦ إلكترون فولت ،فإنه لمعرفة ذلك علينا أن نوجد طان ومنها نوجد قيمة (ن)

طان = -١٣.٦ + ٦ = -٧.٦ (إ.ف) ، طان = -١٣.٦ / ن٢ ⇐ ن٢ = -١٣.٦ / طان = -١٣.٦ / -٧.٦ ∴ ن = ١.٣٣ من المعلوم بأن قيم (ن) أعداد صحيحة

ومحددة وهذا عدد كسري وبالتالي لا يمكن لذرة الهيدروجين أن تمتص هذا الإشعاع أو أن تطلقه.

(ج): هل يمكن أن تكون طاقة الربط لإلكترون ذرة الهيدروجين (أي طاقة الإلكترون داخل الذرة) موجبة و(لماذا).

(ج):

لا يمكن أن تكون طاقة الإلكترون في أي مدار داخل الذرة موجبة وذلك لأن طان = -١٣.٦ / ن٢ إي أن طاقته ناتجة عن حاصل قسمة قيمة سالبة على قيمة موجبة . وهي قيمة سالبه لأن الإلكترون مرتبط بالنواة .

س٢:ضع العلامة (√) أمام العبارة الصحيحة والعلامة (x) أمام العبارة الخطأ :

أـ الجسم الأسود هو ذلك الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية (√)

ب ـ طيف عنصر الصوديوم هو طيف خطي (√)

جـ ـ طيف الإشعاع الحراري هو طيف متصل (√)

دـ العنصر الكيميائي لا يشع نفس الأطوال الموجية التي يمتصها (x)

وـ مقدار طاقة التأين لذرة الهيدروجين هي (-٦,١٣) إلكترون فولت (x)

هـ ـ في ذرة الهيدروجين ، تقل طاقة الإلكترون كلما ابتعد عن النواة حتى تصبح طاقته في المدار الأخير = صفراً التي تناظر (ن=∞) (x)

ي ـ تقل سرعة الإلكترون في ذرة الهيدروجين كلما اقترب من النواة (x)

زـ يزداد نصف قطر المدار المسموح للإلكترون في ذرة الهيدروجين بزيادة مربع العدد الكمي الرئيسي (ن) (x)

س٣: ما هي معضلة الجسم الأسود؟ الإجابة صفحة ٤

س٤: ما هو مبدأ بلانك في التكميم؟ الإجابة صفحة ٤

س٥:ما المقصود بالطيف المتصل والطيف الخطي ثم أعط مثالاً لكل منهما ؟ الإجابة صفحة ١ و ٢

س٦: اذكر عيوب نموذج رذرفورد؟ الإجابة صفحة ٣

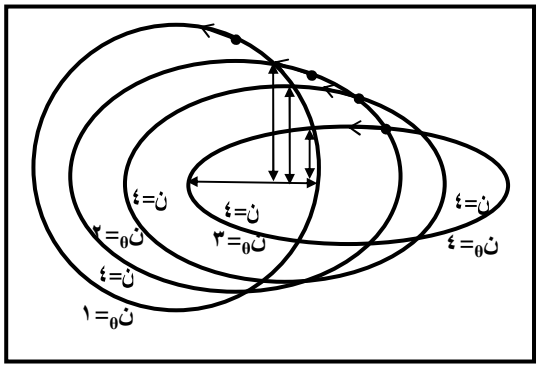
س٧: ما هي فرضيات بوهر وما هي مبرراتها ؟ الإجابة صفحة ٥

س٨: اذكر نجاحات نظرية بوهر وما هي إخفاقاتها ؟ الإجابة صفحة ٥ و ١٠

س٩: ارسم مخطط مستوى الطاقة لكل من سلاسل ليمان وبالمر وباشن وبراكيت لذرة الهيدروجين؟ الإجابة صفحة ٨

س١٠: المسائل من ١٠ إلى ١٤ محلولة مع الدروس.

س١٥: ارسم المدارات الممكنة في نموذج بوهر ـ سمرفيلد من أجل ن=٤ .
جـ١٥:الرسم المقابل يوضح ذلك :



أسطوانتي الفريد في الفيزياء : تحتوي الأسطوانتين على شرح شامل وافي ومفصل بالصوت والصورة والحركة والكتابة وعلى العديد من الإضافات الأخرى في أروع محاكاة متحركة لعالم الفيزياء
الأسطوانتين متوفرة في صنعاء ـ عدن ـ تعز ـ حضرموت ـ ذمار ـ إب ـ الحديدة

جميع هذه الأسئلة تم جمعها من عدة نماذج إمتحانات وزراية

إكمل الفراغات:

١ـ السلسلة التي تقع في منطقة الطيف المرئي من طيف ذرة الهيدروجين هي سلسلة .....
٢ـ سلسلة (بالمر) لطيف ذرة الهيدروجين تقع في منطقة طيف ..... ٢٠١١ ـ ٢٠١٢م
٣ـ الطاقة التي تساوي طاقة المستوى الأرضي ، ولكن بإشارة موجبة تسمى طاقة .....
٤ـ الجسم إلي يمتص جميع الأطوال الموجية ، أو يشعها يسمى بـ .....
٥ـ أقصر الأطوال الموجية هي تلك التي تكون قيمها .....
٦ـ عقب اكتشاف بلانك لنظرية الكم ونجاحها في شرح ظاهرة ..... الحراري ، استخدم اينشتاين الفكرة نفسها وافترض أن الضوء عبارة عن ..... تعرف بـ .....
٧ـ السلسلة التي تقع في المنطقة فوق البنفسجية من ذرة الهيدروجين هي سلسلة .....
٨ـ استفاد العالم أينشتاين في تفسيره للظاهرة الكهروضوئية من مبدأ ..... الطاقة الإشعاعية لبلانك .
٩ ـ اعتبر (سمرفيلد) بأن مدارات الإلكترونات حول النواة عبارة عن ..... ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

ضع علامة (√) أو خطأ (x):

١ـ الطيف الذي تشعه العناصر الكيميائية المثارة عبارة عن طيف خطي غير متصل ( )
٢ـ عندما يقفز الإلكترون من المستوى الرابع إلى المستوى الثاني في ذرة الهيدروجين تنبعث أشعة مرئية. ( )
٣ـ يرى العالم دالتون أن الذرة تدخل ــ فقط ــ في تركيب بعض المواد ، وأنها قابلة للهدم والانقسام .( ) (مع تصحيح الخطأ إن وجد)
٤ـ دلت التجارب على أنه كلما زادت درجة حرارة الجسم الأسود زادت طاقته الإشعاعية ، وزاد طوله الموجي ( )
٥ـ استطاع نموذج طومسون تفسير الطيف الخطي المشاهد في سلسلة بالمر لذرة الهيدروجين ( )
٦ـ أقصر الأطوال الموجية هي تلك التي قيم طاقاتها أو قيم ترددتها هي الأكبر ( )
٧ـ لكي تصبح ذرة الهيدروجين متأينة يحتاج الكترونها إلى طاقة مقدارها أقل من (+١٣.٦) الكترون فولت( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد
٨ـ الأشعة فوق الحمراء لا تراها العين بل أن بعضها لا يمكن الأحساس بها من حراراتها ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد
٩ـ يعد الطيف الشمسي طيفاً متصلاً يحوي جميع الأطوال الموجية والجزء الأكبر منه طيف مرئي ( )
١٠ ـ طاقة الإلكترون داخل الذرة طاقة مستمرة (متصلة) بينما طاقته خارج الذرة طاقة مكممة ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

اختار الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:

١ـ الإلكترون الأكثر قرباً من نواة الذرة يمتلك طاقة....(أكبر ـ أقل ـ صغير جداً ـ مقدارها صفراً)
٢ـ أدنى مستوى لقيمة طاقة المستوى الأول الرئيسي للإلكترون بوحدة (إ.ف) في الذرة هي .....
(+١٣.٦ ، -١٣.٣ ، -١٣.٤ ، -١٣.٦)
٥ـ (ن) هو المستوى الرئيسي للذرة وعندما تكون قيمته مالا نهاية فإن سرعة الإلكترون بوحدة (م/ث) تكون مساوية (-١ ، +١ ، صفراً ، مالا نهاية)
٦ـ سلسلة ليمان لطيف ذرة الهيدروجين تقع في منطقة الأشعة الضوئية (تحت الحمراء ـ تحت الحمراء البعيدة ـ فوق الحمراء ـ فوق البنفسجية)
٧ ـ يعتمد الإشعاع في الجسم الأسود على ...
(نوع مادة الجسم ــ مساحة الجسم ــ نوع مادة الجسم وكثافته ـ نوع مادة الجسم ودرجة حرارته) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م
٨ ـ عندما تمتص ذرة اليهدروجين طاقة إشعاعية مقدارها (١٢.٧٥) إلكترون فولت فإن ذلك يؤدي إلى انتقال الإلكترون من المستوى الأرضي إلى المستوى ... (الثاني ــ الثالث ــ الرابع ــ الخامس) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١: ما هي المزايا التي كان يتصف بها نموذج توموسن لتركيب الذرة في ذلك الوقت؟
س٢: احسب طاقة الإلكترون في المدارين : الثالث والخامس ، لذرة الهيدروجين وإذا قفز الإلكترون من المدار الخامس إلى المدار الثالث ، فأحسب تردد لإشعاع الضوئي الناتج ، ثم حدد السلسة التي ينتمي إليها طوله الموجي.
س٣: ما الأسباب التي أدت إلى إلغاء الشق الثاني من نظرية دالتون .
س٤: أذكر نص نموذج (طومسون) للذرة موضحاً الحقائق التي توصل إليها ، والتي ساعدته في صياغة نموذجه .
س٥: إذكر عيوب نظرية توموسن .
س٦: اذكر فروض نظرية بوهر ، مبيناً سبب تسميتها بنظرية الكم التقليدية .
س٧: ما المقصود بالطيف المتصل وكيف يمكن توضيح ذلك .
س٨: ماذا أحدث الانبعاث الطيفي للعناصر الكيميائية لعلماء الفيزياء ؟ وما الاجتهادات التي قدموها لذلك ؟
س٩: ماذا تعني خطوط الامتصاص لذرة الهيدروجين ؟
س ١٠: إذا كان نصف قصر المدار الأول وفقاً لنموذج بوهر لذرة الهيدروجين (٠.٥٣) انجستروم : فأوجد نصف قطره في المدار الثالث والرابع .

س١١ : كيف تفسر أن طيف الإشعاع الحراري الناتج من الجسم الأسود يكون طيفاً متصلاً ؟ ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

الأسئلة التالية(خاصة بالوحدة الخامسة) تم جمعها من سبعة نماذج لامتحانات وزارية للعام ٢٠١٢ ـ ٢٠١٣ م

س١: ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ ، لكل مما يأتي :

١ـ الطيف الشمسي طيف خطي . ( )

٢ـ الإلكترونات الضوئية هي الإلكترونات المنبعثة من المعدن نتيجة لتسخينه. ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٣ـ الطيف الذي تشعه العناصر الكيميائية المثارة تحتوي على جميع الأطوال الموجية ( )

٤ـ تتناسب أنصاف أقطار المدارات لذرة الهيدروجين طردياً مع مربع رتبة المدار ( )

٥ـ الطيف الذي تشعه العناصر الكيميائية المثارة طيف متصل . ( )

٦ـ استطاع نموذج توموسون تفسير الطيف الخطي لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين . ( )

٧ـ تزداد طاقة الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود بزيادة درجة حرارته . ( )

٨ـ طاقة الإلكترون داخل الذرة طاقة مكممة ، أمام طاقته خارج الذرة فهي غير مكممة . ( )

س١: اذكر ثلاثة من نجاحات نظرية بوهر في علم الأطياف والبنية الذرية .

س٢: اذكر الحقائق التي توصل إليها توموسون ، واستفاد منها في صياغة نموذجه الذاتي .

س٣: ارسم مخطط مستوى الطاقة موضحاً خطوط سلسلة بالمر .

س٤: ما السبب الذي جعل العلماء يرفضون الشق الثاني من نظرية دالتون .

س٥: ماذا نلاحظ إذا مررنا حزمة من الضوء الأبيض على عينة من غاز الهيدروجين ، ثم حللنا الضوء الذي اجتاز غاز الهيدروجين بواسطة جهاز المطياف .

س٦: اشرح باختصار مع الرسم تجربة راذرفورد .

س٧: احسب أعلى تردد للإشعاع المنبعث من ذرة الهيدروجين ضمن سلسلة بالمر ، علماً بأن $R_H = ١٠٩٦٧٧.٦$ سم$^{-١}$ ، $h = ٦.٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}$ جول . ث $ع_{ض} = ٣ \times ٨١٠$ م / ث

س٨: اذكر فروض نموذج راذرفورد للذرة .

س٩: اذكر نص نموذج توموسون للذرة ، مبيناً الميزة التي تمتع بها هذا النموذج في حينه .

س١٠: احسب الطول الموجي للإشعاع الناشئ عن انتقال إلكترون في ذرة الهيدروجين من المستوى الثالث إلى الأرضي ، علماً بأن $RH = ١٠٩٧٧.٦$ سم$^{-١}$.

س١١: ما الخاصية التي أثبتها العالم كيرتشوف بخصوص العناصر الكيميائية المثارة بالتسخين .

س١٢: كيف استدل راذرفورد على أن معظم الذرة فراغ ؟

س١٣: ارسم خطوط الطيف في سلسلة بالمر ، مستخدماً مخطط مستوى الطاقة .

س١٤: ماذا يقصد بالمنحنى التجريبي لطيف الإشعاع الحراري للجسم الأسود الساخن ؟

س١٥: اذكر فقط أدوات تجربة راذرفورد ، مبيناً الغرض من هذه التجربة .

س١٦: احسب أقصر الأطوال الموجية بوحدة المتر في سلسلة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين ، علماً بأن : $R_H = ١٠٩٦٧٧,٦$ سم$^{-١}$.

س١٧: ارسم المدارات الممكنة في نموذج بوهر ـ سمرفيلد ، من أجل ن = ٣ .

س١٨: اذكر فروض مبدأ بلانك في تكميم الطاقة الإشعاعية .

نتقبل النقد البناء الذي يخدم العلمية التعليمية

تواصلوا معنا عبر صفحتنا على الفيس بوك صفحة (الفريد في الفيزياء) أو صفحة (محمد عبد الرحمن الشرعبي)
أو عبر صفحة (سؤال وجواب) في موقع الفريد في الفيزياء
إعداد وتصميم أ / محمد عبد الرحمن علي الشرعبي

تم تحميل هذا الملف من موقع الفريد في الفيزياء : قسم المناهج والمراجع المدرسية

بسم الله الرحمن الرحيم



الأول
من نوعه في اليمن

حالياً في الأسواق

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء

تحتوي الأسطوانتان على الآتي :

١ـ شرح شامل وافي ومفصَّل ، بالصوت والصورة والحركة والكتابة لجميع وحدات الكتاب المدرسي .

٢ ـ تدريبات بصورة مسابقة لست وحدات دراسية

٣ ـ معلم الفريد في الفيزياء ويحتوي على :

أ ـ شرح شامل ومفصَّل لمحتوى الكتاب المدرسي .

ب ـ أكثر من ثلاثين نموذج امتحان وزاري .

٤ ـ برنامج الآلة الحاسبة العلمية مع شرح أهم استخداماتها .

٥ ـ برنامج الفريد في تحويل وحدات القياس .

لمشاهدة نماذج من محتوى الأسطوانتين زوروا موقع الفريد في الفيزياء على شبكة الإنترنت.

أسطوانَتَي الفريد في الفيزياء متوفرة حالياً في:

تعز مكتبة أبو حامد شارع الهريش جوارالمعهد العالي للمعلمين

صنعاء مركز الحزمي ميدان التحرير

عدن أ / يعقوب الصلوي ت (٧٧٣٧٢٠٦٨٦) (٧٠٠٠٥٠٩٥٥)

عدن تسجيلات التوبة فرزة الهاشمي جوار مطعم ردفان

وقريباً بإذن الله تعالى ستتوفر في حضرموت والحديدة و....

الإشعـــــــــــــــاع والمـــــــــــــــادة

هنالك العديد من الظواهر الناتجة عن تفاعل الإشعاع مع المادة منها **الظاهرة الكهروضوئية** و**توليد الأشعة السينية** و**أشعة الليزر** وسندرس هذه الثلاث الظواهر بشيء من التفصيل في هذه الوحدة

تعريفها : هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من سطح الفلزات عند تعرضها لضوء بتردد مناسب .

ملاحظات: ١- تسمى الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز بسبب سقوط الضوء عليه **بالإلكترونات الضوئية** .

٢- اكتشف الظاهرة الكهروضوئية العالم الألماني هنريش **هيرتز** عام **١٨٨٧م** عندما كان يحاول التأكد من وجود **الأمواج الكهرومغناطيسية** التي تنبأ بها **ماكسويل** عام **١٨٨٤م .**

٣- لم يستطع العلماء تفسير الظاهرة الكهروضوئية عندما طبقوا مبادئ **النظرية الموجية التقليدية** (الكلاسيكية) للضوء.

٤- استطاع العالم الألماني البرت اينشتاين عام ١٩٠٥م أن يفسر الظاهرة الكهروضوئية وذلك بالاعتماد على **نظرية تكميم الطاقة الإشعاعية (للعالم بلانك).**

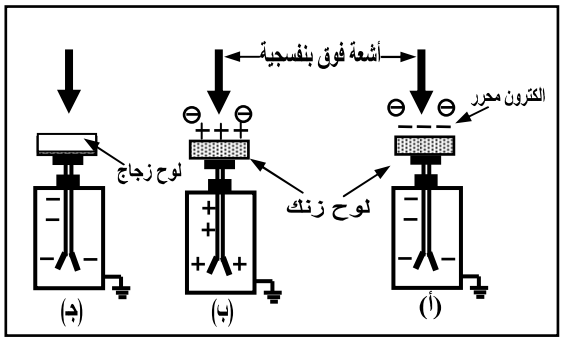
س: اشرح تجربة توضح من خلالها أن الإلكترونات تنبعث من سطح المعدن عند سقوط الضوء علية ؟

أدوات التجربة :١- كشاف كهربائي وظيفته الكشف عن نوع الشحنات الكهربائية ٢- قطعة من الفراء (أو الصوف)

٣- قضيب من الايبونيت (المطاط القاسي) ٤- مصباح بخار الزئبق (مصدر للأشعة فوق البنفسجية)

٦- لوح من الزنك (الخارصين) ٥- لوح من الزجاج

خطوات التجربة:



١ - نضع لوح الزنك على قرص الكشاف بعد تنظيفه

٢- ندلك قضيب الإيبونيت بالصوف فيشحن فيكتسب الإيبونيت شحنة كهربائية سالبة ويكتسب الصوف شحنة كهربائية موجبة

٣- نشحن لوح الزنك بشحنة سالبة وذلك من خلال ملامسته لقضيب الإيبونيت فتنفرج ورقتي الكشاف الكهربائي لأنهما شحنتا بشحنة من نفس النوع (سالبة) **(شكل (أ))**

٤- نسقط أشعة فوق بنفسجية من مصباح بخار الزئبق على لوح الزنك ونراقب ورقتي الكشاف **ماذا نلاحظ ؟**

الملاحظة: نلاحظ أن انفراج ورقتي الكشاف الكهربائي يقل ثم تنطبق على بعضهما **(علل)** وذلك لأن الضوء (الأشعة فوق البنفسجية) تسبب انبعاث إلكترونات سالبة الشحنة (**الإلكترونات الضوئية**) من سطح لوح الزنك فيؤدي ذلك إلى ظهور شحنات موجبة على سطحه تتعادل مع الشحنات السالبة التي شحن بها معدن الزنك مع ورقتي الكشاف مما يسبب انطباق الورقتين.

٥- نشحن لوح الزنك (الخارصين) بشحنة موجبة وذلك بملامسته لقطعة الصوف فتشحن الورقتين بشحنة موجبه مما يسبب انفراجهما

٦- نسقط أشعة فوق بنفسجية على لوح الزنك . **(شكل (ب)) نلاحظ ؟**

الملاحظة: نلاحظ أن ورقتي الكشاف تزداد انفراجاً **(علل)** وذلك لأن سقوط الأشعة فوق البنفسجية على لوح الخارصين يتسبب في انبعاث الكترونات سالبة الشحنة من سطحه فيؤدي ذلك إلى ظهور شحنات موجبة على سطحه إضافة إلى شحنته الموجبة التي شحن بها مما يسبب زيادة انفراج الورقتين.

٧- نضع لوح الزجاج على لوح الزنك ثم نشحن لوح الخارصين مرة بشحنة سالبة ومرة أخرى بشحنة موجبة وأسقط أشعة فوق بنفسجية في الحالتين، **(شكل (جـ))** ماذا **نلاحظ ؟**

الملاحظة: نلاحظ عدم حدوث تغير في شحنة لوح الخارصين في الحالتين **(علل)** وذلك لأن لوح الزجاج يمتص الأشعة فوق البنفسجية الساقطة عليه ويمنعها من الوصول إلى سطح معدن الزنك الأمر الذي يمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية (انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز...) .

الاستنتاج : عند سقوط ضوء ذو تردد مناسب على سطح فلز (معدن) تنبعث منه الكترونات تسمى **بالإلكترونات الضوئية** وتسمى هذه الظاهرة **بالظاهرة الكهروضوئية** .

***الإلكترونات الضوئية** : هي الإلكترونات التي تنبعث من سطح المعادن نتيجة لسقوط الضوء على سطحها.

ملاحظة : تختلف حساسية العناصر للأشعة الضوئية الساقطة عليها فبعضها يحتاج للتعرض لأشعة ذات تردد عالي حتى ينبث من سطحها الكترونات والبعض الآخر يحتاج إلى أشعة ذات تردد منخفض لينبعث من سطحها الكترونات وسنتناول هذا الموضوع بالتفصيل في الدروس القادمة

س:علل استخدام الأشعة فوق البنفسجية (أشعة غير مرئية) في التجربة السابقة وليس الضوء المرئي ؟

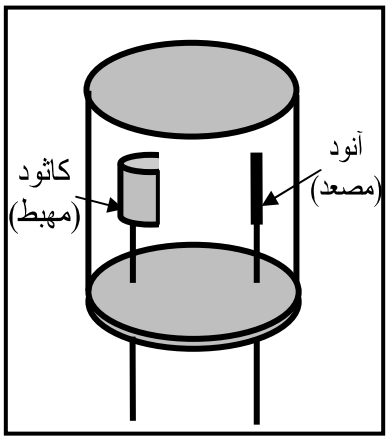
.....

الخليـــة الكهروضوئيـــة

تعريفها: هي جهاز الغرض منه تحويل **الطاقة الضوئية** إلى **طاقة كهربائية** بطريقة **غير مباشرة**.

فكرة عملها: مبنية على الظاهرة الكهروضوئية .

رمزها في الدوائر الكهربائية:



وظيفتها (الغرض منها): تحويل الطاقة الضوئية إلى كهربائية بطريقة غير مباشرة.

تركيبها: تتركب من ١ـ انتفاخ من الكوارتز مفرغ من الهواء .

٢ـ كاثود(مهبط) مقعر ومغطى من الداخل بمادة حساسة للضوء مثل السيزيوم .

٣ـ آنود(مصعد) على شكل قضيب معدني رفيع ويوضع الآنود عند مركز تكور الكاثود .

تعـلـيـــلات:

١ـ علل يصنع زجاج الخلية الكهروضوئية من الكوارتز؟

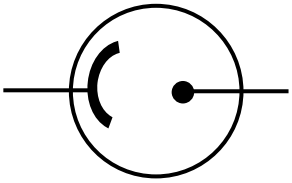
جـ : لان الكوارتز يسمح بنفاذ الأشعة فوق البنفسجية والمرئية .

٢ـ تفرغ الخلية الكهروضوئية من الهواء؟

جـ : حتى لا يتأكسد الكاثود وحتى لا تصطدم الإلكترونات بجزيئات الهواء فتعيق حركتها.

٣ـ يكون الكاثود في الخلية الكهروضوئية على شكل سطح معدني مقعر؟

جـ: حتى تتجمع الإلكترونات المنبعثة منه في مركز تكوره حيث يوجد الآنود .



٤ـ يغطى الكاثود بطبقة من السيزيوم ؟

جـ: لأنه حساس للضوء فيبعث من سطحه الكترونات.

٥ـ يكون الآنود على شكل قضيب معدني رفيع ؟

جـ: حتى لا يحجب الضوء الساقط على الكاثود.

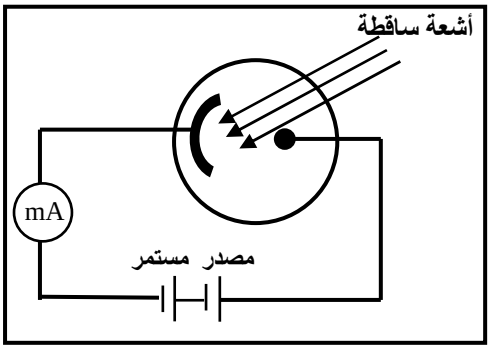
٦ـ يوضع الآنود عند مركز تكور الكاثود ؟

جـ: لأن الالكترونات تنبعث بشكل عمودي من سطح الكاثود فتتجمع عند مركز تكوره حيث يوجد الآنود.

س: ماذا يجب أن يراعى عند صناعة أجزاء الخلية الكهروضوئية وتركيبها . وزاري (٢٠٠٩ ـ ٢٠١٠م)

شرح عملها:

س:وضح بتجربة أن الخلية الكهروضوئية تسمح بمرور التيار الكهربائي إذا سقط الضوء عليها ولا تسمح بمروره إذا حجب الضوء عنها



١ـ توصل الخلية الكهروضوئية كما بالشكل (يوصل الآنود بالقطب الموجب للبطارية و الكاثود بالقطب السالب لها ويوصل معهم على التوالي جلفاومتر لقياس شدت التيار)

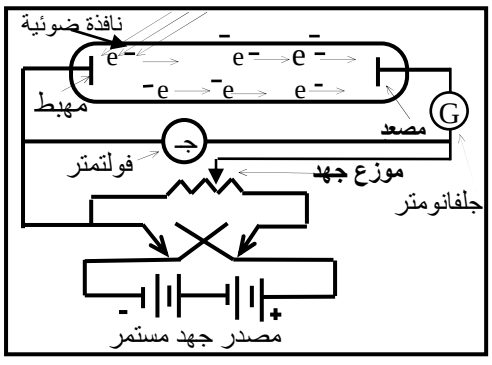
٢ـ نسقط ضوء بتردد مناسب على كاثود الخلية فنلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر مما يدل على مرور تيار كهربائي في دائرة الخلية (علل) وذلك بسبب انبعاث الكترونات (الكترونات ضوئية) من الكاثود فيجذبها الآنود .

٣ـ نحجب الضوء عن الكاثود فنلاحظ عدم مرور تيار كهربائي بدائرة الخلية (علل) وذلك بسبب توقف انبعاث الالكترونات من سطح الكاثود (المهبط).

الاستنتاج: تسمح الخلية بمرور التيار عند سقوط الضوء عليها ولا تسمح بمروره إذا حجب الضوء عنها.

تجربة مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية

قـام العـالم الأمريكـي روبـرت مليكـان عـام ١٩١٦م بدراسـة تجريبيـة وافيـة للظـاهرة الكهروضوئية وتحقق من تفسير أينشتاين لها. واستخدم الجهاز المبين في الشكل لدراسة هذه الظاهرة.

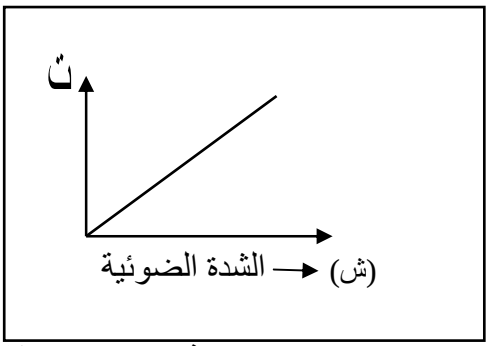


ملاحظة :

***تعريف شدة الضوء** (ش) : هي عبارة عن عدد الفوتونات الساقطة عمودياً على وحدة المساحة في وحدة الزمن .

ش = طا × ن

أولاً : دراسة العلاقة بين شدة الضوء الساقط على الخلية وشدة التيار (ت)



١ـ نثبت **فرق الجهد** (جـ) بين طرفي المهبط والمصعد وكذلك نثبت **تردد الضوء** (باستخدام مرشح ضوئي ذو لون معين)

٢ـ نجعل المصباح على بعد معين من مهبط الخلية ثم نعين قيمة شدة التيار من الجلفانومتر

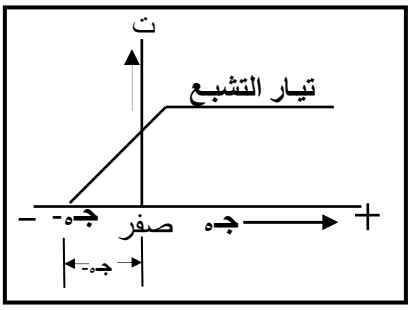
٣ـ نكرر الخطوة السابقة عدة مرات **مع تغيير شدة الضوء** وفي كل مرة نعين شدة التيار

الملاحظة: تزداد شدة التيار بزيادة شدة الضوء أي (بتقريب المصباح من الخلية)

الاستنتاج: تتناسب شدة التيار تناسباً طردياً مع شدة الضوء.

ثانياً: دراسة العلاقة بين شدة التيار (ت) وفرق الجهد(جـ)

١ـ نثبت كلا من تردد الضوء الساقط وذلك عن طريق وضع مرشح ذو لون معين أمام الخلية ، وكذلك نثبت شدة الضوء بجعل المصباح على بعد معين من الخلية ونجعل جهد الكاثود سالب و الآنود موجب .



٢ـ نأخذ عدة قيم لفرق الجهد **فنلاحظ** أنه كلما زاد فرق الجهد تزداد شدة التيار المار في الخلية حتى تصل شدة التيار إلى قيمة ثابتة لا تزداد مهما زادة قيمة فرق الجهد (**علل**)لأن الجهد الموجب للآنود يكون كافياً لجذب جميع الإلكترونات المنبعثة من الكاثود.

يسمى هذا التيار الثابت **بتيار التشبع:** وهو التيار الذي تظل قيمته ثابتة مهما زادت قيمة فرق الجهد الموجب للآنود. كما بالشكل المقابل

٢ـ نقلل فرق الجهد بين الكاثود و الآنود إلى الصفر، فنلاحظ مرور تيار كهربائي في دائرة الخلية (**علل**)لان الضوء الساقط على الكاثود(المهبط) لا يكتفي بنزع الإلكترونات من سطحه بل يزود بعضها بطاقة حركية تمكنها من الوصول إلى الآنود(المصعد).

٣ـ نجعل جهد الآنود سالب و الكاثود موجب ثم نغير فرق الجهد عدة مرات ونعين قراءة التيار في كل مرة **فنلاحظ** أنه بزيادة فرق الجهد السالب للآنود يقل التيار (**علل**) وذلك بسبب تنافر الإلكترونات المنطلقة من الكاثود مع الآنود السالب ولا تصل إليه إلا الإلكترونات التي طاقتها الحركية (**٢/١ ك**$_e$ع^2) أكبر من الطاقة الكهربائية (ش×جـ$_ه$) كما بالشكل أعلاه

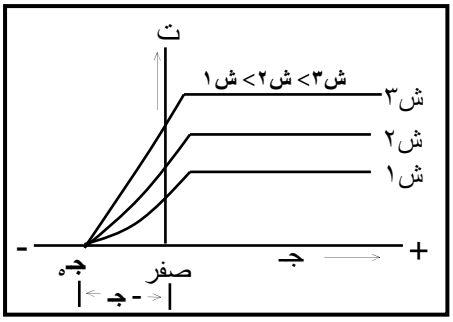
٤ـ عندما يصبح فرق الجهد السالب قادراً على منع أسرع هذه الإلكترونات من الوصول إلى الآنود يصبح التيار بصفر(ت = صفر)ويسمى عندئذٍ هذا الجهد **بجهد الإيقاف** ويرمز له بالرمز (**جـ $_ه$**)

الطاقة الحركية للإلكترون =الطاقة الكهربائية المناظرة لهذا الجهد أي أن (**٢/١ ك**$_e$ع^2)= (ش×جـ$_ه$)

*** تعريف جهد الإيقاف (جـ$_ه$):** هو أقل جهد سالب للآنود يكفي لرد جميع الإلكترونات من الوصول إليه.

* يسمى المنحنى الموضح بالشكل أعلاه **بالمنحنى المميز للخلية الكهروضوئية.**

ثالثاً: دراسة العلاقة بين جهد الإيقاف(جـ $_ه$) وشدة الضوء الساقط على الخلية (ش)



١ـ نثبت **تردد الضوء** الساقط على كاثود الخلية ونغير **شدة الضوء** (وذلك بتغيير المسافة بين المصباح والخلية)

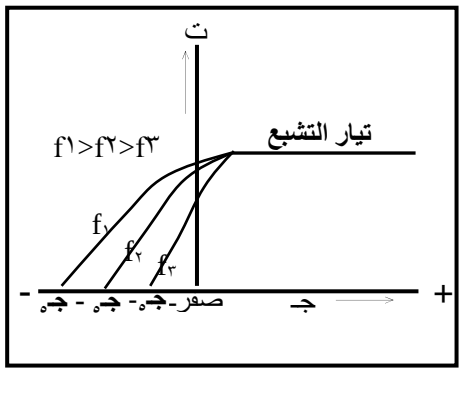
٢ـ نكرر ذلك عند ثلاث شدات مختلفة **فنلاحظ** أن:

أ- جهد الإيقاف **لا يتغير** بتغير **شدة الضوء** ،وهذا يعنى أن طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود لا تتغير بتغير شدة الضوء

ب ـ تزداد شدة التيار بزيادة شدة الضوء

جـ ـ يتغير تيار التشبع بتغير شدة الضوء. كما هو موضح بالشكل المقابل

رابعاً:دراسة العلاقة بين جهد الإيقاف (جـ$_ه$) و تردد الضوء الساقط على كاثود الخلية(f)



١ـ نثبت **شدة الضوء** الساقط على الخلية ونغير من **تردد الضوء**

٢ـ نجري الدراسة عند ثلاثة ترددات مختلفة وذلك باستخدام ثلاثة مرشحات بألوان مختلفة **فنلاحظ** أنه بزيادة تردد الضوء يزداد جهد الإيقاف(**علل**) وذلك لأنه بزيادة تردد الضوء تزداد طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود وبذلك نحتاج إلى زيادة الجهد اللازم لإيقافها.

س: علام يتوقف كل من جهد الإيقاف والتردد الحرج في الخلية الكهروضوئية.وزاري ٢٠٠٥م

س: ماذا يقصد بجهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية ؟ وما العلاقة بينه وبين تردد الضوء الساقط عليها . وزاري ٢٠٠٤ـ ٢٠٠٥م

س:صح أو خطأ : كلما زاد تردد الضوء الساقط قل جهد الإيقاف ( ) وزاري ٢٠١٢م

خامساً: التردد الحرج (f$_ه$) : وجد أنه لكي تنبعث الإلكترونات من سطح معين ينبغي أن لا تقل قيمة تردد الضوء الساقط (f) عن حد معين يسمى **بالتردد الحرج (f$_ه$)** .

*** التردد الحرج (f$_ه$) :** هو أقل تردد لضوء ساقط على فلز بحيث يكفي لتحرير الإلكترونات من سطح الفلز دون أن يكسبه طاقة حركية

س : علل لا يمر تيار كهروضوئي إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من التردد الحرج . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

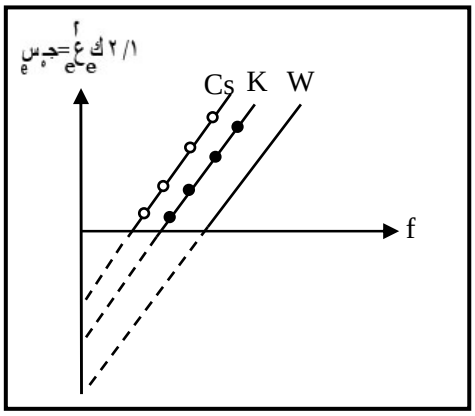
*** الطول الموجي الحرج (λ$_ه$) :** هو أكبر طول موجي لضوء ساقط على فلز بحيث يكفي لتحرير الإلكترونات من سطح الفلز دون أن يكسبه طاقة ...

سادساً: وجد أن الإلكترونات تنبعث في أقل من (١٠$^{-٩}$) من الثانية بعد سقوط الضوء على السطح . أي أن الفاصل الزمني بين سقوط الضوء على سطح المهبط وانبعاث الإلكترونات منه صغير جداً يمكن إهماله.

والسبب في عدم وجود هذا الفاصل الزمني هو أن سرعة الفوتونات الضوئية كبيرة (٣×١٠^{٨} م/ث)

سابعاً: دراسة العلاقة بين الطاقة الحركية للإلكترون المحرر وتردد الضوء الساقط:

توجد علاقة خطية بين الطاقة الحركية العظمى (½ك ع^{2}) للإلكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط (f) والشكل المقابل الذي يظهر فيه ثلاثة منحنيات مستقيمة لثلاثة سطوح معدنية مختلفة وهي (السيزيوم (cs) والبوتاسيوم (k) والتنجستن (w) يوضح أن:



١ـ الطاقة الحركية العظمى تتناسب طرديا مع تردد الضوء الساقط

٢ـ تقاطع الخطوط البيانية الثلاثة مع محور السينات الممثل للتردد (f) يعطينا الترددات الحرجة ($f_{\circ}$)

٣ـ ميل الخط المستقيم يعطينا قيمة ثابت بلانك (h)

٤ـ دالة الشغل مقدار ثابت وتختلف باختلاف معدن السطح وتمثل نقاط تقاطع الخط البياني مع محور طاقة الحركة (طاع) في الاتجاه السالب للمحور.

كما أنه يعبر رياضياً عن تلك المنحنيات التجريبية بالمعالة التالية :

$\frac{1}{2}ك_e ع^{2} = w_{\circ} - hf$ أي أن

***تعريف دالة الشغل ($W_{\circ}$):** هي أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إعطائه طاقة حركية. ويعبر عنها رمزيا بالعلاقة $W_{\circ} = hf_{\circ}$.

س : تعبر الكمية الفيزيائية ($hf_{\circ}$) عن دالة ..... سطح الفلز أو المعدن . وزاري (٢٠١١ ـ ٢٠١٢)

التفسير التقليدي (الكلاسيكي) للظاهرة الكهروضوئية

١ـ تتنبأت هذه النظرية بأن شدة تيار الخلية الكهروضوئية تتناسب طرياً مع الشدة الضوئية وهذا يتوافق مع النتيجة الأولى لتجربة مليكان ، ولكن بقية تنبؤاتها تتناقض مع النتائج التجريبية.

٢ـ تتناسب الطاقة الحركية للإلكترونات المنطلقة تناسبا طرديا مع شدة الضوء الساقط وليس مع تردده (وهذا مخالف للنتائج التجريبية).

٣ـ لا تعترف هذه النظرية بالتردد الحرج($f_{\circ}$) (أي أن انبعاث الإلكترونات من سطح المعدن يمكن أن يحدث عند أي تردد.

٤ـ لا تعترف هذه النظرية بالانبعاث اللحظي (أي أن الإلكترونات تنبعث في أقل من ١٠$^{-9}$ من الثانية) وإنما تعتقد أن الإلكترونات تحتاج لوقت أطول لكي تنبعث إذا كانت شدة الضوء ضعيفة (وهذا مخالف للنتائج التجريبية) .

٥ـ لم تتنبأ هذه النظرية بالعلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط.

س :صح أم خطأ : لا تعترف النظرية التقليدية بالتردد الحرج بينما تعترف الانبعاث الطيفي ( ) وزاري ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

تفسير اينشتاين (النظرية الكمية)

فسر أينشتاين الظاهرة الكهروضوئية عام ١٩٠٥م وذلك بتبنيه فرضية أو مبدأ بلانك في تكميم الطاقة ((**يرى بلانك في فرضيته هذه أن الضوء ذو التردد (f) الساقط على سطح فلزي يحوي رزم (كمات) صغيرة من الطاقة تدعى الفوتونات كل منها ذو طاقة مقدارها (hf)**)) مع الأخذ بـ (نظرية جسيمات الموجات) أي الطبيعة المزدوجة للضوء (**رأى اينشتاين أن الإلكترونات المنبعثة من السطح غالبا ما تنسجم مع النظرية الجسيمية للضوء**)) وكان تفسيره هو أنه :

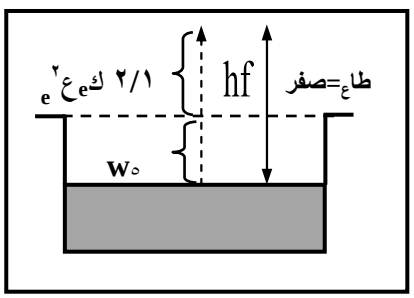
١ـ إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من التردد الحرج لا تنبعث إلكترونات من سطح الفلز **(علل)**

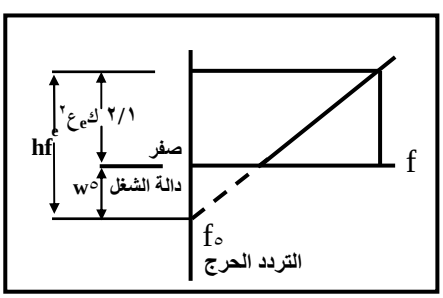
وذلك لأن طاقة الفوتونات الضوئية الساقطة (طا) أقل من الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترون (دالة الشغل $w_{\circ}$)

٢ـ عندما يكون تردد الضوء الساقط مساويا للتردد الحرج تنبعث إلكترونات ولكن بدون طاقة حركية (طا= صفر) **(علل)**

وذلك لأن طاقة الضوء الساقط (طا) تكون كافية لانتزاع الإلكترون فقط أي تساوي دالة الشغل ($w_{\circ}$)

٣ـ إذا كان تردد الضوء الساقط (f) أكبر من التردد الحرج ($f_{\circ}$) فإن جزء من طاقة الفوتون تستخدم لتحرير الإلكترون من طاقة ربطه بالمعدن وهي (دالة الشغل $w_{\circ} = hf_{\circ}$ وهي مقدار ثابت للفلز الواحد) وبقية طاقة الفوتون والتي تساوي ($hf - hf_{\circ}$) تظهر على شكل طاقة حركية للإلكترون(½ك$_e$ع^{2})





أي أن : طاع = ½ك$_e$ع^{2} = $w_{\circ}$ - hf وتدعى هذه المعادلة بمعادلة أينشتاين وهي نفس المعادلة التجريبية.

والأشكال المقابلة توضح ذلك

ملاحظة : ميل الخط المستقيم المائل يعطي قيمة ثابت بلانك أي أن

$$h = \frac{\frac{1}{2}ك_e ع^{2}}{f_{\circ} - f}$$

***تعريف شدة الضوء** (ش) : هي عبارة عن عدد الفوتونات الساقطة عمودياً على وحدة المساحات في وحدة الزمن.

شدة الضوء = طاقة الفوتونات الضوئية الساقط على السطح ×عددها

ش = طا × ن

العلاقات المتعلقة بدرس الظاهرة الكهروضوئية

م	العلاقة	استخدامها	من العلاقات الموضحة في العمود الأول نجد أن
١	طا = h f	لحساب طاقة الفوتون	من العلاقات ١) و٢) و٣) نجد أن طا = طاع + $W_{\circ}$
٢	$hf_{\circ}=W_{\circ}$	لحساب دالة الشغل	إذن طا = ٢/١ ك$_e$ ع$_e^{٢}$ + $hf_{\circ}$ ..... (٥)
٣	طاع = ٢/١ ك$_e$ ع$_e^{٢}$	لحساب الطاقة الحركية العظمى للإلكترون	. عندما يكون الجهد قادرا على إيقاف أسرع إلكترون تكون الطاقة الحركية للإلكترون =الطاقة الكهربائية المناظرة لهذا الجهد
٤	الطاقة الكهربائية = ش$_e$ جـ$_{\circ}$	لحساب الطاقة الكهربائية المناظرة لجهد الإيقاف	إذن من ٣) و٤) نجد أن طاع = الطاقة الكهربائية (٢/١ ك$_e$ ع$_e^{٢}$)= (ش×جـ$_{\circ}$) .....٦) نعوض من ٦) في ٥)
٥	كت = ك$_e$ ع$_e$	لحساب كمية تحرك الإلكترون	طا = ش$_e$ جـ$_{\circ}$ + $hf_{\circ}$.....٧)

ثوابت علمية وتحويل وحدات

ع ض= ٣×١٠^{٨} م/ث ، ك$_e$ = ٩.١ × ١٠$^{-٣١}$ كجم ، h = ٦.٦٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول . ث

الكترون فولت = ١.٦ ×١٠$^{-١٩}$ جول ، جول = $\frac{١}{١٠\times١,٦^{-١٩}}$ الكترون فولت ، إنجستروم (A°)=١٠$^{-١٠}$ متر ، المتر=١٠^{١٠} إنجستروم

مسائل على الظاهرة الكهروضوئية

مثال١: إذا كانت طاقة حركة أسرع الإلكترونات ٤,٨ ×١٠$^{-١٩}$ جول احسب

١ـ جهد الإيقاف للإلكترونات ؟ ٢ـ كمية تحرك الإلكترونات لحضة انبعاثها من المهبط ؟

الحل

١ـ جهد الإيقاف : ∵ طاع = ش$_e$ جـ$_{\circ}$ ⇐ جـ$_{\circ}$ = $\frac{\text{طاع}}{\text{ش}_e}$ = $\frac{٤,٨\times١٠^{-١٩}}{١,٦\times١٠^{-١٩}}$ = ٣ فولت

٢ ـ كمية التحرك : كـت$_e$ = ك$_e$ × ع$_e$ = ٩,١×١٠$^{-٣١}$ × ع$_e$ .....(١) نوجد سرعة الإلكترون

طاع = $\frac{١}{٢}$ ك$_e$ ع$_e^{٢}$ ⇐ ع = $\sqrt{\frac{٢\text{ طاع}}{\text{ك}_e}}$ = $\sqrt{\frac{٢\times٤,٨\times١٠^{-١٩}}{٩,١\times١٠^{-٣١}}}$ = ١٠^{٦} م/ث عوض في (١)

كـت$_e$ = ٩,١×١٠$^{-٣١}$ × ع$_e$ = ٩,١×١٠$^{-٣١}$ × ١٠^{٦} = ٩,١×١٠$^{-٢٥}$كجم.م/ث

مثال٢: إذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من سطح معدن هي (٣.٥٤) إلكترون فولت ، وأسقط على السطح ضوء وحيد اللون طول موجته ٤٠٠٠أنجستروم ، هل تنبعث الإلكترونات من سطح المعدن ؟ (المثال في تقويم الوحدة)

الحل

نحول دالة الشغل($W_{\circ}$) من وحدة إلكترون فولت إلى جول $W_{\circ}$=٣.٥٤ ×١.٦ ١٠$^{-١٩}$ = ٥.٧ ×١٠$^{-١٩}$جول

لكي تنبعث إلكترونات لا بد أن تكون طا ≥ $w_{\circ}$

طا = $\frac{\text{ع}_{ص}\times h}{\lambda}$ = $\frac{٣\times١٠^{٨}\times٦,٦٢٥\times١٠^{-٣٤}}{٤٠٠٠\times١٠^{-١٠}}$ = ٤,٩٦٨×١٠$^{-١٩}$ جول

إذن لا تنبعث إلكترونات لأن طاقة الضوء الساقط على سطح المعدن أقل من دالة الشغل .

مثال٣: احسب تردد وطول موجة فوتون طاقته تساوي ٢.٤ × ١٠$^{-٩}$ جول ؟

الحل

أ) طا = h f ⇐ f = $\frac{\text{طا}}{h}$ = $\frac{٢,٤\times١٠^{-٩}}{٦,٦٢٥\times١٠^{-٣٤}}$ = ٣,٦ ×١٠^{٢٤} هيرتز.

ب) $\lambda = \frac{\text{ع}_{ص}}{f} = \frac{٣\times١٠^{٨}}{٣,٦\times١٠^{٢٤}} = ٨,٣\times١٠^{-١٧}$ A°

مثال٤: أضيئ سطح الصوديوم بضوء طول موجته ٣٠٠ إنجستروم فإذا علمت إن دالة الشغل لمعدن الصوديوم تساوي ٢.٤٦ (أ .ف).

احسب ما يلي: أ- الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة. ب - سرعتها . جـ - الطول الموجي الحرج . د - جهد الإيقاف.

الحل

$w_o = 2.46$ أ.ف
$= 1.6 \times 2.46 \times 10^{-19}$ جول
$w_o = 3.936 \times 10^{-19}$ جول

أ) حساب طاقة حركة الإلكترونات المتحررة :

$\because$ طا = طا$_ع$ + w_o $\Leftarrow$ طـــا$_ع$ = طـــا - w_o = طا - $3,936 \times 10^{-19}$ ..... (١) نوجد قيمة طا

طا = $\frac{h \times ع_ص}{\lambda} = \frac{6,625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-10}} = 6,625 \times 10^{-19}$ جول عوض في (١) عن قيمة طا

طا = $6,625 \times 10^{-19} - 3,936 \times 10^{-19} = 2,986 \times 10^{-19}$ جول

ب) حساب سرعة الإلكترون:

طا$_ع$ = $\frac{1}{2}$ ك$_e$ ع$_e^2$ $\Leftarrow$ ع = $\sqrt{\frac{2 \text{ طا}_ع}{ك_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 2,689 \times 10^{-19}}{9,1 \times 10^{-31}}} = 7,69 \times 10^{5}$ جول

جـ - حساب الطول الموجي الحرج :

$\because$ hf$_o$ = w_o $\therefore$ $\frac{h \times ع_ص}{\lambda_o} = w_o \Leftarrow \lambda_o = \frac{h \times ع_ص}{w_o} = \frac{6,625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{2,46 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 5,049 \times 10^{-7}$ متر = 5,049 A°

د- حساب قيمة جهد الإيقاف: $\because$ طا$_ع$ = سـ$_e$ × جـ$_o$ $\therefore$ جـ$_o$ = $\frac{\text{طا}_ع}{سـ_e} = \frac{7,69 \times 10^{5}}{1,6 \times 10^{-19}} = 4.80 \times 10^{24}$ فولت

استخدامات الخلية الكهروضوئية

تستخدم كمفتاح غلق وفتح بعض الدوائر الكهربائية مثل دوائر:

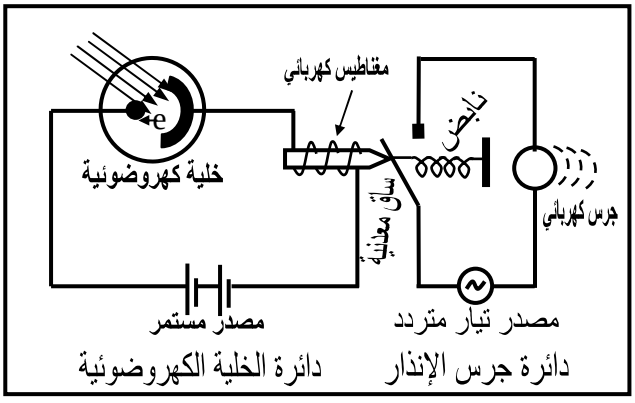
١- فتح وغلق الأبواب تلقائياً في الفنادق والمستشفيات والمطارات .
٢- قياس شدة الإضاءة في آلات التصوير .
٣- إضاءة الشوارع بطريقة آلية .
٤- تستخدم في عدادات المصانع والبنوك و المطابع .
٥- في المصاعد الكهربائية .
٦- في التحكم بدائرة جرس الإنذار ضد اللصوص.

شرح عمل الخلية في دائرة جرس الإنذار ضد اللصوص

كما هو ملاحظ من الشكل المقابل حيث توجد دائرتان هما :

- دائرة الخلية الكهروضوئية وتحتوي (خلية كهروضوئية - بطارية ومغناطيس كهربي متصلة جميعاً على التوالي)

ب)والدائرة الثانية هي دائرة جرس الإنذار موصلة كما بالشكل



شرح العمل

١) يتم إسقاط أشعة فوق بنفسجية على كاثود الخلية فيمر تيار في دائرتها فيتمغنط المغناطيس الكهربائي الذي بدوره يجذب إليه الساق المعدنية لدائرة الجرس مما يؤدي إلى فتحها .

٢) عند اعتراض جسم أو شخص طريق الأشعة ينقطع وصول الأشعة إلى الكاثود للخلية وبالتالي لا يمر تيار في دائرتها فيزول تمغنط المغناطيس الكهربائي فيعمل الزنبرك على جذب الساق المعدنية مما يؤدي إلى غلق دائرة الجرس فيصدر الجرس صوت .

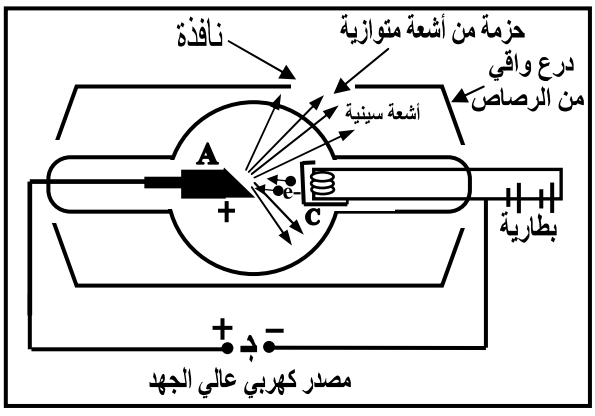
٣- علل : تسلط أشعة فوق بنفسجية على الخلية الكهروضوئية عند استخدامها في تشغيل دوائر جرس الإنذار .وزاري ٢٠٠٥-٢٠٠٦ م

الأشعة السينية (أشعة X) (أشعة رونتجن)

تعريفها: هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تتراوح أطوال موجاتها بين (١٠٠ - ١) أنجستروم

مكتشفها: اكتشفها العالم الألماني رونتجن عام ١٨٩٥م وأطلق عليها اسم أشعة اكس (الأشعة السينية) وتعني المجهولة (**علل**) وذلك لأن طبيعة هذه الأشعة لم تكن معروفة في البداية .

فكرة الحصول عليها: تعتمد على **الظاهرة الكهروضوئية العكسية** (سقوط شعاع الكتروني على سطح معدني وانبعاث موجات كهرومغناطيسية)أي عكس الظاهرة الكهروضوئية .



تركيب أنبوبة الأشعة السينية (أشعة X)

تتركب أنبوبة الأشعة السينية المستخدمة في المختبر من أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء

تحتوي هذه الأنبوبة بداخلها على:

١- كاثود (مهبط C) و**وظيفته** بعث الإلكترونات
٢- آنود(مصعد A) يصنع من فلز ثقيل صلب مثل (التنجستن)

وكذلك مصدر جهد مستمر عالي جدا يتراوح بين (10^{3} ـ 10^{6})فولت

تعـلـيــلات

*** تفرغ أنبوبة الأشعة السينية من الهواء ؟**

جـ : حتى لا يتأكسد الكاثود وحتى لا تعيق جزيئات الهواء لحركة الإلكترونات .

*** تحاط أنبوبة الأشعة السينية بدرع من الرصاص؟**

جـ: لحماية الباحثين و العاملين من التعرض لهذه الأشعة الخطيرة.

*** تستخدم مادة الرصاص كدرع واقي من الأشعة السينية دون غيرها من المواد؟**

جـ: وذلك لأن كثافة مادة الرصاص عالية فتمتص هذه الأشعة .

*** تستخدم مادة من فلز ثقيل وصلب كهدف (آنود) مثل التنجستن في الأنبوبة ؟**

جـ: وذلك لأن هذه المواد تتحمل درجات حرارة عالية ولا تتفتت .

*** يكون الهدف (الآنود) في أنبوبة الأشعة السينية مائلاً بزاوية ٤٥ درجة من جهته المقابلة للكاثود ؟**

جـ : وذلك حتى تكون الأشعة السينية المنبعثة مركزة في اتجاه معين وهو الاتجاه العمودي على الزاوية ٤٥ درجة.

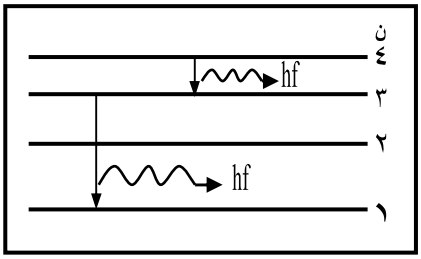
شرح عمل الأنبوبة

يتم غلق دائرة الأنبوبة فتنبعث الإلكترونات من الكاثود ونتيجة لتسليط فرق جهد(جـ) عالي جداً بين الكاثود و الآنود فإن الإلكترونات تصطدم بمادة الهدف (الآنود) بسرعة عالية ($ع_e$) وبالتالي تحسب طاقة حركة هذه الإلكترونات من العلاقة $طاع = ٢/١ \, ك ع_e^{٢}$

ينتج عن هذا الاصطدام انبعاث إشعاع ذو تردد عالي جداً و طول موجي قصير وتسمى هذه الأشعة المنبعثة (بأشعة x)أو الأشعة السينية .

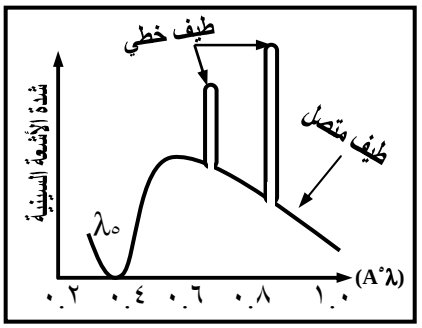
تفسير سبب انبعاث الأشعة السينية

هنالك احتمالين لسبب توليد الأشعة السينية وفقاً لنموذج بوهر الذري إذ تتفاعل الإلكترونات المصطدمة بالهدف مع مادته فيحدث أحد احتمالين أو كلاهما وهما :



الاحتمال الأول : تنفذ بعض الإلكترونات ذات الطاقة العالية داخل ذرات مادة الهدف (المصعد) مخترقة مدارات الإلكترونات وتصطدم بأحد الإلكترونات القريبة من النواة مثلاً (ن = ١) فيتحرر الإلكترون تاركاً مكانه فارغاً .

يقفز إلكترون من مستوى طاقة أعلى مثلاً (ن=٣) ليملئ الفراغ في (ن=١) ويصاحب ذلك انبعاث إشعاع تردده ($f_{١٣}$) وبذلك تكون طاقة **الشعاع المنبعث = الفرق في الطاقة بين المستويين** أي أن **($طا_{١٣} = طا_٣ - طا_١$)** . ويوضحه الشكل المقابل .



يقفز إلكترون من (ن=٤) ليملئ الفراغ في (ن=٣) ويصاحب ذلك انبعاث فوتون طاقته ($طا_{٣٤} = طا_٤ - طا_٣$) والشكل المقابل يوضح ذلك .

تتميز الأشعة الناتجة عن هذا الاحتمال بالآتي :

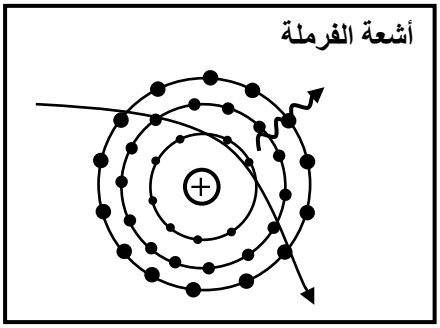
١ـ أنها تكون مميزة لمادة الهدف (**علل**) لأن لكل عنصر مستويات طاقة خاصة به.

٢ـ لا تعتمد طاقتها على فرق الجهد الكهربي بين الكاثود و الآنود بل على فرق الطاقة بين مستويات الطاقة لذرات الهدف (**علل**) لأنها ناتجة عن تنقلات الإلكترونات بين مستويات الطاقة للذرات و ليس على طاقة حركة الإلكترون الساقط .

٣ـ طيفها يكون خطي (أي أنه لا يحتوي على جميع الأطوال الموجية وإنما يحتوي أطوال موجية محددة) ، الشكل المقابل يوضح ذلك

الاحتمال الثاني : لا يحدث تصادم بين الإلكترونات الساقطة وإلكترونات ذرات الهدف وإنما تتأثر الإلكترونات الساقطة بالمجال الكهربي لإلكترونات ذرات الهدف فتتباطأ وتتناقص سرعتها بسبب تنافرها مع إلكترونات ذرات الهدف فيظهر النقص في طاقتها على شكل إشعاع ذو طيف متصل (يحوي جميع الأطوال الموجية) وقد يفقد الإلكترون المقذوف كل طاقته الحركية دفعة واحدة وبذلك تكون طاقته الحركية مساوية تماماً للطاقة الإشعاعية المنبعثة

$(hf = \frac{١}{٢} ك ع_e^{٢})$



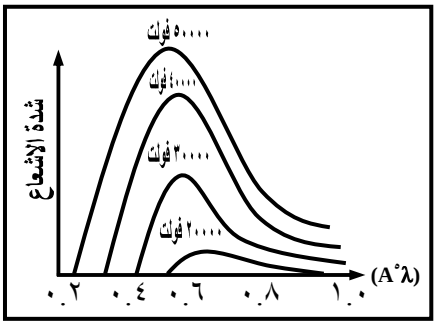
س: لا يمكن أن يكون هنالك إشعاع منبعث ، طاقته أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف على الهدف .
وزاري (٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩م)

تتميز الأشعة الناتجة عن هذا الاحتمال بالآتي :

١ـ أنها لا تميز مادة الهدف.

٢ـ تعتمد طاقتها على فرق الجهد الكهربائي المطبق بين الكاثود و الآنود (الهدف).

٣ـ طيفها يكون متصل (يحتوي على جميع الأطوال الموجية)(**علل**) لأن طاقة هذه الإلكترونات تتناقص مع استمرار تباطؤ حركتها وتسمى هذه الأشعة **بأشعة الفرملة**. (الشكل المقابل يوضح الطيف المتصل للأشعة السينية)



***علل تسمى الأشعة السينية الناتجة عن الاحتمال الثاني (الأشعة السينية ذات الطيف المتصل) بأشعة الفرملة ؟**

وذلك لأن حركة الإلكترون تكون متباطئة تدريجياً بسبب اقترابه من النواة بما يشبه حركة

السيارة عند تطبيق الفرامل عليها.

ملاحظات:

١ـ الطيف المتصل للأشعة السينية (الناتج عن الاحتمال الثاني) ينتج عن تباطؤ حركة الإلكترون .
٢ـ لا يمكن أن تكون طاقة هذا الإشعاع أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف (علل).
٣ـ يبدأ انبعاث الأشعة السينية ابتداء من طول موجي معين وهو أقصر الأطوال الموجية لطيف الأشعة السينية المتصل.

س: قارن بين الطيف الخطي والطيف المستمر للأشعة السينية ؟

س : علل : الأشعة السينية ذات نفاذية عالية. وزراي ٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩م .

حساب أقصر طول موجي للأشعة السينية

(كما ذكرنا سابقا في الاحتمال الثاني لانبعاث الأشعة السينية)

قد يفقد الإلكترون المقذوف كل طاقته الحركية دفعة واحدة وبذلك تكون الإشعاع المنبعث مساوية للطاقة الحركية للإلكترون

أي أن $hf = ط_{ع}$ $\therefore$ $hf = \frac{1}{2} ك ع_e^2$ .....(١) و

$\because \frac{1}{2} ك ع_e^2 = س\sim_e جـ$ .....(٢) نعوض من (٢) في (١) نجد أن $hf = س\sim_e جـ$ .....(٣)

$\because f = \frac{ع_ص}{\lambda}$ عوض عن التردد في (٣) $\therefore س\sim_e جـ = \frac{ع_ص \times h}{\lambda}$ أي أن $\lambda = \frac{ع_ص \times h}{س\sim_e جـ}$ .....(٤)

و يمكن التعويض عن المقام من في (٤) من المعادلة (٢) فنحصل على المعادلة $\lambda = \frac{ع_ص \times h}{\frac{1}{2} ك_e ع_e^2}$ .....(٥)

العلاقات المتعلقة بدرس الأشعة السينية

١) $ط_{ا} = hf$ ٢) $ط_{ع} = \frac{1}{2} ك ع_e^2$ ٣) $hf = \frac{1}{2} ك ع_e^2$ ٤) $\frac{1}{2} ك ع_e^2 = ش_e جـ$

٥) $hf = ش_e جـ$ ٦) $f = \frac{ع_ض}{\lambda}$ ٧) $كت = ك_e ع_e$

ملاحظات مهمة:

١ـ بالنظر إلى العلاقات الموضحة أعلاه نجد أنه يوجد ترابط بين العلاقات ٣ و ٤ و ٥ يعبر عنها رياضياً بالصيغة (أ=ب **و** ب = جـ **إذن** أ=جـ) وهذا يسهل حفظها .أما بقية العلاقات (١،٢،٦،٧) فهي أساسية وقد تعرف عليها الطالب أكثر من مرة

٢ـ يمكن الاعتماد على العلاقات السابقة في حل مسائل الأشعة السينية واستنتاج أي علاقة حسب المعطيات في المسألة ، على سبيل المثال يمكن حساب التردد من العلاقة ١ **أو من** ٣ **أو** ٥ **أو** ٦ حسب معطيات المسألة وهكذا بالنسبة لحساب سرعة الإلكترون و.....

٣ـ عندما يطلب منا في المسألة حساب قيمة الطول الموجي فإننا بدلالة المعطيات نعوض من العلاقة ٦ عن التردد في أحد العلاقات التي تحتوي على تردد ثم نحسب قيمة الطول الموجي .

استخدامات الأشعة السينية

تستخدم في كثير من الأغراض منها :

١ـ في مجال الطب: استغلت خاصية نفاذية هذه الأشعة في الكشف عن الكسور والحصوات في الكلى والمرارة وغيرها من أعضاء الجسم.

٢ـ في مجال الصناعة :تستخدم لمعرفة الشقوق في الأنابيب المعدنية وهياكل الطائرات .

٣ـ في مجال الأبحاث العلمية : تستخدم لمعرفة التركيب البلوري للعناصر .

٤ـ في المطارات : تستخدم للكشف عن وجود الأجسام الصلبة في أمتعة المسافرين دون فتحها.

خواص الأشعة السينية

١ـ أنها عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية ذات تردد عالي وطول موجي قصير ولا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي.
٢ـ لها بعض خواص الضوء المرئي العادي مثل التداخل و الحيود وغيرها.
٣ـ لها قدرة على الاختراق تعتمد على فرق الجهد المسلط على قطبي الأنبوبة وعلى كثافة الوسط .
٤ـ لها القدرة على تأيين ذرات وجزيئات العناصر التي تمر خلالها .

ثوابت علمية

ع ض=٣ × ١٠^٨ م/ث ، ش e = ١.٦ × ١٠^-١٩ كولوم ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠^-٣٤ جول.ث ، ك e = ٩.١ × ١٠^-٣١ كجم

مسائـل على الأشعة السينية

مثال١: أوجد أقصر طول موجي للأشعة السينية إذا كان فرق الجهد بين قطبي أنبوبة توليدها ٢٠٠ كيلو فولت ؟

الحـل

λ =؟ ، جـ =٢٠٠ × ١٠^٣ فولت

hf = س e جـ

$\therefore \lambda = \frac{h \times ع_{ض}}{س_e \, جـ} = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢٠٠ \times ١٠^{٣}} \Leftarrow \lambda = \frac{١,٩٨٧٥ \times ١٠^{-٢٥}}{٣,٢ \times ١٠^{-١٤}} = ٦,٢ \times ١٠^{-١٢}$ متر

مثال٢: احسب فرق الجهد بين قطبي أنبوب توليد الأشعة السينية إذا كان أقصر طول موجي للأشعة السينية (٢) أنجستروم ؟

λ = ٢ A° = ٢ × ١٠^-١٠ متر **الحـل**

$hf = س_e \, جـ \Leftarrow جـ = \frac{h \times ع_{ض}}{\lambda_e \, س} = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢ \times ١٠^{-١٠}} = \frac{١,٩٨٧٥ \times ١٠^{-٢٥}}{٣,٢ \times ١٠^{-٢٩}} = ٦,٢١٠ \times ١٠^{-٣}$ فولت ∴ جـ

مثال٣:احسب أعلى تردد للأشعة السينية إذا كان فرق الجهد المطبق بين الكاثود و الآنود هو (٤٠٠٠٠) فولت ؟

الحـل

$\because hf = س_e \, جـ \therefore f = \frac{س_e \, جـ}{h} = \frac{١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٤٠٠٠٠}{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}} = \frac{٦,٤ \times ١٠^{-١٥}}{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤}} = ٩,٦٦٠ \times ١٠^{١٨}$ هيرتز

مثال٤: إذا علمت أن كمية تحرك الإلكترون لحظة اصطدامه بمادة الهدف في أنبوبة أشعة اكس تساوي ٩,١ × ١٠^-٢٤ كجم.م/ث . احسب أقصر طول موجي للأشعة الناتجة؟ **الحـل**

$\because hf = \frac{١}{٢} ك ع_e^{٢}$ ولكـــن $f = \frac{ع_{س}}{\lambda}$ $\therefore \frac{ع_{س}}{\lambda} = \frac{١}{٢} ك_e ع_e^{٢} \Leftarrow \lambda = \frac{h \times ع_{س}}{\frac{١}{٢} ك_e ع_e^{٢}}$

بدلالة كمية التحرك نوجد قيمة السرعة (ع)

$\lambda = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{\frac{١}{٢} \times ٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times ع_e^{٢}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (١)$

$\therefore ك ت = ك_e ع_e \Leftarrow ع_e = \frac{ك ت}{ك_e} = \frac{٩,١ \times ١٠^{-٢٤}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}} = ١٠^{٧}$ م/ث بالتعويض عن السرعة في (١)

$\lambda = \frac{٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{\frac{١}{٢} \times ٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times (١٠^{٧})^{٢}} = \frac{١,٩٨٧٥ \times ١٠^{-٢٥}}{٤,٥٥ \times ١٠^{-١٧}} = ٤,٣٦٨ \times ١٠^{-٩}$ متر = ٤٣ انجستروم

مثال٥: من أجل إنتاج طول موجي مقداره (١.٣٧٧) أنجستروم من هدف نحاسي في أنبوب الأشعة السينية يجب أن يطبق فرق جهد بين طرفيها مقداره (٩٠٠٠) فولت .

احسب النسبة $\left(\frac{h}{س_e}\right)$ ثم استنتج قيمة ثابت بلانك (h) علماً بأن شحنة الإلكترون هي $س_e = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولـوم

الحل

$\frac{h}{س_e} = ؟$ h =؟ ، جـ =٩٠٠٠ فولـــت ، λ =١,٣٧٧ A° = ١,٣٧٧ × ١٠^-١٠ متر

$\because hf = س_e \, جـ \Leftarrow \frac{h}{س_e} = \frac{جـ}{f} = \frac{جـ}{\frac{ع_{س}}{\lambda}} \therefore \frac{h}{س_e} = \frac{\lambda \times جـ}{ع_{س}} = \frac{١,٣٧٧ \times ١٠^{-١٠} \times ٩٠٠٠}{٣ \times ١٠^{٨}} = ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥}$ فولـــت ث

$\because \frac{h}{س_e} = ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥} \therefore h = س_e \times ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٤,١٣١ \times ١٠^{-١٥} = ٦,٦٢ \times ١٠^{-٣٤}$ جـول ث

نشاط١: استنتج العلاقات التي نحسب منها كلاً من أقصر الأطوال الموجية وأعلى تردد للأشعة السينية ؟

نشاط٢: احسب النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة السينية التي تصدر من أنبوبة يطبق عليها فرق جهد مقداره (١٠٠) كيلو فولت . واحسب كذلك تردد هذه الأشعة. **الجواب { ١) λ= ١.٢ × ١٠$^{-١١}$ متر ٢) f= ٢.٤ × ١٠^{١٩} هيرتز }**

نشاط٣ : تعمل أنبوبة الأشعة السينية على فرق جهد مقداره (١٢٤٠) فولت ، احسب كلاً مما يلي : ١- تردد الأشعة السينية المتولدة ٢- أقصر طول موجي للأشعة بالإنجستروم . علما بأن ع ض=٣ × ١٠^{٨} م/ث ، ش $_{e}$ = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول.ث ، الإنجستروم = ١٠$^{-١٠}$ متر . **الإجابة(٣×١٠^{٧١}هيرتز، ١٠ إنجستروم) (وزاري ٢٠١١ - ٢٠١٢ م)**

أشعـــة الليـــزر

*** فكرة الحصول عليها:** تعتمد على الانبعاث المستحث للإشعاع .

***كيف تم اكتشافها:** تنبأ العالم انشتاين بأنه يمكن تضخيم الضوء كما يضخم الصوت وفي عام ١٩٥٤م تم تطوير جهاز لتضخيم الأمواج القصيرة **غير المرئية** (الميكروية) ، سميت هذه الأشعة المضخمة **بأشعة الميزر** .

معنى الميزر: هي الأحرف الأولى لعبارة بالإنجليزية معناها تكبير الموجات القصيرة غير المرئية (الميكروية) بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع . استطاع العالم ثيودور ميمان عام ١٩٦٠ م من تصميم أول جهاز لتضخيم الأمواج الضوئية المرئية مستخدما بلورة الياقوت . وتسمى الأشعة المرئية المضخمة **بأشعة الليزر** .

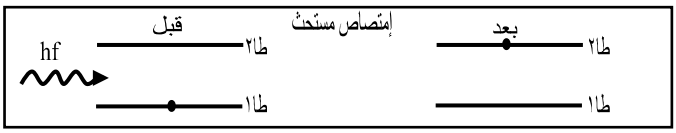
معنى الليزر: هي الأحرف الأولى لعبارة بالإنجليزية معناها تضخيم الضوء المرئي بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع.

ملاحظة: للذرة مستويات طاقة أدناها هو مستوى الطاقة الأرضي (ط١) وتكون الذرة فيه مستقرة ويليه مستويات الطاقة (ط٢، ط٣،...)وتكون هذه المستويات للذرة غير مستقرة (أي مثارة)

مبدأ توليد أشعة الليزر

تتفاعل المادة مع الإشعاع الساقط عليها بثلاث عمليات أساسية (وهذه العمليات هي مبدأ توليد أشعة الليزر) هي :

١- الامتصاص المستحث : عند قذف ذرة وهي في حالة مستقرة (ط١) بفوتون ضوئي طاقته تساوي الفرق في الطاقة بين المستويين (hf= ط٢- ط١) فإن الذرة تمتص طاقة الفوتون مما يؤدي إلى انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة (ط١)إلى المستوى (ط٢)(أي أن الذرة تصبح مثارة) تسمى هذه العملية بالامتصاص المستحث.



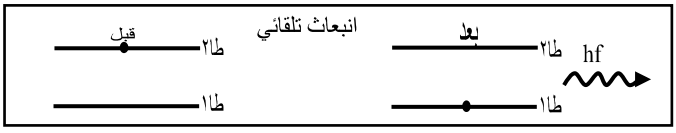
***تعريف الامتصاص المستحث :** هي عملية امتصاص الذرة لطاقة فوتونات ضوئية تكفي لنقل بعض الكتروناتها من مستوى الطاقة الأرضي إلى مستويات طاقة أعلى .

٢- الانبعاث التلقائي(الطبيعي): عندما تعود الذرة من الحالة المثارة في المستوى(ط٢) إلى حالتها المستقرة في مستوى الطاقة (ط١) من تلقاء نفسها فإنها تبعث بالطاقة التي امتصتها عند إثارتها على شكل إشعاع ضوئي يتميز بأن

١- له نفس تردد الفوتونات الساقطة (الفوتونات المسببة للإثارة)

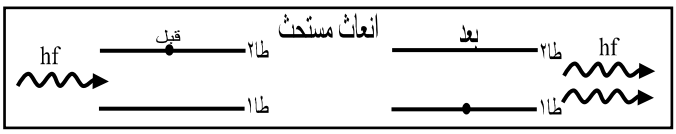
٢- أما التردد والطورللفوتونات المنبعثة فهما غير محددين(قد تكون متفقة أو مختلفة)

٣- تكون هذه الأشعة في اتجاهات مختلفة مثل الأشعة المنبعثة من المصابيح الكهربائية (علل) لأن كل ذرة تبعث بأشعتها بشكل مستقل عن الأخرى وتكون هذه الأشعة منتشرة في اتجاهات مختلفة



***تعريف الانبعاث التلقائي:** هي عملية انبعاث الأشعة من الذرات المثارة عند عودتها إلى حالتها المستقرة في مستوى طاقة أدنى بصورة تلقائية (أي دون مؤثر خارجي يؤثر عليها)

٣- الانبعاث المستحث: عند قذف ذرة مثارة في مستوى الطاقة (ط٢) بفوتون طاقته (hf= ط٢- ط١) فإنه يدفع الذرة (أي يحثها بالقوة)على الانتقال إلى المستوى الأرضي (ط١) وينتج عن ذلك انبعاث فوتون آخر (أي غير الساقط) يكون له نفس طاقة وطور واتجاه الفوتون الساقط. وهذا الانبعاث هو **أساس توليد أشعة الليزر**.



تعريف الانبعاث المستحث:عبارة عن عملية حث إلكترون في مستوى مثار على العودة إلى المستوى الأرضي .

***ملاحظة:** لا يحدث الانبعاث المستحث في الطبيعة وإنما تنبأ بحدوثه أينشتاين إذا توفرت شروط وخصائص معينة في مستويات الطاقة لذرات أو جزيئات عنصر معين ومن هذه الخصائص هو أن هنالك مستويات شبه مستقرة للذرات

ومن هذه الشروط اللازم توفرها :

١- أن يكون عدد الذرات المثارة في مستوى الطاقة (ط٢) أكبر من عدد الذرات في المستوى الأرضي (ط١) (**الاستيطان العكسي**).

ولتحقيق ذلك يجب أن يكون المستوى(ط٢) شبه مستقر (أي تستطيع الذرات الاستقرار فيه مدة زمنية أطول نسبياً (علل)وذلك حتى تتراكم الإلكترونات في هذا المستوى لفترة زمنية تكفي لحدوث عملية توليد أشعة الليزر) ويسمى تواجد الذرات في المستوى المثار(ط٢) **بالاستيطان العكسي** (علل) لأنه عكس الاستيطان الطبيعي الذي يحدث في المستوى الأرضي (ط١) .

٢- إجراء ترتيبات معينة تجعل خروج معظم الفوتونات متفقة في الطور والتردد والاتجاه.

س: ما المبدأ الذي يقوم عليه توليد الأشعة الليزرية. وزراي (٢٠٠٤-٢٠٠٥م)

جـ : مبدأ توليد أشعة الليزر هو : ١ - الامتصاص المستحث ٢ - الانبعاث التلقائي ٣ - الانبعاث المستحث

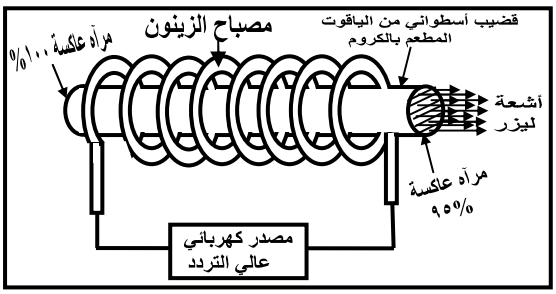
*** تعريف الاستيطان العكسي :** هو عملية زيادة عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة(طـ٢) عن عددها في المستوى (طـ١) .

* من الذرات التي تتمتع بمستويات شبه مستقرة : بلورة الياقوت.

جهاز ليزر الياقوت

ملاحظة: هنالك العديد من أنواع الليزرات منها ليزر الحالة الصلبة والسائلة والغازية ، ويتولد الليزر بأطوال موجية مختلفة .

*** تركيب جهاز ليزر الياقوت :**



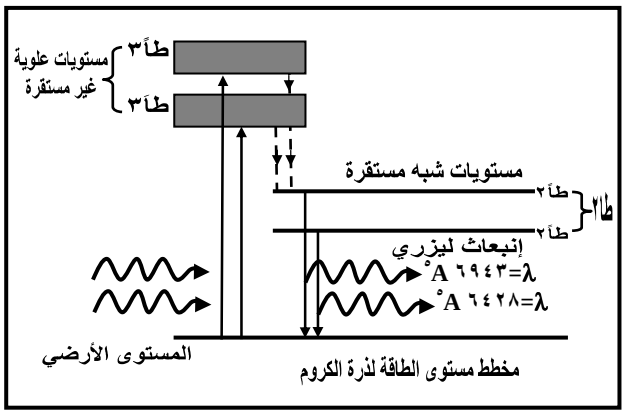
١ـ قضيب أسطواني من الياقوت **وهو** عبارة عن بلورة من أكسيد الألمنيوم AL_2O_3 طعمت بحوالي ٠.٠٥% من مادة الكروم (cr) التي **تكسب البلورة اللون الوردي** وهي **التي تثار وتبعث بأشعة الليزر**.

٢ـ مصباح الزينون ويكون **بشكل حلزوني** حول القضيب **(علل)** حتى يتم الحصول على أكبر كمية من الضوء **بغرض** إثارة ذرات الكروم لتنتقل من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى.

٣ـ مرآتان توضعان عند طرفي القضيب إحداهما عاكسة ١٠٠% والأخرى عاكسة بحوالي ٩٥% وضيفتهما عكس أشعة الليزر داخل القضيب بهدف حث ذرات أخرى على الانتقال من (طـ٢) إلى (طـ١) .

٤ـ مصدر جهد كهربائي عالي التردد.

عمل جهاز ليزر الياقوت

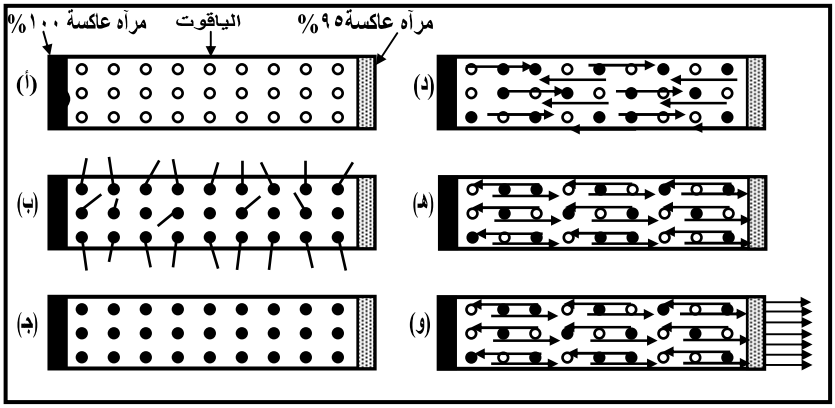


١ـ تثار ذرات عنصر الكروم بواسطة مصباح الزينون فتنتقل من المستوى الأرضي(طـ١) إلى المستوى العلوي المثار (طـ٣، طـ٣) وهذان المستويان غير مستقران وزمن عمر كلاً منهما(10^{-8}) ثانية أي أن الذرات تمكث فيه فترة زمنية تكاد لا تذكر.

٢ـ تنتقل هذه الذرات تلقائياً من (طـ٣، طـ٣) إلى مستوى الطاقة (طـ١) على مرحلتين هما:

أ ـ تعود الذرات من المستوى(طـ٣، طـ٣) إلى المستوى شبه المستقر (طـ٢، طـ٢)الذي زمن عمره حوالي (٣٠×10^{-3}) ثانية وبذلك يحدث استيطان عكسي للذرات فيه وهذا هو الشرط الأول للحصول على أشعة الليزر.

ب ـ تنتقل بعض ذرات الكروم من (طـ٢، طـ٢) تلقائياً إلى مستوى الطاقة (طـ١) وتبعث بفوتونات في كل الاتجاهات فتتشتت ولا يبقى منها سوى الفوتونات التي تتحرك ذهاباً وإياباً عمودي على مرآتي الجهاز وموازية لمحور اسطوانة قضيب الياقوت .



٣ـ تعمل هذه الفوتونات المتحركة عمودياً على المرآتين على حث الذرات الموجودة في (طـ٢، طـ٢) على العودة إلى (طـ١) قبل موعد عودتها تلقائيا مما يؤدي إلى انبعاث فوتونات لها نفس التردد والطور والاتجاه للفوتونات التي قامت بحثها.

٤ـ ونتيجة لحركة الفوتونات بين المرآتين ذهاباً وإياباً بسبب الانعكاسات على المرآتين فإنها تستحث ذرات أخرى على العودة إلى (طـ١) في كل ذهاب وإياب وبذلك يزداد ويتضخم عدد الفوتونات المنبعثة.

٥ـ عندما تزداد شدة الحزمة الضوئية إلى حداً معيناً فإنه ينفذ نسبة معينة منها إلى الخارج خلال المرآة العاكسة ٩٥ % ، على شكل حزمة متوازية ذات شدة عالية موحدة التردد ..... (أشعة ليزر) .

٦ـ الذرات التي انتقلت بالحث من (طـ٢) إلى المستوى (طـ١) يعاد ضخها (إثارتها) إلى المستويين العلويين (طـ٣، طـ٣) بواسطة مصباح الزينون ، وهكذا تستمر العملية.

ملاحظة:

١ـ من الشكل المقابل الذي يمثل مستويات الطاقة لعنصر الكروم نلاحظ أن: ١ـ المستوى (طـ٢) هو عبارة عن مستويين(طـ٢، طـ٢) وبالتالي فان الإشعاع الليزري يعطي في الحقيقة طولين موجيين مناظرين للانتقالين التاليين:

طـ٢ ← طـ١ $\lambda = ٦٩٤٣\ (A^\circ)$ ، طـ٢ ← طـ١ $\lambda = ٦٤٢٨\ (A^\circ)$

خصائص أشعة الليزر

١ـ أنها أشعة وحيدة اللون : (علل)

لأن الفوتونات التي تتكون منها تمتلك نفس كمية الطاقة (hf) وبالتالي فإنها تكون متفقة في التردد وفي الطور.

٢ـ أنها أشعة مترابطة: (علل) لأن الفوتونات التي تتكون منها متفقة في الطور وهذه الخاصية تجعلها تتداخل فيما بينها تداخل بناء.

٣ـ أنها أشعة ذات شدة عالية :(علل) لأن جميع موجاتها تنبعث من مصدرها في حزمة ضيقة مترابطة وذات طاقة عالية.

استخدامات أشعة الليزر

١ـ في مجال الطب : تستخدم في العمليات الجراحية الدقيقة كعمليات جراحة العيون أو الجملة العصبية وفي التشخيص والعلاج ويستخدم ليزر الياقوت في إزالة الوشم من الجلد والبقع السوداء من جلد المسنين.

٢ـ في مجال الصناعة : تستخدم في عمليات قص وثقب المعادن وتشكيلها وشق الأنفاق وحفر المناجم بفضل قدرتها على تليين الصخور الصلبة وتفتيتها مثل ليزر ثاني أكسيد الكربون.

٣ـ في مجال الملاحة الجوية : إذ تزود الطائرات بأجهزة قادرة على استقبال إشارات الليزر الصادرة من الأرض لتحديد أهدافها.

٤ـ في مجال الاتصالات ونقل المعلومات والصناعات الحربية ، إذ تصنع أسلحة فتاكة توجه بالليزر فتصيب أهدافها إصابة دقيقة.

٥ـ في مجال الأبحاث : تستخدم كأداة دقيقة للحصول على أفضل النتائج ، التي لم يكن الحصول عليها ممكناً بالوسائل التقليدية.

س : تستخدم نوع من الأشعة في المستشفيات لبعض عمليات التجميل مثل الحروق والبقع السوداء في الجلد . سم هذه الأشعة ، وما الجهاز المستخدم لذلك ؟ ارسمه مع كتابة البيانات عليه . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س: اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس الوحدة:

١- $(\lambda\ سـ_e\ جـ)$ ، $(ع_{ض}\ h)$ ٢- $\left(\frac{h}{سـ_e}\right)$ ، $\left(\frac{جـ}{f}\right)$

الإجابة:

١ـ وحدة قياس $\lambda سـ_e\ جـ$ = متر ×كولوم×فولت

وحدة قياس $ع_{ض} h$ = متر/ث×جول.ث = متر/ث×كولوم ×فولت.ث = متر×كولوم× فولت

٢ـ وحدة قياس $h / سـ_e$ = جول.ث/ كولوم = كولوم×فولت.ث/ كولوم= فولت. ث

وحدة قياس جـ / f = فولت ÷ ١/ ث = فولت.ث

إجابة أسئلة تقويم الوحدة

س١ : اختر الإجابة الصحيحة :

١ـ عندما تسقط أشعة ضوئية على لوح معدني ما فإنه تنطلق من سطح المعدن .

أ ـ فوتونات ضوئية **ب ـ إلكترونات ضوئية** جـ ـ نترونات دـ أشعة سينية

٢ـ إن أقصر طول موجي في الطيف المتصل للأشعة السينية يعتمد على :

أ ـ نوع مادة سطح الهدف في أنبوب الأشعة السينية **ب ـ فرق الجهد المطبق بين طرفي الأنبوب**

جـ ـ تردد الضوء الساقط على مادة سطح مصعد الأنبوب دـ شدة الضوء الساقط على سطح مادة مصعد الأنبوب

٣ـ تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على :

أ ـ تردد الضوء الساقط عليها ب ـ نوع مادة سطح مهبط الخلية **جـ ـ شدة الضوء الساقط عليها** دـ دالة شغل المادة.

س٢ :ضع العلامة (√) أمام العبارة الصحيحة والعلامة (x) أمام العبارة الخطأ فيما يلي :

ـ طاقة أشعة الليزر أكبر من سرعة الأشعة السينية في الهواء . (x)

ـ سرعة أشعة الليزر أكبر من سرعة الأشعة السينية في الهواء (x)

ـ في ليزر الياقوت عنصر الكروم هو المسئول عن الانبعاث الليزري (√)

ـ التردد الحرج يتعلق بنوع مادة سطح مهبط الخلية الكهروضوئية (√)

ـ عنصر الكروم يشكل ٩٥% من بلورة الياقوت (x)

ـ تيار الإشباع للخلية الكهروضوئية يعتمد على شدة الإشعاع الساقط عليها (√)

ـ عملية الامتصاص هي عملية انتقال تلقائية من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أعلى (x)

ـ جهد الإيقاف يتوقف على تردد الضوء الساقط على الخلية الكهروضوئية (√)

ـ الانبعاث الليزري هو انبعاث مستحث (√)

س٣: عند سقوط أشعة فوق البنفسجية على لوح من الزنك موجب الشحنة ، ماذا يحدث للشحنات ؟ (إعط تفسيراً لجوابك)الإجابة ص ١٤

س٤: ماذا يحدث للفوتونات عندما تصطدم بسطح فلز؟ جـ: يفنى الفوتون ويعطي طاقته للإلكترون

س٥: ما هي الظاهرة الكهروضوئية ؟ وما هي الإلكترونات الضوئية ؟ الإجابة صفحة ١٤

س٦: ارسم مخطط الجهاز الذي استخدمه مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية . الإجابة صفحة ١٥

س٧: اشرح معادلة اينشتاين في تفسيرها للظاهرة الكهروضوئية . صفحة ١٧

س٨: ارسم مستويات الطاقة لعنصر الكروم في بلورة الياقوت وبين عليها الانتقالات التلقائية والحثية بين مستويات الطاقة في عملية توليد الليزر.الإجابة صفحة٢٤

س٩: اشرح عميلة توليد ليزر الياقوت بالاستعانة بمخطط مستويات الطاقة لعنصر الكروم.الإجابة صفحة ٢٤

س١٠: أذكر استخداماً واحداً لكل من :

أ ـ الخلية الكهروضوئية ب ـ الأشعة السينية جـ ـ أشعة ليزر الياقوت . الإجابة مع الدروس.

جميع الأسئلة التالية تم جمعها من امتحانات وزارية لأعوام سابقة

س: اكمل الفراغات التالية :

١ـ إذا شحن سطح لوح من الزنك بشحنة موجبة فإن شحنته تزداد إيجابية عند سقوط الضوء عليه وانفراج ورقتي الكشاف يبقى كما هو ، بينما عند وضع لوح زجاج عادي عليه وأسقطت أشعة ضوئية ، فإن ورقتي الكشاف .....

٢ـ عندما تسقط اشعة ضوئية على لوح معدني تنطلق من سطح المعدن الكترونات .....

٣ـ يعتبر الإنبعاث ..... هو أساس توليد أشعة الليزر

٤ـ عند سقوط أشعة فوق بنفسجية على لوح خارصين موجب الشحنة ..... ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

٥ ـ المدار الذي لا يسمح بتواجد الإلكترون فيه هو المدار ..... ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س: ضع علامة (√) أما العبارة الصحيحة وعلامة (x) أما العبارة الخاطئة فيما يلي:

١ـ إذا سقطت أشعة فوق بنفسجية على سطح لوح من الخارصين سالب الشحنة فإن شحنته تزداد سالبية . ( )

٢ـ من أبرز خصائص أشعة الليزر أنها بالغة الشدة وترددتها متقاربة ومختلفة الطور ( )

٣ـ الطيف الذي تشعه العناصر الكيميائية المثارة عبارة عن طيف خطي غير متصل ( )

٤ـ كاثود الخلية الكهروضوئية يجب أن يكون مقعر الشكل حتى لا تتجمع الإلكترونات عند مركز تكوره ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٥ـ الظاهرة الكهروضوئية هي انبعاث الكترونات من سطح فلز عندما يسقط عليه ضوء موجوته طويلة جداً ( )

٦ـ من أبرز خصائص أشعة الليزر أنها بالغة الشدة وترددتها متباعدة ( )

٧ـ يعتمد طول موجة الإشعاع المستحث من الاشعة السينية وتردده على نوع المعدن ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٨ـ تصل كل الالكترونات لآنود الخلية الكهروضوئية ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

٩ ـ لكي تصبح ذرة الهيدروجين متأينة فإن الكترونها يحتاج الى طاقة مقدارها (ـ ١٣.٦) الكترون فولت ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٠ـ تتناسب الطاقة الحركية للإلكترونات المحررة من سطح المهبط طردياً مع شدة الضوء الساقط عليه ( )

١١ـ عندما تسقط أشعة ضوئية على لوح معدني تنطلق من سطح المعدن فوتونات ضوئية ( )

١٢ـ تؤدي الخلية الكهروضوئية عملها في حالة سقوط الأضواء المرئية عليها ، أو الأضواء غير المرئية . ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٣ـ الانبعاث الليزري هو انبعاث مستحث ( )

١٤ـ المنحنى المميز للخلية الكهروضوئية يتعارض مع النظرية التقليدية ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٥ـ عند سقوط أشعة فوق بنفسجية على كشاف كهربي سالب الشحنة فإنه يصبح موجباً ( ) مع تصحيح الخطأ إن وجد

١٦ـ تختلف الفلزات من حيث نوع الاشعة التي تسبب إنطلاق الكترونات من سطوحها ( )

١٧ ـ الطيف المميز لأشعة السينية طيف مستمر ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

١٨ ـ جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية يتوقف على شدة الضوء الساقط عليها ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

١٩ ـ الاستيطان العكسي هو أحد شروط حدوث الامتصاص المستحث للأشعة الليزرية ( ) ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

٢٠ ـ تعمل الخلية الكهروضوئية عند سقوط أشعة ضوئية عليها سواء كانت مرئية أو غير مرئية . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س: اختار الإجابة الصحيحة من بين الأقواس :

١ـ إذا كان الطول الموجي للأشعة السينية (١٢.٤) A° فإن طاقة الفوتون فيها (10^{-2} / 10^{-3} / 10^{-4} / 10^{-5})

٢ـ تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على:

(تردد الضوء الساقط عليها ـ شدة الضوء الساقط عليها ـ نوع مادة سطح مهبط الخلية ـ دالة شغل المادة)

٣ـ ليزر الياقوت هو أحد ليزرات الحالة الصلبة وهو عبارة عن بلورة ($AL(OH)_3$ ، Mgo ، Fe_2O_3 ، Al_2O_3)

٤ـ اذا كان جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية (٥فولت) فإن طاقة حركة الإلكترونات (٢٠ ، ١٥ ، ١٠ ، ٥) الكترون فولت

٥ـ ظاهرة انبعاث الكترونات من سطح فلز يعود الى تعرض الفلز لـ (درجة الحرارة ـ الضوء الأزرق ـ الضوء الأحمر ـ الأشعة فوق البنفسجية)

٦ـ ليزار الياقوت المكون لجهاز توليد أشعة الليزر عبارة عن بلورة من (أكسيد النحاس ، هيدروكسيد الألومنيوم ، كلوريد الألومنيوم ، أكسيد الومنيوم)

٧ـ إستناداً إلى أنواع الأشعة الشمسية فإن الأشعة السينية تنتمي الى الأشعة (المرئية ـ فوق البنفسجية ـ تحت الحمراء ـ غير المرئية)

٨ـ عندما تسقط أشعة سينية على سطح لوح معدني فإنه تنطلق من سطحه (فوتونات ضوئية ـ الكترونات ضوئية ـ نيوترونات ـ بروتونات

٩ـ أكتشفت الظاهرة الكهروضوئية على يد العالم (هرتز ـ ماكس ويل ـ هنري ـ بوهر)

١٠ ـ يصنع انتفاخ الخلية الكهروضوئية من ...

(الزجاج العادي ـ الألمنيوم اللامع ـ الزجاج الكوارتز ـ المطاط الصلب)

١١ ـ انتقال الإلكترون من مستوى طاقة خارجي إلى مستوى طاقة الوضع يمثل سلسلة ... (بالمر ـ ليمان ـ براكيت ـ كل ما سبق) ٢٠١٢ م

س علل

١ـ يلاحظ مرور تيار كهربائي في دائرة الخلية الكهروضوئية بالرغم من أن فرق الجهد بين الآنود والكاثود صفر .

٢ـ عند وضع لوح زجاجي عادي على سطح معدن الزنك عند سقوط أشعة فوق بنفسجية عليه .

٤ـ إنتفاخ الكوارتز في الخلية الكهروضوئية مفرغ من الهواء.

٥ـ الخلية الكهروضوئية حجم الآنود صغير مقارنة بحجم الكاثود .

٦ـ حدوث ظاهرة انبعاث الالكترونات من سطح فلز .

٧ـ توصف أشعة إكس بأنها أشعة طبية . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

٨ـ التأثير الكهروضوئي لإينشتين أحدث ثورة في علم الفيزياء . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١: باستخدام وحدات القياس : اثبت أن الكميتين الآتيتن متساويتان (fh) (جـ × λ×ش) حيث (جـ) فرق الجهد ، (ش) الشحنة والكهربائية.

س٢: ماذا يحدث إذا : ١ـ سقطت أشعة الفا ، وأشعة المهبط على مادة فلوريسية.

٢ـ لم تحاط أنبوبة توليد الأشعة السينية بدرع واق.

س٣: ما فائدة الآتي : ١ـ أشعة إكس في الطب .

س٤: اذكر استخداماً واحداً لكل من : الخلية الكهروضوئية ، الظاهرة الكهروضوئية

س٥: ما وظيفة كلاً من : الخلية الكهروضوئية ، مصباح الزينون في ليزر الياقوت

س٦: تحدث عن استخدامات الأشعة السينية وأشعة الليزر في الطب .

س٧: ما التطبيقات لكل مما يأتي : ١ـ الانبعاث المستحث

س٨: ما المقصود بكل من : ١ـ تيار التسبع ٢ـ جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية ٣ـ التردد الحرج في الضوء ٤ـ العدد الموجي

س٩: عندما يحجب الضوء عن الخلية الكهروضوئية فإنه لا يمر تيار كهربائي بدائرتها ، كيف تتحقق من ذلك .

س١٠: أكتب المفهوم العلمي لما تعنية العبارة : تضخيم الموجات القصيرة بواسطة الأنبعاث المستحث للإشعاع

س١١: سمي الأجهزة التي توجد فيها الأشياء التالية : مصباح الزينون

س ١٢: قارن بين التفسير الكلاسيكي والكمي في الظاهرة الكهروضوئية ، من حيث شدة الضوء ، والتردد . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١٣ : قارن بين الأشعة السينية وأشعة الليزر من حيث طبيعتها واستخدامها في الطب . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١٤ : ماذا يقصد بكل مما يلي ؟: ٣ـ الانبعاث الليزري . ٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م

س١٤: إلكترون كتلته (٩.١ × ١٠$^{-٢٨}$) جم وكمية تحركه (٩.١ × ١٠$^{-٢٤}$) كجم . متر / ث ، أصطدم بهدف من التنجستن فتوقف فجأة . أحسب الطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة مقدرة بالإنجستروم علماً بأن سرعة الضوء (٣× ١٠^{٨})م/ث ، ثابت بلانك (٦.٦٣٥ × ١٠$^{-٣٤}$) جول × ث . الجواب (٤٣ انحستروم)

س١٥: أضيئ سطح معدني بضوء أحادي اللون طول موجته (٥٠٠٠) أنجستروم فإذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من سطح المعدن هي (٢.٤٨) إلكترون فولت فاحسب كلاً مما ياتي :

١ـ طاقة فوتون هذا الضوء .

٢ـ هل تنبعث الكترونات من سطح هذا المعدن ؟ وكم تكون طاقتها الحركية ؟ علماً بأن ثابت بلانك h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول × ث ، وسرعة الضوء = ٣× ١٠^{٨} م/ث وشحنة الإلكترون= ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم

الجواب { ١) ٣.٩٧٥×١٠$^{-١٩}$جول=٢.٤٨ إ.ف ٢) نعم والطاقة الحركية = صفر}

س١٦: سقطت أشعة فوق بنفسجية ذات طول موجي (٢٥ × ١٠$^{-٦}$) سم على سطح فلز فإذا علمت أن الطاقة اللازمة لانتزاع الإلكترونات من سطحة (٣٤ ×١٠$^{-٢٠}$) جول فاحسب الآتي ١ـ أقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة ٢ـ جهد الإيقاف اللازم استخدامه (٢٠١٠ / ٢٠١١م)

الجواب { ١)ع= ١.٣× ١٠^{٩} م/ث ٢) جـ=-٢.١٢٥× ١٠^{١٨} فولت}

س : ١٧ : ما الذي يمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية.

س ١٨: احسب فرق الجهد اللازم للحصول على أشعة سنية طولها الموجي (٢٤٨٤ A$^{\circ}$) انجستروم علماً بأن ثابت بلانك h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول . ثانية ، وشحنة الألكترون = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كوللوم ، وسرعة الضوء ٣ × ١٠^{٨} م/ث

الجواب (جـ = ٥ فولت) وزاري (٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م)

س١٩: احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية التي تصدر من انبوبة يطبق عليها فرق جهد مقداره (١٠٠)كيلوفولت علما بأن h = ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول . ثانية ، وشحنة الإلكترون = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ كوللوم ، وسرعة الضوء ٣ × ١٠^{٨} م/ث

الجواب (١.٢٤ × ١٠$^{-١١}$متر) وزاري (٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م)

الأسئلة التالية(خاصة بالوحدة السادسة) تم جمعها من سبعة نماذج لإمتحانات وزارية للعام ٢٠١٢ ـ ٢٠١٣ م

س١: ضع علامة صح أمام العبارة الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارة الخطأ ، لكل مما يأتي :

١ـ الأطوال الموجية للأشعة السينية أكبر بكثير من الأطوال الموجية لأشعة الليزر.( )

٢ـ ترددات الأشعة السينية أقل بكثير من ترددات الضوء المرئي . ( )

٣ـ يتوقف عدد الإلكترونات المتحررة من سطح الفلز على تردد الضوء الساقط عليه . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٤ـ الانبعاث الليزري انبعاث تلقائي ( )

٥ـ سرعة أشعة الليز أقل من سرعة الأشعة السينية . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٦ـ كلما زاد تردد الضوء الساقط على كاثود الخلية الكهروضوئية زادت حركة الإلكترونات المنبعثة منه . ( )

٧ـ ليزر الياقوت هو أحد ليزر الحالة الصلبة . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

٨ـ أساس توليد أشعة ليزر الياقوت هو الانبعاث المستحث لذرات عنصر الكروم . ( )

٩ـ الانبعاث التلقائي هو أساس توليد أشعة الليزر . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

١٠ـ تستخدم الأشعة السينية في تفتيت الحصوات في الكلي والمرارة . ( )

١١ـ الإشعاع الكهرومغناطيسي الضوئي الذي طول موجته (٥٠) إنجستروم يعد أشعة ليزرية . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ أينما وجد

١٢ـ يمكن تحليل أشعة الليزر بواسطة المنشور الثلاثي . ( )

١٣ـ كاثود الخلية الكهروضوئية مقعر الشكل ومطلي بمادة تبعث بالإلكترونات عند سقوط الضوء عليها . ( ) الفقرة مع تصحيح الخطأ

س٢: علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :

١- من غير الممكن تحليل أشعة ليزر الياقوت .

٢- بالرغم من أن فرق الجهد بين المصعد والمهبط في الخلية الكهروضوئية صفر إلا أننا نلاحظ مرور تياراً كهربائياً .

٣- يزداد جهد الإيقاف كلما زاد تردد الضوء الساقط .

٤- من الممكن توجيه أشعة الليزر بحيث تقطع مسافات طويلة جداً دون تشتت خطوطها .

٥- تحاط أنبوبة توليد الأشعة السينية بدرع واق من الرصاص .

٦- لا يمر تيار كهربائي في دائرة الخلية الكهروضوئية عند حجب الضوء عن كاثودها .

٧- لا يمر تيار كهربائي في دائرة الخلية الكهروضوئية عندما $f < f_{\circ}$

س٣: ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة من بين القوسين لكل فقرة من الفقرات التالية :

١- إذا زادت شدة الضوء الساقط على كاثود الخلية الكهروضوئية فإنه يزداد .....
(شدة تيار التشبع ، جهد الإيقاف ، طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة ، سرعة الإلكترونات المنبعثة)

٢- إذا سقطت أشعة فوق بنفسجية على لوح الخارصين الموجب ، فإن .....
(شحناته الموجبة تقل ، شحناته الموجبة تزداد ، شحناته تتعادل ، شحناته تصبح سالبة)

٣- إذا كان فرق الجهد في أنبوبة الأشعة السينية ٢٠ × ٣١٠ فولت ، فإن النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة .....
(٦٢١ ، ٦.٢١ ، ٠.٦٢١ ، ٦٢.١) A°

٤- تتوقف الأطوال الموجية للطيف المتصل للأشعة السينية على .....
(فرق الجهد ، طاقة المستويات في الذرة ، نوع مادة الهدف ، عدد الإلكترونات الساقطة على الهدف)

٥- أشعة الليزر عبارة عن اشعة من جسيمات صغيرة تسمى .....
(إلكترونات ، بروتونات ، نيوترونات ، فوتونات)

٦- تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على .....
(جهد الإيقاف ، تردد الضوء الساقط ، شدة الضوء الساقط ، دالة الشغل)

٧- إذا كانت دالة الشغل لسطح فلزي (٤.٠٨) إ . ف وطاقة الشعاع الضوئي الساقط عليه (٤.١٤) فإن طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة تساوي .... (٦ ، ٠.٦ ، ٠.٠٦ ، ٠.٠٠٦) إ . ف .

س٤: ما المقصود بكل من ؟

١) التردد الحرج ٢)عرف الليزر ٣) أشعة الليزر

س٤: احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية المنبعثة إذا كانت كمية حركة الإلكترون عند اصطدامه بالهدف (٦٣.٧ × ١٠-٢٥ كجم .م/ث) ،
علماً بأن : (ك e = ٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول . ثانية ، ع ض= ٣ × ١٠ ^{٨} م/ث)

س٥: سقط ضوء أحادي اللون طول موجته (٥٠٠٠) إنجستروم على سطح معدن ، فإذا كانت أقل طاقة لازمة لنزع الإلكترون هي (٣.٢ × ١٠ $^{-١٩}$ جول) ، علماً بأن : h = ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول . ثانية ، ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م/ ث ، فأوجد :
١. طاقة الفوتون الساقط . ٢. الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة بالجول .

س٦: احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدورجين عندما ينتقل إلكترونها من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني ، علماً بأن R_H= ١٠٩٦٧٧.٦ سم $^{-١}$.

س٧: إذا علمت أن أكبر طول موجي يلزم لتحرير إلكترون من سطح فلز(٤١٠) A $^{\circ}$ ، فإذا أضيء سطح الفلز بضوء طول موجته ٦٠٠٠ A° ، h = ٦.٦٢٥ × ١٠-٣٤ جول .ثانية ، ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م / ث ، ش e =١.٦ × ١٠-١٩ كولوم ، احسب :
١. طاقة حركة الإلكترون المنبعث بـ e . v . ٢. جهد الإيقاف .

س٨: احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية المنبعثة إذا كانت كمية حركة الإلكترونات عند اصطدامه بالهدف (٦٣.٧ × ١٠-٢٥ كجم . م /ث) ، علماً بأن : كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية ،ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م / ث

س٩: اصطدم إلكترون كمية تحركه (١.٩ × ١٠ $^{-٢٤}$) نيوتن . ث بهدف من التنجستين ، احسب الطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة ، مع العلم م أن : (كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، ع ض = ٣ × ١٠ ^{٨} م / ث ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية)

س١٠: سقط ضوء على سطح فلز دالة شغله (٧.٧ × ١٠ $^{-١٩}$) جول ، فانبعثت منه إلكترونات سرعتها (٥ × ١٠ ^{٥}) م / ث ، اعتبر (كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية)

س١١: احسب أكبر تردد للأشعة السينية المنبعثة من أنبوبة توليد الأشعة السينية إذا كانت كمية التحرك للإلكترونات عند اصطدامه بالهدف = ٦٣.٧× ١٠-٢٥ كجم . م / ث علماً بأن : (كe =٩.١ × ١٠ $^{-٣١}$ كجم ، h= ٦.٦٢٥ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ثانية)

س١٢: أثبت أن كل كميتين فيزيائيتين تاليتين لهما وحدة القياس نفسها :

١) ش e × جـ ، ع ض h ٢) ك ع ^{٢} ، h.f ٣) ع ض h / λ ، جـ . ش e ٤) ك $_{e}$ ع $_{e}$ = جـ ش $_{e}$

س١٣: اذكر استخداماً واحداً لمصباح الزينون في ليزر الياقوت .

نتقبل النقد البناء الذي يخدم العلمية التعليمية

تواصلوا معنا عبر صفحتنا على الفيس بوك صفحة (الفريد في الفيزياء) أو صفحة (محمد عبد الرحمن الشرعبي)
أو عبر صفحة (سؤال وجواب) في موقع الفريد في الفيزياء
إعداد وتصميم أ / محمد عبد الرحمن علي الشرعبي

الوحـــــدة الأولـــــى

كمية التحرك والمقذوفات

Momentum and Projectiles

أي جسم يتحرك في خط مستقيم يقال: إنه يتحرك حركة خطية وأي جسم متحرك كتلته (ك) وسرعته (ع) فهناك علاقة تربط بين كتلته وسرعته تسمى كمية التحرك الخطي.

كمية التحرك الخطي:

فيزيائية تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.

$$\overleftarrow{\text{كت}} = \text{ك} \times \overleftarrow{\text{ع}}$$

الوحدة العملية:

1) كجم. م/ث 2) جم. سم/ث

وكمية التحرك كمية متجهة واتجاهها هو اتجاه سرعة الجسم المتحرك.

قانون(مبدأ): حفظ كمية التحرك الخطي.

كمية التحرك الكلية للأجسام المتصادمة قبل التصادم تساوي كمية التحرك الكلية لها بعد التصادم.

∴ كت قبل التصادم = كت بعد التصادم

العوامل التي تتوقف عليها كمية التحرك:

1) كتلة الجسم (ك). حيث كت α ك أي تتناسب طردياً مع الكتلة.

2) سرعة الجسم (ع). حيث كت α ع أي تتناسب طردياً مع السرعة.

1) كمية تحرك سيارة أكبر من كمية تحرك لعبة على هيئة سيارة تتحرك بنفس السرعة.

لكبر كتلتها فتزداد كمية تحركها.

2)نبذل شغل أكبر لتحريك سيارة نقل كبيرة بنفس سرعة سيارة صغيرة.

لكبر كتلتها فتقل سرعتها فيلزم بذل شغل أكبر لزيادة سرعتها.

3)تأثير رصاصة منطلقة من مسدس أكبر من الاختراق فما لو كانت منطلقة باليد.

لزيادة سرعتها فتزداد كمية تحركها ويزداد الاختراق.

سؤال وزاري (1):

احسب كمية تحرك جسم كتلته 400 جرام يتحرك بسرعة 5م/ث.

الإجابة النموذجية

ك = 400جم = $\frac{400}{1000}$ = 0.4كجم ع = 5م/ث كت=؟

كت = ك× ع = 0.4 × 5 = 2 كجم. م/ث

كمية التحرك مقدار ثابت للجسم طالما بقت الكتلة والسرعة ثابتتين وتنتقل من جسم لآخر عند حدوث تصادم بينهما.

أنواع التصادمات:

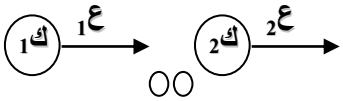
تنقسم حسب:

(1) المرونـــــــــة: إلى تصادم مرن – تصادم غير مرن.

(2) الأبعاد (الاتجاهات): إلى تصادم في بعد واحد – تصادم في بعدين.

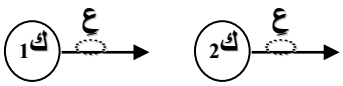
أولاً: التصادم حسب المرونة

(1) التصادم المرن:



هو التصادم الذي تكون فيه مجموع الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة قبل التصادم مساوية لمجموع الطاقة الحركية لها بعد التصادم.

أي طاح قبل التصادم = طاح بعد التصادم.



الحركة في اتجاه واحد

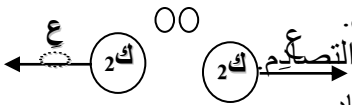
وبتطبيق قانون حفظ كمية التحرك على التصادم:



$\therefore$ ك$_1$ ع$_1$ + ك$_2$ ع$_2$ = ك$_1$ ع$_1$ + ك$_2$ ع$_2$

حيث ع$_1$ ، ع$_2$ سرعة الجسم الأول والثاني قبل التصادم.

ع$_1$، ع$_2$ سرعة الجسم الأول والثاني بعد التصادم



الحركة في اتجاهين مختلفين

سؤال وزاري توضيحي للتصادم

تصادم جزيئات غاز – تصادم كرتي بلياردو– سقوط كرة على الرخام..

سؤال وزاري توضيحي

يتحرك جسمان كتلتاهما 4 ، 8 كجم على خط مستقيم بسرعة 10م/ث، 6م/ث، على الترتيب فإذا تصادما وأصبحت سرعة الجسم الصغير بعد التصادم 4م/ث في نفس اتجاهه السابق عين سرعة الجسم الكبير، واتجاهه بعد التصادم في الحالتين:

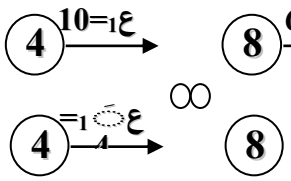
1) الجسمان كانا يتحركا في اتجاه واحد (الأول يلحق بالثاني).

2) الجسمان كانا يتحركا في اتجاهين مختلفين.

الإجابة النموذجية

:

[1] الحركة في اتجاه واحد



$\because$ ك$_1$ ع$_1$ + ك$_2$ع$_2$ = ك$_1$ ع$_1$ + ك$_2$ ع$_2$

$\therefore$ 4 × 10 + 8 × 6 = 4 ×4 + 8 ع$_2$

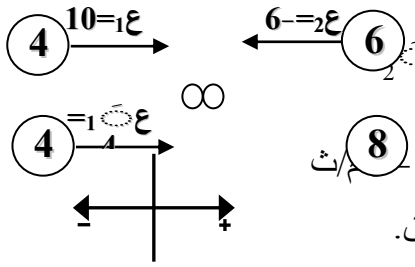
40 + 48 = 16 + 8 ع$_2$

88 – 16 = 8 ع$_2$

$72 = 2 \times ع_2 \Leftarrow ع_2 = \frac{72}{8} = 9$م/ث.

∴يتحرك الجسم في نفس اتجاهه السابق (لأن إشارة السرعة موجبة كما كانت قبل التصادم)

[2] الحركة في اتجاهين متضادين:



$ك_1ع_1 + ك_2ع_2 = ك_1ع_1 + ك_2ع_2$

$4 \times 10 - 6 \times 8 = 4 \times ع_1 + 8 \times ع_2$

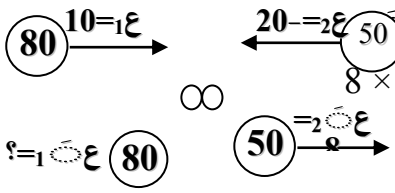
$-24 = 8ع_2 \Leftarrow ع_2 = \frac{-24}{8} =$ -3م/ث

∴ يتحرك الجسم في نفس اتجاهه السابق.

سؤال وزاري توضيحي

يتحرك جسم كتلته 80 جرام بسرعة 10سم/ث فاصطدم بجسم آخر كتلته 50جم متحرك بسرعة 10سم/ث في خط مستقيم في الاتجاه المضاد فإذا ارتد الجسم الثاني بسرعة 8سم/ث. عين سرعة الأول واتجاهه بعد التصادم.

الإجابة النموذجية



∴$ك_1ع_1 + ك_2ع_2 = ك_1ع_1 + ك_2ع_2$

$80 \times 10 - 50 \times 20 = 80 \times ع_1 + 50 \times 8$

$800 - 1000 = 80 \times ع_1 + 400$

$-200 - 400 = 80 \times ع_1$

$-600 = 80ع_1 \Leftarrow ع_1 = \frac{-600}{80} =$ -7.5سم/ث

يتحرك الجسم عكس اتجاهه السابق (إشارة السرعة سالبة عكس إشارتها قبل التصادم)

(2) التصادم غير المرن:

هو التصادم الذي تكون فيه الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة بعد التصادم أقل من طاقتها الحركية قبل التصادم.

أي طاح بعد التصادم < طاح قبل التصادم

سؤال وزاري للتصادم:

تصادم سيارتين / تصادم رصاصة مع هدف/ سقوط كرة زجاج على الأرض.

1) شرط تساوي طاقتي الحركة قبل وبعد التصادم لا يحدث إلا في حالة واحدة فقط هي: تصادم جسيمان النواة (البروتون والنيوترون) ولذلك يسمى تصادم تام المرونة.

2) بناءاً عليه أي تصادم يفقد طاقة حركية في صورة صوت- ضوء – حرارة – شغل يبذل في نشوة الجسمين.

3) إذا كان مقدار الفقد في الطاقة صغير يسمى تصادم مرن، أما إذا كان مقدار الفقد في الطاقة كبير يسمى تصادم غير مرن.

4) لا يوجد في الحياة تصادم عديم المرونة أي يفقد كل الطاقة الحركية بعد التصادم.

س/ ولكن كيف نفرق في المسائل بين التصادم المرن – غير المرن؟

إذا ذكر تصادم جسمان ثم:

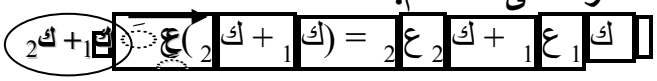
كونا جسماً واحداً.
أو التحما.
أو التصقا.

∴ التصـــادم غيـــر مرن



وكما بالشكل المقابل.

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك على التصادم:



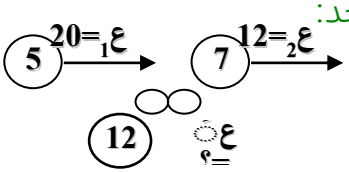
سؤال وزاري توضيحي

يتحرك جسمان كتلتاهما 5 كجم، 7كجم بسرعة 20م/ث، 12م/ث على الترتيب فإذا تصادما وكونا جسماً واحداً. عين سرعة الجسم واتجاهه بعد التصادم في الحالتين:

1) الجسمان كانا يتحركان في اتجاه واحد.
2) الجسمان كانا يتحركان في اتجاهين متضادين.

الإجابة النموذجية

[1] الحركة في اتجاه واحد:

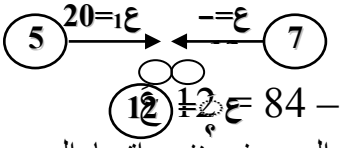


∵ ك1 ع1 + ك2 ع2 = (ك1 + ك2) عَ

∴ (7+5) عَ = 12 × 7 + 20 × 5 ⇐ 12 عَ = 84 + 100

∴ 12 عَ = 184 ⇐ عَ = $\frac{184}{12}$ = 15.3 م/ث في نفس اتجاههم.

[2] الحركة في اتجاهين متضادين:



ك1 ع1 + ك2 ع2 = (ك1 + ك2) عَ

∴ 12 عَ = 12 × 7 – 20 × 5 ⇐ 12 عَ = 84 – 100

∴ 12 عَ = 16 ⇐ عَ = $\frac{16}{12}$ = 1.3 م/ث أي يتحرك الجسم في نفس اتجاه الجسم الصغير قبل التصادم.

سؤال وزاري توضيحي

اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:

جسمان متماثلان يتحرك أحدهما بسرعة 10م/ث نحو الجسم الآخر الساكن فإذا التصقا بعد التصادم فتكون السرعة المشتركة لهما بعد التصادم.....

(5م/ث – 10م/ث – 15م/ث)

الإجابة النموذجية

∵ الجسمان متماثلان أي متشابهان ∴ متساويان في الكتلة أي $ك_1$

$= ك_2 = ك$

∵ $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع_َ$

∴ $ك \times 10 + ك \times صفر = 2 ك ع_َ$

$10ك = 2 ك ع_َ$ ∴ $ع_َ = \frac{10 ك}{2 ك}$ = 5م/ث

سؤال وزاري توضيحي

تحرك جسم كتلته 8كجم بسرعة 20م/ث في خط مستقيم فاصطدم بجسم آخر ساكن كتلته 6كجم وبعد التصادم تحرك الجسم الثاني بسرعة10م/ث أما الجسم الأول فتحرك واصطدم بجسم ثالث كان ساكناً كتلته 2كجم والتحما معاً. احسب سرعة الجسم المتكون بعد التصادم.

الإجابة النموذجية

يلاحظ من السؤال وزاري أن المسألة عبارة عن:

تصادم مرن بين الجسمين الأول والثاني

8 ← $ع_1 = 20$ ← 8 ، 6 ← $ع_2 = صفر$

8 ← $ع_1 = ؟$ ← 8 ، 6 ← $ع_2 = 10$

تصادم غير مرن بين الجسمين الأول والثالث

8 ← $ع_1 = ؟؟$ ← 8 ، 2 ← $ع_2 = صفر$

10 ← $ع_َ = ؟؟؟$

∴ نوجد سرعة الجسم الأول بعد التصادم المرن وهي عبارة عن سرعته قبل التصادم غير المرن.

التصادم المرن: $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = ك_1 ع_َ_1 + ك_2 ع_َ_2$

$$\therefore 8 \times 20 + 6 \times صفر = 8ع_1 + 6 \times 10$$

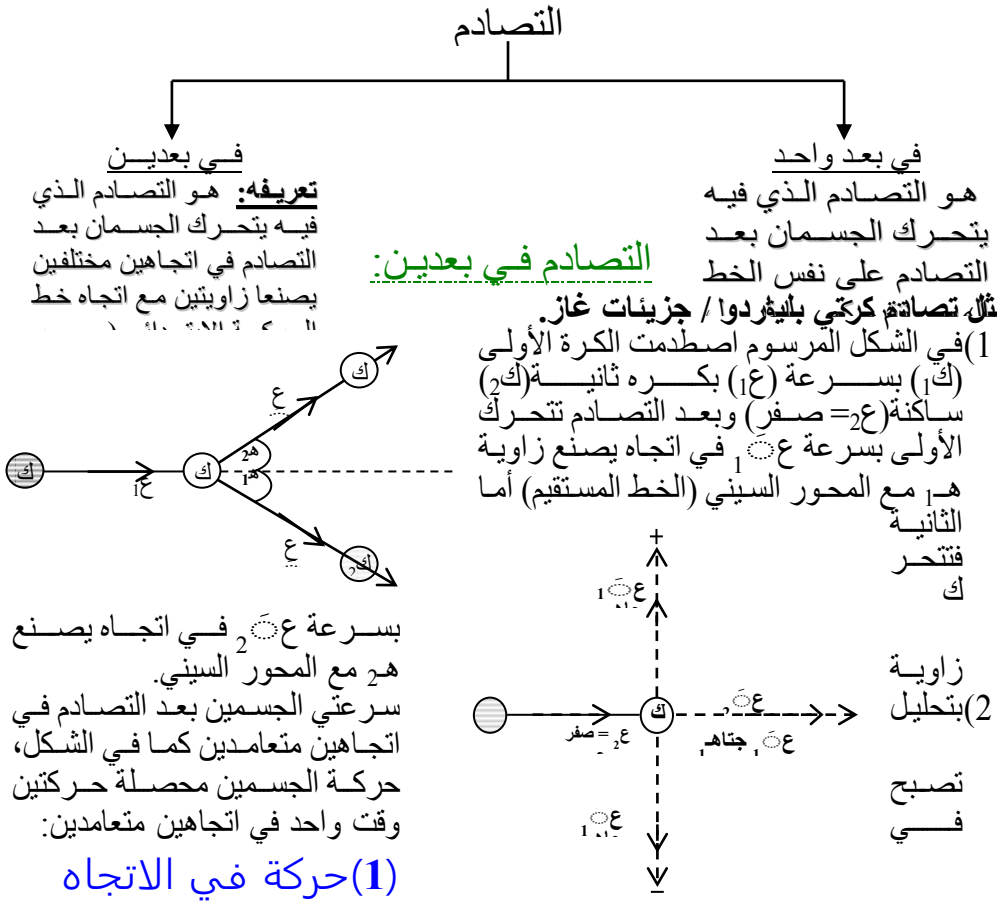
$$8ع_1 = 160-60 \Leftarrow 8ع_1 = 100 \Leftarrow ع_1 = \frac{100}{8} = 12.5 \text{ م/ث}$$

التصادم غير المرن: $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) عَ$

$$\therefore 8 \times 12.5 + 2 \times صفر = (8+2)عَ \Leftarrow 100 = 10عَ \Leftarrow عَ = \frac{100}{10} = 10 \text{ م/ث}$$

ثانياً: التصادم حسب الأبعاد:

التصادم سواءً مرن أو غير مرن يمكن تقسيمه كما يلي:



التصادم في بعدين:

مثال: تصادم كرتي بليارد / جزيئات غاز.

1)في الشكل المرسوم اصطدمت الكرة الأولى ($ك_1$) بسرعة ($ع_1$) بكره ثانية($ك_2$) ساكنة($ع_2$= صفر) وبعد التصادم تتحرك الأولى بسرعة عَ$_1$ في اتجاه يصنع زاوية هـ$_1$ مع المحور السيني (الخط المستقيم) أما الثانية فتتحرك بسرعة عَ$_2$ في اتجاه يصنع هـ$_2$ مع المحور السيني.

2)بتحليل سرعتي الجسمين بعد التصادم في اتجاهين متعامدين كما في الشكل، تصبح حركة الجسمين محصلة حركتين وقت واحد في اتجاهين متعامدين:

(1)حركة في الاتجاه الأفقي (علي المحور السيني):

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك:

مجموع كمية التحرك للكرتين قبل التصادم = مجموع كمية التحرك للكرتين بعد التصادم

∴ ك$_1$ ع$_1$ + ك$_2$ ع$_2$ = ك$_1$ ع$_1$َ جتاهـ$_1$ + ك$_2$ ع$_2$َ جتاهـ$_2$

وإذا كانت ع$_2$ = صفر تصبح العلاقة:

$$\text{ك}_1 \text{ع}_1 = \text{ك}_1 \text{ع}_1\text{َ} \text{ جتاهـ}_1 + \text{ك}_2 \text{ع}_2\text{َ} \text{ جتاهـ}_2 \Leftarrow (1)$$

(2) حركة في الاتجاه الرأسي (على المحور الصادي):

∵ **مجموع كمية التحرك للكرتين قبل التصادم = مجموع كمية التحرك للكرتين بعد التصادم**

وحيث إن الجسم الأول كان يتحرك أفقياً قبل التصادم والجسم الثاني كان ساكناً

∴ **لا توجد حركة في اتجاه المحور الصادي قبل التصادم.**

∴ صفـر = ك$_2$ ع$_2$ جاهـ$_2$ – ك$_1$ ع$_1$ جاهـ$_1$

$$\text{ك}_1 \text{ع}_1 \text{ جاهـ}_1 = \text{ك}_2 \text{ع}_2 \text{ جاهـ}_2 \Leftarrow (2) \quad \therefore$$

وتستخدم العلاقتان (1)، (2) لإيجاد قيمتي ع$_1$ ، ع$_2$ أي سرعتيهما بعد التصادم.

إذا تصادم جسمان وكانت كتلتاهما متساوية أي ك$_1$ = ك$_2$ يمكن أن تصبح العلاقتان كما يلي:

$$\text{ع}_1 = \text{ع}_1 \text{ جتاهـ}_1 + \text{ع}_2 \text{ جتاهـ}_2 \Leftarrow (1)$$

$$\text{ع}_1 \text{ جاهـ}_1 = \text{ع}_2 \text{ جاهـ}_2 \Leftarrow (2)$$

سؤال وزاري توضيحي

كرة من العاج كتلتها 0.3كجم تتحرك بسرعة 0.9 م/ث متجهة نحو كرة أخرى من العاج ساكنة كتلتها 0.15كجم وبعد تصادمهما تحركا في اتجاهين متعامدين بحيث تحركت الأولى في اتجاه يميل بزاوية 30^5 على اتجاه خط الحركة الابتدائي. أوجد سرعة كل كرة بعد التصادم.

الإجابة النموذجية

الكرة الأولى	الكرة الثانية
ك$_1$ = 0.3 كجم	ك$_2$ = 0.15كجم
ع$_1$ = 0.9 م	ع$_2$ = صفر
هـ$_1$ = 30^5	هـ$_2$= 90-30 = 60 (لأن الحركة في اتجاهين متعامدين)
ع$_1$َ = ؟	ع$_2$َ = ؟

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك في الاتجاهين:

1) في اتجاه المحور السيني: ∵ ك$_1$ ع$_1$ = ك$_1$ ع$_1$َ جتاهـ$_1$ + ك$_2$ ع$_2$َ جتاهـ$_2$

∴ 0.3 ×0.9 = 0.3 × ع$_1$َ × جتا30^5 + 0.15× ع$_2$َ × جتا60^5

$\times 0.15 + {}_1\hat{ع} \times 0.87 \times 0.3 = 0.27$

${}_2\hat{ع} \times 0.5$

$\Leftarrow$ $\boxed{{}_2ع\ 0.075 + {}_1ع\ 0.261 = 0.27}$ (1)

2) في اتجـــاه المحـــور الصادي: $\because$ ك$_1$ ع$_1\hat{}$ جتاهـ$_1$ = ك$_2$ ع$_2\hat{}$ جتاهـ$_2$

$\times {}_2\hat{ع} \times 0.15 = {}^{5}30$ جـــا $\times {}_1\hat{ع} \times 0.3$

${}^{5}60$ جا

${}_2\hat{ع} \times 0.87 \times 0.15 = {}_1\hat{ع} \times 0.5 \times 0.3$

${}_2\hat{ع} \times 0.87 \times 0.15 = {}_1\hat{ع}\ 0.15$

بالقسمة على 0.15 $\therefore$ $\boxed{{}_1\hat{ع} = {}_2ع\ 0.87}$

بالتعويض في المعادلة (1) عن قيمة ع$_1\hat{}$

$\therefore$ $0.27 = {}_2ع\ 0.87 \times 0.261 + {}_2ع\ 0.075$

$0.27 = {}_2\hat{ع}\ 0.227 + {}_2\hat{ع}\ 0.075$

$0.27 = {}_2ع\ 0.302$

$\therefore$ ع$_2$ = $\frac{0.27}{0.302}$ = 0.9 م/ث

بالتعويض في المعادلة (2) عن قيمة ع$_2$

$\therefore$ ع$_1\hat{}$ = 0.87 × 0.9 = 0.783 م/ث

سؤال وزاري توضيحي

يتحرك جسم بسرعة 100م/ث نحو جسم آخر ساكن لهُ نفس الكتلة فإذا تصادما وتحرك الثاني في اتجاه يميل بزاوية 30° على المحور الابتدائي والأول في اتجاه يميل بزاوية 60° على المحور الابتدائي. عين سرعة كل جسم بعد التصادم.

الإجابة النموذجية

$\because$ الكتل متساوية ك$_1$ = ك$_2$ = ك

الحركة في اتجاه المحور السيني:

$\because$ ع$_1$ = ع$_1\hat{}$ جتاهـ$_1$ + ع$_2\hat{}$ جتاهـ$_2$

100 = ع$_1\hat{}$ × $\frac{1}{2}$ + ع$_2\hat{}$ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$

بالضرب × 2 $\therefore$ $\boxed{200 = {}_1\hat{ع} + \sqrt{3}\ {}_2\hat{ع}}$ $\Leftarrow$ (1) × 3

الجسم الأول	الجسم الثاني
ع$_1$ = 100	ع$_2$ = صفر
هـ$_1$ = 60	هـ$_1$ = 30
ع$_1\hat{}$ = ؟	ع$_2\hat{}$ = ؟

الحركة في اتجاه المحور الصادي:

∵ $ع_1$ جاهـ$_1$ = $ع_2$ جاهـ$_2$

$ع_1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = ع_2 \times \frac{1}{2}$

بالضرب × 2 ∴ $ع_1\sqrt{3} = ع_2$ ⇐ $ع_1 = ع_2\sqrt{3}$ ⇐ (2)

بالتعويض من (2) في (1) بدلاً عن $ع_2$

∴ $ع_1 + ع_1\sqrt{3} \times \sqrt{3} = 200$

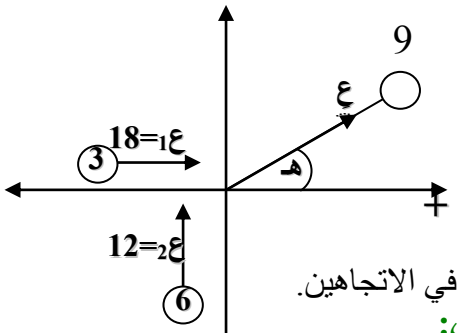
$ع_1 + 3 ع_1 = 200$ ⇐ $4 ع_1 = 200$ ⇐ $ع_1 = \frac{200}{4} = 50$ م/ث

بالتعويض في (2) بدلاً عن $ع_1$

∴ $ع_2 = 50\sqrt{3} = 86.6$ م/ث

سؤال وزاري توضيحي

جسم كتلته 3كجم يتحرك في اتجاه الشرق بسرعة 18م/ث فاصطدم بجسم آخر كتلته 6كجم يتحرك في اتجاه الشمال بسرعة 12م/ث وكونا جسماً واحداً (صنعا حطاماً). عين سرعته واتجاهه بعد التصادم.



الإجابة النموذجية

∵ التصادم غير مرن في بعدين.

∴ نحلل السرعة $ع_1$ في اتجاهين متعامدين إلى:

$ع_س = ع_1$ جتاهـ

$ع_ص = ع_1$ جاهـ

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك في الاتجاهين.

(1) في الاتجاه الأفقي:

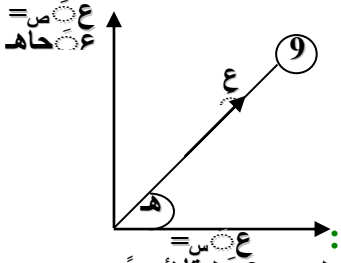
يتحرك الأول فقط أفقياً قبل التصادم أما الثاني لا يتحرك أفقياً.

∴ $ع_2$ = صفر

∴ $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع_س$

∴ $3 \times 6 + 18 \times$ صفر $= 9 ع_س$

$54 = 9 ع_س$ ⇐ $ع_س = \frac{54}{9} = 6$ م/ث



(2) في الاتجاه الرأسي:

يتحرك الثاني فقط رأسياً قبل التصادم أما الأول لا يتحرك رأسياً.

∴ $ع_1$ = صفر

∴ ك$_1$ع$_1$ + ك$_2$ع$_2$ = (ك$_1$ + ك$_2$) عَص

3 × صفر + 6 × 12 = 9 عَص

∴ 72 = 9 عَص ⇐ عَص = $\frac{72}{9}$ = 8م/ث

∵ عَ = $\sqrt{\text{عَس}^2 + \text{عَص}^2}$

∴ عَ = $\sqrt{(6)^2+(8)^2}$ = $\sqrt{36+64}$ = 100 = 10م/ث

تعيين اتجاه الجسم: أي نوجد الزاوية هـ:

∵ عَس = عَ جتاهـ ∴ 6 = 10 × جتاهـ

∴ جتاهـ = $\frac{6}{10}$ = 0.6 ∴ هـ = 53.1°

الصواريخ ذاتية الدفع:

ارتيـاد الفضـاء:

(1)في 4 أكتوبر 1957م أطلق الاتحاد السوفيتي أول قمر صناعي سمي سبوتينك (1).

(2)في 3 نوفمبر 1957م أطلق الاتحاد السوفيتي قمر آخر سمي سبوتنيك (2) يحمل الكلبه لايكا.

(3)فـي ينـاير 1958م أطلقـت أمريكـا القمـر الصـناعي (المستكشـف أو ديسفكري).

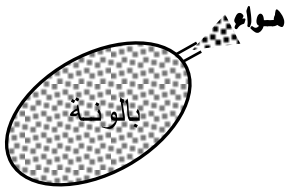
(4)فـي 1969م بـدأ عصـر هبـوط الإنسـان علـى القمـر بهبـوط إرمسـتروبخ وأدوين الدرين الأمريكان على سطح القمر.

وإذا تساءلنا من يحمل الأقمار الصناعية وغيرها من المسابر فالإجابة هي الصاروخ ذاتي الدفع أو النفاث حيث تمكنها من التحرر من الجاذبية الأرضية ولمعرفة كيف تعمل الصواريخ وما هي فكرة عملها نجري النشاط الآتي:

تجربـة:

الخطـوات	المشاهـدة
1- أحضر بالونة مطاطية وأنفخها حتى تمتلئ بالهواء. 2- أترك البالونة حره الحركة بعد نفخها.	يخرج الهواء من الفتحة بينما تتجه البالونة نحـو الاتجـاه المعـاكس لانـدفاع الهـواء البالونة.

الاستنتاج: اندفاع الهواء من فتحة البالونة بقوة يعتبر فعل فينشأ رد فعل يجعل البالون تندفع عكس اتجاه خروج الهواء.



فكرة عمل الصاروخ ذاتي الدفع :

(1)طبقاً لقانون (مبدأ) نيوتن الثالث " لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومضاد لهُ في الاتجاه".

(2)طبقاً لقانون (مبدأ) حفظ كمية التحرك الخطي.

حيث كت قبل الإطلاق = كت بعد الإطلاق.

صفر = $ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2$

∴ $ك_1 ع_1 = - ك_2 ع_2$

صاروخ غازات

حيث تحتوي الصواريخ على محركات نفاثة يتم حرق الوقود فيها فتولد غازات ساخنة جداً تندفع من مؤخرة المحركات لأسفل وهذا يسمى فعل فينشأ رد فعل من جزيئات الغاز على المحرك فتبذل قوة دفع إلى الأمام على الصاروخ فيندفع الصاروخ لأعلى.

الصاروخ ذاتي الدفع:

وسيلة لحمل الأقمار الصناعية / مركبات الفضاء / المسابر إلى الفضاء.

الصواريخ المستخدمة في إطلاق الأقمار الصناعية تتكون من مراحل حيث تشتعل كل مرحلة لمدة دقائق ثم تنفصل وتبدأ المرحلة الأخرى بالاشتعال وهكذا فيؤدي ذلك إلى دفع الصاروخ.

علـــل: الصاروخ يعمل بطريقة أفضل في الفضاء الخارجي في حالة انعدام الهواء الجوي.

ج/ لأن عملية الفعل ورد الفعل تحدث داخل المحرك النفاث نفسه ولا تؤثر على السفينة أي قوة خارجية.

حساب كمية التحرك للصاروخ:

قوة دفع الصاروخ = التغير في كمية التحرك للصاروخ = التغير في كمية تحرك الغازات في الاتجاه المعاكس. $ق = ك_1 ع_1 - ك_2 ع_2$

ومنها نوجد قوة دفع الصاروخ (ق) وأيضاً كمية تحرك الصاروخ حيث $ك_2$ كتلة الغازات المندفعة في الفترة ما بين احتراق الغازات ولحظة بدء الصاروخ بالتحرك.

1) تؤثر على الصاروخ قوتان:

أ) قوة دفع محرك الصاروخ لأعلى.

ب) وزن الصاروخ لأسفل فتنشأ قوة محصلة لأعلى تسمى قوة الصعود.

ق دفع

و=ك د

ق

∴ $ق_{الصعود} = ق_{الدفع} - ك_1 د$

2) العجلة التي يصعد بها الصاروخ لأعلى تتعين من العلاقة:

$$\text{حـ} = \frac{\text{ق صعود}}{\text{ك}_1}$$

سؤال وزاري توضيحي

صاروخ كتلته 10طن يقذف غازات ساخنة من محركه بمعدل 1300كجم في الثانية وكانت سرعة جزيئات الغاز بالنسبة للصاروخ 50×10^3م/ث احسب:

1) قوة دفع الصاروخ. 2) كمية تحرك الصاروخ.

3) سرعة الصاروخ.

الإجابة النموذجية

صـــــاروخ	غـــازات
$ك_1 = 10$طن $= 10 \times 10^3$ كجم	$ك_2 = 1300$ كجم/ث
$ع_1 = ؟$	$ع_2 = 50 \times 10^3$ م/ث

(1) ∵ ق = $ك_1 ع_1 = ك_2 ع_2$

∴ ق $= 1300 \times 50 \times 10^3 = 65000 \times 10^3 = 65 \times 10^6$ نيوتن.

(2) ∵ ق = كت = كت غـــازات

∴ كت صاروخ $= 65 \times 10^6$ كجـــم. م/ث

(3) ∵ كت صاروخ = $ك_1 ع_1$

∴ $65 \times 10^6 = 10 \times 10^3 \times ع_1$

$$ع_1 = \frac{10 \times 65^6}{10 \times 10^3} = 6.5 \times 10^3 \text{ م/ث}$$

∴ $ع_1 = 6.5$ كم/ث

سؤال وزاري توضيحي

صاروخ كتلته 9 طن اندفعت منه الغازات بسرعة 3كم/ث فإذا كانت قوة دفع محرك الصاروخ 3.6×10^6 نيوتن. احسب:

1) معدل كتلة الغازات المنفوثة. 2) سرعة الصاروخ.

الإجابة النموذجية

صـــــاروخ	غـــازات
$ك_1 = 9$طن $= 9 \times 10^3$ كجم	$ك_2 = ؟$
$ع_1 = ؟$	$ع_2 = 3$كم/ث $= 3 \times 10^3$م/ث

ق $= 3.6 \times 10^6$ نيوتن $= 36 \times 10^5$ نيوتن.

1) ∵ ق = ك$_2$ ع$_2$

∴ 36 × 10^5 = ك$_2$ × 3 × 10^3

ك$_2$ = $\frac{36\times10^5}{3\times10^3}$ = 12 × 10^2 = 1200 كجم/ث

2) ∵ ق = ك$_1$ع$_1$

36 × 10^5 = 12 × 10^3 × ع$_1$

ع$_1$ = $\frac{36\times10^5}{9\times10^3}$ = 4 × 10^2 = 400م/ث

سؤال وزاري توضيحي

صاروخ كتلته الكلية عند الانطلاق 12طن اندفعت منه الغازات بمعدل 100كجم في الثانية بسرعة 1500م/ث. احسب:

1) قوة دفع محرك الصاروخ. 2) العجلة التي يصعد بها لأعلى.

الإجابة النموذجية

ق = ؟ حـ = ؟ **صـــاروخ**

غـــازات

ك$_1$ = 12طن = 12000كجم ك$_2$=100

ع$_2$= 1500

(1) ∵ ق = كت غازات

∴ ق = 100 × 1500 = 150000 نيوتن.

(2) ∵ ق الصعود = ق دفع – ك$_1$د

∴ ق الصعود = 150000 – 12000 × 10 = 150000 – 120000 = 30000 نيوتن.

(3) حـ = $\frac{\text{ق صعود}}{\text{ك}_1}$ ⇐ حـ = $\frac{30000}{12000}$ = 2.5 م/ث^2

سرعة الإفلات من الجاذبية:

إذا أردنا وضع جسم يدور حول الأرض باستخدام صاروخ ذاتي الدفع (النفث) مثل قمر صناعي بحيث يدور في مدار حول الأرض فيجب وضع شيئين في الاعتبار:

1) سرعة الصاروخ. 2) اتجاه الصاروخ.

ولتحقيق ذلك يجب إطلاق الصاروخ بشكل أفقي وليس بشكل رأسي وبسرعة 8كم/ث.

∴سرعة الدوران حول الأرض 8 كم/ث

يجب أن تكون سرعة الصاروخ الذي يحمل قمر صناعي 8كم/ث.
لأن هذه السرعة تمكن القمر الصناعي من الخروج من مقاومة الهواء والدوران في مداره حول الأرض.
ولكن إذا أردنا للجسم أن يفلت من نطاق الجاذبية الأرضية فيجب إعطاؤه سرعة أكبر من سرعة الدوران حول الأرض وتعرف بسرعة الإفلات وهي تساوي 11.2كم/ث.

∴سرعة الإفلات من الجاذبية 11.2 كم/ث

شروط الإفلات من الجاذبية:

1) إطلاق الصاروخ الحامل للجسم بشكل رأسي.
2) إطلاق الصاروخ بسرعة 11.2 كم/ث.
3) طاقة الحركة للجسم تساوي طاقة الوضع لهُ بعد الإطلاق أو تزيد قليلاً.

س/ماذا يحدث إذا أعطى الصاروخ الحاسمل للجسم سرعة أكبر من سرعة الإفلات(11.2كم/ث).

ج/يفلت الجسم من الجاذبية الأرضة ولن يعو ثانية لأنه في هذه الحالة تزداد طاقة الوضع للجسم بينما تقل طاقة حركته تدريجياً ولكنها لا تصل للصفر.
وفي الجدول المبين سرعة الإفلات للأجسام من كواكب المجموعة الشمسية.

الجسم	سرعة الإفلات من الجسم (كم/ث)
الشمس	42.2 (من سطح الشمس)
المشتري	60.2
زحل	36
نبتون	24.9
اورانوس	22.3
الارض	11.2
الزهرة	10.4
المريخ	5
عطارد	4.3
القمر	2.4

حساب سرعة الإفلات من الجاذبية:

عند الإفلات ∵ طاقة الحركة للصاروخ = طاقة الوضع لـه.

∴ $\frac{1}{2}$ ك ع^2 = ك دنق

∴ ع^2 = 2 دنق

∴ ع = $\sqrt{2 \text{ دنق}}$ م/ث أو كم/ث

حيث ك كتلة الجسم أو الصاروخ ، د عجلة الجاذبية الأرضية

، نــق نصــف قطــر الأرض(الكوكــب أو الشمس أو القمر)

سؤال وزاري توضيحي

احسب سرعة الإفلات لصاروخ علماً بأن نصف قطر الأرض 6.36×10^6 م وعجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث^2.

الإجابة النموذجية

نق = 6.36×10^6 م د = 9.8 م/ث^2 ع = ؟

∵ ع = $\sqrt{2 \text{ د نق}}$ = $\sqrt{2 \times 9.8 \times 6.36 \times 10^6}$ = 11.2×10^3 م/ث

= $\sqrt{11.2}$ كم/ث

سؤال وزاري توضيحي

إذا علمت أن سرعة الإفلات لصاروخ من القمر 2.4كم/ث وعجلة الجاذبية على سطح القمر 1.6 م/ث^2 ، فاحسب نصف قطر القمر.

الإجابة النموذجية

ع = 2.4 كم/ث = 2.4×10^3 م/ث د = 1.6 م/ث^2 نق = ؟

∵ ع = $\sqrt{2 \text{ د نق}}$

∴ ع^2 = 2 د نق **بتربيع الطرفين للتخلص من الجذر**

∴ $(2.4 \times 10^3)^2$ = $2 \times 1.6 \times$ نق

∴ نق = $\frac{5,76 \times 10^6}{3,2}$ = 1.8×10^6م = 1.8×10^3كم

حركة الأقمار الصناعية حول الأرض:

إذا قلنا أن القمر هو تابع طبيعي لكوكب الأرض مثل أقمار كواكب المجموعة الشمسية. فما هو القمر الصناعي؟

القمر الصناعي:

عبارة عن جسم يدور حول جسم آخر ويجهز بأجهزة علمية لاستكشاف الفضاء.

أنواع الأقمار الصناعية:

وظائفها:

1) أقمار لدراسة الطقس والتوقعات وإرسال المعلومات إلى الأرض.
2) أقمار للاتصالات والبث التليفزيوني ونقل الرسائل.
3) قمر لدراسة سطح الأرض.
4) أقمار التجسس بنقل المعلومات الحربية.

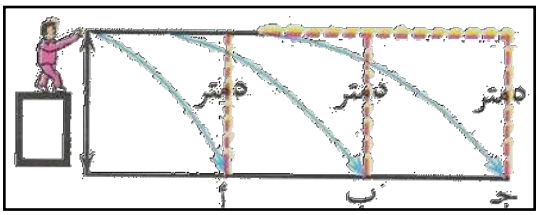
وهناك سفن فضائية ومسابير فضائية غير مأهولة أي لا تحمل كائن حي ترسل لدراسة القمر والكواكب الأخرى لمجموعتنا الشمسية.

كيف توصل العلماء إلى معرفة سرعة دوران الأقمار الصناعية وكيفية وضعة في مداره حول الأرض؟

نشـاط:

الخطـوات:

1) افرض أن الرجل قذف حجراً بسرعة معينة فسقط عند (أ).
2) افرض أن الرجل قذف الحجر بسرعة أكبر. ماذا نلاحظ؟



المشاهدة:

يسقط الحجر سقوطاً حراً عند نقطة أبعد من أ ولتكن ب ثم جـ أي تزداد المسافة الأفقية التي يقطعها قبل أن يصل لسطح الأرض.

الإستنتاج:

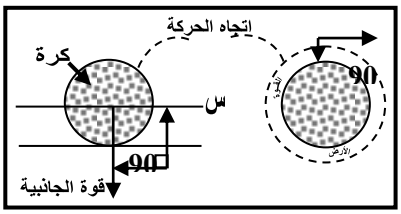
بزيادة السرعة تزداد المسافة الأفقية التي يقطعها الحجر فيسقط سقوطاً حراً على طول مسار منحني حتى يصل للأرض حتى حد معين للسرعة يجعل بعده أو ارتفاعه عن سطح الأرض المنحنى ثابتاً.وإذا لم توجد مقاومة هواء فإن الحجر سيدور حول الأرض.

∴عند قذف القمر الصناعي بسرعة أفقيه فإن المدى الذي يقطعه أفقياً يعتمد على مقدار سرعته وعند سرعة مناسبة (سرعة دورانه 8كم/ث) فإن القمر يدور حول الأرض في مسار دائري له نصف قطر ثابت وبسرعة ثابتة.

شروط إطلاق القمر الصناعي:

1) يطلق أفقياً بسرعة8كم/ث(تسمى سرعة الدوران حول الأرض(أو السرعة المدارية).
2)يوضع على ارتفاع 150كم من سطح الأرض.

توضع الأقمار الصناعية على ارتفاع معين (150كم) من سطح الأرض.
حتى تصبح بعيده عن مقاومة الهواء الجوي لأنه في حالة وجود مقاومة الهواء عند سرعته الهائلة هذه فإن القمر ينصهر أي يتحول الحديد إلى سائل.
ولا يعني ذلك أنه يوضع خارج نطاق الجاذبية حتى يدور لأن الجاذبية الأرضية لا تنعدم.
سرعة دوران قمر صناعي حول الأرض ثابتة ولا تتأثر بالجاذبية بالرغم من وجودها.



لأنه يتحرك في اتجاه عمودي على اتجاه قوة الجاذبية الأرضية فلا تتأثر مقدار سرعته ولكن يتأثر اتجاه السرعة فيتحرك موازياً لسطح الأرض وبسرعة ثابتة.

كلما أقترب القمر من الأرض زادت سرعته وأقرب قمر

صناعي للأرض يحتاج 90 دقيقة ليكمل دوره كاملة حول الأرض.

حساب سرعة القمر الصناعي اللازمة لاستمراره في مداره:

عند دوران القمر فإنه يكون متزناً تحت تأثير قوتين متساويتين ومتضادتين.
(1) قوة جذب الأرض له. (2) القوة الجاذبة (الطاردة) المركزية الناشئة عند دورانه.

∴ عند الاتزان: قوة جذب الأرض = القوة الطاردة المركزية.

$$ج \times \frac{ك_{أرض} \times ك_{قمر}}{نق^2} = ك_{قمر} \times \frac{ع^2}{نق}$$

$$\therefore ع^2 = ج \frac{ك_{أرض}}{نق} \quad \text{ومنها } ع = \sqrt{ج \frac{ك_{أرض}}{نق_{مدار}}} \quad \text{م/ ث أو كم/ث}$$

حيث ج ثابت لجذب العام ويساوي 6.67×10^{-11} نيوتن. م^2/ كجم^2
ك كتلة الأرض ويساوي 6×10^{24} كجم
نق مدار نصف قطر المدار للقمر = نق للأرض + ارتفاع القمر عن سطح الأرض (ل)
نق الأرض = 6400 كيلومتر.

من العلاقة يتضح أن السرعة المدارية القمر تعتمد على نصف قطر المدار (بمعنى أدق ارتفاع القمر عن سطح الأرض) حيث تتناسب السرعة عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار بمعنى تزداد السرعة كلما قل نصف قطر المدار وتقل كلما زاد نصف القطر.

سؤال وزاري توضيحي

قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع 200 كيلومتر فوق سطح الأرض. احسب السرعة المدارية للقمر إذا كان نصف قطر الأرض 6400 كيلومتر وكتلة الأرض 6×10^{24} كجم وثابت الجذب العام 6.67×10^{-11} نيوتن. م^2/ كجم^2

الإجابة النموذجية

ج = 6.67×10^{-11} نيوتن. م^2/ كجم^2 ك = 6×10^{24} كجم
نق أرض = 6400 كم

نق مدار = نق للأرض + (ل)
= 6400 كم + 200 = 6600كم = 6600×10^3م = 66×10^5م

∵ $ع = \sqrt{\frac{ج\ ك}{نق_{مدار}}} \Leftarrow$ ∴ ع = $\sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{66 \times 10^5}}$ = $\sqrt{0.606 \times 10^8}$ = $0.78 \times$
10^4م/ث

في حالة طلب السرعة بوحدة الكيلومتر/ث

ع= $0.78 \times 10^{4} 10 \times 0.78 = 10^{-3} 10 \times 10 = 7.8$ كم/ث

سؤال وزاري توضيحي

احسب ارتفاع قمر صناعي عن سطح الأرض علماً بأن سرعته المدارية 7.6كم/ث ونصف قطر الأرض 6400 كيلومتر وكتلة الأرض 6×10^{24} كجم.

الإجابة النموذجية

ل = ؟ ع = 7.6كم/ث=7.6×10^{3}م/ث نق الأرض = 6400كم= $6400 \times 10^{3} = 64 \times 10^{5}$م

ج = 6.67×10^{-11}

∵ ع = $\sqrt{\frac{\text{ج ك}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}}$

∴ $7.6 \times 10^{3} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}}$

بتربيع الطرفين: $57.76 \times 10^{6} = \frac{4002 \times 10^{13}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}$

∴ نق مدار = $\frac{4002 \times 10^{13}}{57,76 \times 10^{6}} = 0.6.9 \times 10^{7} 10 = 69 \times 10^{5}$م

∵ نق مدار= نق للأرض + ل

∴ $69 \times 10^{5} 10 = 64 \times 10^{5} 10 +$ ل

ل = $69 \times 10^{5} 10 - 64 \times 10^{5} 10 = 5 \times 10^{5}$م $= 5 \times 10^{5} 10 \times 10^{-3} 10 \times 5 = 10^{2} 10 \times 5 = 500$ كم

كمية التحرك الزاوي:

سبق دراسة حركة الأجسام وعرفنا أن هناك نوعان للحركة:

حركة خطية:

فيها يتحرك الجسم في خط مستقيم بسرعة خطية (ع).

حركة دائرية(زاوية):

فيها يتحرك الجسم حول محور ثابت مثل حركة باب- شباك – قمر صناعي بسرعة زاوية (ω).

تعريف السرعة الزاوية( ):

هي معدل تغير الإزاحة الزاوية (الدورانية) بالنسبة للزمن.

حيث: $\omega = \frac{\theta}{ز}$ زاوية نصف قطرية / ث وأيضاً $\omega = \frac{ع}{نق}$ زاوية نصف قطرية/ث

تعريف كمية التحرك الزاوي:

عبارة عن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني في السرعة الزاوية.

$$\text{كمية التحرك الزاوي} = I\ \omega$$

حيث I عزم القصور الذاتي

خاصية القصور الذاتي (في حالة الحركة الخطية):

هي مقاومة الجسم للتغير في حالته من حيث السكون أو الحركة الخطية.

∴ القصور الذاتي الدوراني:

هي مقاومة الجسم لعزم القوة التي تحاول أحداث تغيير في حالة حركة الجسم الدروانية.

قانون حفظ (بقاء) كمية التحرك الزاوي:

"تظل كمية التحرك الزاوي لجسم (أو عدة أجسام) ثابتة ما لم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية"

أو بمعنى آخر: بدون عزم خارجي فإن حاصل ضرب عزم القصور الدوراني في السرعة الزاوية لأي جسم عند أي لحظة تظل ثابتة.

ولتوضيح القانون (المبدأ) نقم بالنشاط الآتـــي:

تجربـة:

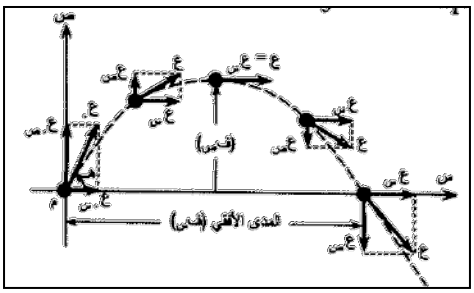
الخطــوات	المشاهــدة
1- أدر عجلة دراجة هوائية حول محورها. 2- استمر في تدويرها بقوة وحاول إيقافها	يصعب إدارتها أولاً وفي الحالة الثانية يصعب إيقاف العجلة.

الاستنتاج: الجسم (العجلة) يحاول مقاومة أي تغيير لحالته الدورانية حول محوره حيث أن معظم كتلتها تتركز في الإطار البعيد عن مركز الدوران.

أهمية القانون (المبدأ)

1) يفسر دوران الأرض حول الشمس حيث يظل محور دوران الأرض ثابت بالنسبة للكون المحيط.
2) يفسر دوران الكواكب حيث يتنبأ بوقت حدوث خسوف القمر ومكان حدوثه على سطح الأرض.
3) يفسر دوران الالكترونات حول النواة في الذرات.

حركـــــــة المقذوفـــــــــــات



عنـد إطـلاق جسـم مقـذوف (قذيفـة / صـاروخ) فـي مستوى رأسـي لأعلـى باتجـاه يميـل إلـى المسـتوى الأفقـي بزاوية(هـ) وتسمى زاوية القذف وبسرعة ابتدائية ($ع_0$) فإن الجسم المقذوف يكون واقع تحت تأثير وزنه فقط مع إهمال مقاومة الهواء لصغرها.

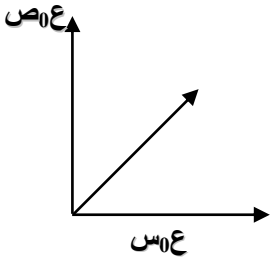
الشكل يبين حركة مقذوف بعمد عملية قذفه.

فـي هـذه الحالـة لحركـة الأجسـام نحلـل سرعة الجسم المقذوف ($ع_0$) إلـى مـركبتين متعامدتين هما:

(1) مركبة أفقية توازي المحور م س: (ع . س)

حيث $ع_{0س}$ = ع جتاهـ

وتعتبر هذه السرعة منتظمة أي ثابتة حيث د = صفر في هذه الحالة لعدم تأثر المقذوف بقوة الجاذبية أفقياً.



(2) مركبة رأسية توازي المحور م ص (ع0ص)

حيث $ع_{0ص}$ = $ع_0$ جاهـ

تعتبر هذه السرعة متغيرة وتنعدم عندما يصل المقذوف إلى أقصى ارتفاع عن سطح الأرض.

∴ تعتبر حركة المقذوفات محصلة حركتين مستقلتين في وقت واحد:

(1)الحركة الرأسية:

حيث يتحرك المقذوف بعجلة تساوي عجلة الجاذبية الأرضية وتعاكسها في الاتجاه (د=- 9.8 م/ث أو تقريباً د= -10م/ث) وبسرعة ابتدائية ع. ص=ع. جاهـ

وبتطبيق معادلات الحركة في خط مستقيم نوجد منها:

(أ) زمن وصول المقذوف للذروة:

أي زمن وصول المقذوف لأقصى ارتفاع.

حيث نطبـق $ع_{ص} = ع_0$ جاهـ + دز

ومنها نوجد ز على اعتبار $ع_{ص}$ = صفر في هذه الحالة.

(ب) ذروة القذف:

أي أقصى ارتفاع وصل إليه المقذوف.

حيث نطبـق $ف_{ص} = (ع_0 \text{ جاهـ})(ز + \frac{1}{2} \text{ دز}^2)$

ومنها نوجد $ف_{ص}$ بمعلومية ز

أو نطبـق $ع_{ص}^2 = (ع_0)^2 + 2 \text{ دف}_{ص}$ (جاهـ)

إذا لم يعطِ ز على اعتبار $ع_{ص}$ = صفر

(ج)زمن وصول القذيفة للهدف:

أي زمن عودة المقذوف إلى نفس السطح الأفقي الذي قذف منه.

حيث نطبق: 1) ز هدف=2×ذروه(على اعتبار أن ز هدف =ز$_{صعود}$+ز$_{هبوط}$)أي ضعف زمن الذروة.

أو 2) $ف_{ص} = (ع \text{ جاهـ}) ز + \frac{1}{2} \text{ د ز}^2$

على اعتبار ف ص = صفر في هذه الحالة لأنه رجع إلى المستوى الأفقي.

(1) الحركة الأفقية:

حيث عجلة المقذوف منعدمة في هذه الحالة أي يتحرك أفقياً بسرعة ثابتة أو منتظمة $ع_{0س}$ وبتطبيق معادلات الحركة نوجد منها:

(د) المدى الأفقـي:

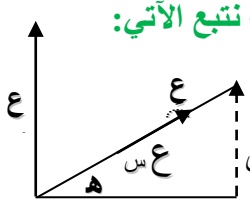
أي المسافة التي قطعها الجسم المقذوف على المحور السيني حتى يصل إلى نقطة الهدف أو هي بعد الهدف عن مكان إطلاق المقذوف.

حيث نطبق $ف_{س} = (ع \text{ جتاهـ})(ز)$

ومنها نوجد ف$_{س}$ بمعلومية زمن الوصول للهدف

إيجاد سرعة الجسم المقذوف عند أي لحظة زمنية:

إذا طلب منك سرعة الجسم بعد أي فترة زمنية تحدد في المسألة نتبع الآتي:



1)نوجد السرعة الأفقية الثابتة $ع_{س} = ع_0$ جتاهـ

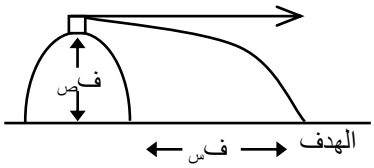
2)نوجد السرعة الرأسية المتغيرة $ع_{ص} = ع \text{ جاهـ} + \text{دز}$

3)نوجد محصلة السرعتين المتعامدتين $ع = \sqrt{ع_{س}^2 + ع_{ص}^2}$

حيث ع سرعة الجسم المقذوف عند أي لحظة.

إذا أطلق الجسم المقذوف أفقياً من قمة جبل أو هضبة – طائرة فـــإن:

1)زاوية القذف (هـ) = صفر.



2) ز هدف = ز ذروه.

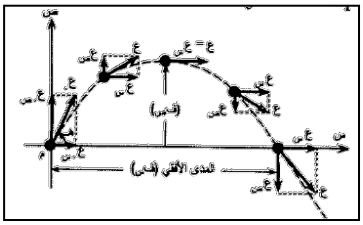
3) د = + 10م/ث^2

سؤال وزاري توضيحي

قذف جسم بسرعة ابتدائية مقدارها 12م/ث في اتجاه يصنع زاوية 30^5 مع المستوى الأفقي. احسب:

1) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم المقذوف.
2) الزمن اللازم لوصول الجسم لأقصى ارتفاع.
3) المسافة التي يصل إليها الجسم إلى الهدف (المدى الأفقي).
4) سرعة الجسم بعد قذفه بثانيه واحدة.
5) مثل حركة الجسم بالرسم البياني. (اعتبر عجلة الجاذبية 10م/ث^2)

الإجابة النموذجية



ع$_0$ = 12 هـ = 30^5 د = -10

1) ∵ ع^2 ص = (ع$_0$جاهـ)^2 + 2 دفـ ص

صفر = $(\frac{1}{2} \times 12)^2$ -2× 10×

فـص

20فـص = $(6)^2$

فـص = $\frac{36}{20}$ = 1.8 م

2) ∵ ع ص = (ع جاهـ) + د ز

∴ صفر = 12 × $\frac{1}{2}$ -10 × ز

10ز = 6 ∴ ز = $\frac{6}{10}$ = 0.6 ث

3) لحساب المدى الأفقي نوجد زمن الوصول للهدف.

∵ فـص = (ع جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز^2

∴ صفر = (12 × $\frac{1}{2}$ - ز × $\frac{1}{2}$ × ^{5}0 × ز^2

5ز^2 = 6ز

بالقسمة على ز ∴ 5ز = 6 ⇐ ز = $\frac{6}{5}$ = 1.2 ثانية.

<u>حل ثان:</u> ∵ ز هدف = 2 × ز ذروه

∴ ز هدف = 2 × 0.6 = 1.2 ثانية

∵ فـ س = ع جتاهـ ز

∴ فس = 12 × $\frac{\sqrt{3}}{2}$ × 1.2

فس = 7.2 $\sqrt{3}$ = 12.5 م

4) عس = ع جتاهـ = 12 × $\frac{3}{2}$ = 6 $\sqrt{3}$ = 10.4 م/ث

عص = ع جاهـ + دز

عص = 12 × $\frac{1}{2}$ - 10 × 1

عص = -4م/ث (الإشارة تعني أن المقذوف يهبط إلى الأسفل)

∵ ع = $\sqrt{ع^2س + ع^2ص}$

∴ ع = $\sqrt{(10.4)^2 + (-4)^2}$ = $\sqrt{108.2 + 16}$ = 124.2 = 11.14 م/ث

سؤال وزاري توضيحي

أطلق مقذوف بسرعة ابتدائية في اتجاه يميل بزاوية 45^5 على المستوى الأفقي فوصل إلى أقصى ارتفاع 4000م. احسب:

1)الزمن اللازم لوصوله إلى هذا الارتفاع.

2)المدى الأفقي.

3)سرعته بعد مرور 8 ثوان من لحظة القذف.

الإجابة النموذجية

لاحظ: يجب إيجاد السرعة الابتدائية أولاً.

هـ = 45 فص = 4000م

1) $ع^2_ص = (ع_0 جاهـ)^2 + 2دـ ف_ص$

صفر = $(ع_0 \times \frac{1}{2})^2$ - 2 × 10 × 4000

$\frac{ع_0^2}{2}$ = 80000

$ع_0^2$ = 2 × 80000 = 160000

∴ $ع_0$ = $\sqrt{160000}$ = 400 م/ث

∵ عص = ع جاهـ - دز

صفر = 400 × $\frac{1}{2}$ - 10ز

10ز = $\frac{400}{2}$ ⇐ ز = $\frac{400}{2\sqrt{10}}$ = 28.28 ث

2) ∵ فص = (ع جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دـ $ز^2$

صفر = 400 × $\frac{1}{\sqrt{2}}$ × ز - $\frac{1}{2}$ × 10ز^2

5 ز^2 = $\frac{400}{\sqrt{2}}$ ز

بالقسمة على 5 ز ∴ ز = $\frac{80}{\sqrt{2}}$ = 56.56 ث

حل ثان: ∵ ز هدف = 2 × ز ذروه

∴ ز هدف = 2 × 28.28 = 56.56 ث

∵ ف$_س$ = ع$_0$ جتاهـ ز

∴ ف$_س$ = 400 × $\frac{1}{\sqrt{2}}$ × $\frac{80}{\sqrt{2}}$ = $\frac{32000}{2}$ = 16000م

3) ع$_س$ = ع جتاهـ = 400 × $\frac{1}{\sqrt{2}}$ = $\frac{400}{2}$ = 282.8 م/ث

ع$_ص$ = ع جاهـ + دز

ع$_ص$ = 400 × $\frac{1}{2}$ -10 × 8 = 80 – 282.8 = 202.8 م/ث

∵ ع = $\sqrt{ع^2_س + ع^2_ص}$

∴ ع = $\sqrt{(282.8)^2 + (202.8)^2}$ = 348 م/ث

سؤال وزاري توضيحي

قذف مدفع قذيفة لأعلى باتجاه يميل على الأفق بزاوية 30^5 فإذا كانت سرعة القذيفة الرأسية بعد مرور 4 ثوان من لحظة القذف 80م/ث. أوجد:

1) الارتفاع التي وصلت إليه في نفس الزمن.
2) أقصى ارتفاع وصلت إليه القذيفة.
3) البعد بين مكان سقوطها على الأرض والمدفع (المدى الأفقي).
4) سرعة ارتداد المدفع علماً بأن كتلته 20طن وكتلة القذيفة 100كجم.

الإجابة النموذجية

هـ = 30 ع$_ص$ = 80م/ث ز = 4

1) نوجد أولاً ع$_0$ ∵ ع$_ص$ = ع$_1$ جاهـ + دز

80 = ع$_0$ × $\frac{1}{2}$ - 10 × 4

∴ $\frac{ع_0}{2}$ = 40 + 80 ⇐ $\frac{ع_0}{2}$ = 120 ⇐ ع$_0$ = 120 × 2 = 240م/ث

∵ ف$_ص$ = (ع جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز^2

∴ ف$_{ص}$ = $\frac{1}{2}$ × 240 × 4 - $\frac{1}{2}$ × 10 × 4 × 4

= 480 – 80 = 400م

حل ثانٍ: ∵ ع$^2_{ص}$ = (ع.جاهـ)^2 + 2 دف$_{ص}$

∴ (80)^2 = ($\frac{1}{2}$ ×240)^2 – 2 ×10× ف$_{ص}$

14400 – 20ف$_{ص}$ = 6400

14400 – 20ف$_{ص}$ = 6400

∴ ف ص = $\frac{8000}{20}$ = 400 م

2) ∵ ع$_{ص}$ = ع.جاهـ + دز

صفر = 240 × $\frac{1}{2}$ - 10ز

ز = $\frac{120}{10}$ = 12ث ⇐ 120 = 10ز

∵ ف$_{ص}$ = (ع. جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز^2

ف$_{ص}$ = 240× $\frac{1}{2}$ × 12 – $\frac{1}{2}$ × 10 × 12 × 12

= 1440 – 720 = 720 م

3) ∵ ز هدف = 2× ز ذروه

ز هدف = 2 × 12 = 24ث

حل ثانٍ: ∵ ف$_{ص}$ = (ع جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ د ز^2 ∴ صفر = 240 × $\frac{1}{2}$ × ز - $\frac{1}{2}$ × 10× ز^2

120 ز = 5ز^2

بالقسمة على 5 ز ز = $\frac{120}{5}$ = 24ث

∵ ف$_{ص}$ = ع جتاهـ ز ∴ ف$_{س}$ = 240 × $\frac{3}{2}$ × 24

= 2880 – 3 = 4988.3م

4) ك$_1$= 2طن= 2 × 1000 = 2000كجم ك$_2$ = 100كجم ع$_1$= ؟

∵ كت صاروخ = – كت قذيفة ∴ ك$_1$× ع$_1$= – ك$_2$× ع$_2$

2000× ع$_1$= – 100× 240 ∴ ع$_1$ = $\frac{-24000}{2000}$ = -12 م/ث

الإشارة السالبة تعني أن سرعة الارتداد في اتجاه معاكس لحركة القذيفة.

سؤال وزاري توضيحي

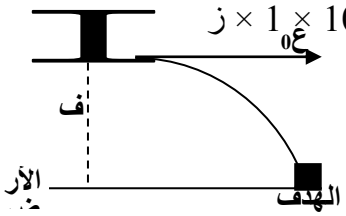
أطلق صاروخ من طائرة هيلوكبتر أفقياً بسرعة 100م/ث فسقط على بعد 2كم من المسقط الرأسي للطائرة . احسب:

1)زمن وصولها لهذا البعد.

2)ارتفاع الطائرة لحظة إطلاق الصاروخ.

الإجابة النموذجية

ع$_0$ = 100 ف$_س$ = 2كم = 1000 × 2 = 2000م هـ = صفر د = 10



1) ∵ ف$_س$ = ع$_0$ جتاهـ ز × 1 × 100 = 2000

$$ز = \frac{2000}{100} = 20ث$$

2) ∵ ز هدف = ز ذروه في هذه الحالة فقط.

∴ ز$_{ذروه}$ = 20ث

∵ ف$_ص$ = (ع$_0$جاهـ)ز + $\frac{1}{2}$ د ز^2

∴ ف$_ص$ = 100× صفر × 20 + $\frac{1}{2}$ × 10 × 20 × 20

ف$_ص$ = صفر + 2000 = 2000م

تعاريف

1) **كمية التحرك الخطي:** كمية فيزيائية تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.
وتتوقف كمية التحرك على عاملين: (1) كتلة الجسم. (2) سرعة الجسم.

2) **قانون حفظ كمية التحرك الخطي:** كمية التحرك الكلية للأجسام المتصادمة قبل التصادم تساوي كمية التحرك الكلية لها بعد التصادم.

3) **التصادم المرن:** هو التصادم الذي تكون فيه مجموع الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة قبل التصادم مساوية لمجموع الطاقة الحركية لها بعد التصادم.

4) **التصادم غير المرن:** هو التصادم الذي تكون فيه الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة بعد التصادم أقل من طاقتها الحركية قبل التصادم.

5) **التصادم في بعد واحد:** هو التصادم الذي فيه يتحرك الجسمان بعد التصادم على نفس الخط المستقيم كما قبل التصادم.

6) **التصادم في بعدين:** هو التصادم الذي فيه يتحرك الجسمان بعد التصادم في اتجاهين مختلفين يصنعان زاويتين مع اتجاه خط الحركة الابتدائي (محور السينات).

7) **الصاروخ ذاتي الدفع:** وسيلة لحمل الأقمار الصناعية ومركبات الفضاء والمسابر إلى الفضاء وهو يعمل طبقاً لقانون حفظ كمية التحرك الخطي وقانون نيوتن الثالث.

8) **سرعة الإفلات من الجاذبية:** هي سرعة إفلات الجسم من الجاذبية الأرضية وتساوي 11.2كم/ث.

9) **القمر الصناعي:** عبارة عن جسم يدور حول جسم آخر ويجهز بأجهزة علمية لاستكشاف الفضاء.

10) **سرعة الدوران (السرعة المدارية للقمر الصناعي):** هي سرعة دوران القمر الصناعي حول الأرض في مسار دائري لهُ نصف قطر ثابت وبسرعة ثابتة. **حيث** تتناسب السرعة عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار أي على ارتفاع القمر عن سطح الأرض.

11) **الحركة الدائرية(الزاوية):** هي الحركة التي يتحرك فيها الجسم حول محور ثابت بسرعة زاوية.

12) **السرعة الزاوية (ω):** هي معدل تغير الإزاحة (الدورانية) بالنسبة للزمن.

13) **كمية التحرك الزاوي:** عبارة عن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني في السرعة الزاوية.

14) **القصور الذاتي الدوراني:** هي مقاومة الجسم لعزم القوة التي تحاول أحداث تغيير في حالة حركة الجسم الدروانية.

15) **قانون حفظ كمية التحرك الزاوي:** "تظل كمية التحرك الزاوي لجسم (أو عدة أجسام) ثابتة ما لم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية".

16) **زاوية القذف (هـ):** هي الزاوية المحصورة بين سرعة المقذوف والمحور الأفقي.

17) **زمن وصول المقذوف للذروة:** أي زمن وصول المقذوف لأقصى ارتفاع.

18) **ذروة القذف (فـص):** أي أقصى ارتفاع وصل إليه المقذوف.

19) **زمن وصول القذيفة للهدف (ز هدف):** أي زمن عودة المقذوف إلى نفس السطح الأفقي الذي قذف فيه.

20) **المدى الأفقي:** أي المسافة التي قطعها الجسم المقذوف على المحور السيني حتى يصل إلى نقطة الهدف أو هي بعد الهدف عن مكان إطلاق المقذوف.

قوانين

1) كمية التحرك لجسم:

كت = ك × ع كجم. م/ث (جم.سم/ث) (سؤال وزاري 1)

2) قانون حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم المرن:

$ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = ك_1 ع'_1 + ك_2 ع'_2$ (سؤال وزاري 2 ، 3)

3) قانون حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم الغير مرن:

$ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع'$ (سؤال وزاري 4 ، 5 ، 6)

4) قانون حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم في بعدين:

التصادم المرن:

$ك_1 ع_1 = ك_1 ع'_1 جتاهـ_1 + ك_2 ع'_2 جتاهـ_2$

$ك_1 ع'_1 جاهـ_1 = ك_2 ع'_2 جاهـ_2$ (سؤال وزاري 7 ، 8)

التصادم الغير مرن:

$ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع'_س$

$ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع'_ص$ (سـؤال وزاري 9)

$ع^2 = ع'^2_س + ع'^2_ص$ م/ث

5) قوة دفع الصاروخ وحساب كمية التحرك لهُ وسرعته:

ق الدفع = $ك_1 ع_1$ (صاروخ) = - $ك_2 ع_2$ (غازات) (ســـؤال وزاري 10، 11)

6) قوة صعود الصاروخ وحساب عجلة الصعود:

ق الصعود = ق الدفع – $ك_1$ د نيوتن. (سؤال وزاري 12)

حـ = $\frac{\text{ق صعود}}{ك_1}$ م/ث^2

7) سرعة الإفلات من الجاذبية:

ع = $\sqrt{2}$دنق م/ث (كم/ث) سؤال وزاري (13 ، 14)

8) سرعة دوران القمر الصناعي (السرعة المدارية):

ع = $\sqrt{\frac{\text{ج ك أرض}}{\text{نق مدار}}}$ م/ث (كم/ث) (ســـؤال وزاري 15 ، 16)

9) حركـــــة المقذوفـــــات:

أ) زمن وصول القذيفة للذروة:

ع ص = $ع_0$جاهـ + دز بشرط ع ص = صفر

ب) ذروة القـــذف:

ف ص= ($ع_0$جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$دز^2 في وجود الزمن

أو ع^{2}ص = ($ع_0$جاهـ)^2 + 2 دف ص في عدم وجود الزمن

جـ) زمن وصول القذيفة للهدف:

ز هدف = 2 × ز ذروه (ســـــــؤال وزاري 17، 18، 19)

أو فـص = ($ع_0$جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز^2 بشرط فـص= صفر

د) المـــدى الأفقـــــي:

فـس = $ع_0$ جتاهـ ز حيث ز هدف

هـ) سرعة القذيفة بعد أي فترة زمنية:

ع س= $ع_0$ جتاهـ

ع ص= $ع_0$جاهـ+ دز

ع = $\sqrt{ع^2_{س} + ع^2_{ص}}$

* عند إطلاق قذيفة أفقيه:

هـ = صفر ز هدف = ز ذروه د= 10م/ث^2 (سؤال وزاري 20)

الحقائق العلميه مع التعليل

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
1	كمية تحرك سيارة أكبر من كمية تحرك لعبــة علــى هيئــة سـيارة تتحـرك بـنفس السرعة؟	لكبر كتلتها فتزداد كمية تحركها.

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
2	نبذل شغل أكبر لتحريك سيارة نقل كبيرة بنفس سرعة سيارة صغيرة؟	لكبر كتلتها فتقل سرعتها فيلزم بذل شغل أكبر لزيادة سرعتها.
3	تأثير رصاصة منطلقة من مسدس أكبر من الاختراق فما لو كانت منطلقة باليد؟	لزيادة سرعتها فتزداد كمية تحركها ويزداد الاختراق.
4	الطاقة الحركية لأي تصادم ليست ثابتة؟	لأن الطاقة الحركية تكون ثابتة فقط في حالة التصادم المرن أما في التصادم الغير مرن فتفقد طاقة حركية في صورة صوت - حرارة.
5	كمية التحرك لأي تصادم ثابتة؟	لأنها تنتقل من جسم لآخر عند التصادم فتظل ثابتة.
6	لا يوجد في الحياة تصادم عديم المرونة؟	لأنه لا يوجد تصادم يفقد كل الطاقة الحركية ولكن قد يفقد جزء منها أو معظمها.
7	اندفاع البالون المنفوخ بالهواء في اتجاه عكس خروج الهواء من الفتحة؟	بسبب رد فعل الهواء الخارج على البالون.
8	اندفاع الصاروخ النفاث لأعلى؟	بسبب رد فعل الغازات الساخنة المندفعة من محركاته على الصاروخ لأعلى.
9	يطلق الصاروخ الحامل للقمر الصناعي بسرعة 8كم/ث؟	حتى يتمكن القمر من الخروج من مقاومة الهواء والدوران في مدار حول الأرض.
10	توضع الأقمار الصناعية على ارتفاع 150كم من سطح الأرض	حتى تصبح بعيده عن مقاومة الهواء الجوي لأنه في حالة وجود مقاومة الهواء عند سرعته الهائلة هذه فإن القمر ينصهر أي يتحول الحديد إلى سائل.
11	دوران القمر حول الأرض في مسار دائري لهُ نصف قطر ثابت وبسرعة ثابتة.	لأن المدى الذي يقطعه أفقياً يعتمد على مقدار سرعته ولذلك عند سرعة معينة (8كم/ث) فإن القمر يدور حول الأرض في مسار دائري ثابت وبسرعة ثابتة.
12	سرعة دوران قمر صناعي حول الأرض ثابتة على الرغم من وجود	لأنه يتحرك في اتجاه عمودي على اتجاه قوة الجاذبية الأرضية فلا تتأثر مقدار سرعته ولكن

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
	الجاذبية الأرضية.	يتأثر اتجاه السرعة فيتحرك موازياً لسطح الأرض وبسرعة ثابتة.
13	من الخطأ القول أن القمر الصناعي يوضع خارج نطاق الجاذبية.	لأنه مهما كان ارتفاع مداره عن الأرض فإن الجاذبية الأرضية لا تنعدم.
14	تزداد سرعة القمر الصناعي كلما اقترب مداره من سطح الأرض وتقل كلما ابتعد؟	لأن سرعة القمر تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار أو بمعنى آخر ارتفاعه عن سطح الأرض لذلك تزداد سرعته كلما قل ارتفاعه عن سطح الأرض وتقل سرعته كلما زاد ارتفاعه أي أبتعد.
15	صعوبة إيقاف عجلة دراجة هوائية تدور حول محورها.	لأن العجلة تحاول مقاومة أي تغيير لحالتها الدورانية حول محورها.
16	محور دوران الأرض ثابت بالنسبة للكون المحيط.	لأن كمية التحرك الزاوي للأرض مقدار ثابت طالما لم يؤثر عليها عزوم دوران خارجية.
17	السرعة الأفقية للجسم المقذوف في الهواء ثابتة.	لأن العجلة التي يتحرك بها على المستوى الأفقي =صفر أي لا تتأثر بقوة الجاذبية أفقياً ولذلك يتحرك في هذه الحالة بسرعة منتظمة ثابتة.

(1) مقارنة بين

	التصادم المرن	التصادم الغير مرن
1	يحافظ على قانون بقاء كمية التحرك الخطي	يحافظ على قانون بقاء كمية التحرك الخطي.
2	لا ينتج عنه فقد في الطاقة الحركية.	ينتج عنه فقد في الطاقة الحركية على صورة حرارة - ضوء - صوت.
3	لا ينتج عنه تكون جسم جديد بعد التصادم.	ينتج عنه تكون جسم واحد جديد بعد التصادم.
4	سؤال وزاري لهُ: تصادم جزيئات الغاز في إناء مغلق.	سؤال وزاري لهُ: تصادم رصاصة مع هدف.

الإجابة النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

إجابة السؤال الأول:

ضع علامة (✓) أمام الفقرة الصحيحة وعلامة (✗) أمام الفقرة الخطأ فيما يأتي:

أ) تظل الطاقة الحركية لأي تصادم ثابتة. (✗)

ب) تُحمل الصواريخ ذاتية الدفع وفق مبدأ حفظ كمية التحرك. (✓)

ج) تعمل البالونة المنفوخة والمتروكة حرة ومفتوحة بمبدأ الفعل ورد الفعل. (✓)

د) مبدأ الفعل ورد الفعل لا ينطبق خارج الغلاف الجوي للأرض. (✗)

ه) 8كم/ ث هي سرعة إفلات الأجسام من الأرض. (✗)

و) في حالة إفلات الجسم من الأرض فإن طاقته الحركية تقل عن طاقة الوضع. (✓)

ز) تزداد سرعة القمر الصناعي في حالة قربه من الأرض. (✓)

ح) يسير القمر الصناعي موازياً لجاذبية الأرض. (✗)

ط) تعتمد السرعة المدارية للقمر الصناعي على نصف قطر المدار. (✓)

ي) كمية التحرك الزاوي كمية متجهة. (✗)

ك) السرعة الزاوية لجسم = $\frac{\text{كمية التحرك الزاوي}}{\text{عزم القصور الذاتي الدوراني}}$ (✓)

ل) ثبوت كمية التحرك الزاوي لا يتغير بتغير العزم. (✗)

السؤال الثاني:

إذا كانت كمية التحرك لصاروخ 5×10^{8} كجم. م/ث، وكانت سرعته 5×10^{3}م/ث. فما كتلته؟

إجابة السؤال الثاني:

∵ كت = ك × ع

∴ 5×10^{8} = ك× 5×10^{3}

ك = $\frac{5 \times 10^{8}}{5 \times 10^{3}}$ = 10^{5}كجم.

السؤال الثالث:

إذا كانت سرعة الإفلات لصاروخ من الجاذبية الأرضية هي 11.2كم/ث وكانت عجلة الجاذبية الأرضية 9.8 م/ث^2. فما مقدار نصف قطر الأرض.

إجابة السؤال الثالث:

ع = 11.2كم/ث = 11.2×10^3 م/ث د = 9.8 م/ث^2 نق = ؟

∵ ع = 2 د نق

$11.2 \times 10^3 = 2 \times 9.8 \times$نق

بتربيع الطرفين ⇐ $125.44 \times 10^6 = 19.6$ نق

∴نق = $\frac{125,44 \times 10^6}{19,6} = 6.4 \times 10^6$ م

السؤال الرابع:

يتحرك جزيء غاز بسرعة 150م/ث نحو جزيء غاز آخر ساكن "فرضاً" ومساو له في ألكتله ، وبعد التصادم تحرك الجزيء الأول في اتجاه يصنع زاوية مقدارها 30^5 مع خط حركته الابتدائية ومتعامداً مع اتجاه حركة الجزيء الثاني . أحسب :-

أ) سرعته وإتجاهه بعد التصادم .

ب) الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم .

إجابة السؤال الرابع:

أ) ك$_1$ = ك$_2$ ، ع$_1$=150 ، ع$_2$ =

صفر

هـ$_1$ = 30^5 هـ$_2$ = 90 – 30 = 60^5

ع$_1$ = ؟ ع$_2$ = ؟

الحركة في الاتجاه الأفقي:

∵ ع$_1$ + ع$_2$ = ع$_1$ جتا هـ$_1$ + ع$_2$ جتا هـ$_2$

∴ 150 + صفر = ع$_1$ × $\frac{3}{2}$ + ع$_2$ × $\frac{1}{2}$

$$\frac{\sqrt{3}\,ع_1 + ع_2}{2} = 150$$

$$ع_1\sqrt{3} + ع_2 = 300 \quad \Leftarrow (1$$

الحركة في الاتجاه الرأسي:

$$\because ع_1 جا هـ_1 = ع_2 جا هـ_2$$

$$\therefore ع_1 \times \frac{1}{2} = ع_2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\therefore ع_1 = \sqrt{3}\, ع_2 \quad \Leftarrow (2$$

بالتعويض من 2 في 1

$$\therefore ع_2\sqrt{3} + \sqrt{3} \times \sqrt{3}\, ع_2 = 300$$

$$4\, ع_2 = 300 \Leftarrow ع_2 = \frac{300}{4} = 75 م/ث$$

بالتعويض في 2 عن قيمة $ع_2$

$$\therefore ع_1 = \sqrt{3} \times 75 = 3 م/ث$$

ب) # طاح = طاح بعد التصادم ـــ طاح قبل التصادم

$$\# طاح = \frac{1}{2} ك ع^2 - \left[(\frac{1}{2} ك_1 ع_1^2) + (\frac{1}{2} ك_2 ع_2^2) \right]$$

$$= \frac{1}{2} \times 9 \times (10)^2 - \left[(\frac{1}{2} \times 6 \times (12)^2) + (\frac{1}{2} \times 3 \times (18)^2) \right]$$

$$= 450 - (486 + 432)$$

$$= 450 - 918 = -468 جول$$

السؤال الخامس:

عربة كتلتها 5 طن تتحرك بسرعة 36 كم/ساعة في اتجاه الشرق تصادمت مع عربه أخرى كتلتها 4 طن تتحرك بسرعة 72كم/ساعة في اتجاه الشمال ، إذا التصقت العربتان وتحركتا معا كحطام بعد التصادم فأحسب ما يلي :-

أ) السرعة التي يتحرك بها الحطام بعد التصادم مباشرة .

ب) الزاوية التي تصنعها مع اتجاه الشرق .

ج) الطاقة الحركية المفقودة أثناء التصادم .

إجابة السؤال الخامس:

$ك_1 = 5$طن $= 1000 \times 5 = 5000$ كجم $\quad ع_1 = 36$كم/س

$$= 36 \times \frac{5}{18} = 10 \text{ م/ث}$$

$ك_2 = 4$طن $= 1000 \times 4 = 4000$ كجم $\quad ع_2 = 72$كم/س

$$= 72 \times \frac{5}{18} = 20 \text{ م/ث}$$

أ) الحركة في الاتجاه الأفقي:

$\because ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع_{س}$

$\therefore 5000 \times 10 + \text{صفر} = 9000 \; ع_{س}$

$$ع_{س} = \frac{50000}{9000} = 5.6 \text{ م/ث}$$

الحركة في الاتجاه الرأسي:

$\because ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع_{ص}$

$\therefore \text{صفر} + 4000 \times 20 = 9000 \; ع_{ص}$

$$ع_{ص} = \frac{80000}{9000} = 8.9 \text{ م/ث}$$

$\because ع = \sqrt{ع_{س}^2 + ع_{ص}^2}$

$$ع = \sqrt{(5.6)^2 + (8.9)^2} = 10.5 \text{ م/ث}$$

ب) $\because ع_{س} = ع$ جتاهـ

$\therefore 5.6 = 10.5 \times$ جتاهـ

$\therefore$ جتاهـ $= \frac{5.6}{10.5}$

$\therefore Z\ 0.53 =$ هـ $= 85^{\circ}$

ج) جـ طاح = طاح بعد – طاح قبل

$$= \frac{1}{2}\times 9000\times (10.5)^2 - \left[\frac{1}{2}\times 5000\times (10)^2 + \frac{1}{2}\times 4000\times (20)^2\right]$$

$$= 496.125 - 1050000$$

$$= -1.049.503.875 \text{ جول}$$

الإشارة السالبة تعني أن هناك فقد في الطاقة الحركية .

السؤال السادس :-

أحسب الارتفاع فوق سطح الأرض لقمر صناعي يتحرك في مسار دائري بسرعة مدارية مقدارها 4 كم/ث.

إجابة السؤال السادس:-

ع = 4كم/ث = 4×10^3 م/ث نق$_ر$ = 6400كم = 64×10^5م

ل = ؟؟

$$\because ع = \sqrt{\frac{ج\ ك_1\ نق}{نق_{مدار}}}$$

$$\therefore 4\times 10^3 = \sqrt{\frac{6.67\times 10^{-11}\times 6\times 10^{24}}{نق_{مدار}}}$$

$$\therefore 16\times 10^6 = \frac{40.02\times 10^{13}}{نق_{مدار}}$$

$$نق_{مدار} = \frac{40.02\times 10^{13}}{16\times 10^6} = 2.5\times 10^7 \text{ م}$$

$\because$ نق$_{مدار}$ = ل + نق ر

$\therefore 2.5\times 10^7 = ل + 64\times 10^5$

$250\times 10^5 = ل + 64\times 10^5$

$ل = 250\times 10^5 - 64\times 10^5$

$\therefore ل = 186\times 10^5$م = 18600 كم

السؤال السابع :-

1) أطلع مدفع قذيفه بسرعة إبتدائية مقدارها 200 $\sqrt{2}$ م/ث باتجاه يصنع زاوية مقدارها 545 مع الاتجاه الأفقي بإهمال مقاومة الهواء واعتبار عجلة الجاذبية الأرضية 10 م/ث2 أوجد:

أ) ذروة القذف ب) المدى الأفقي
ج) سرعة القذيفة الكلية بعد مرور 35 ثانية من لحظة القذف .
د) إرتفاع القذيفة بعد مرور 35 ثانية من لحظة القذف .

إجابة السؤال السابع:-

$ع_0 = 200\sqrt{2}$ هـ $= 45$

أ) ∵ $ع_{ص}^2 = (ع \text{ جاهـ})^2 - 2$ د فـص

صفر $= (200\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}})^2 - 2 \times 10$ فـص

20 فـص $= 40000$

فـص $= \frac{40000}{20} = 2000$ م

ب) ز هدف $= \frac{ع \text{ جا هـ}}{5}$

ز هدف $= \frac{200\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{5} = 40$ ث

∵ **ف** س $= ع -$ جتا هـ ز

∴ **ف** س $= 200\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times 40$

ف س $= 8000$ م

ج) $ع_س = ع_0$ جتاهـ ⇐ $ع_س = 200\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 200$ م/ث

$ع_ص = ع_0$ جاهـ - **د** ز ⇐ $ع_ص = 200\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} - 10 \times 35 = -150$ م/ث

ع $= \sqrt{ع_س^2 + ع_ص^2}$ ⇐ ع $= \sqrt{(200)^2 + (-150)^2}$

ع $= 250$ م/ث

د) $ف_ص = ع_0$ جاهـ ز $- \frac{1}{2}$ د $ز^2$

$ف_{ص} = 200\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} - 35 \times \frac{1}{2} \times 10 \times (35)^2 = 875$ م

السؤال الثامن :-

مقذوف ذروة قذفه 40 متر ومداه الأفقي 160 $\sqrt{3}$ متر أحسب :-

أ) الزاوية التي قذف بها .

ب) سرعته الإبتدائية .

إجابة السؤال الثامن:-

$ف_{ص} = 40$ $ف_{س} = 160\sqrt{3}$

أ) $\because ع_{ص}^2 = (ع_0 جاهـ)^2 - 2 د ف_{ص}$

$\therefore$ صفر $= (ع_0 جاهـ)^2 - 2 \times 10 \times 40$

$(ع_0 جاهـ)^2 = 800$ $\Leftarrow 1)$

$\because ف_{س} = ع_0 جتاهـ ز_{هدف}$

$\because ز_{هدف} = \frac{ع_0 جاهـ}{5}$ ،

$\therefore ف_{س} = \frac{ع_0 جتاهـ \times ع_0 جاهـ}{5}$

$160\sqrt{3} = \frac{ع_0^2 جاهـ جتاهـ}{5}$

$800 \times 3 = ع_0^2 جاهـ جتاهـ$ $\Leftarrow 2)$

بقسمة 1) على 2)

$\therefore ظاهـ = \frac{جاهـ}{جتاهـ} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\therefore هـ = 30^\circ$

ب) بالتعويض في 1) $(\frac{1}{2} ع_0)^2 = 800$

$ع_0^2 = 4 \times 800 = 3200$

$ع_0^2 = \sqrt{3200} = 56.6$ م/ث

الوحـــــــدة الثانيـــــــــة
التيار المتردد (المتناوب)
Alternating Current

أنواع التيار الكهربي:

1) **تيار مستمر (*D.C*):** أي تيار موحد الشدة والاتجاه نحصل عليه من البطاريات.
2) **تيار متردد (*A.C*):** أي تيار متغير الشدة والاتجاه نحصل عليه من الدينامو.

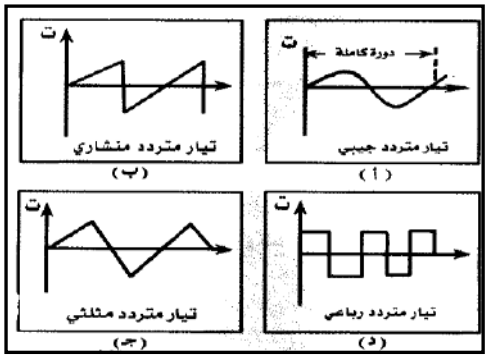
التيـــــــــار المتـردد+

يستخدم التيار المتردد في حياتنا اليومية مثل تشغيل المصانع وإضاءة المنازل والشوارع ومشارك في التقدم الحضاري.

أنواعــه:

ينقسم حسب المنحنى الموضح للعلاقة بين ت ، ز إلى:

1) تيار متردد مربع.
2) تيار متردد مثلثي.
3) تيار متردد منشاري.
4) تيار جيبي.

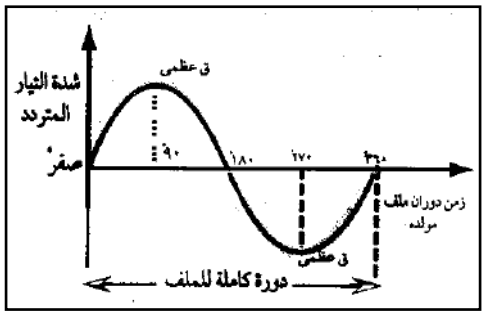


التيار المتردد الجيبي:

هو أشهر التيارات المترددة لأنه يستخدم في المنازل والشوارع والمصانع.

سبب تسمية التيار المتردد بالجيبي

لأن شدته وقوته الدافعة الكهربائية واتجاهه يتغيران حسب تغير جيب زاوية الدوران (من صفر إلى 360°).



تعريف التيار المتردد الجيبي:

هو تيار متغير الشدة لحظياً ومتغير الاتجاه كل نصف دورة من دورات ملف مولده.

أو: هو تيار تبدأ شدته من الصفر ثم تزداد إلى نهاية عظمى ثم تهبط للصفر في نصف الدورة الأولى ثم يغير اتجاهه وتزداد شدته إلى نهاية عظمى ثم تهبط للصفر في نصف الدورة الثانية.

ويعتبر الدينامو هو مصدر التيار المتردد وأساس عمله.

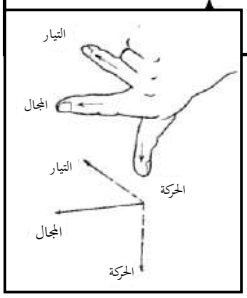
تجربة لتوضيح فكرة عمل الدينامو:

التيار الكهربي المتـردد (الظاهرة الكهرومغناطيسية)

التجربة العملية (الأولى)

1) نكون الأدوات كما بالشكل مع وضع المغناطيس على سطح منضدة خشبية.
2) نحرك السلك أفقياً نشاهد عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر دليلاً على عدم مرور تيار.
3) نحرك السلك بسرعة لأسفل نشاهد انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين.
4) نحرك السلك بسرعة لأعلى نشاهد مرور تيار في الاتجاه المضاد.
5) نوقف حركة السلك نشاهد عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر.





الاستنتـاج:

1) عند حركة سلك بين قطبي مغناطيس بحيث يقطع خطوط الفيض (المجال المغناطيسي) فإنه تتولد بين طرفي السلك ق.د.ك ينتج عنها تيار تأثيري كهربي.
2) اتجاه التيار التأثيري يتحدد بقاعدة فلمنج لليد اليمنى"نجعل أصابع اليد اليمنى الثلاث متعامدة وهم الإبهام ويشير إلى اتجاه الحركة والسبابة وتشير إلى اتجاه المجال فإن الوسطى تشير إلى اتجاه التيار".

الديـــنـــــامـــــــــو (المولـد الكهربـي)

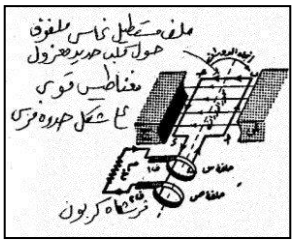
الغرض منه:

جهاز لتحويل الطاقة الحركية (الميكانيكية) إلى طاقة كهربية.

استخدامه (وظيفته):

1) في محطات توليد الكهرباء. 2) فـي إنـارة القـرى الصـغيرة. 3) فـي السـيارات/ المصانع.

فكرة عمله (نظرية عمله):



عند دوران ملف بين قطبي مغناطيس قوي فإنه يقطع خطوط الفيض المغناطيسي وتتولد بين طرفيه قوة دافعة كهربية تأثيرية ويمكن الحصول منها على تيار تأثيري.

تركيبــه:

كما بالرسم المقابل .

شرح عمله:

عند دوران الملف من الوضع العمودي فإنه:

1) في نصف الدورة الأولى يتولد تيار في الاتجاه أ ب جـ د إلى ف$_2$ إلى ف$_1$

∴ ف$_2$ قطب موجب. ف$_1$ قطب سالب.

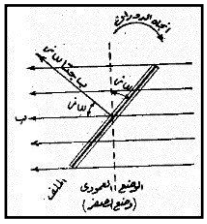
2) في نصف الدورة الثانية يتولد تيار في الاتجاه د جـ ب أ إلى ف$_1$ إلى ف$_2$.

∴ ف$_1$ قطب موجب. ف$_2$ قطب سالب.

3) التيار الناتج متغير الاتجاه ومتغير الشدة ولذلك يسمى تيار متردد.

حساب مقدار ق. د. ك المتولدة في ملف الدينامو

1) بفرض الملف مكون من لفه واحدة (ن = 1) وعند دوران الملف عمودياً مجال مغناطيسي كثافة فيضه (ب) بسرعة زاوية منتظمة (ω).



∴ بعد زمن ز يقطع زاوية $\theta = \omega$ ز

وتكون مركبة كثافة الفيض العمودية = ب جتا ω ز.

2) بما أن الفيض العموي خلال الملف:

الفيض = مساحة الملف × مركبة كثافة الفيض العمودية على مستوى الملف

∴ ϕ = س × ب جتا ω ز

..... (1)

3) تتولد قوة دافعة تأثيرية كهربية حسب قانون فاراداي:

$$ق = - \frac{د \phi}{د ز}$$ ..... (2)

والإشارة السالبة تعني أن اتجاه ق يضاد التغير في الفيض المسبب لهُ.

4) بالتعويض عن (ϕ) من (1) في (2)

$$∴ ق = \frac{- د(س \times ب \text{ جتا } \omega ز)}{د ز}$$

∴ ق = س × ب × ω × - جا ω ز

..... (3)

لأن تفاضل جتا ω ز = - ω جا ω ز

5) عندما يكون عدد لفات الملف (ن) فإن:

$$\text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega \times \text{جا}\omega\text{ز} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

6) المقادير س ، ب ، ω ، ن مقادير ثابتة:

∴ تتغير قيمة القوة الدافعة التأثيرية بتغير (جاωز)

وتصبح (ق) نهاية عظمى أي (ق$_ع$) عندما جاωز = 1 أي ωز = 90°

$$\therefore \quad \text{ق}_ع = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

من (4) ، (5)

∴ القوة الدافعة في أي لحظة $\text{ق} = \text{ق}_ع \times \text{جا}\omega\text{ز}$

$\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$

العوامل التي تتوقف عليها ق.د.ك التأثيرية عند أي لحظة:

***من المعادلة (4) يتضح أن العوامل هي:**

1) مساحة الملف (س): حيث ق α س

أي تتناسب ق طردياً مع مساحة الملف.

2) كثافة الفيض (ب): حيث ق α ب

أي تتناسب ق طردياً مع كثافة الفيض المغناطيسي.

3) عدد لفات الملف (ن): حيث ق α ن

أي تتناسب ق طردياً مع عدد لفات الملف.

4) السرعة الزاوية للملف (ω): حيث ق ω α

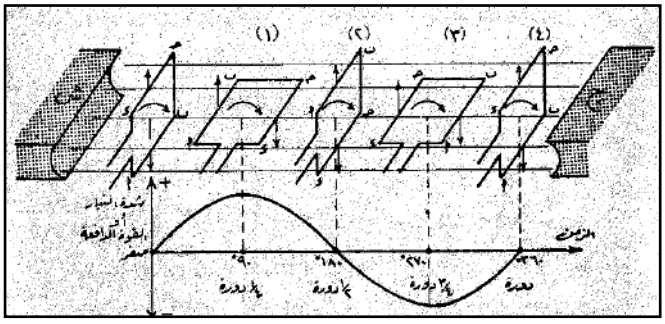
أي تتناسب ق طردياً مع السرعة الزاوية لدوران الملف.

5) جيب الزاوية بين وضع الملف في هذه اللحظة والوضع العمودي (جاωز):

حيث ق α جاωز أي تتناسب ق طردياً مع جيب الزاوية.

التغيرات التي تطرأ على القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في الملف خلال دورة كاملة:

(أ) عند بدء الدوران مستوى الملف عمودي على اتجاه المجال.



∴ لا يقطع خطوط الفيض

ولا تتولد ق تأثيرية

حيث ق = ق$_ع$ × جاωز

∴ ωز = صفر

∴ جاωز = صفر

∴ ق = صفر

(ب) باستمرار الدوران تزداد ق حتى يصبح

مستوى الملف موازي لخطوط الفيض وذلك بعد $\frac{1}{4}$ دورة.

∴ ω ز = 90° ∴ جا ز = 1 ∴ ق = ق ع (نهاية عظمى)

(ج) باستمرار الدوران تقل ق حتى تنعدم عندما يكون مستواه عمودياً على اتجاه المجال وذلك بعد $\frac{1}{2}$ دورة.

∴ ω ز = 180° ∴ جا ز = 1 ∴ ق = صفر.

(د) باستمرار الدوران يتغير اتجاه التيار في الملف وتزداد ق حتى تصبح نهاية عظمى وذلك بعد $\frac{1}{4}$ دورة.

∴ ω ز = 270° ∴ جا ز = -1 ∴ ق = -ق ع.

(هـ) باستمرار الدوران تقل ق حتى تنعدم (دورة كاملة):

∴ ω ز = 360° ∴ جا ز = صفر ∴ ق = صفر

ويتكرر ذلك في كل دورة لذلك يطلق على التيار الناتج اسم التيار المتردد (*A.C*)

1) عندما يكون مستوى الملف موازي لخطوط الفيض فإن معدل القطع للخطوط يكون أكبر ما يمكن والقوة الدافعة المتولدة نهاية عظمى.
2) عندما يكون مستوى الملف عمودي على خطوط الفيض فإن معدل القطع يكون صفر والقوة الدافعة المتولدة صفر.

لحل المسائل

(1) السرعة الزاوية $\omega = 2\pi f$.

حيث: (f) التردد وهو عدد دورات ملف: الدينامو حول محورة في الثانية الواحدة:

$\pi = \frac{22}{7}$

(2) لحساب الزاوية (θ) بالتقدير السيني:

فإن: $\theta = \omega$ ز $= 2\pi f$ ز

حيث $\pi = 180°$ بالتقدير السيني

(3) في حالة إعطاء سرعة خطية (ع):

فإن السرعة الزاوية $\omega = \frac{ع}{نق}$

حيث نق = $\frac{\text{عرض الملف}}{2}$ (م)

سؤال وزاري (1):

ملف دينامو مستطيل الشكل طوله 50سم وعرضه 20سم مكون من 500لفه يدور حول محور مواز لطوله بسرعة 50دورة في الثانية في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.014 تسلا احسب:

1) أقصى قوة دافعة نحصل عليها؟ (القوة الدافعة بعد $\frac{1}{4}$ دورة – $\frac{3}{4}$ دورة).

2) القوة الدافعة عندما يميل مستواه على العمودي على المجال بزاوية 30^{5}؟ (القوة الدافعة بعد $\frac{1}{12}$ دورة)

الإجابة النموذجية :

س $= 50 \times 20 \times 10^{-4} = 10^{-1}$م^2 ن $= 500 = 5 \times 10^{2}$ لفه

$f = 50$ هرتز ب $= 0.014 = 14 \times 10^{-3}$ تسلا

(1) قع $= ؟$ (ωز $= \frac{1}{4}$ دورة $= \frac{1}{4} \times 360 = 90^{5}$)

$\because$ قع $=$ س $\times$ ب $\times$ ن $\times \omega \Leftarrow$ قع $=$ س $\times$ ب $\times$ ن $\times 2\pi f$

قع $= 10^{-1} \times 14 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{2} \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \Leftarrow$ قع $= 22000 \times 10^{-2}$

$\therefore$ قع $= 220$ فولت.

(2) ωز $= 30$ ق$_{\text{لحظية}} = ؟$ (ωز $= \frac{1}{12} \times 360 = 30^{5}$)

$\because$ ق $=$ قع $\times$ جا ωز

$\therefore$ ق $= \frac{1}{2} \times 220 = 110$ فولت

سؤال وزاري (2):

ملف دينامو مستطيل أبعاده 20، 10سم مكون من 1000 لفه يدور حول محور لطوله بسرعة 4500 دورة في دقيقة ونصف في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.07 تسلا احسب: 1) النهاية العظمى للقوة الدافعة المتولدة فيه.

2) القوة الدافعة المتولدة بعد $\frac{1}{300}$ ثانية من بدء الدوران.

3) القوة الدافعة العظمى عندما يتحرك بسرعة خطية 24م/ث.

الإجابة النموذجية :

س $= 20 \times 10 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-2}$م^2 ن $= 1000 = 10^{3}$ لفه

$f = \frac{4500 \text{ دورة}}{1,5 \text{ دقيقة}} = \frac{4500}{60 \times 1,5} = \frac{4500}{90} = 50$ هرتز ب $= 7 \times 10^{-2}$تسلا

1) قع $= ؟$

قع $=$ س $\times$ ب $\times$ ن $\times \omega \Leftarrow$ قع $=$ س $\times$ ب $\times$ ن $\times 2\pi f$

$$50 \times \frac{22}{7} \times 2 \times {}^{3}10 \times {}^{-2}10 \times 7 \times {}^{-2}10 \times 2 = \text{ق}_{ع}$$

$$\text{ق}_{ع} = 4400 \times {}^{-1}10 \Leftarrow \text{ق}_{ع} = 440 \text{ فولت.}$$

2) ز $= \frac{1}{300}$ $\quad \omega_{ز} = ؟$ $\quad$ ق$_{\text{لحظية}} = ؟$

$$\omega_{ز} = 2\pi f \quad ز \Leftarrow \omega_{ز} = 2 \times 180 \times 50 \times \frac{1}{300} = {}^{5}60$$

ق $=$ ق$_{ع} \times$ جا ω ز $\Leftarrow$ ق $= 440 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 220\sqrt{3}$ فولت.

3) ع $= 24$م/ث $\quad \omega = ؟$ $\quad$ ق$_{ع} = ؟$

$$\omega = \frac{\text{ع}}{\text{نق}} = \frac{24}{{}^{-2}10 \times \frac{10}{2}} = \frac{24}{{}^{-2}10 \times 5} = \frac{{}^{2}10 \times 24}{5} = \frac{2400}{5} = 480$$ زاوية نصف قطرية/ثانية.

∵ ق$_{ع}$ $=$ س $\times$ ب $\times$ ن $\times$ ω

∴ ق$_{ع}$ $= 2 \times {}^{-2}10 \times 7 \times {}^{-2}10 \times {}^{3}10 \times 480 = 6720 \times {}^{-1}10 = 672$ فولت.

مصطلحات متعلقة بالتيار المتردد:

الذبذبة الكاملة (الدورة / الاهتزازة) للتيار المتردد:

هي التغير الذي يحدث للتيار المتردد أثناء دوران ملف مولده دورة كاملة.

زمن الذبذبة (الزمن الدوري ز):

هو الزمن الذي يستغرقه حدوث دورة كاملة لملف الدينامو أو حدوث ذبذبة كاملة للتيار المتردد.

التـردد (f):

هو عدد الذبذبات التي يعملها التيار المتردد في الثانية الواحدة، ويساوي نفس عدد دورات الملف المولد لهُ في الثانية الواحدة.

حيث: $\boxed{f = \frac{1}{\text{ز}}}$ هيرتز (Hz)

ملاحظات:

1) يتوقف تردد التيار الذي يولده الدينامو على عدد دورات الملف في الثانية.

$$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثواني}} = \frac{\omega}{2\pi}$$ هرتز (ذ/ث)

2) عدد مرات وصول شدة التيار المتردد إلى الصفر في الثانية $= 2f + 1$

سؤال وزاري (3):

ما معنى قولنا أن تردد التيار في صنعاء 50 هرتز؟ ثم احسب عدد مرات وصول شدة التيار للصفر.

ومنها استنتج لماذا لا نلاحظ انطفاء المصابيح في المنازل عند وصول شدته للصفر.

الإجابة النموذجية :

- أي أن عدد (الدورات) التي يعملها التيار المتردد في الثانية الواحدة 50 دورة.
- عدد المرات $= 1 + f2 = 1 + 50 \times 2 = 101$ مرة/ث
- **التعليل:** لكبر التردد وصغر الزمن وحدوث ظاهرة مداومة الرؤية (تحدث عندما يكون $f > 16$ هرتز)

القيمة الفعالـة للتيار المتردد:

1) تختلف قيمة التيار المتردد بالزيادة أو النقص باستمرار من لحظة إلى أخرى تبعاً لمنحنى جيبي.
2) لذا تقاس شدة التيار المتردد بقيمة تكافئها من التيار المستمر تُعرف بالقيمة الفعالة للتيار المتردد.
3) وأساس تقديرها أنهُ إذا تساوت الطاقة الحرارية التي يولدها تيار متردد في زمن معين والطاقة الحرارية التي يولدها تيار مستمر في نفس الزمن في نفس الموصل فإن شدة التيار المستمر المار في الموصل هي ما نسميه: (**بالقيمة الفعالة للتيار المتردد**).

تعريف القيمة الفعالة للتيار المتردد:

هي قيمة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المتردد عند مرورهم في نفس الموصل ولنفس الزمن.

معنى قولنا أن القيمة الفعالة للتيار المتردد 2 أمبير

أي أن تيار مستمر شدته 2 أمبير يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها هذا التيار المتردد عند مرورهم في نفس الموصل ولنفس الزمن.

حساب القيمة الفعالة للتيار المتـردد:

أمكن رياضياً إثبات أن:

القيمة الفعالة للتيار المتردد $= \frac{\text{النهاية العظمى لشدته}}{\sqrt{2}}$

$\therefore$ $\boxed{ت_{فعاله} = \frac{ت_ع}{\sqrt{2}}}$

$$\therefore ت = \frac{ت_ع}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times ت_ع = \frac{1{,}414}{2} \times ت_ع$$

$$\therefore \boxed{ت_{فعالة} = ت_ع \times 0.707}$$

وبالمثل: $\boxed{ق_{فعالة} = \frac{ق_ع}{\sqrt{2}}}$ ، $\boxed{ق_{فعالة} = ق_ع \times 0.707}$

سؤال وزاري (4):

إذا كانت القوة الدافعة العظمى المتولدة في ملف دينامو 100 $\sqrt{2}$ فولت فاحسب القيمة الفعالة لها؟

الإجابة النموذجية :

ق = ؟ ∵ $ق = \frac{ق_ع}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100$ فولت. $ق_ع = 100\sqrt{2}$

سؤال وزاري (5):

تيار قيمته الفعالة 3.535 أمبير. احسب النهاية العظمى لشدته.

الإجابة النموذجية :

$ت_ع$ = ؟ ∵ $ت = ت_ع \times 0.707 \Leftarrow ت_ع = \frac{ت}{0.707} = \frac{3{,}535}{0{,}707} = 5$ أمبير. ت = 3.535

سؤال وزاري (6):

ملف دينامو مستطيل الشكل أبعاده 50 ، 20سم مكون من 500 لفه موضوع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.014تسلا فإذا تولدت فيه ق.د.ك فعالة 110 $\sqrt{2}$ فولت فاحسب:

1) أقل سرعة يجب أن يدور بها الملف.

2) القوة الدافعة المتولدة عندما يدور ملفه بزاوية 30^5.

الإجابة النموذجية :

س = $50 \times 20 \times 10^{-4} = 10^{-1}$م^2. ن = 500 لفه ت = 5×10^2 $= -14 \times 10^{-3}$تسلا

ق $_{فعاله}$ = $110\sqrt{2}$ = ؟ f ق لحظية = ؟ ω = 30^5ز

1) ق = $\frac{ق_ع}{2} \Leftarrow 110\sqrt{2} = \frac{ق_ع}{2}$ $ق_ع = 110\sqrt{2} \times 2 = 220$ فولت

∵ $ق_ع = س \times ب \times ن \times \omega \Leftarrow ق_ع = س \times ب \times ن \times 2\pi f$

$$f \times \frac{22}{7} \times 2 \times 10^{2} \times 5 \times 10^{-3} \times 14 \times 10^{-1} = 220$$

$$f \times 10^{-2} \times 440 = 220$$

$$f = \frac{220}{10^{-2} \times 440} = \frac{10^{2}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ هرتز.}$$

2) ∵ ق = ق$_{ع}$ × جا ωز

ق $_{لحظية}$ = 220 × $\frac{1}{2}$ = 110 فولت.

مميزات التيار المتردد عن التيار المستمر:

1) أجهزة الحصول عليه أرخص ثمناً وأبسط تركيباً من أجهزة المستمر.
2) يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة باستخدام المحولات الكهربية بحسب حاجة الإنسان لاستخدامه.
3) يمكن تقويمه أي تحويله إلى تيار مستمر يستخدم في التحليل / الطلاء الكهربي.
4) تكاليف نقله منخفضة.
5) ينقل عبر أسلاك من محطات توليده إلى أماكن استخدامه دون فقد يذكر في الطاقة.
6) يمر في الدوائر التي بها مكثفات بينما لا يمر التيار المستمر إلا لحظياً.

عيوبه :

ضعف شدته أو زيادتها فجأة مما يؤدي لاحتراق الأجهزة الكهربية.

وجه الاتفاق بين التيار المتردد / التيار المستمر.

يتفقا في توليدهما طاقة حرارية عند مرورهم في الموصلات الكهربية.

قيـــــاس شـــــدة التيار المتـــــردد:

لا يستخدم الأميتر العادي(أو الأميتر ذو الملف المتحرك)في قياس شدة التيار المتردد (علل)

لأن عمله مبني على ثبوت اتجاه التيار المار فيه بينما التيار المتردد متغير الاتجاه.

ولذا يستخدم جهاز الأميتر الحراري لقياس شدة التيار المتردد وتبنى فكرته على التأثير الحراري.

الأميتـــــر الحـــراري

وظيفته :

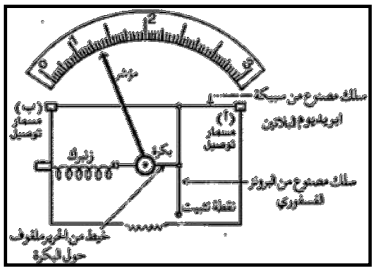
1) قياس القيمة الفعالة للتيار المتردد أي قياس شدة التيار المتردد.
2) قياس شدة التيار المتسمر.

نظرية (فكرة)عملـه:

بني عمله على فكرة التأثير الحراري للتيار الكهربي.
بمعنى عند مرور تيار كهربي في موصل فإنه تتولد فيه طاقة حرارية لا تتوقف على اتجاه التيار بل على شدته ولذا يقيس التيار بنوعية متردد/ مستمر.

تركيبة:

كما بالرسم:



شـــرح عملـــه:

1) يوصل الأميتر الحراري في الدائرة الكهربية على التوالي مع مصدر التيار المتردد (أو المستمر).
2) عند مرور التيار في السلك (أ ب) فإنه يسخن وترتفع درجة حرارته ويرتخي فيقوم الزنبرك بشد خيط الحرير نحوه فتدور البكره ومعها المؤشر ببطء.
3) بعد فترة زمنية يقف التمدد ويثبت المؤشر عند قراءة هي القيمة الفعالة للتيار المتردد.
4) عند قطع التيار فإن السلك يبرد وينكمش هو والبرونز فيشد خيط الحرير لليمين فيعود المؤشر إلى صفر التدريج ببطء.

تدريج الأميتر الحراري:

1) يدرج بمقارنته بأميتر ذي الملف المتحرك عندما يوصل معه على التوالي ثم يمر فيهما تيار مستمر ونعين قراءات الأميتر ونسجلها أمام مؤشر الأميتر الحراري.
2) بذلك أمكن معايرة تدريج الأميتر الحراري لقياس شدة التيار المتردد وشدة التيار المستمر.

تعليلات

1) تداريج الأميتر الحراري غير متساوية الأبعاد (التدريج غير منتظم).

لأن كمية الحرارة المتولدة فيه تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار وليس مع شدة التيار

ح $\propto$ ت^2

2) يتحرك مؤشر الاميتر ببطء سواءً عند مرور التيار أو عند قطعة.

لأنه لابد من فترة زمنية تتساوى فيها الحرارة المتولدة مع الحرارة المفقودة منهُ في الهواء المحيط به حتى يقف التمدد ويثبت المؤشر.

3) **سلك التسخين في الأميتر الحراري من سبيكة إيريديوم بلاتين.**

لأن مقاومتها النوعية عالية فتتمدد بمقدار ملحوظ عند مرور التيار الكهربي فيها حتى الضعيف منها.

مميزاتـــه:

1) يصلح لقياس التيار المتردد والمستمر.
2) لا يتوقف عمله على اتجاه التيار المار فيه على شدته.

عيوبـــه:

1) يتحرك مؤشرة ببطء سواء عند مرور التيار أو عند قطعة.
2) يتأثر عمله بدرجة حرارة الجو المحيط به (اختلاف درجة حرارة الجو عن درجة حرارة تدريج الجهاز) مما يسبب خطأ في قراءة الأميتر.

علاجـــه:

يشد سلك التسخين(ايريديوم البلاتين) على لوحة لها نفس معامل تمدده مع عزلة عنها لعلاج تأثر عمله بدرجة حرارة الجو المحيط به فلا تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو مهما ارتفعت أو انخفضت.

دوائـــــر التيـــــار المتردد

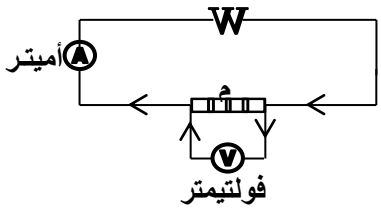
تحتوي دوائر التيار المتردد عادة على:

(1) **مقاومات** أوميه. (2) ملفات. (3) مكثفات.

ولكل **من** هذه المكونات تأثير على شدة التيار المتردد وجهده.

(1) دائرة تحتوي على مقاومة أوميه عديمة الحث:

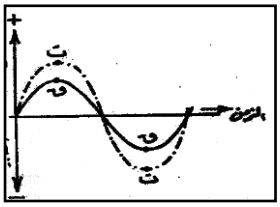
أ) عند مرور التيار في مقاومة أوميه فإنه يلاقي مقاومة تتوقف على طول السلك/ مساحة مقطعة / نوع مادته حيث (م = $\frac{\text{مـ} \times \text{ل}}{\text{س}}$) أوم



ونتيجة لذلك تفقد طاقة كهربية تظهر على شكل طاقة حرارية في السلك نتيجة المقاومة.

ب) تكون شدة التيار وفرق الجهد (ق.د. ك للمصدر) متفقين في الطور:

أي يمر منحنى كل منهما بالنهايات العظمى والصغرى في نفس الوقت وفي نفس الاتجاه فتكون نفس زاوية الطور.



لهما

جـ) تتعين شدة التيار في أي لحظة من العلاقة ت =

$\frac{\text{ق(جـ)}}{\text{م}}$ أمبير.

(2) دائرة تحتوي على مكثف:

المكثف:

أداة لتخزين الشحنات الكهربية ويستخدم في الأجهزة الإلكترونية.

حيث: سعة المكثف = $\frac{\text{الشحنة}}{\text{فرق الجهد}}$

∴ $\boxed{\text{سع} = \frac{\text{ش}}{\text{جـ}}}$ فـــاراد

وعرفنا من مميزات التيار المتردد أنهُ يمر في المكثفات بينما لا يمر التيار المستمر في المكثفات فما السبب في ذلك؟

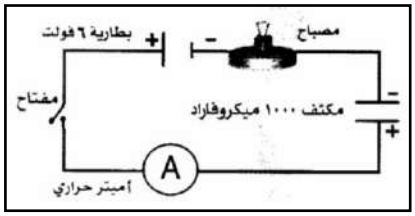
لـلإجـابة نقوم بالنشاط التالي:

التيار الكهربي المتردد يمر بين لوحي المكثف بينما لا يمر التيار المستمر

التجربة:

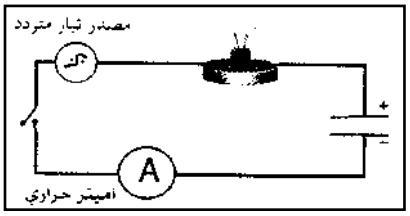
خطوات التجربة:

1) نصل الدائرة الكهربية كما بالشكل على التوالي.
2) أغلق الدائرة الكهربية بواسطة المفتاح نلاحظ عدم إضاءة المصباح.
3) استبدل البطارية السابقة بمصدر تيار متردد باستخدام محول خافض للجهد قوته الدافعة 6فولت ثم أغلق الدائرة نلاحظ إضاءة المصباح.



الاستنتـــاج:

1) فـي حالة التيار المستمر: يمر تيار لحظي يشحن المكثف فيتكون فرق جهد بين لوحي المكثف يزداد حتى يصبح يساوي ويضاد فرق الجهد بين قطبي البطارية فينعدم مرور التيار بعد فترة قصيرة جداً لا تكفي لتسخين فتيلة المصباح حتى يضيء.



2) فـي حالة التيار المتردد: يمر تيار كهربي لحظي في اتجاه ما يشحن المكثف وعندما ينعكس اتجاه التيار المتردد فإن المكثف يفرغ شحنته ثم يعاد شحنه في الاتجاه المعاكس وهكذا فتستمر إضاءة المصباح لمرور تيارات الشحن والتفريغ في الدائرة الكهربية.

ملاحظة:

لا يمر التيار المستمر أو التيار المتردد خلال لوحي المكثف لوجود مادة عازلة بينهما وإنما يمر التيار من أحد لوحي المكثف إلى اللوح الآخر المتصل بالدائرة الخارجية فقط.

العلاقة بيَّن شدة التيار وسعة المكثف

تجربة:

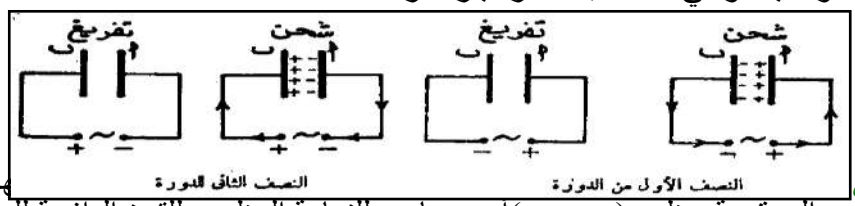
1) نكون الدائرة الكهربية السابقة في وجود مصدر التيار المتردد.
2) نغلق الدائرة الكهربية بالمفتاح نلاحظ إضاءة المصباح إضاءة شديدة.
3) نستبدل المكثف الذي سعته 1000ميكروفاراد بمكثف آخر سعته أقل 100ميكروفاراد نلاحظ أن إضاءة المصباح تقل.

الاستنتاج:

1) كلما زادت سعة المكثف فإن تيارات الشحن والتفريغ تزداد فتزداد قدرته على إمرار التيار المتردد أي تقل مقاومته.
2) كلما قلت سعة المكثف فإن تيارات الشحن والتفريغ تقل فتقل قدرته على إمرار التيار المتردد أي تزداد مقاومته.
3) المقاومة التي يبديها المكثف لمرور التيار الكهربي المتردد تسمى المفاعلة السعوية.

تفسير مرور التيار المتردد في المكثف:

عند توصيل لوحي مكثف بمصدر تيار متردد نلاحظ:



1) في [illegible] بين لوحيه إلى قيمة عظمى(جـ=جـع)اي مساوي للنهاية العظمى للقوة الدافعة للمصدر (ق.د.ك) وتكون الشحنات عليه أعلى ما يمكن فيتوقف الشحن وينعدم التيار(ت = صفر).

ثم تبدأ (ق. د. ك) للمصدر في الهبوط ويفرغ المكثف شحنته حتى تصل القوة الدافعة للصفر فيصل جهد المكثف للصفر أيضاً (جـ = صفر) فيكون معدل التفريغ أي التيار أكبر ما يمكن أي قيمة عظمى (ت = ت ع).

2) في النصف الثاني من الدورة: يسري تيار في اتجاه معاكس ويشحن المكثف ثانية في الاتجاه المضاد حتى يصل فرق جهده إلى نهاية عظمى تساوي ق للمصدر (جـ=-جـع) فيتوقف الشحن وينعدم التيار ثم يبدأ جهده في الانخفاض ويفرغ شحنته

حتى يصل التيار لقيمه عظمى (ت= – ت$_ع$) عندما يكون المكثف مفرغ تماماً من الشحنات فيصبح جهده والقوة الدافعة للمصدر صفر وهكذا في كل الدورات.

أي يسمح المكثف بمرور التيار المتردد في الدائرة لحدوث عمليتي شحن وتفريغ =

علاقة الطور بين الجهد والتيار والشحنة الكهربائية في دائرة المكثف الكهربي:

عند مرور تيار متردد في دائرة تحتوي على مكثف فإن:

1) شدة التيار المتردد المار في أية لحظة تتناسب طردياً مع معدل التغير في شحنة المكثف أو جهده.

∴ $\boxed{\text{جـ} = \text{جـ}_ع \times \text{جا}\omega\text{ز}}$ ..... (1)

2) الشحنة الكهربية على المكثف في أي لحظة زمنية تتعين من العلاقة:

ش = سـع × جـ

بالتعويض من (1) ∴ ش = سـع × جـ$_ع$ × جاωز

3) باشتقاق طرفي المعادلة بالنسبة للزمن:

$$\frac{\text{د ش}}{\text{د ز}} = \text{سـع} \times \frac{\text{د (جـ}_ع \times \text{جا}\omega\text{ز)}}{\text{د ز}}$$

$$\therefore \frac{\text{د ش}}{\text{د ز}} = \text{سـع} \times \text{جـ}_ع \times \omega \times \text{جتا}\omega\text{ز}$$

4) ∵ شدة التيار الكهربي اللحظي (ت) المار في الدائرة تتعين من:

$$\because \text{ت} = \frac{\text{د ش}}{\text{د ز}}$$

∴ ت = ω سـع × جـ$_ع$ × جتاωز

5) تكون شدة التيار المار قيمه عظمى عندمـا:

ωز = صفر ∴ جتاωز = 1 ∴ ت = ت$_ع$

∴ ت$_ع$ = ω سـع جـ$_ع$

6) ∴ شدة التيار عند أي لحظة يمكن وضعها في الصورة التالية:

$\boxed{\text{ت}_{\text{لحظية}} = \text{ت ع} \times \text{جتا}\omega\text{ز}}$ .....

(2)

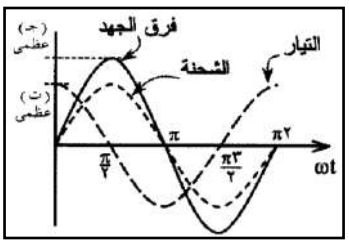
وعند استخدام العلاقة المثلثيه فإن:

$$\text{جتا}\omega\text{ز} = \text{جا}\left(\frac{\pi}{2} + \omega\text{ز}\right)$$

$$\therefore \text{ت}_{\text{لحظية}} = \text{ت}_ع \times \text{جا}\left(\frac{\pi}{2} + \omega\text{ز}\right)$$

ومن العلاقـــــة (1)

∴ جـ$_{\text{لحظية}}$ = جـ$_ع$ × جاωز



$$جـ_{لحظية} = جـ_{ع} \times جا(\omega ز - \frac{\pi}{2})$$

$$\therefore جـ_{ع} = \frac{ت_{ع}}{\omega \, سع}$$

7) **بمقارنة المعادلتين (1 ، 2)** يتضح أن الجهد بين طرفي المكثف في أي لحظة دالة في جيب الزاوية (جاωز) بينما شدة التيار في أي لحظة في دائرة المكثف دالة في جيب تمام الزاوية (جتاωز).

∴ منحنى التيار يتقدم على منحنى الجهد بزاوية طور ثابتة قيمتها $\frac{\pi}{2}$ حيث ($\omega ز > 1$)

والشكل يوضح العلاقة البيانية للطور بين الشحنة الكهربية (ش) وفرق الجهد الكهربي بين لوحي المكثف (جـ) وشدة التيار الكهربي (ت).

ومن المنحنى يتضح أن التيار المتردد في المكثف يتقدم عن فرق جهده بزاوية طور مقدارها $\frac{\pi}{2}$ (90° أي $\frac{1}{4}$ دورة).

المفاعلة السعودية للمكثف:

تعريف المفاعلة السعويه (م سع):

هي المقاومة (الممانعة) التي يلقاها التيار الكهربي المتردد عند مروره في مكثف بسبب سعته

الفرق بين المقاومة الأوميه/المفاعلة السعوية

المقاومة الأوميه:

تقاوم مرور التيار المتردد وتستنفذ (تحول) جزء من الطاقة الكهربية على صورة طاقة حرارية.

المفاعلة السعوية:

تقاوم مرور التيار المتردد ولا تستنفذ أي جزء من الطاقة الكهربية ولكنها تخزنها في صورة مجال كهربي.

حساب المفاعلة السعوية لمكثف (م سع).

$$\because م_{سع} = \frac{جـ_{عظمى}}{ت_{عظمى}} \quad ..... (1)$$

$$\because ت_{ع} = \omega \, سع \, جـ_{ع}$$

بالتعويض في (1)

$$\therefore م_{سع} = \frac{جـ_{ع}}{\omega \, سع \, جـ_{ع}}$$

∴ م سع = $\frac{1}{\omega \text{ سع}}$

∵ $\omega = 2\pi f$ حيث (f) التردد.

∴ $\boxed{\text{م سع} = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}}}$ أوم.

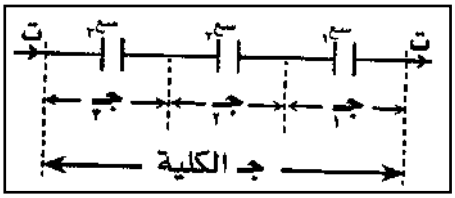
العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة السعوية:

1) **تردد التيار (f):** (م سع) تتناسب عكسياً مع (f).
أي كلما زاد التردد قلت المفاعلة السعوية.

2) **سعة المكثف (سع):** (م سع) تتناسب عكسياً مع (سع).
أي كلما زادت سعة المكثف قلت المفاعلة السعوية والعكس صحيح.

المفاعلة السعوية الكلية لعدة مكثفات متصلة معاً:

أولاً: على التوالي



بفرض ثلاثة مكثفات سعاتها (سع1 ، سع2 ، سع3) متصلة معه على التوالي بدائرة كهربية كما بالشكل وعند مرور التيار المتردد تشحن المكثفات بشحنات متساوية (ش) كولوم فإذا كانت فروق الجهد لها على الترتيب هي جـ1 ، جـ2 ، جـ3.

∴ جـ = جـ1 + جـ2 + جـ3

∵ جـ = $\frac{\text{ش}}{\text{سع}}$

∴ $\frac{\text{ش}}{\text{سع ك}} = \frac{\text{ش}}{\text{سع1}} + \frac{\text{ش}}{\text{سع2}} + \frac{\text{ش}}{\text{سع3}} \Leftarrow$ ش $= \frac{\text{ش}}{\text{سع ك}}$ ($\frac{1}{\text{سع1}} + \frac{1}{\text{سع2}} + \frac{1}{\text{سع3}}$)

∴ $\boxed{\frac{1}{\text{سع ك}} = \frac{1}{\text{سع1}} + \frac{1}{\text{سع2}} + \frac{1}{\text{سع3}}}$

ومنها نوجد المفاعلة السعوية الكلية من العلاقة: $\boxed{\text{م سع ك} = \frac{1}{2\pi f \text{ سع ك}}}$ أوم.

ملاحظات:

1) تقل السعة الكلية فتزداد المفاعلة السعوية فتقل شدة التيار في حالة التوصيل على التوالي.

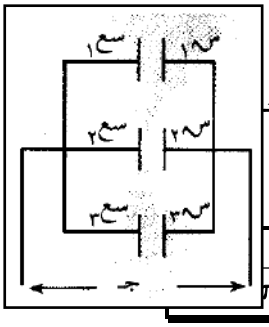
2) إذا كانت المكثفات متساوية السعة وسعة كلاً منها (سع$_1$) وعددها (ن).

∴ $\boxed{\text{سع}_ك = \frac{\text{سع}_1}{\text{ن}}}$ فـــاراد

3) في حالة مكثفين فقط. ∴ $\boxed{\text{سع}_ك = \frac{\text{سع}_1 \times \text{سع}_2}{\text{سع}_1 + \text{سع}_2}}$ فـــاراد

ثانياً: على التوازي:

بفرض توصيل المكثفات الثلاثة السابقة على التوازي بمصدر تيار كهربي متردد جهده (جـ) كما بالشكل فإن شحناتها هي ش$_1$، ش$_2$، ش$_3$ على الترتيب وتكون جهودها متساوية.



∴ ش$_ك$ = ش$_1$ + ش$_2$ + ش$_3$

∵ ش = سع × جـ

∴ سع$_ك$ × جـ = سع$_1$ × جـ + سع$_2$ × جـ + سع$_3$ × جـ

سع$_ك$ × جـ = جـ (سع$_1$ + سع$_2$ + سع$_3$)

$\boxed{\text{سع}_ك = \text{سع}_1 + \text{سع}_2 + \text{سع}_3}$

ومنها نوجد المفاعلة السعوية الكلية من العلاقة $\boxed{\text{م سع}_ك = \frac{1}{2\pi \text{ سع}_ك}}$

ملاحظات:

1) تزداد السعة الكلية فتقل المفاعلة السعوية فيزداد شدة التيار.

2) إذا تساوت السعة. ∴ $\boxed{\text{سع}_ك = \text{سع}_1 \times \text{ن}}$ فـــاراد

3) وحدات قياس السعة الكهربية لمكثف:

(أ) الفـــاراد (F)

(ب) ملليفاراد(mF) $= 10^{-3}$ فـــاراد.

(ج) ميكروفاراد(μf) $= 10^{-6}$ فـــاراد.

(د) بيكـــوفـــاراد $= 10^{-12}$ فـــاراد.

ملاحظات هامة لحل المسائل:

(1) حساب شدة التيار في الدائرة:

الخطوات:

أ) نوجد السعة الكلية سع$_ك$ ← توالي / توازي حسب المعطى في المسألة كما سبق.

ب) نوجد المفاعلة السعوية الكلية: م سع$_ك$ $= \frac{1}{2\pi f \text{ سع}_ك}$

ج) نوجد شدة التيار ت = $\frac{\text{ق(جـ)}}{\text{م سع}}$ مع ملاحظة ت ، ق } أما عظمى / أو فعالة

(2) إذا طلب منك فرق الجهد بين طرفي كل مكثف (في حالة التوصيل على التوالي) شدة التيار في كل مكثف (في حالة التوصيل على التوازي).

الخطوات:

أ) نوجد مفاعلة كل مكثف على حدة: م $سع_{\frac{1}{2}}^{3}$ = $\frac{1}{2\pi f \, سع_{\frac{1}{2}}^{3}}$

ب) نوجد الجهد في كل مكثف: $حـ_{\frac{1}{2}}^{3}$ = ت × م $سع_{\frac{1}{2}}^{3}$

ج) نوجد التيار في كل مكثف: $ت_{\frac{1}{2}}^{3}$ = $\frac{حـ\,(ق)}{م\ سع_{\frac{1}{2}}^{3}}$

سؤال وزاري (7):

مكثف سعته 7 ميكروفاراد يتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى 200فولت وتردده 50 هرتز احسب: (1) شدة التيار العظمى.

(2) القيمة الفعالة لشدة التيار.

الإجابة النموذجية :

سع = 7 ميكروفاراد = 7×10^{-6}فاراد ق$_ع$= 200 ت$_ع$ = ؟ت فعالـة = ؟

1) ∵ مسع = $\frac{1}{2\pi f \, سع}$ = $\frac{1}{2\times\frac{22}{7}\times50\times7\times10^{-6}}$ = $\frac{1}{2200\times10^{-6}}$

مسع = $\frac{1}{22\times10^{-4}}$ = $\frac{10^{4}}{22}$ أوم

∵ ت$_ع$ = $\frac{ق_ع}{م\ سع}$ = $\frac{200}{\frac{10^{4}}{22}}$ = $\frac{200\times22}{1000}$ = $\frac{44}{100}$ = 0.44 أمبير.

2) ∵ ت = ت$_ع$ × 0.707

ت = 0.44 × 0.707 = 0.311 أمبير

سؤال وزاري (8):

مكثف يتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة 110 $\sqrt{2}$ فولت يدور ملفه بسرعة 3150 دورة في دقيقة ونصف فمر تيار شدته العظمى 0.4 أمبير احسب سعة المكثف.

الإجابة النموذجية :

ق فعاله = $\frac{\text{ق}_ع}{\sqrt{2}}$ = 110 $\sqrt{2}$ ت$_ع$ = 0.4 سع = ؟

∵ ق فعاله = $\frac{\text{ق}_ع}{\sqrt{2}}$ ⇐ $\frac{\text{ق}_ع}{2}$ = 110 $\sqrt{2}$

ق$_ع$ = 110 $\sqrt{2}$ × $\sqrt{2}$ = 2 × 110 = 220 فولت

∵ ت$_ع$ = $\frac{\text{ق}_ع}{\text{م سع}}$ ⇐ $\frac{220}{\text{م سع}}$ = 0.4 ⇐ م$_{سع}$ = $\frac{220}{4}$ = 550 أوم

∵ م$_{سع}$ = $\frac{1}{\text{سع} f \pi 2}$ ⇐ $\frac{1}{\text{سع} \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2}$ = 550

سع = $\frac{1}{550 \times 220}$ = $\frac{1}{121000}$ فاراد

سؤال وزاري (9):

3مكثفات سعاتها 20 ، 40، 60ميكروفاراد تتصل بمصدر تيار متردد جهده 200فولت

تردده 35 هرتز.احسب شدة التيار المار إذا وصلت:

(1) على التوالي. (2) على التوازي. وقارن بينهم؟

الإجابة النموذجية :

سع$_1$= 20 سع$_2$ = 40 سع$_3$= 60 (نحول بعد إيجاد السعة الكلية أفضل)

ق = 200 f = 35 ت = ؟

(1) على التوالي: $\frac{1}{\text{سع}_ك}$ = $\frac{1}{\text{سع}_1}$ + $\frac{1}{\text{سع}_2}$ + $\frac{1}{\text{سع}_3}$ = $\frac{1}{20}$ + $\frac{1}{40}$ + $\frac{1}{60}$ = $\frac{1+1.5+3}{60}$

$\frac{1}{\text{سع}_ك}$ = $\frac{5.5}{60}$ ⇐ سع$_ك$ = $\frac{60}{5.5}$ = $\frac{600}{55}$ = $\frac{120}{11}$ ميكروفاراد

∴ سع$_ك$ = $\frac{120}{11}$ × 10^{-6} فاراد

∵ م$_{سع_ك}$ = $\frac{1}{\text{سع}_ك f \pi 2}$ = $\frac{1}{10^{-6} \times \frac{120}{11} \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2}$

= $\frac{1}{\text{م سع}}$ = $\frac{1}{10^{-4} \times 24}$ = $\frac{1}{10^{-6} \times 2400}$ = $\frac{10^4}{24}$ أوم

$$\because \text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م سع}} = \frac{200}{\frac{4}{10}} = \frac{200}{\frac{4}{24}} = \frac{24\times200}{10000} = \frac{48}{100} = 0.48 \text{ أمبير.}$$

(2) على التوازي: $\text{سع}_{\text{ك}} = \text{سع}_1 + \text{سع}_2 + \text{سع}_3$

$\therefore \text{سع}_{\text{ك}} = 20+40+60 = 120$ ميكروفاراد $= 120\times10^{-6}$ فاراد

$$\text{مسع}_{\text{ك}} = \frac{1}{\text{سع}_{\text{ك}}\ f\ \pi2} = \frac{1}{10^{-6}\times120\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{10^{-6}\times26400}$$

$$\text{مسع}_{\text{ك}} = \frac{\frac{4}{10}}{264} \text{ أوم.}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م سع}_{\text{ك}}} = \frac{200}{\frac{4}{10}} = \frac{264\times200}{10000} = \frac{528}{100} = 5.28 \text{ أمبير}$$

ت توازي < ت توالي لأن مسع توازي < مسع توالي.

*** احسب فرق الجهد بين طرفي كل مكثف في حالة التوالي في السؤال وزاري السابق.**

$$\text{مسع}_1 = \frac{1}{\text{سع}_1 f\ \pi2} = \frac{1}{10^{-6}\times20\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{10^{-6}\times4400} = \frac{\frac{4}{10}}{44} \text{ أوم}$$

$$\text{مسع}_2 = \frac{1}{\text{سع}_2 f\ \pi2} = \frac{1}{10^{-6}\times40\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{10^{-6}\times8800} = \frac{\frac{4}{10}}{88} \text{ أوم}$$

$$\text{مسع}_2 = \frac{1}{\text{سع}_3 f\ \pi2} = \frac{1}{10^{-6}\times60\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{10^{-6}\times13200} = \frac{\frac{4}{10}}{132} \text{ أوم}$$

$$\text{جـ}_1 = \text{ت} \times \text{مسع}_1 = 0.48 \times \frac{\frac{4}{10}}{44} = \frac{10000\times48}{44} = \frac{4800}{44} = 109.09$$

فولت.

$$\text{جـ}_2 = \text{ت} \times \text{مسع}_2 = 0.48 \times \frac{\frac{4}{10}}{88} = \frac{10000\times48}{88} = \frac{4800}{88} = 54.54 \text{ فولت}$$

$$\text{جـ}_3 = \text{ت} \times \text{مسع}_3 = 0.48 \times \frac{\frac{4}{10}}{132} = \frac{10000\times48}{132} = \frac{4800}{132} = 36.36 \text{ فولت.}$$

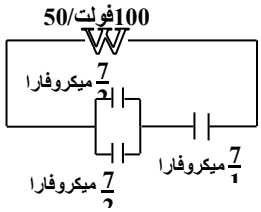
التأكـد: $\text{جـ} = \text{جـ}_1 + \text{جـ}_2 + \text{جـ}_3 \Leftarrow$

$\text{جـ} = 109.09 + 54.54 + 36.36 = 199.9 = 200$ فولت

$= \text{ق}$

سؤال وزاري (10):

في الشكل المرسوم. احسب شدة التيار المار في الدائرة.



الإجابة النموذجية :

ق = 100 f = 50 ت = ؟

لاحظ: هناك مكثفان على التوازي نحسب سعتهم الكلية ثم مع المكثف الثالث يصبح التوصيل توالي.

المكثفان على التوازي: سعك = سع$_1$ × ن ⇐ سعك =

$\frac{7}{22} \times 2 = \frac{7}{11}$ ميكروفاراد

المكثفان على التوالي: سعك = $\frac{\text{سع}_1}{\text{ن}} = \frac{\frac{7}{11}}{2}$

سعك = $\frac{7}{2\times11} = \frac{7}{22}$ ميكروفاراد = $\frac{7}{22} \times 10^{-6}$ فاراد

مسعك = $\frac{1}{2\pi \text{ f سع}_\text{ك}} = \frac{1}{2\times\frac{22}{7}\times50\times\frac{22}{7}\times10^{-6}} = \frac{1}{100\times10^{-6}} = \frac{1}{10^{-4}} = 10^4$ أوم

ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م سعك}} = \frac{100}{10^4} = \frac{100}{10000} = \frac{1}{100} = 0.01$ أمبير

سؤال وزاري (11):

وصل مكثف سعته $\frac{100}{11}$ ميكروفاراد مع آخر سعته $\frac{400}{10}$ ميكروفاراد على التوالي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة 125 فولت فمر تيار شدته العظمى 0.4 2 أمبير احسب:

(1) تردد المصدر. (2) فرق الجهد بين طرفي كل مكثف.

الإجابة النموذجية :

سع$_1$ = $\frac{100}{11}$ سع$_2$ = $\frac{400}{11}$ ق فعاله = 125 ت$_ع$ = 2 $\sqrt{4}$

f = ؟ جـ$_1$ = ؟ جـ$_2$ = ؟

∴ ت = $\frac{\text{ت}_ع}{\sqrt{2}}$ ⇐ ت = $\frac{2\sqrt{4}}{\sqrt{2}}$ = 0.4 أمبير

(1) ∵ $ت_{فعاله} = \frac{ق_{فعاله}}{م_{سع}} \Leftarrow \frac{125}{م_{سع}} = 0.4 \Leftarrow م_{سع} = \frac{125}{4} = 312.5$ أوم

$$\because سع_ك = \frac{سع_1 \times سع_2}{سع_1 + سع_2} \Leftarrow سع_ك = \frac{\frac{400}{11} \times \frac{100}{11}}{\frac{400}{11} + \frac{100}{11}} = \frac{\frac{400}{11} \times \frac{100}{11}}{\frac{500}{11}}$$

$سع_ك = \frac{80}{11}$ ميكروفاراد $= \frac{80}{11} \times 10^{-6}$ فاراد

$$\because م_{سع\ ك} = \frac{1}{سع_ك \times f \times \pi 2} \Leftarrow 312.5 = \frac{1}{\frac{80}{11} \times f \times \frac{22}{7} \times 2 \times 10^{-6}}$$

$$f = \frac{1}{312,5 \times 10^{-6} \times 320} = \frac{1}{10^{-6} \times 100000} = \frac{7}{10^{-1}} = 7 \times 10 = 70$$ هرتز.

(2) $م_{سع1} = \frac{1}{سع_1 \times f \times \pi 2} = \frac{1}{10^{-6} \times \frac{100}{11} \times 7 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{1}{10^{-3} \times 4} = \frac{10^3}{4} = \frac{1000}{4} = 250$

أوم

$م_{سع2} = \frac{1}{سع_2 \times f \times \pi 2} = \frac{1}{10^{-6} \times \frac{400}{11} \times 70 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{10^3}{16} = \frac{1000}{16} = 62.5$

أوم

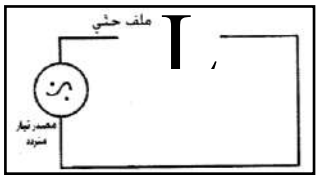
∵ $جـ_1 = ت \times م_1 = 0.4 \times 250 = 100$ فولت

$جـ_2 = ت \times م_2 = 0.4 \times 62.5 = 25$ فولت

التأكـد: $جـ = جـ_1 + جـ_2 \Leftarrow جـ = 100 + 25 = 125$ فولت

(3) دائرة تحتوي على ملف حث:

1) عند توصيل ملف حثه الذاتي (حث) هنري مهمل المقاومة الأومية بمصدر تيار متردد مع وضع أميتر وفولتيمتر صفر تدريج كل منهما في المنتصف كما بالشكل.



2) عند غلق الدائرة نجد أن فرق الجهد (جـ) يصل إلى نهايته العظمى عندما تكون شدة التيار (ت) = صفر ثم يقل فرق الجهد تدريجياً حتى يساوي الصفر وعندئذ تصل قيمة شدة التيار إلى نهايته العظمى وهكذا.

3) عندئذ يقال أن فرق الجهد المتردد وشدة التيار المتردد

ليس في نفس الطور بل يختلفان في الطور بزاوية مقدارها $\frac{\pi}{2}$ راديان$=90^{\circ}$ عند مرور التيار في ملف حث حيث يتقدم الجهد عن شدة التيار بزاوية طور $\frac{\pi}{2}$ في الملف بعكس المكثف.

التفسير:

عند مرور التيار المتردد في الملف فإنه يولد مجال مغناطيسي متغير فيتولد بالحث الذاتي في الملف (ق.د.ك) تأثيرية عكسية تقاوم القوة الدافعة الكهربية للمصدر أي تمانع التيار المتردد في الملف وتسمى بالمفاعلة الحثية.

علاقة الطور بين الجهد وشدة التيار في دائرة ملف حث:

1) عند مرور تيار كهربي متردد في الملف فإن شدته اللحظية (ت) في الملف تتعين من العلاقة:

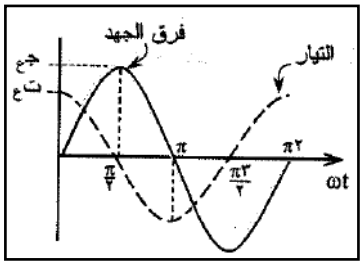
$$\boxed{ت = ت_ع \times جا \omega ز} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

2) تنشأ في الملف نتيجة مرور التيار (ق. د. ك) تأثيرية عكسية (ج) تتعين في أي لحظة من:

$$ج = -حث \times \frac{د ت}{د ز} \quad \text{(قانون فاراداي)}$$

حيث الإشارة السالبة تعني أن اتجاه القوة العكسية مضاد لاتجاه القوة الدافعة للمصدر.

3) وحيث أن القوة المتولدة بالحث الذاتي (ج) تساوي مقداراً وتضاد اتجاهاً القوة الدافعة للمصدر (حـ):



$$\therefore ج = - جـ$$

$$\therefore جـ = حث \times \frac{د ت}{د ز}$$

4) وبالتعويض من (1) عن قيمة ت:

$$\therefore جـ = حث \times \frac{(ت_ع \times جا \omega ز)}{د ز}$$

$$\therefore جـ = حث\, \omega\, ت_ع \times جتا \omega ز$$

5) يكون فرق الجهد قيمة عظمى عندما:

ω ز = صفر $\quad \therefore$ جتا ω ز $= 1$ $\quad \therefore$ جـ $=$ جـ ع

$$\therefore جـ_ع = \omega حث ت_ع$$

6) ∴ فرق الجهد في أي لحظة يمكن وضعه في الصورة التالية:

$$\boxed{جـ = جـ_ع \times جتا \omega ز} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ويمكن وضع العلاقة في الصورة:

$جـ = جـ_ع \times جا(\omega ز + \frac{\pi}{2})$

7) بمقارنة العلاقتين (1 ، 2) يتضح أن التغير في الجهد يتبع دالة جيب التمام بينما التيار يتبع دالة الجيب.

∴ منحنى الجهد يتقدم على منحنى التيار بزاوية طور قيمتها $\frac{\pi}{2}$

وفي الشكل يتضح أن:

فرق الجهد في الملف يتقدم عن التيار المتردد في الملف بزاوية طور مقدارها $\frac{\pi}{2}$ (90° أي $\frac{1}{4}$ دورة)

توضيح:

يبلغ فرق الجهد (حـ) نهايته العظمى عند الزاوية ($\frac{\pi}{2}$ = 90°) بينما تبلغ شدة التيار (ت) النهاية العظمى عند الزاوية (π = 180°) ومعنى ذلك أن فرق الجهد يتقدم على شدة التيار بزاوية قدرها (90°).

المفاعلـــــــــة الحثيـــــــــة للملـــــــــف

تعريف المفاعلة الحثية (محث)

هي المقاومة (الممانعة) التي يلاقيها التيار عند مروره في ملف بسبب حثه الذاتي.

س/ ما الفرق بين المقاومة الأومية/ المفاعلة السعوية؟

المقاومة الأوميه:

تقاوم مرور التيار المتردد وتستنفذ طاقة كهربية على صورة حرارة.

المفاعلة الحثية:

تقاوم مرور التيار المتردد ولا تستنفذ طاقة كهربية ولكنها تخزنها في صورة مجال مغناطيسي.

حساب المفاعلة الحثية لملف (محث):

$∵ م_{حث} = \frac{جـ_ع}{ت_ع}$ ..... (1)

$∵ جـ_ع = \omega_{حث} ت_ع$

بالتعويض في (1)

$∴ م_{حث} = \frac{\omega_{حث} ت_ع}{ت_ع} \Leftarrow م_{حث} = \omega_{حث} \times$

∵ $\omega = 2\pi f$

∴ $م_{حث} = 2\pi f_{حث}$ أوم.

العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة الحثية:

(1) تردد التيار (*f*): (م حث) تتناسب طردياً مع (*f*).

أي كلما زاد التردد زادت المفاعلة الحثية والعكس صحيح.

(2) معامل الحث الذاتي (حث): (م حث) تتناسب طردياً مع (حث).

أي كلما زاد الحث الذاتي للملف زادت المفاعلة الحثية والعكس.

المفاعلـــة الحثيـــة الكلية للتيار المتردد في عـــــدة ملفات متصلـــة معـاً:

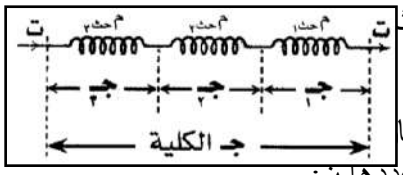
أولاً: على التوالي:

كما في المقاومات الأوميه فإن:

المفاعلة الحيثية الكلية = مجموع مفاعلة الملفات كلاً على حدة

∴ $م_{حث\,ك} = م_{حث_1} + م_{حث_2} + م_{حث_3}$ أوم

صيغـة أخـرى: $م_{حث\,ك} = 2\pi f_{حث_1} + 2\pi f_{حث_2} + 2\pi f_{حث_3}$



$م_{حث\,ك} = 2\pi f (حث_1 + حث_2 + حث_3)$

$م_{حث\,ك} = 2\pi f حث_{ك}$

1) تزداد المفاعلة الكلية فيقل شدة التيار المار.

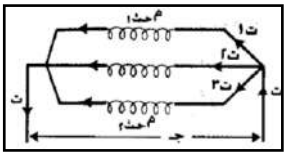
2) في حالة تساوي المفاعلة للملفات التي عددها ن:

∴ $م_{حث\,ك} = م_{حث_1} \times ن$ أوم

ثانياً: على التوازي:

$$\frac{1}{م_{حث\,ك}} = \frac{1}{م_{حث_1}} + \frac{1}{م_{حث_2}} + \frac{1}{م_{حث_3}}$$

ملاحظات:



1) تقل المفاعلة الكلية فيزداد شدة التيار.

2) في حالة تساوي المفاعلة للملفات: $م_{حث\,ك} = \frac{م_{حث_1}}{ن}$ أوم

3) في حالة ملفين فقط: $م_{حث_{ك}} = \frac{م_{حث_1} \times م_{حث_2}}{م_{حث_1} + م_{حث_2}}$ أوم.

ملاحظات هامة لحل المسائل:

(1)حساب شدة التيار المار في الدائرة:

الخطوات:

أ) نوجد مفاعلة كل ملف $م_{حث_{\substack{1\\2\\3}}} = 2\ \pi\ f\ حث_{\substack{1\\2\\3}}$

ب) نوجد المفاعلة الكلية ← تـوالي / تـوازي ← حسب المعطى في المسألة كما سبق.

جـ) نوجد شدة التيار : $ت = \frac{ق(جـ)}{م_{حث_{ك}}}$.

(2) إذا طلب منك فرق الجهد بين طرفي كل ملف(في حالة التوصيل على التوالي) شدة التيار في كل ملف (في حالة التوصيل على التوازي):

أ) نوجد ت كما سبق.

ب) نوجد الجهد في كل ملف: $جـ_{\substack{1\\2\\3}} = ت \times م_{حث_{\substack{1\\2\\3}}}$

ج) نوجد $ت_{\substack{1\\2\\3}} = \frac{جـ(ق)}{م_{حث_{\substack{1\\2\\3}}}}$

سؤال وزاري (12):

ملف حثه الذاتي 0.35 هرتز يتصل بمصدر تيار متردد قوته 220 فولت تردده 50 هرتز. احسب شدة التيار المار في الملف.

الإجابة النموذجية :

حث = 0.35 ق = 220 f = 50 ت = ؟

∵ $م_{حث} = 2\ \pi\ f\ حث = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 35 = 110$ أوم

∵ $ت = \frac{ق}{م_{حث}} = \frac{220}{110} = 2$ أمبير.

سؤال وزاري (13):

ملف يتصل بمصدر تيار قوته العظمى 110 فولت تردده 35 هرتز فمر تيار شدته الفعالة $\frac{2}{\sqrt{2}}$ 2 أمبير احسب معامل الحث الذاتي للملف.

الإجابة النموذجية :

$ق_ع = 110$ $f = 35$ $ت_{فعاله} = \frac{2}{\sqrt{2}}$ $حث = ؟$

$ت = \frac{ت_ع}{\sqrt{2}} \Leftarrow ت_ع = \sqrt{2}\ ت = \frac{ت_ع}{\sqrt{2}} \Leftarrow ت_ع = \sqrt{2} \times 2 = 4$ أمبير

$\because ت_ع = \frac{ق}{م_{حث}} \Leftarrow \frac{110}{م_{حث}} = 4 \Leftarrow م_{حث} = \frac{110}{4} = 27.5$ أوم.

$\because م_{حث} = 2\ f\ \pi\ حث$

$حث = \frac{27,5}{220} \Rightarrow حث = \frac{2,5}{20} = 0.125$ هنري. $27.5 = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times$

سؤال وزاري (14):

3 ملفات الحث الذاتي لكلٍ منها 0.14، 0.21 ، 0.35 هنري وصلت معاً على التوالي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة 110 فولت تردده 50 هرتز. احسب:

(1) شدة التيار المار. (2) فرق الجهد بين طرفي كل ملف.

الإجابة النموذجية :

$حث_1 = 0.14$ $حث_2 = 0.21$ $حث_3 = 0.35$

$ق = 110$ $f = 50$ $ت = ؟$ $جـ_{1،2،3} = ؟$

(1 $م_1 = 2\ f\ \pi\ حث_1 = 2 \times 50 \times \frac{22}{7} \times 0.14 = 44$ أوم

$م_2 = 2\ f\ \pi\ حث_2 = 2 \times 50 \times \frac{22}{7} \times 0.21 = 66$ أوم

$م_3 = 2\ f\ \pi\ حث_2 = 2 \times 50 \times \frac{22}{7} \times 0.35 = 110$ أوم

$م_ك = م_1 + م_2 + م_3 = 44 + 66 + 110 = 220$ أوم

$ت = \frac{ق}{م_ك} = \frac{110}{220} = \frac{1}{2}$ أمبير

(2 $جـ_1 = ت \times م_1 = \frac{1}{2} \times 44 = 22$ فولت

$جـ_2 = ت \times م_2 = \frac{1}{2} \times 66 = 33$ فولت

$جـ_3 = ت \times م_3 = \frac{1}{2} \times 110 = 55$ فولت

سؤال وزاري (15):

احسب شدة التيار المار في السؤال وزاري السابق إذا وصلت الملفات على التوازي.

الإجابة النموذجية :

$$\frac{1+1.6+2.5}{110} = \frac{1}{110} + \frac{1}{66} + \frac{1}{44} = \frac{1}{م_3} + \frac{1}{م_2} + \frac{1}{م_1} = \frac{1}{م_ك}$$

$$\frac{1}{م_ك} = \frac{5.1}{110} \Leftarrow م_ك = \frac{110}{5.1} = 21.6 \text{ أوم}$$

$$ت = \frac{ق}{م_ك} = \frac{110}{21,6} = 5.1 \text{ أمبير}.$$

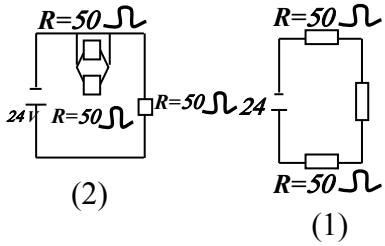
سؤال وزاري (16):

في أيٍّ من الشكلين يمر أكبر تيار ولماذا؟

الشكل (1):

$$م_ك = م_1 \times ن \Leftarrow م_ك = 3 \times 50 = 150 \text{ أوم}$$

$$ت = \frac{ق}{م_ك} = \frac{24}{150} = 0.16 \text{ أمبير}$$



(2) (1)

الشكل (2):

المقاومة الكلية للتوازي.

$$م_ك = \frac{م_1}{ن} = \frac{50}{2} = 25 \text{ أوم}$$

المقاومة الكلية للتوالي:

$$م_ك = م_1 + م_2 = 50 + 25 = 75 \text{ أوم}$$

$$ت = \frac{ق}{م_ك} = \frac{24}{75} = 0.32 \text{ أمبير}$$

∴ شدة التيار في الشكل (2) أكبر من الشكل (1).

سؤال وزاري (17):

وصل ملفان على التوالي بمصدر تيار متردد قوته 100 فولت تردده 70 هرتز فمر في الدائرة تيار شدته العظمى 2 أمبير وعند توصيلهم على التوازي كانت شدة التيار العظمى 8 أمبير احسب الحث الذاتي لكلا الملفين.

الإجابة النموذجية :

$ق_ع = 100$ $\quad f = 70$ حث$_1$ = ؟ $\quad$ حث$_2$ = ؟

توالـي: $ت_ع = 2$أمبير

$$\because ت_ع = \frac{ق_ع}{م_ك} \Leftarrow 2 = \frac{100}{م_ك} \Leftarrow م_ك = \frac{100}{2} = 50 \text{ أوم}$$

$$\because م_ك = م_1 + م_2 \Leftarrow \boxed{م_1 + م_2 = 50} \Leftarrow (1)$$

تـوازي: ت = 8 أمبير

$$ت = \frac{ق}{م_ك} \Leftarrow 8 = \frac{100}{م_ك} \Leftarrow م_ك = \frac{100}{8} = 12.5 \text{ أوم}$$

$$\because م_ك = \frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2} \Leftarrow \boxed{\frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2} = 12.5} \Leftarrow (2)$$

نعوض من (1) في (2)

$$\frac{م_2 \times (م_2 - 50)}{م_2 + (م_2 - 50)} = 12.5 \Leftarrow م_2^2 - 50م_2 = 625$$

$$\therefore م_2^2 - 50م_2 + 625 = \text{صفر}$$

$$\therefore (م_2 - 25)(م_2 - 25) = \text{صفر}$$

$$\therefore م_2 = 25 \text{ أوم}.$$

نعوض في (1) $م_1 = 50 - 25 = 25$ أوم

$$\because م_1 = م_2 \quad \therefore \text{حث}_1 = \text{حث}_2$$

$$م_1 = 2\pi f \text{حث}_1 \Leftarrow \text{حث}_1 = 25 = 2 \times \frac{22}{7} \times 70 \text{ حث}_1 \Leftarrow \text{حث}_1 = \text{حث}_2 = \frac{25}{440} = \frac{5}{88}$$

هرتز.

سؤال وزاري (18):

وصل ملفان الحث الذاتي لاحدهما 4 أسؤال وزاري الآخر على التوازي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة 110 2 فولت تردده 35 هرتز فمر تيار شدته العظمى 2.5 أمبير احسب الحث الذاتي لكلا الملفين.

الإجابة النموذجية :

حث$_2$= 4 حث$_1$ ق فعاله = $110\sqrt{2}$ $\quad f = 35$ $\quad ت_ع = 2.5$

$$\because ق = \frac{ق_ع}{\sqrt{2}} \Leftarrow 110\sqrt{2} = \frac{ق_ع}{\sqrt{2}} \Leftarrow ق_ع = 110\sqrt{2} \times \sqrt{2} = 220 \text{ فولت}$$

∵ $ت_{ع} = \frac{ق_{ع}}{م_{ك}} = 2.5 \Leftarrow \frac{220}{م_{ك}} = م_{ك} \Leftarrow \frac{220}{2,5} = 88$ أوم

∵ $م_1 = 2\pi f$ حث$_1$ $= 2 \times \frac{22}{7} \times 35$ حث$_1$ $= 220$ حث$_1$

$م_2 = 2\pi f$ حث$_1$ $= 2 \times \frac{22}{7} \times 4$حث$_1$ $= 880$ حث$_1$

∵ $م_{ك} = \frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2} \Leftarrow 88 = \frac{220حث_1 \times 880حث_1}{220حث_1 + 880حث_1} \Leftarrow 88 =$

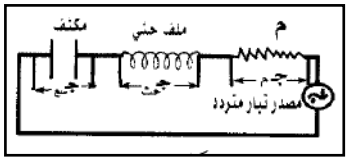
$$\frac{220حث_1 \times 880حث_1}{1100حث_1}$$

∴ 88 = 176 حث$_1$

∴ حث$_1$ $= \frac{88}{176} = \frac{1}{2}$ هنري. ∴ حث$_2$ $= 4 \times \frac{1}{2} = 2$ هنري.

المعاوقـــــــة (مق) Impedance

كثيراً ما تحتوي دوائر التيار المتردد على ملفات ومكثفات ومقاومات متصلة مع بعضها على التوالي بمصدر تيار متردد.



وعليه فإن المقاومة الكلية تزداد ونطلق عليها المعاوقة.

تعريف المعاوقة (مق):

هي مكافئ (محصلة) المقاومة والمفاعلة (حثية/سعوية) إذا اتصلا معاً على التوالي بمصدر تيار متردد.

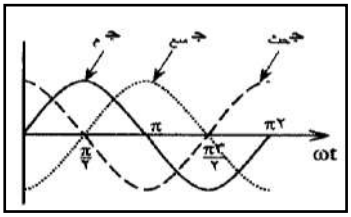
أو: هي المقاومة الكلية لدائرة تحتوي على مقاومة / مفاعلة يتصلان على التوالي بمصدر تيار متردد.

إيجاد المعاوقة في دائرة تيار متردد بها مقاومة/ ملف حث/ مكثف على التوالي:

في الأشكال يتضح أن:

1) شدة التيار المار في أي لحظة في العناصر الثلاثة يساوي تيار المصدر لأن التوصيل على التوالي.
2) فرق الجهد بين أطراف العناصر الثلاثة تختلف في الطور والسعة كما يأتي.

في حالة المقاومة ⇐ جـم يتفق مع ت في الطور.

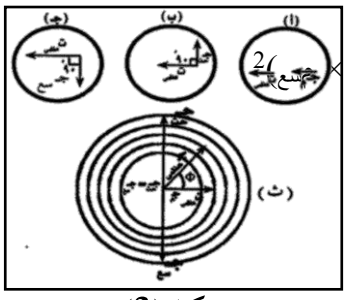


في حالة الملف ⇐ جـحث يسبق ت بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة($\frac{\pi}{2}$=90°).

في حالة المكثف ت يسبق جـسع بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة($\frac{\pi}{2}$=90°).

3) وعليه لا تجمع الجهود جبرياً في حالة المعاوقة لوجود اختلاف في الطور ولذلك تجمع كمتجهات متعامدة.

4) في الشكل (3) نلاحظ أن القيمة العظمى لجهد مصدر الدائرة المتردد (جـع) يمثل بمتجه يصنع زاوية طور (ϕ) مع المتجه الدوار (تـع) والمتجهين (جـحث، جـسع) باتجاهين متعاكسين.



شكل(3)

حيث: جـع = $\sqrt{(\text{جـم})^2 + (\text{جـحث} - \text{جـسع})^2}$

$= \sqrt{(\text{تـع} \times \text{م})^2 + (\text{تـع} \times \text{مـحث} - \text{تـع} \times \text{مـسع})^2}$

$= \sqrt{\text{تـع}^2 [\text{م}^2 + (\text{مـحث} - \text{مـسع})^2]}$

$= \text{تـع} \sqrt{\text{م}^2 + (\text{مـحث} - \text{مـسع})^2}$

∴ مـق = $\sqrt{\text{م}^2 + (\text{مـحث} - \text{مـسع})^2}$ أوم

ومنها: تـع = $\frac{\text{حـع}}{\sqrt{\text{م}^2 + (\text{مـحث} - \text{مـسع})^2}}$

∴ حـع = تـع × مـق

حساب زاوية الطور (ϕ) بين الجهد والتيار: ظا ϕ = $\frac{\text{مـحث} - \text{مـسع}}{\text{م}}$

1) إذا كانت مـحث > مـسع ∴ ϕ موجبة ∴ الجهد يسبق ت ∴ التأثير العام للدائرة حثي.

2) إذا كانت مـحث < مـسع ∴ ϕ سالبة ∴ التيار يسبق الجهد ∴ التأثير العام للدائرة سعوي.

3) إذا كانت مـحث = مـسع ∴ ϕ = صفر ∴ الجهد والتيار متفقين في الطور.

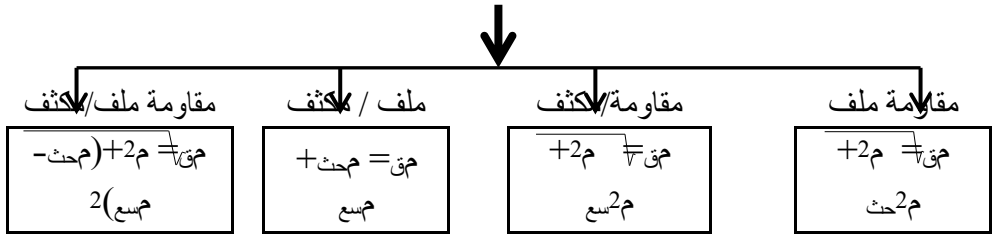
∴ **الدائرة في حالة رنين (مرور أكبر تيار في الدائرة)** **لأن مـق = م**

العوامل التي تتوقف عليها المعاوقة:

1) المقاومة الأوميه. 2) المفاعلة الحثيه/ السعوية.

ملحوظة هامة جداً:

إذا احتوت الدائرة على:



ملاحظات هامة لحل المسائل:

(1) حساب شدة التيار المار في الدائرة.

الخطوات: أ) نوجد م حث ، م سع حيث: م حث = 2 π f ل حث ، م سع = $\frac{1}{2\pi f \text{ ج سع}}$

ب) نوجد م ق كما سبق.

ج) نوجد ت = $\frac{\text{ق(هـ)}}{\text{م ق}}$ حيث ت ، حـ من نوع واحد إما فعالة ، أو عظمى.

(2) إذا طلب منك فرق الجهد بين طرفي كلٍ من المقاومة/ الملف/ المكثف:

أ) نوجد ت كما سبق.

ب) نوجد حـ م = ت×م ، حـ حث = ت × م حث ، حـ سع = ت × م سع

مع ملاحظة أن حـ م ≠ حـ م + حـ حث + حـ سع والتأكد حـ = $\sqrt{(\text{حـ م})^2 + (\text{حـ حث} - \text{حـ سع})^2}$

وإذا كان فرق الجهد بين طرفي كل منهم متساوي . ∴ م = م حث = م سع

(3) إذا أعطى ملف حث لهُ مقاومة يتصل:

أ) بمصدر تيار متردد ∴ توجد م حث ⇐ توجد م ق

∴ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م ق}}$ أمبير

ب) بمصدر تيار مستمر ∴ لا توجد م حث ⇐ لا توجد م ق ⇐ توجد م فقط.

∴ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م}}$ أمبير

سؤال وزاري (19):

ملف مقاومته 6 أوم حثة الذاتي $\frac{7}{275}$ هرتز احسب شدة التيار المار فيه إذا اتصل:

1) بمصدر تيار متردد قوته 6 فولت تردده 50 هرتز.

2) بمصدر تيار مستمر قوته 6 فولت.

الإجابة النموذجية :

م = 6 حث = $\frac{7}{275}$ ت = ؟

(1) ق = 6 f = 50

$م_{حث} = 2\pi f$ حث = $2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{7}{275}$ = 8 أوم

$م_{ق} = \sqrt{م^2 + م^2_{حث}} = \sqrt{(6)^2 + (8)^2} = \sqrt{36 + 64} = 100$ = 10 أوم

ت = $\frac{ق}{م_{ق}} = \frac{6}{10}$ = 0.6 أمبير.

(2) ق = 6 لا توجد $م_{حث}$ ⇐ لا توجد $م_{ق}$

∴ ت = $\frac{ق}{م} = \frac{6}{6}$ = 1 أمبير

سؤال وزاري (20):

وصلت مقاومة30أوم مع ملف على التوالي بمصدر تيار متردد جهده الفعال 100 فولت تردده 3150 دورة/دقيقة ونصف فمر تيار شدته الفعالة 20 أمبير.احسب:

1) معامل الحث الذاتي للملف. 2) فرق الجهد بين طرفي المقاومة / الملف.

الإجابة النموذجية :

م = 30 حـ(ق) = 100 f = $\frac{3150}{60 \times 1,5}$ = 35 هرتز ت= 2 حث = ؟ جـم = ؟

جـسع = ؟

(1) ∵ ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ ⇐ $\frac{100}{م_{ق}} = 2$ ⇐ $م_{ق} = \frac{100}{2}$ = 50 أوم

∵ $م_{ق} = \sqrt{م^2 + م^2_{حث}}$ ⇐ $50 = \sqrt{(30)^2 + م^2_{حث}}$ ⇐ 50×50 =

$م^2_{حث} = 2500 - 900$ ⇐ $م^2_{حث} = 1600$ ⇐ $م_{حث} = \sqrt{1600} = 40$

أوم.

∵ $م_{حث} = 2\pi f$ حث ⇐ $40 = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times$ حث ⇐ حث = $\frac{40}{220} = \frac{2}{11}$

هنري

(2) جـم = ت × م = 2 × 30 = 60 فولت
جـحث = ت×محث = 2 × 40 = 80 فولت.
لاحظ: **لا تجمع الجهود جبرياً (جـ = 60 +80 =140≠ق) في حالة المعاوقة وتجمع كمتجهات.**

سؤال وزاري (21):

اتصلت مقاومة مع ملف حث على التوالي بمصدر تيار متردد جهده الفعال 120فولت تردده 35هرتز فمر تيار كهربي قيمته الفعالة 4أمبير فإذا كان فرق الجهد بين طرفي المقاومة هو نفسه فرق الجهد بين طرفي الملف. **احسب**:
1) مقدار المقاومة. 2) معامل الحث الذاتي للملف.

الإجابة النموذجية :

ق = 120 ت = 4 f = 35 م = ؟
حث = ؟

(1) ∵ ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ ⇐ 4 = $\frac{120}{م_{ق}}$ ⇐ مق = $\frac{120}{4}$ = 30 أوم.

∵ مق = $\sqrt{م^2 + م_{حث}^2}$ ، ∵ جـم = جـحث (معطى) ∴ م = محث (لأن ت ثابتة).

∴ 30 = $\sqrt{م^2 + م^2}$ ⇐ $(30)^2$ = $2م^2$ ⇐ $2م^2$ = 900 ⇐ $م^2$ = $\frac{900}{2}$ = 450 ⇐ م = $\sqrt{450}$

= 21.2 أوم

(2) ∵ محث = م = 21.2 أوم.

∵ محث = 2 $f\pi$ حث ⇐ 21.2 = 2 × $\frac{22}{7}$ × 35 × حث ⇐ حث = $\frac{21.2}{220}$ = 0.1 هنري.

سؤال وزاري (22):

إذا أتصل ملف بمصدر تيار مستمر قوته 11 فولت مر تيار شدته 2.2 أمبير ولما وصل الملف بمصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى 13 فولت تردده 50 هرتز مر تيار شدته الفعالة 0.5 $\sqrt{2}$ أمبير. احسب الحث الذاتي للملف.

الإجابة النموذجية :

تيار مستمر ⇐ ق = 11 ت = 2.2 م = ؟

∵ ت = $\frac{ق}{م}$ ⇐ 2.2 = $\frac{11}{م}$ ⇐ م = $\frac{11}{2.2}$ = 5 أوم

تيار متردد ⇐ م = 5 $ق_ع$ = 13 f = $\frac{50}{\pi}$ ت فعالة = 0.5 $\sqrt{2}$ حث = ؟

$\because$ ت = $\frac{\text{ت}_{\text{ع}}}{2}$ $\Leftarrow$ $\frac{\text{ت}_{\text{ع}}}{2}$ = 2 ⌉.5 $\Leftarrow$ ت$_{\text{ع}}$ = 2 ⌉.5 × 2 = .5 × 2 = 1 أمبير

$\because$ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م}_{\text{ق}}}$ $\therefore$ $\frac{13}{\text{م}_{\text{ق}}}$ = 1 $\Leftarrow$ م$_{\text{ق}}$ = 13 أوم

$\because$ مق = $\sqrt{\text{م}^2_{\text{حث}} + \text{م}^2}$ $\Leftarrow$ $\sqrt{\text{م}^2_{\text{حث}} + (5)^2}$ = 13

بتربيع الطرفين $\therefore$ 169 = 25 + م$^2_{\text{حث}}$ $\Leftarrow$ م$^2_{\text{حث}}$ = 169 – 25 = 144

$\because$ م$_{\text{حث}}$ = 2 π f حث. $\therefore$ م$_{\text{حث}}$ = $\sqrt{144}$ = 12 أوم

12 = 2 × $\frac{22}{7}$ × 50 × حث $\therefore$

حث = $\frac{12\times 7}{2200}$ = $\frac{21}{55}$ هنري = 0.04 هنري.

سؤال وزاري (23):

وصلت مقاومة 80 أوم مع مكثف سعته $\frac{25}{33}\times 10^{2}$ ميكروفاراد على التوالي بمصدر تيار متردد جهده الفعال 220 فولت تردده 35 هرتز. احسب:

1) شدة التيار الفعالة المار. 2) فرق الجهد بين طرفي المقاومة /المكثف.

الإجابة النموذجية :

جـم = ؟ جـسع = ؟ ت = ؟

م = 80سع = $\frac{25}{33}\times 10^{2}\times 10^{-6}$ = $\frac{25}{33}\times 10^{-4}$ فاراد ق = 220 f = 350

1) مسع = $\frac{1}{\text{سع}\ f\ \pi 2}$ = $\frac{1}{\frac{25}{33}\times 10^{-4}\times 35\times\frac{22}{7}\times 2}$ = $\frac{3}{500\times 10^{-4}}$ = $\frac{3}{5\times 10^{-2}}$

مسع = $\frac{3\times 10^{2}}{5}$ = $\frac{300}{5}$ = 60 أوم

$\because$ مق = $\sqrt{\text{م}^2 + \text{م}^2_{\text{سع}}}$ $\Leftarrow$ مق = $\sqrt{(80)^2 + (60)^2}$ = $\sqrt{6400 + 3600}$ = $\sqrt{10000}$ = 100 أوم

$\because$ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م}_{\text{ق}}}$ = $\frac{220}{100}$ = 2.2 أمبير

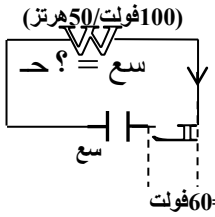
2) جـم = ت × م = 2.2 × 80 = 176 فولت.

جـ سع = ت × مسع = 2.2 × 60 = 132 فولت.

سؤال وزاري (24):

في الشكل الموضح احسب:

1) سعة المكثف. 2) فرق الجهد بين طرفي المقاومة والمكثف معاً وماذا تستنتج؟



الإجابة النموذجية :

ق = 100 f = 50 م = 30 حـم = 60

؟ =

1) ∵ حـم = ت × م ⇐ 60 = ت × 30 ⇐ ت = $\frac{60}{30}$ = 2 أمبير

∵ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م ق}}$ ⇐ 2 = $\frac{100}{\text{م ق}}$ ⇐ م ق = $\frac{100}{2}$ = 50 أوم.

∵ م ق = $\sqrt{\text{م}^2\text{سع} + \text{م}^2}$ ⇐ 50 = $\sqrt{\text{م}^2\text{سع} + (30)^2}$ ⇐ م^2سع + 900 = 2500

∴ م^2سع = 2500 – 900 = 1600 ⇐ م سع = $\sqrt{1600}$ = 40 أوم.

∵ م سع = $\frac{1}{\text{سع} \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2}$ ⇐ 40 = $\frac{1}{\text{سع} \times f \times \pi 2}$

∴ سع = $\frac{7}{40 \times 2200}$ = $\frac{7}{88000}$ فاراد

2) جـسع = ت × م سع ⇐ جـسع = 2 × 40 = 80 فولت.

جـ = $\sqrt{(\text{جـم})^2 + (\text{جـسع})^2}$ ⇐ جـ = $\sqrt{(60)^2 + (80)^2}$ = 100 فولت

الاستنتاج:

تجمع الجهود كمتجهات في حالة المعاوقة ولا تجمع جبرياً:

(حـ=60+80=140فولت لا تساوي ق)

سؤال وزاري (25):

مولد تيار متردد يعطي فرق جهد 200 فولت تردده 50 هرتز وصل على التوالي مع ملف حثه الذاتي 0.28 هنري ومقاومة 60 أوم ومكثف سعته $\frac{70}{176}$ مللي فاراد **احسب:**

(1) شدة التيار المار في الدائرة.

(2) فرق الجهد بين طرفي المقاومة / الملف/ المكثف.

(3) زاوية الطور بين الجهد والتيار.

الإجابة النموذجية :

ق = 220 f = 50 حث = 0.28 ⇐ م = 60 سع = $\frac{70}{176} \times 10^{-3}$

؟=ϕ ؟= جـم ؟= ت فاراد^3

(1) $م_{حث} = 2\pi f_{حث} = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.28 = 88$ أوم

$م_{سع} = \frac{1}{2\pi f_{سع}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 10^{-3} \times \frac{70}{176}} = 8$ أوم.

$م_{ق} = \sqrt{م^2 + (م_{حث} - م_{سع})^2} \Leftarrow م_{ق} = \sqrt{(60)^2 + (88-8)^2} = \sqrt{3600 + 6400}$

$م_{ق} = \sqrt{10000} = 100$ أوم

$ت = \frac{ق}{م_{ق}} = \frac{220}{100} = 2.2$ أمبير

(2) $جـ_م = ت \times م = 2.2 \times 60 = 132$ فولت

$جـ_{حث} = ت \times م_{حث} = 2.2 \times 88 = 193.6$ فولت

$جـ_{سع} = ت \times م_{سع} = 2.2 \times 8 = 17.6$ فولت.

(3) $\because$ ظا $\phi = \frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}$

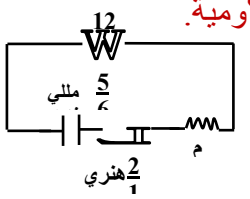
$\therefore$ ظا $\phi = \frac{88-8}{60} = \frac{80}{60} = 1.33$ $\therefore \phi =$

53.1

سؤال وزاري (26):

في الشكل إذا كان تردد المصدر 35 هرتز ومر تيار شدته 0.4 أمبير. احسب:

(1) المقاومة الكلية للدائرة. (2) المقاومة الأومية.



الإجابة النموذجية :

ق = 12 $f = 35$ ت = 0.4 حث $= \frac{21}{55}$

سع $= \frac{5}{66} \times 10^{-3}$ فاراد $م_{ق}$=؟ م = ؟

(1) $\because$ ت $= \frac{ق}{م_{ق}} \Leftarrow 0.4 = \frac{12}{م_{ق}} \Leftarrow م_{ق} = \frac{12}{0.4} = 30$ أوم.

(2) $م_{حث} = 2\pi f_{حث} = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times \frac{21}{55} = 84$ أوم

$م_{سع} = \frac{1}{2\pi f_{سع}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times \frac{5}{66} \times 10^{-3}} = \frac{3 \times 10^{3}}{50} = \frac{3000}{50} = 60$ أوم

$\because م_{ق} = \sqrt{م^2 + (م_{حث} - م_{سع})^2} \Leftarrow 30 = \sqrt{م^2 + (84 - 60)^2}$

$\therefore$ 900 = م^2+ 576 $\Leftarrow$ م^2 = 900 – 576 $\Leftarrow$ م^2=324 $\Leftrightarrow$ م = 324

= 18 أوم

دائـــرة الرنيـــن

Tunning Circuit

الغرض منها:

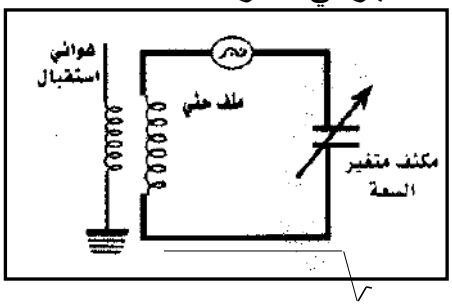
اختيار المحطة المراد سماعها أو القناة المراد مشاهدتها وتسمى عملية التوليف.

استخدامها:

في أجهزة الاستقبال اللاسلكي (الراديو /التلفزيون.....).

معنى الرنين:

حالة نصل إليها في الدائرة الكهربية عند تساوي المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف فيمر أقصى شدة تيار في الدائرة.



التركيـــب:

(1) ملف حث يمكن تغير عدد لفاتة.
(2) مكثف متغير السعة.

توضيح (فكرة) عملها:

1) في الدوائر التي تحتوي على مقاومة أومية/ ملف/ مكثف متصلة على التوالي تكون المعاوقة: مق= م^2+ (م حث – م سع)^2.

الوحـــدة الثالثـــــة

الإلكترونيات

Electronics

تقسيم المواد من حيث توصيلها الكهربي:

(1) مواد جيدة التوصيل:

مثل الفلزات (الألومنيوم/ النحاس/ الرصاص) لاحتوائها على وفرة من الإلكترونات الحرة وتسمى بالموصلات.

(2) مواد رديئة التوصيل:

مثل الخشب/ البلاستيك/الزجاج لندرة الإلكترونات الحرة فيها وتسمى بالعوازل.

(4) أشباه الموصلات:

هي مواد ليست جيدة التوصيل وليست رديئة التوصيل وتعتبر عازلة تماماً في درجة الصفر المطلق (– 273^{5}م).

أشباه الموصلات:

هي عناصر المجموعة الرابعة مثل السيلكون Si_{14} – الجرمانيوم Ge_{32} وأيضاً السيلينوم وهي أساس صناعة الوصلة الثنائية والترانزستور:

أنواع أشباه الموصلات:

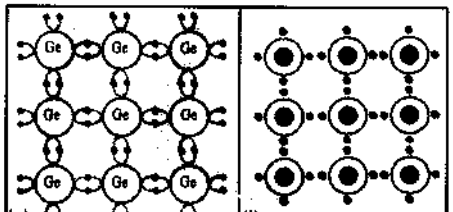
(1) أشباه موصلات نقية. (2) أشباه موصلات غير نقية.

أولاً: أشباه الموصلات النقية:

هي عناصر السليكون/ الجرمانيوم التي تترتب ذراتها في شكل بلوري دون إضافة شوائب لها.

التركيب البلوري لها:

1) تترتب ذرات السليكون (الجرمانيوم) في شكل بلوري حيث ترتبط كل ذرة بأربع ذرات مجاورة بواسطة أربع روابط تساهمية وبذلك تصبح كل ذرة محاطة بثمانية إلكترونات وهذه الإلكترونات شديدة التماسك بذراتها لحد يصعب فك هذا التماسك.



2) **في درجات الحرارة المنخفضة:** يصعب كسر الروابط وبالتالي يصعب تحرير إلكترونات الروابط التساهمية في البلورة وتكون مقاومتها كبيرة وبالتالي تكون رديئة التوصيل للكهرباء وعند درجة الصفر المطلق تصبح عازلة تماماً.

3) **في درجات الحرارة العادية:** تتحرر بعض الإلكترونات بنسبة ضئيلة وتصبح البلورة موصلة للكهرباء بنسبة ضئيلة.
4) **في درجات الحرارة العالية:** تنكسر بعض الروابط وتتحرر إلكترونات تتحرك بحرية تاركة مكانها فجوات موجبة تملأها إلكترونات من ذرات أخرى تترك مكانها فجوات وهكذا يزداد التوصيل الكهربي للبلورة أي تقل مقاومتها برفع درجة الحرارة.

طرق زيادة التوصيل الكهربي في البلورة (تقليل المقاومة):

رفع درجة الحرارة:

حيث عند التسخين تكتسب الإلكترونات طاقة فتنكسر الروابط وتتحرر الإلكترونات أي تقل المقاومة.
وعند خفض درجة الحرارة يزداد ارتباط الإلكترونات بالروابط وتزداد المقاومة.

التعريض لعامل مؤين:

مثل الضوء /أشعة x الإشعاعات المؤينة.

إضافة نسبة ضئيلة من الشوائب:

(الطريقة العملية المستخدمة حالياً) وبذلك نحصل على شبة موصل غير نقي.

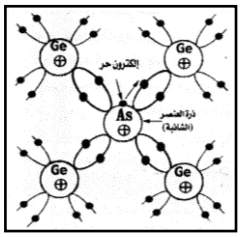
ثانياً: أشباه الموصلات غير النقية

هي بلورة سليكون(جرمانيوم) نقية أضيف إليها عنصر من المجموعة الخامسة أو الثالثة كشوائب بنسبة ضئيلة.

أنواعها:

(أ) شبه موصل من النوع السالب (بلورة سالبة*N-Type*) [شائبة مانحة للإلكترونات]

التركيب:

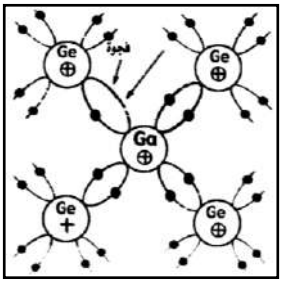


1) هي بلورة سليكون (جرمانيوم) أضيف إليها لافلز خامس التكافؤ مثل الزرنيخ (AS_{33}) / الإنتيمون/ الفوسفور.
2) ترتبط ذرة الزرنيخ مع 4 ذرات متجاورة بأربع روابط تساهمية تاركاً إلكترون حر خامس يتحرك في البلورة فيسمح بالتوصيل الكهربي.
3) يسمى الزرنيخ شائبة مانحة (معطية) للإلكترونات لأنها هي التي تعطي الإلكترونات الحرة السالبة إلى البلورة .
4) البلورة متعادلة كهربياً ولكن سميت سالبة لأن ما يتحرك بها إلكترونات سالبة أي أن حاملات الشحنة السائدة في البلورة هي الإلكترونات.

(ب) شبه موصل من النوع الموجب (بلورة موجبة P-Type):

شائبة مستقبلة للإلكترونات

التركيب:



1) هي بلورة سليكون (جرمانيوم) أضيف إليها فلز ثلاثي التكافؤ مثل الجاليوم (Ga_{31})/ الإنديوم/ البورون.

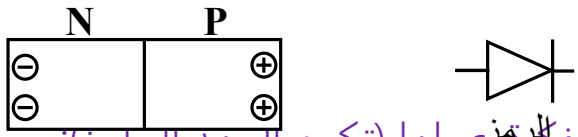
2) ترتبط ذرة الجاليوم مع 3 ذرات متجاورة بثلاث روابط تساهمة تاركاً فجوة موجبة مع الذرة الرابعة يقفز إلكترون ليملأها تاركاً في مكانه الأصلي فجوة موجبة ينتقل إليها إلكترون من رابطة أخرى وهكذا تتحرك الفجوات ويزداد التوصيل الكهربي.
3) يسمى الجاليوم مادة متقبلة (مستقبلة) للإلكترونات لأنها تقتنص الإلكترونات من البلورة.
4) البلورة متعادلة كهربياً وسميت موجبة لأن ما يتحرك فيها فجوات موجبة أي أن حاملات الشحنة السائدة في البلورة هي الفجوات.

1) قدرة البلورة ***N*** أكبر في التوصيل من البلورة ***P*** لسهولة حركة الإلكترونات.
2) تنشأ في البلورتين بسبب الحرارة والهواء والضوء حاملات شحنة غير أساسية (غير سائدة) عكس حاملات الشحنة السائدة في كل منها كما يأتي:

	حاملات الشحنة السائدة (الأساسية) (ناتجة من إضافة الشوائب)	حاملات الشحنة غير السائدة (الأساسية) (ناتجة من الحرارة - الضوء)
البلورة N	إلكترونات	فجوات موجبة
البلورة P	فجوات موجبة	إلكترونات

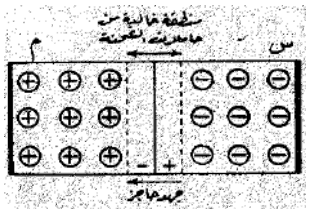
الوصلـــة الثنائيـــة (N-P)

هي بلورة سالبة ملتصقة ببلورة موجبة وتسمى منطقة الاتصال بينهما بالوصلة الثنائية.



فكرة عملها (تكون الجهد الحاجز):

1) عند اللصق تعبر الإلكترونات الحرة في البلورة السالبة عبر المنطقة الفاصلة لتملأ فجوات البلورة الموجبة.
2) يصبح جهد البلورة السالبة موجب بفقد الإلكترونات وجهد البلورة الموجبة سالب لإكتساب الإلكترونات.
3) ينشأ فرق جهد على جانبي الوصلة يزداد تدريجياً حتى يصل إلى قيمة معينة تكفي لمنع عبور مزيد من الإلكترونات فيقف مرور الإلكترونات ويسمى بالجهد الحاجز أو المانع.



وتتكون منطقة فاصلة أو خالية من حاملات الشحنة سمكها 2 ميكرون على جانبي الوصلة.

1) قيمة الجهد الحاجز عملياً للجرمانيوم أو فولت وللسليكون 0.7 فولت في درجة الحرارة العادية وتتغير قيمته بتغير درجة الحرارة ونسبة الشوائب المضافة.
2) نظراً لاختلاف اتجاه حركة الإلكترونات عن اتجاه حركة الفجوات الموجبة يمر تيار كهربي في الوصلة الثنائية في هذه الحالة ولكنهُ تيار ضعيف.

تعريف الجهد الحاجز:

هو فرق الجهد المتكون على جانبي الوصلة والذي يمنع عبور مزيد من الإلكترونات لتملأ الفجوات.

شرط مرور التيار في الوصلة الثنائية

التغلب على الجهد الحاجز لها.

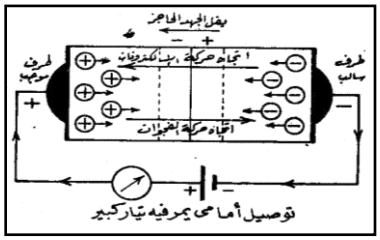
طرق توصيل (إدماج)الوصلة في الدوائر الكهربية:

(1) طريقة التوصيل الأمامي:

أ) توصل البلورة السالبة بالقطب السالب للبطارية والبلورة الموجبة بالقطب الموجب.

ب) يحدث تنافر بين الأقطاب وحاملات الشحنة فتتجه نحو المنطقة الفاصلة ويقل الجهد الحاجز وتعبر الإلكترونات لتملأ الفجوات فيمر تيار أمامي قوي.

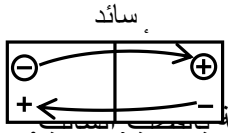
ج)يعمل القطب السالب على إمداد البلورة السالبة بالإلكترونات لتعويض ما فقدته ويعمل القطب الموجب على جذب الإلكترونات الزائدة في البلورة الموجبة.



ملاحظات:

1) التيار المار عبارة عن الفرق بين التيار الناشئ عن حاملات الشحنة السائدة والتيار الناشئ عن حاملات الشحنة غير السائدة.

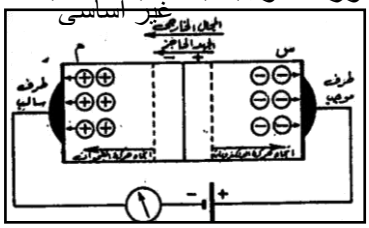
2) مقاومة الوصلة الثنائية في التوصيل الأمامي صغيرة جداً



(2) طريقة التوصيل الخلفي:

أ) توصل البلورة السالبة بالقطب الموجب للبطارية والبلورة الموجبة بالقطب السالب.

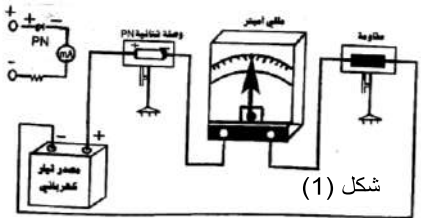
ب) يحدث تجاذب بين الأقطاب وحاملات الشحنة فتتحرك نحو الأقطاب فيزداد سمك المنطقة الفاصلة ويزداد الجهد الحاجز حتى يقترب من جهد البطارية فلا يمر تيار كهربي أو قد يمر تيار ضعيف جداً ناتج عن حاملات الشحنة غير السائدة.



التوصيل الأمامي والخلفي للوصلة الثنائية التجربة العملية (الرابعة)

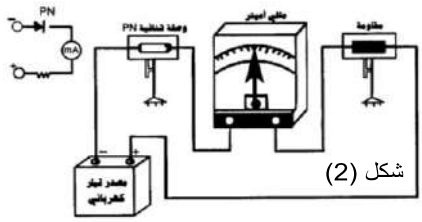
خطوات العمل:

1) نصل الدائرة كما بالشكل(1) مع مراعاة أن يكون التوصيل أمامي، بتوصيل البلورة الموجبة بالقطب الموجب للبطارية والبلورة السالبة بالقطب السالب للبطارية.



شكل (1)

2) نغلق الدائرة نشاهد انحراف مؤشر الجلفانومتر (المللي أميتر) ونسجل قراءة التيار.
3) نعكس التوصيل كما بالشكل (2) لجعل التوصيل خلفي أي بتوصيل البلورة الموجبة بالقطب السالب للبطارية البلورة السالبة بالقطب الموجب للبطارية.
4) نغلق الدائرة فنشاهد عدم انحراف مؤشرة الجلفانومتر.



شكل (2)

الاستنتاج:

1) في حالة التوصيل الأمامي تكون مقاومة الوصلة صغيرة جداً فتسمح للتيار بالمرور.
2) في حالة التوصيل الخلفي تكون مقاومة الوصلة كبيرة جداً فلا تسمح بمرور التيار.
مقاومة الوصلة الثنائية في حالة التوصيل الخلفي كبير جداً.

أهم خاصية للوصلة. وكيف استفاد منها العلماء

مقاومتها صغيرة في حالة التوصيل الأمامي فيمر تيار قوي (جهد البلورة الموجبة موجب وجهد البلورة سالبة سالب) ومقاومتها كبيرة في حالة التوصيل الخلفي فلا يمر تيار، واستفاد منها العلماء في تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي.

الغرض منها:

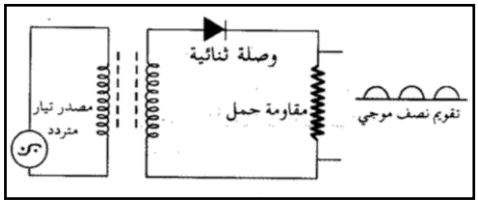
تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي (توحيد اتجاه التيار المتردد).

الاستخدام(الوظيفة):

في الأجهزة الإلكترونية.

استخدامها في تقويم التيار المتردد:

1) في نصف الدورة الأولى يكون التوصيل أمامي فيمر تيار قوي.
2) في نصف الدورة الثانية يكون التوصيل خلفي فلا يمر تيار.
3) أي أن الوصلة تسمح فقط لإنصاف الذبذبات بالمرور عندما يكون جهد البلورة الموجبة موجب وجهد البلورة السالبة سالب، ولا تسمح بمرور أنصاف الذبذبات الأخرى التي في الاتجاه المضاد وبذلك يمر التيار الكهربي في الدائرة في اتجاه واحد أي أنه يصبح مقوماً تقويماً نصف موجياً.



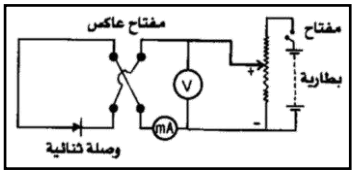
رسم المنحنى المميز للوصلة الثنائية : التجربة العملية (الخامسة)

يقصد بالمنحنى المميز:

علاقة بيانية بين فرق الجهد وشدة التيار المناظر لهُ.

خطوات العمل:

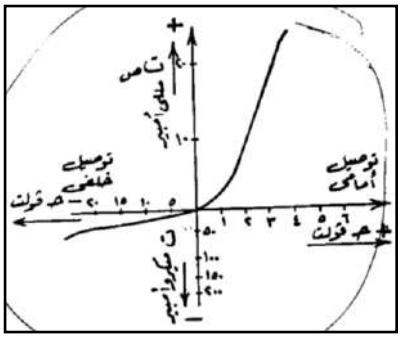
1) نصل الدائرة كما بالشكل مع مراعاة أن يكون التوصيل أمامياً.



2) نغلق الدائرة ونغير فرق الجهد تدريجياً ونشغل في كل مرة قيمة فرق الجهد من الفولتميتر وقيمة شدة التيار المناظرة لهُ من الملي أميتر.

3) تدون النتائج في جدول ونرسم علاقة بيانية بين:
* فرق الجهد ممثلاً على المحور الأفقي وشدة التيار ممثلاً على المحور الرأسي.

4) نعكس اتجاه التيار في الوصلة ليصبح توصيل خلفي مع استبدال الملي أميتر بالميكروأميتر.



5) نغير فرق الجهد عدة مرات وفي كل مرة نعين قيمته وقيمة شدة التيار المناظر وتدون النتائج في جدول نرسم علاقة بيانية بين (حـ) ، (ت).

الاستنتاج:

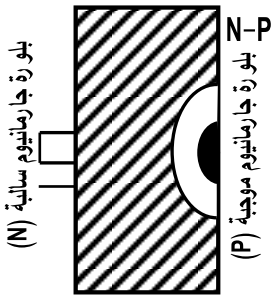
1) شدة التيار في حالة التوصيل الأمامي أكبر كثيراً من شدتها في حالة التوصيل الخلفي.

2) مقاومة الوصلة الثنائية للتيار الكهربي تكون صغيرة عندما يكون التوصيل أمامياً وكبيرة جداً عندما يكون التوصيل خلفياً.

وبذلك أمكن الاستفادة من الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد.

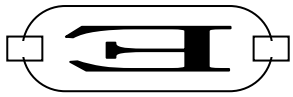
دايود الإنديوم/جرمانيوم

جهاز لتقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي.



تركيبه وفكرة عمله:

1) بلـورة جرمـانيوم سـالبة (بلـورة جرمـانيوم مطعـم بالزرنيخ)
2) تلحم عينـة مـن عنصـر الإنـديوم علـى أحـد سـطحيها فتنتشـر ذراتـه بينهـا ويكـون فجـوات موجبـة فتتكـون علـى سطحه منطقة توصيل من النوع (***P***) ويعتبر الإنديوم آنود أما الجرمانيوم فيعتبر كاثود.
3) تنشـأ منطقـة اتصـال بينهمـا (***P-N***) بـين المنطقتـين الفاصـلتين فتبقى سالبة من النوع (***N***).
4) توضـع البلـورة فـي غـلاف معدني لمنع تـأثير الهواء أو الضوء السلبي عليها.



أمـا بـاقي البلـورة

س/ لمـاذا دعـت الحاجـة لصـناعة الـدايود بـدلاً مـن طريقـة التمـاس الميكـانيكي كمـا فـي الوصلة؟

ج/ 1) لمنع حدوث تشققات في البلورة عند صناعتها.
2) لضمان أن يكون سمك منطقة الاتصال مناسب بحيث لا يزيد كثيراً على المسافة بين الذرات في البلورة.
3) لمنع تأثير الحرارة / الضوء / الهواء السلبي على البلورة.

مميـزات أشباه الموصـلات: (مميزات الوصلة / الترانزستور).

1) صغيرة الحجم.
2) رخيصة الثمن.
3) غير معرضة للكسر .
4) تعمل بمجرد تشغيل الدائرة.
5) تعمل تحت جهد منخفض.
6) الفقد في الطاقة قليل.
7) تملك الأجهزة المصنوعة منها متانة وثبات عالي وزمن خدمة طويل.

عيوبـها:

يتأثر عملها بدرجة الحرارة حيث تعمل في حدود معينة من درجة الحرارة (–70^{5} إلى 125^{5}م).

الترانزستور (وصلة الساندوتش)

عبارة عن (3) بلورات مختلفة ملتصقة مع بعضها من مادة شبه موصلة مثل الجرمانيوم أو السليكون أي يمكن اعتباره وصلتين ثنائيتين.

تركيبـه:

1)بلورة رقيقة جداً من النوع الموجب أو السالب تسمى القاعدة ***Base*** (***B***) وتوجد في الوسط.

2)يحيط بالقاعدة بلورتان من نوع مخالف للقاعدة وأكبر منها في المساحة وهما:

الباعث:(E) Emitter

تتميز بصغر مساحة سطحها ووفرة الشوائب نسبياً وهي البلورة التي تتحرك منها الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة بأتجاه القاعدة.

المجمع Collector(C):

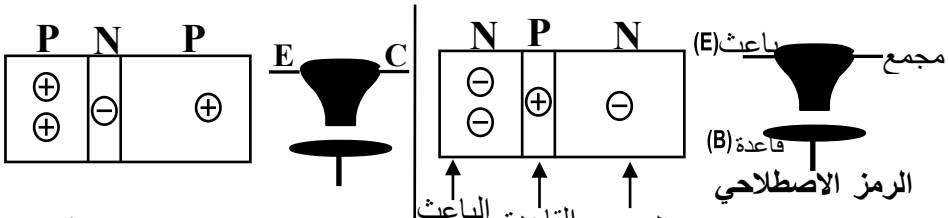
تتميز بكبر مساحة سطحها وقلة الشوائب وهي البلورة الطرفية التي تجذب الإلكترونات أو الفجوات إليها.

أنواعـه:

يوجد نوعان من الترانزستور هما:

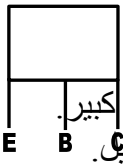
(1) ترانزستور من النوع ***N-P-N***.

(2) ترانزستور من النوع ***P-N-P***



ملحوظـة: السهم في الرمز يبين اتجاه التيار الكهربي الاصطلاحي أي اتجاه الفجوات الموجبة ويوضع السهم دائماً على الباعث ويشير نحو البلورة السالبة.

س/ كيف تميز بين أقطاب الترانزستور؟



1) **بمجرد الملاحظة:** القاعدة أقرب للباعث من المجمع.

2) **من التركيب: الباعث**: مساحة سطحه صغيرة وتركيز الشوائب كبير.

المجمع: مساحة سطحه كبيرة وتركيز الشوائب قليل.

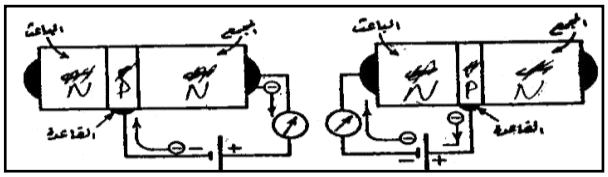
القاعدة: مساحة سطحها صغيرة جداً وتركيز الشوائب قليل جداً.

3) أو بوضع دائرة ملونة عند طرف المجمع.

طريقة مرور التيار الكهربي في الترانزستور من النوع (N-P-N)

(1) توصيل الباعث بالقاعدة توصيلاً أمامياً:

أي توصيل الباعث(البلورة السالبة) بالقطب السالب للبطارية وتوصيل القاعدة (البلورة الموجبة) بالقطب الموجب للبطارية فإنه يمر تيار ضعيف نسبياً بالرغم أن التوصيل أمامي ويفسر ذلك بأن تركيز الفجوات بالقاعدة قليل فينتقل إليها



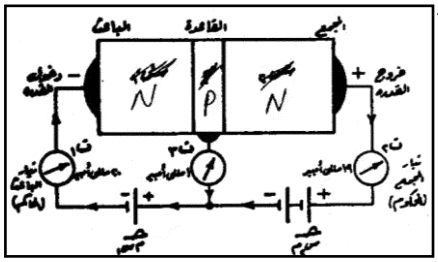
عـدد قليـل مـن الإلكترونـات ليملأهـا ويتـرك القاعـدة عندئـذ نفـس العـدد المحـدود مـن الإلكترونات منجذباً نحو القطب الموجب للبطارية ويمر تيار إلكتروني ضعيف نسبياً.

(2) توصيل المجمع بالقاعدة توصيلاً خلفياً:

أي توصيل المجمع بالقطب الموجب للبطارية والقاعدة بالقطب السالب للبطارية فإنه يمر تيار ضعيف أيضاً – ويفسر ذلك بأن القطب الموجب للبطارية يجذب إلكترونات المجمع نحوه فيمنع عبورها الوصلة إلى القاعدة وكذلك يقوم القطب السالب للبطارية بجذب فجوات القاعدة نحوه ويمنع عبورها إلى المجمع لذلك لا يمر إلا تيار ضعيف جداً عبر الوصلة بسبب حاملات الشحنة غير السائدة.

(3) توصيل الترانزستور عملياً (طريقة القاعدة المشتركة):

يوصل الباعث بالقاعدة أمامياً والمجمع بالقاعدة خلفياً مع توصيل مللي أميتر بكلٍ من الباعث والقاعدة والمجمع كما في الشكل يلاحظ أن الجزء الأكبر من تيار الباعث يمر في المجمع وما تبقى يمر في القاعدة.



وبفرض تيار الباعث ($ت_E$) = 20 مللي أمبير.

فـــإن تيـار المجمـــع ($ت_C$) = 19 مللي أمبير.

تيـــــار القاعـــــدة ($ت_B$) = 1 مللي أمبير.

∴ تيار الباعث = تيار المجمع + تيار القاعدة

$$ت_E = ت_C + ت_B$$

يسمى تيار الباعث بالحاكم والمجمع بالمحكوم وذلك لأن تيار الباعث يتحكم في تيار المجمع.

سؤال وزاري توضيحي

إذا كان تيار الباعث 20مللي أمبير وتيار القاعدة 2مللي أمبير. احسب تيار المجمع.

الإجابة النموذجية

$$ت_E = ت_C + ت_B$$

$$20 = ت_C + 2$$

$$ت_C = 20 - 2 = 18 \text{ مللي أمبير}$$

لاتختلف فكرة عمل الترانزستور من النوع (***P-N-P***) عن فكرة عمل الترانزستور من النوع (***N-P-N***) إلا في أن الفجوات هي التي تلعب نفس الدور بدلاً من الإلكترونات.

س/ فسر مرور الجزء الأكبر من تيار الباعث نحو المجمع في الترانزستور (*N-P-N*) أو (*P-N-P*).

جـ/

1) توصيل البطاريات على التوالي يزيد فرق الجهد فتكتسب الإلكترونات (الفجوات) طاقة حركية كبيرة فتتجه للمجمع بدلاً من القاعدة (الطاقة الكهربية = طاقة الحركة) $ش_{ه} \times حـ = \frac{1}{2} ك_{ه} ع^2$
2) عدد الفجوات (الإلكترونات) في القاعدة قليل فيعبر إليها عدد قليل من الإلكترونات (الفجوات) ليملأها أما العدد الأكبر فيتجه للمجمع.
3) كبر مساحة وصلة القاعدة – المجمع يجعل مقاومتها صغيرة فيتجه إليها الإلكترونات (الفجوات).

الغرض من الترانزستور:

تقويم وتكبير التيار المتردد وتوليد الموجات اللاسلكية والإشارات الكهربية.

الاستخدام(الوظيفة):

في الآلات الحاسبة - الأجهزة الإلكترونية - أجهزة الإرسال والاستقبال اللاسلكي.

مميزات استخدام الترانزستور:

يستخدم الترانزستور بدلاً من الصمام الثلاثي حالياً في صناعة الأجهزة الإلكترونية لمميزاته التالية:

(1) صغير الحجم. (2) رخيص الثمن.
(3) غير عرضه للكسر. (4) يعمل تحت جهد منخفض
(5) الفقد في الطاقة قليل. (6)يملك متانة وثبات عالي وزمن خدمة طويل.
(7) يعمل بمجرد تشغيل الدائرة.

التكبير في الترانزستور:

نحتاج في الدائرة الكهربية إلي تكبير التيار(الإشارة) والجهد والقدرة الكهربية.

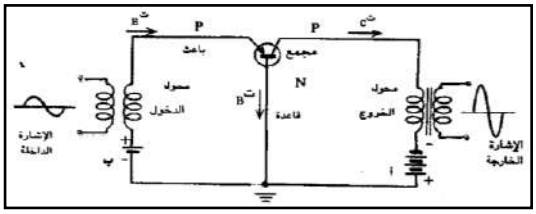
حيث $حـ = ت \times م$ فولت

$قد = حـ \times ت = ت^2 \times م$ وات

وهناك ثلاث طرق للتكبير في الترانزستور:

(1) طريقة القاعدة المشتركة.
(2) طريقة الباعث المشترك.
(3) طريقة المجمع المشترك.

أولاً: طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة (ترانزستور P-N-P)



يلاحظ عند دخول إشارة كهربية صغيرة في دائرة الباعث نحصل على قدرة كبيرة أو جهد كبير في دائرة المجمع على الرغم من أن تيار المجمع أقل من تيار الباعث.

وتفسير ذلك لأن مقاومة الخروج مقاومة كبيرة بسبب التوصيل الخلفي فيزداد المجال الكهربي في دائرة (المجمع/ القاعدة) أما مقاومة الدخول فتكون صغيرة بسبب التوصيل الأمامي فيقل المجال الكهربي في

دائرة (الباعث/ القاعدة) فيحدث تكبير للجهد والقدرة بطريقة غير مباشرة لكبر مقاومة المجمع (الخروج) عن مقاومة الباعث (الدخول).

معامل تكبير الترانزستور:

$$\text{التكبير} = \frac{\text{تيار المجمع } (ت_C) \text{ الخارج}}{\text{تيار الباعث } (ت_E) \text{ الداخل}} = \frac{\text{جهد المجمع } (ت_C \times م) \text{ الخارج}}{\text{جهد الباعث } (ت_E \times م) \text{ الداخل}} = \frac{\text{قدرة المجمع } (ت_C^2 \times م) \text{ الخارجة}}{\text{قدرة الباعث } (ت_E^2 \times م) \text{ الداخلة}}$$

∴ تكبير الترانزستور = $\frac{\text{مقاومة دائرة المجمع}}{\text{مقاومة دائرة الباعث}}$ بإهمال النقص الحادث في التيار أي باعتبار:

$(ت_E = ت_C)$

تعريف معامل التكبير:

هو النسبة بين مقاومة دائرة المجمع ومقاومة دائرة الباعث على فرض إهمال النقص الحادث في التيار.

أو هو النسبة بين قدرة دائرة المجمع وقدرة دائرة الباعث.

مزايا طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة:

1) تكبير التيار $\left(\frac{ت \text{ خروج}}{ت \text{ دخول}}\right)$ أقل من الواحد الصحيح لأن تيار المجمع أصغر بقليل من تيار الباعث.

2) تكبير الجهد $\left(\frac{ح \text{ خروج}}{ح \text{ دخول}}\right)$ عالياً لكبر مقاومة دائرة المجمع (الخروج) عن مقاومة دائرة الباعث (الدخول).

3) تكبير القدرة $\left(\frac{\text{قدرة خروج}}{\text{قدرة دخول}}\right)$ متوسط أي أقل من مقدار تكبير الجهد لأن تكبير التيار صغير.

4) الإشارة الكهربية الخارجة والإشارة الكهربية الداخلة في نفس الطور لأن تيار المجمع يتغير باتجاه تيار الباعث نفسه.

علل: التكبير ليس له وحدة خاصة به؟ لأنه نسبة بين كميتين من نفس النوع.

سؤال وزاري توضيحي

إذا كانت مقاومة الباعث 100أوم ومقاومة المجمع 50كيلو أوم وشدة تيار الباعث 40مللي أمبير وشدة تيار القاعدة 2مللي أمبير. احسب:
(1) تكبير التيار. (2) تكبير الجهد. (3) تكبير القدرة.

الإجابة النموذجية

∵ $ت_E = ت_C + ت_B$ الباعث E — المجمع C

$م = 100$ أوم $= 50 \times 10^3$ م

$ت = 40 \times 10^3$ أمبير $ت_C = 40 - 2$ $ت = 38 \times 10^3$ أمبير

$ت_C = 40 - 2 = 38$ مللي أمبير.

(1) تكبير التيار $= \frac{ت_C}{ت_E} = \frac{38 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{3}} = 0.95$

(2) تكبير الجهد $= \frac{ت_C \times م}{ت_E \times م} = \frac{38 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{3}}{40 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{3}} = \frac{1900}{4} = 475$

حل آخر: تكبير الجهد = تكبير التيار $\times \frac{م_C}{م_E} = 0.95 \times \frac{50 \times 10^{3}}{100} = 475$

(3) تكبير القدرة $= \frac{ت_C^2 \times م}{ت_E^2 \times م} = \frac{38 \times 10^{-3} \times 38 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{3}}{40 \times 10^{-3} \times 40 \times 10^{-3} \times 100} = \frac{18200}{160} = 451.25$

حل آخر: تكبير القدرة = (تكبير التيار)$^2 \times \frac{م_C}{م_E} = (0.95)^2 \times \frac{50 \times 10^{3}}{100} = 451.25$

سؤال وزاري توضيحي

إذا كانت مقاومة دائرة الباعث في ترانزستور 500أوم ومقاومة دائرة المجمع فيه 400 كيلو أوم وكان جهد الدخول 1 فولت. احسب:
1) تكبير الترانزستور. 2) جهد الخروج.

الإجابة النموذجية

(1) تكبير الترانزستور $= \frac{م_C}{م_E} = \frac{400 \times 10^{3}}{500} = \frac{4 \times 10^{3}}{5} = \frac{4000}{5} = 800$

(2) التكبير $= \frac{ح_{الخروج}\ (ح_C)}{ح_{الدخول}\ (ح_E)} \Leftarrow 800 = \frac{ح_C}{1} \Leftarrow ح_C = 800$ فولت

حل آخـر: $\because \frac{\text{حـ}_C}{\text{حـ}_E} = \frac{\text{م}_C}{\text{م}_E} \Leftarrow \frac{\text{حـ}_C}{1} = \frac{400 \times 10^3}{500} \Leftarrow$ حـ$_C$ = 800 فولت

سؤال وزاري توضيحي

إذا كان معامل تكبير التيار 0.8 بطريقة القاعدة المشتركة وتيار القاعدة 5مللي أمبير ومقاومة المدخل 10أوم ومقاومة المخرج 20 كيلوأوم.

احسب: (1) تيار الباعث. (2) تيار المجمع .

(3) تكبير الجهد. (4) تكبير القدرة.

الإجابة النموذجية

الباعـث(E) (الدخول) المجمـع(C) (الخروج)

ت$_B$ = 5مللي أمبير م = 10 م = 20 × 10^3 أوم

التكبير = 0.8

(1) ∵ تكبير التيار = $\frac{\text{ت}_C}{\text{ت}_E} \Leftarrow 0.8 = \frac{\text{ت}_C}{\text{ت}_E}$

∴ ت$_C$ = 0.8 ت$_E$ ⇐ (1)

∵ ت$_E$ = ت$_B$ + ت$_2$

∴ ت$_E$ = ت$_C$ + 5 ⇐ (2)

من (1) في (2) ∴ ت$_E$ = 0.8 ت$_E$ + 5

ت$_E$ – 0.8 ت$_E$ = 5 ⇐ 0.2 ت$_E$ = 5 ⇐ ت$_E$ = $\frac{5}{0.2}$ = 25 مللي أمبير.

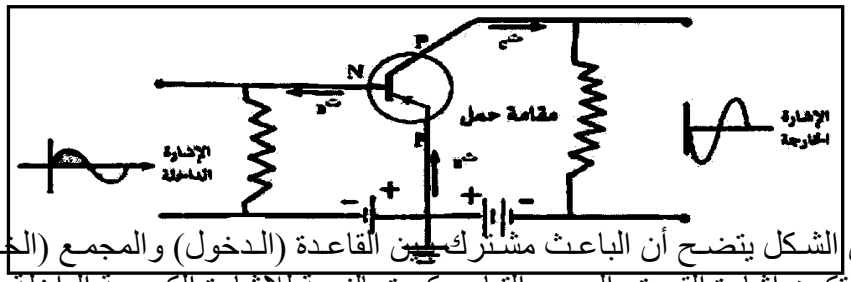
(2) بالتعويض في (1) ت$_C$ = 0.8 × 25 = 20 مللي أمبير.

(3) تكبير الجهد = $\frac{\text{ت}_C}{\text{ت}_E} = \frac{10 \times 20 \times 10^3 - 10 \times 20}{10 \times 10^3 - 10 \times 25} = \frac{10 \times 40 \times 10^3}{25} = \frac{40000}{25} = 1600$

(4)تكبير القدرة

$= \frac{\text{ت}_C^2 \times \text{م}}{\text{ت}_E^2 \times \text{م}} = \frac{10 \times 20 \times 10^3 - 10 \times 20 \times 10^3 - 10 \times 20}{10 \times 10^3 - 10 \times 25 \times 10^3 - 10 \times 25} = \frac{10 \times 800 \times 10^3}{625} = \frac{800000}{625} = 1280$

ثانياً: التكبير بطريقة الباعث المشترك:



من الشكل يتضح أن الباعث مشترك بين القاعدة (الدخول) والمجمع (الخروج) وعليه تكون إشارة القدرة والجهد والتيار مكبرة بالنسبة للإشارة الكهربية الداخلة.

مزايا طريقة التكبير بالباعث المشترك:

1) تكبير التيار $\left(\frac{\text{ت خروج}}{\text{ت دخول}}\right)$ عالي لأن تيار المجمع (الخروج) أكبر من تيار القاعدة (الدخول).

2) تكبير الجهد $\left(\frac{\text{حـ خروج}}{\text{حـ دخول}}\right)$ عالي لكبر المقاومة والتيار في دائرة المجمع.

3) تكبير القدرة $\left(\frac{\text{قدرة خروج}}{\text{قدرة دخول}}\right)$ عالي جداً لأن تكبير التيار والجهد عالي فيزداد تكبير القدرة (قد = حـ × ت)

4) الإشارة الخارجة والداخلة مختلفتان في الطور بزاوية مقدارها π (180ْ)

تفضل طريقة الباعث المشترك في التكبير عن الدوائر الأخرى ولذلك فهي أكثر استخداماً ويرجع ذلك لأن تكبير التيار فيها يكون عالي فيؤدي إلى أن تكبير الجهد يكون عالي وتكبير القدرة يكون عالي جداً كما أنها تعكس الطور.

سؤال وزاري توضيحي

إذا كان تيار القاعدة (المدخل) في ترانزستور بطريقة الباعث المشترك 40 ميكروأمبير وتيار المجمع (المخرج)60 ميكروأمبير ومقاومة المدخل 20أوم ومقاومة المخرج 50كيلو أوم. احسب:

(1) تكبير التيار. (2) تكبير الجهد. (3) تكبير القدرة.

الإجابة النموذجية

(1) تكبير التيار $= \frac{\text{ت الخروج}}{\text{ت الدخول}} = \frac{60\times10^{-6}}{40\times10^{-6}} = 1.5$

(2) تكبير الجهد $= \frac{\text{(ت} \times \text{م) خروج}}{\text{(ت} \times \text{م) دخول}} = \frac{60\times10^{-6}\times50\times10^{3}}{40\times10^{-6}\times20} = 3750$

(3) تكبير القدرة = (ت × م^2) خروج / (ت × م^2) دخول = $\frac{10\times60\times10^{-6}\times50\times10^{3}}{40\times10^{-6}\times40\times10^{-6}\times20}$

$$= \frac{10\times90^{3}}{16} = \frac{90000}{16} = 5625$$

فوائد استخدام الترانزستور في الصناعات الإلكترونية:

1) نظراً لصغر حجمه أصبحت الدوائر الكهربية صغيرة الحجم وبالتالي أصبحت الأجهزة الإلكترونية صغيرة الحجم.
2) أدى لتطوير الدوائر المتكاملة (I.C) التي تقوم بوظائف متعددة معقدة على رقاقة سليكون واحدة صغيرة جداً.
3) زاد الاعتماد على الدوائر المتكاملة في الصناعات الإلكترونية الحديثة مثل الإلكترونيات الطبية بجعل حجمها صغير جداً يمكن زرعها في جسم الإنسان وصناعة الحاسبات والساعات والصواريخ الموجهة لأنها أسرع بكثير من الدوائر المنفصلة (بسبب ملفات الحث المرتبطة بالدوائر المنفصلة).
4) الدوائر المتكاملة تقلل مبالغ التجميع التي تصرف على الدوائر المنفصلة التي تحتاج عمل يدوي وبالتالي أصبحت الأجهزة أرخص ثمناً.

تعاريف

1) **أنواع الموادمن حيث توصيلها الكهربي:** (1) مواد جيدة التوصيل.
(2) مواد رديئة التوصيل.
(3) أشباه الموصلات.

2) **أشباه الموصلات:** هي مواد ليست جيدة التوصيل وليست رديئة التوصيل وتعتبر عازلة تماماً في درجة الصفر المطلق (-273°م).

3) **أنواع أشباه الموصلات:** (1) أشباه الموصلات النقية. (2) أشباه الموصلات غير النقية.

4) **أشباه الموصلات النقية:** هي عناصر المجموعة الرابعة مثل السليكون والجرمانيوم التي تترتب ذراتها في شكل بلوري دون إضافة شوائب لها.

5) **طرق زيادة التوصيل الكهربي في بلورة أشباه الموصلات النقية:**
(1) رفع درجة الحرارة.
(2) التعرض لعامل مؤين.
(3) إضافة نسبة ضئيلة من الشوائب

6) **أشباه الموصلات الغير نقية:** هي أشباه موصلات نقية أضيف إليها عنصر من المجموعة الخامسة أو الثالثة كشوائب بنسبة ضئيلة.

7) **أنواع أشباه الموصلات غير النقية:**

(1) شبة موصل من النوع السالب (أو بلورة سالبة *N*): وهي بلورة جرمانيوم (سليكون) أضيف إليها عنصر خماسي التكافؤ بنسبة ضئيلة.

(2) شبة موصل من النوع الموجب (أو بلورة موجبة *P*): وهي بلورة جرمانيوم (سليكون) أضيف إليها عنصر ثلاثي التكافؤ بنسبة ضئيلة.

8) **الوصلة الثنائية** (*N-P*): هي بلورة سالبة ملتصقة ببلورة موجبة وتسمى منطقة الاتصال بينهما بالوصلة الثنائية.

9) **الجهد الحاجز**: هو فرق الجهد المتكون على جانبي الوصلة والذي يمنع عبور مزيد من الإلكترونات لتملأ الفجوات. وشرط مرور التيار الكهربي في الوصلة هو التغلب على الجهد الحاجز.

10) **طرق توصيل الوصلة في الدوائر الكهربية:**

(1) **طريقة التوصيل الأمامي**: فيها يقل الجهد الحاجز ويمر تيار أمامي قوي هو الفرق بين التيار الناشئ عن حاملات الشحنة السائدة والتيار الناشئ عن حاملات الشحنة غير السائدة.

(2) **طريقة التوصيل الخلفي**: فيها يزداد الجهد الحاجز فلا يمر تيار أو قد يمر تيار ضعيف جداً بسبب حاملات الشحنة غير السائدة.

11) **الغرض من الوصلة الثنائية**: تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي وتستخدم في الأجهزة الإلكترونية.

12) **دايود الإنديوم/ جرمانيوم**: جهاز لتقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي.

13) **مميزات أشباه الموصلات (الوصلة/ الترانزستور):**

(1) صغير الحجم. (2) رخيصة الثمن.
(3) غير عرضه للكسر. (4) تعمل بمجرد تشغيل الدائرة.
(5) تعمل تحت جهد منخفض. (6) الفقد في الطاقة قليل.
(7) تملك الأجهزة المصنوعة منها متانة وثبات عالي وزمن خدمة طويلة.

14) **الترانزستور**: عبارة عن 3 بلورات مختلفة ملتصقة مع بعضها من السليكون أو الجرمانيوم أي يمكن اعتباره وصلتين ثنائيتين.

15) **أنواع الترانزستور**: (1) ترانزستور من النوع *N-P-N*
(2) ترانزستور من النوع *P-N-P*

16) **الغرض من الترانزستور**: تقويم وتكبير التيار المتردد.

17) **استخدام الترانزستور**: يستخدم في الآلات الحاسبة/ الأجهزة الإلكترونية/ أجهزة الإرسال والاستقبال اللاسلكي.

18) **التكبير في الترانزستور**: هناك 3 طرق للتكبير هي:
(1) طريقة القاعدة المشتركة.
(2) طريقة الباعث المشترك.
(3) طريقة المجمع المشترك.

19) **معامل تكبير الترانزستور**: هو النسبة بين مقاومة دائرة المجمع ومقاومة دائرة الباعث. أو هو النسبة بين قدرة دائرة المجمع وقدرة دائرة الباعث.

قوانين

1) حساب تيار الباعث أو المجمع أو القاعدة:

تيار الباعث = تيار المجمع + تيار القاعدة. (سؤال وزاري 1 ، 2 ، 4)

$ت_E = ت_C + ت_B$

2) حساب تكبير التيار في الترانزستور:

$$\text{معامل تكبير التيار} = \frac{\text{تيار الخروج}}{\text{تيار الدخول}}$$

$$= \frac{\text{تيار المجمع } ت_C}{\text{تيار الباعث } ت_E}$$ في طريقة القاعدة المشتركة. (سؤال وزاري 2)

$$= \frac{\text{تيار المجمع } ت_C}{\text{تيار القاعدة } ت_B}$$ في طريقة الباعث المشترك. (سؤال وزاري 5)

3) حساب تكبير الجهد في الترانزستور:

$$\text{معامل تكبير الجهد} = \frac{\text{جهد الخروج}}{\text{جهد الدخول}}$$

$$= \frac{ت_C \times م}{ت_E \times م}$$ في طريقة القاعدة المشتركة (سؤال وزاري 2، 3، 4)

$$= \frac{ت_C \times م}{ت_B \times م}$$ في طريقة الباعث المشتركة (سؤال وزاري 5)

4) حساب تكبير القدرة في الترانزستور:

$$\text{معامل تكبير القدرة} = \frac{\text{القدرة الخارجة}}{\text{القدرة الداخلة}}$$

$$= \frac{حـ_C \times ت^2}{حـ_E \times ت_E}$$ في طريقة القاعدة المشتركة (سؤال وزاري 2، 3، 4)

$$\frac{ت_C^2 \times م}{ت_E^2 \times م}$$

$$\frac{\text{م} \times \text{ت}^2_C}{\text{م} \times \text{ت}^2_{\frac{E}{B}}} =$$ في طريقة الباعث المشترك (ســـــــؤال وزاري 5)

5) حساب تكبير الترانزستور:

معامل تكبير الترانزستور = $\frac{\text{مقاومة الخروج}}{\text{مقاومة الدخول}}$ (ســـــــؤال وزاري 3)

الحقيقه العلميه مع التعليل

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
1	أشباه الموصلات رديئة التوصيل الكهربـي (مقاومتهـا كبيـرة) فـي درجات الحرارة المنخفضة.	يرجع ذلك لارتباط الإلكترونات القوي بذراتها في البلورة بروابط تساهمية لدرجة يصعب كسر الروابط وبالتالي تحرير إلكترونات الروابط في البلورة فتكون مقاومتها كبيرة وبالتالي تكون رديئة التوصيل بل تكون عازلة تماماً في درجة الصفر المطلق.
2	يزداد التوصيل الكهربي لأشباه الموصلات عند رفع درجة الحرارة.	لأنه عند التسخين تنكسر الرابطة وتحرر إلكترونات تتحرك بحرية في البلورة تاركة مكانها فجوات موجبة فتقل مقاومتها ويزداد التوصيل الكهربي لها.
3	يزداد التوصيل الكهربي لأشباه الموصلات عند إضافة نسبة ضئيلة من الشوائب إليها.	لأنه عند إضافة الشوائب إليها من عناصر المجموعة الخامسة مثل الزرنيخ يرتبط مع 4 ذرات متجاورة تاركاً إلكترون حر يتحرك في البلورة فيزداد التوصيل الكهربي وعند إضافة عنصر من المجموعة الثالثة مثل الجاليوم يرتبط مع 3 ذرات متجاورة تاركاً فجوة موجبة يتحرك إلكترون ليملأها وهكذا يزداد التوصيل الكهربي في البلورة.
4	عند لصق بلورة سالبة ببلورة موجبة يمنع عبور مزيد من الإلكترونات ليملأ الفجوات	لتكون الجهد الحاجز
5	يمر تيار قوي في الوصلة في حالة توصيلها أمامياً (أو تقل مقاومة الوصلة في حالة توصيلها أمامياً)	لحدوث التنافر بين الأقطاب وحاملات الشحنة في الوصلة فتتجه نحو المنطقة الفاصلة ويقل الجهد الحاجز أي تقل مقاومتها فتعبر الإلكترونات لتملأ الفجوات ولذلك يمر تيار قوي.
6	عدم مرور تيار كهربي أو قد يمر تيار ضعيف جداً في الوصلة عند	لحدوث التجاذب بين الأقطاب وحاملات الشحنة في الوصلة فتتحرك نحو الأقطاب ويزداد سمك

	الحقيقــة العلميــة	التعليـل (التفسيـر)
	توصيلها خلفياً. (أو تزداد مقاومة الوصلة في حالة توصيلها خلفياً)	المنطقة الفاصلة ويزداد الجهد الحاجز أي تزداد مقاومتها فلا يمر تيار كهربي (قد يمر تيار ضعيف جداً بسبب حركة حاملات الشحنة الغير سائدة)
7	تستخدم الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد.	لأن مقاومتها صغيرة في حالة التوصيل الأمامي فيمر تيار قوي ومقاومتها كبيرة في حالة التوصيل الخلفي فلا يمر تيار أي أنها تسمح لأنصاف الذبذبات بالمرور فقط فيمر تيار كهربي في اتجاه واحد فقط وهو ما يسمى بتقويم التيار المتردد.
8	يمر تيار أمامي ضعيف عند توصيل الباعث بالقاعدة أمامياً.	لأن عدد الفجوات في القاعدة قليل فيعبر إلها عدد قليل من الإلكترونات ليملأها فيمر تيار أمامي ضعيف.
9	يمر تيار خلفي ضعيف جداً عند توصيل المجمع بالقاعدة خلفياً.	لحدوث التجاذب بين الأقطاب وحاملات الشحنة فيزداد سمك المنطقة الفاصلة ويزداد الجهد الحاجز فلا يمر إلا تيار ضعيف جداً بسبب حركة حاملات الشحنة غير السائدة.
10	يسمى تيار الباعث بالحاكم وتيار المجمع بالمحكوم على الرغم من اتصال كل منهم ببطارية خاصة به.	لأن تيار الباعث يتحكم في تيار المجمع.
11	مرور الجزء الأكبر من تيار الباعث نحو المجمع بدلاً من القاعدة في حالة توصيل الترانزستور من النوع *(N-P-N)* أو *(P-N-P)* علمياً.	لأن: (1) توصيل البطاريات على التوالي يزيد فرق الجهد فتكتسب الإلكترونات (أو الفجوات في النوع *P-N-P*) طاقة حركية كبيرة فتتجه للمجمع بدلاً من القاعدة. (2) عدد الفجوات (أو الإلكترونات في النوع *P-N-P*) في القاعدة قليلة فيعبر إليها عدد قليل من الإلكترونات (أو الفجوات في النوع *P-N-P*) أما العدد الأكبر فيتجه للمجمع. (3) كبر مساحة وصلة القاعدة/ المجمع يجعل مقاومتها صغيرة فتتجه إليها الالكترونات (الفجوات في النوع *P-N-P*)
12	يفضل استخدام الوصلة/ الترانزستور في الأجهزة الإلكترونية بدلاً من الصمامات أو اختفاء الأجهزة الكهربية التي تعمل على الصمامات حديثاً.	يرجع ذلك لأنها: (1) صغيرة الحجم. (2) رخيصة الثمن. (3) غير عرضه للكسر. (4) تعمل تحت جهد منخفض. (5)الأجهزة المصنوعة منها تملك متانة وثبات

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
		عالي وزمن خدمة طويلة.
13	الأجهـــزة التـــي تعمـــل علـــى الترانزستور أسرع في التشغيل من التي تعمل على الصمام الثلاثي.	لانه يعمل بمجرد تشغيل الدائرة اما الصمام فيحتاج إلى فترة زمنية لتسخينه.
14	تكبيـــر التيـــار بطريقـــة القاعـــدة المشتركة أقل من الواحدة.	لان تيار المجمع (الخروج) اصغر من تيار الباعث (الدخول)
15	يحدث تكبير للجهود والقدرة في الترانزستور في طريقة القاعدة المشتركة على الرغم من عدم حدوث تكبير للتيار.	يرجع ذلك لأن مقاومة الخروج (المجمع) كبيرة بسبب التوصيل الخلفي فيزداد المجال الكهربي أما مقاومة الدخول (الباعث) صغيرة بسبب التوصيل الأمامي فيقل المجال الكهربي وهذا يؤدي إلى تكبير الجهد والقدرة.
16	تكبيـــر التيـــار بطريقـــة الباعـــث المشترك عالي (أكبر من الواحد)	لأن تيار المجمع (الخروج) أكبر بكثير من تيار القاعدة (الدخول)
17	تفضل طريقة الباعث المشترك في التكبير عن الطرق الأخرى.	لأن تكبير التيار فيها يكون عالي فيؤدي ذلك إلى أن يكون تكبير الجهد عالي وتكبير القدرة عالي جداً

1) مقارنة بين: البلورة الموجبة/ البلورة السالبة:(P-Type) /(N-Type)

وجه المقارنـة	البلـورة الموجبـة (الشائبة المستقبلة)	البلـورة السالبـة (الشائبة المانحة)
1) تركيبها (تعريفها)	هي بلورة جرمانيوم (سليكون) أضيف إليها عنصر (فلز) ثلاثي التكافؤ بنسبة ضئيلة.	هـــي بلـــورة جرمـــانيوم (أو سليكون) أضيف إليها عنصر (فلـز) خماسـي التكـافؤ بنسـبة ضئيلة.
2) حـــاملات الشـــحنة السائدة.	الفجوات الموجبة.	الإلكترونات السالبة.
3) حـاملات الشـحنة غيـر السائدة.	الإلكترونات السالبة.	الفجوات الموجبة
4) قـــدرة التوصـــيل الكهربي.	كبيرة	صغيرة

2) مقارنة بين التوصيل الأمامي/ التوصيل الخلفي في الوصلة الثنائية:

وجه المقارنـة	التوصيل الأمامـي	التوصيل الخلفي
1) طريقة التوصيل	توصيل البلورة الموجبة بالقطب الموجـب للبطاريـة والبلـورة السالبة بالقطب السالب لها.	توصل البلورة الموجبة بالقطب السالب للبطارية والبلورة السالبة بالقطب الموجب لها.
2) الجهـــد الحـــاجز المتكون.	يقل	يزداد

وجه المقارنـة	التوصيل الأمامـي	التوصيل الخلفي
3) مقاومة الوصلة	تقل	تزداد
4) التيار الكهربي المار	كبير	ضعيف جداً أو لا يمر تيار

3) مقارنة بين التكبير بطريقة القاعدة المشتركة/ وبطريقة الباعث المشترك.

وجه المقارنـة	طريقة القاعدة المشتركة	طريقة الباعث المشترك
1) تكبير التيار	أقل من الواحد الصحيح	عالي (أكبر من الواحد)
2) تكبير الجهد.	عالي	عالي
3) تكبير القدرة.	متوسط	عالي جداً
4) الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة.	متفقتان في الطور.	مختلفتان في الطور بينهما زاوية 180°

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س1/ أكمل الفراغات الآتية بما يناسبها:

أ) تسمى الروابط التي تربط بين ذرات بلورة الجرمانيوم بالروابط.....

ب) يُقصد بأشباه الموصلات غير النقية بأنها عبارة عن أشباه موصلات نقية مطعمة بنسبة ضئيلة من أحد عناصر المجموعة.....أو عناصر المجموعة..... في الجدول الدوري.

ج)أشباه الموصلات غير النقية نوعان هما: أشباه موصلات من النوع..... وأشباه موصلات من النوع.....

د) حاملات الشحنة الأساسية في البلورة من النوع *N-Type* هي..... بينما حاملات الشحنة الأساسية في البلورة من النوع *P-Type* هي.....

ه) في طريقتي التوصيل الأمامي والخلفي(العكسي)، لا تسمح الوصلة الثنائية للتيار الكهربائي بالمرور خلالها إلا إذا أمكن التغلب على..... الحاجز.

و) إن الوصلة الثنائية تسمح فقط لأنصاف الذبذبات بالمرور عندما يكون جهد البلورة الموجبة..... وجهد البلورة السالبة..... وهذه الخاصية تجعل الوصلة الثنائية تستخدم في..... التيار المتردد.

ز) إن الأجهزة المصنوعة من أشباه الموصلات تمتلك..... عالية.....، ..... خدمة طويلة.

ح)تسمى البلورة الوسطى في الترانزستور باسم..... وتسمى إحدى البلورتين الطرفيتين باسم..... والأخرى باسم.....

ط)في الترانزستور تسمى البلورة التي تتحرك منها الإلكترونات الحرة أو الفجوات الموجبة باتجاه القاعدة باسم..... بينما تسمى البلورة التي تجذب أكبر عدد من الإلكترونات أو الفجوات إليها باسم.....

ي)يتميز المجمع في الترانزستور بكبر..... سطحه وقلة..... فيه، ويتميز الباعث بصغر..... سطحه ووفرة..... فيه نسبياً.

ك) يسمى تيار الباعث بالتيار..... أما تيار المجمع فيسمى بالتيار.....

ل) توجد ثلاث طرق للتكبير يستخدم فيها الترانزستور كمكبر هي: طريقة.....، وطريقة.....، وطريقة.....

م) إن حاصل قسمة القدرة الكهربائية للمجمع على القدرة الكهربائية للباعث يساوي..... التكبير.

جـ1/ (أ) التساهمية. (ب) الثالثة/ الخامسة. (ج) السالب/ الموجب.
(د) الفجوات الألكترونية/ الفجوات. (هـ) الجهد. (و) موجب/ سالب/ تقويم.
(ز) متانة/ ثبات/ زمن. (ح) القاعدة/ الباعث/ المجمع. (ط) الباعث/ المجمع.
(ي) مساحة/ الشوائب/ مساحة/ الشوائب. (ك) الحاكم/ المحكوم.
(ل) القاعدة المشتركة/ الباعث المشترك/ المجمع المشترك.

س2/ ضع علامة (✓) أما العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أ/أمام العبارة الخط فيما يأتي:

أ) تزداد المقاومة الكهربائية لأشباه الموصلات عندما تنخفض درجة حرارتها وتقل عندما تزداد درجة حرارتها.
(☐)

ب) يتوقف نوع شبه الموصل غير النقي على تكافؤ العنصر (الشائبة) الذي يطعم به.
(☐)

ج) تنتج الوصلة الثنائية عند التحام ثلاث بلورات من النوع*P-Type*
(⊙)

د) إضافة الشوائب إلى أشباه الموصلات النقية سواءً من عناصر المجموعة الخامسة أو من عناصر المجموعة الثالثة يقلل من درجة توصيلها للتيار الكهربائي
(⊙)

هـ) التيار الكهربائي الذي يمر في الوصلة الثنائية عند دمجها في الدائرة الكهربائية بطرية التوصيل الأمامي يكون مساوياً الفرق بين التيار الناشئ عن حاملات الشحنة السائدة والتيار الناشئ عن حاملات الشحنة غير السائدة.
(☐)

و) يشترط عند صناعة الدايود الثنائي أن يكون سمك منطقة الاتصال (*P-N*) أكبر كثيراً من المسافات بين الذرات.
(⊙)

ز) للتمييز بين أقطاب الترانزستور، تكون القاعدة أقرب إلى المجمع منها للباعث
(⊙)

ح) نلاحظ أنه عندما نوصل القاعدة والباعث في الترانزستور توصيلاً أمامياً فإن الجزء الأكبر من تيار الباعث يمر في القاعدة، وما تبقى منه يمر في المجمع.
(⊙)

ط) يحتاج الترانزستور إلى جهد كهربائي صغير لكي يقوم بعمله.
(☐)

ي) معامل التكبير في الترانزستور يساوي حاصل قسمة قيمة شدة تيار المجمع على قيمة شدة تيار الباعث.
(⊙)

ك) يكون تكبير التيار في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة، أكبر قليلاً من الواحد الصحيح لأن تيار المجمع أكبر من تيار الباعث. (⊙)

س3/ ضع دائرة حول الحرف (الرمز) الذي يدل على الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية:

1) إن المواد تنقسم من حيث توصيلها للتيار الكهربائي إلى:
(أ) نوعين. (ب) ثلاثة أنواع.
(ج) أربعة أنواع. (د) خمسة أنواع.

2) واحد فقط من العناصر الآتية، يُعد من أشباه الموصلات وهو:
(أ) الماغنسيوم. (ب) الألمونيوم.
(ج) الصوديوم. (د) السليكون.

3) تكون أشباه الموصلات عازلة للكهرباء تماماً عند درجة حرارة:
(أ) 100 درجة مطلقة. (ب) 100 درجة مئوية.
(ج) الصفر المطلق. (د) الصفر المئوي.

4) تنتج البلورة المانحة للإلكترونات، عند تطعيم بلورة الجرمانيوم بعنصر تكافؤه:
(أ) خماسي. (ب) رباعي.
(ج) ثلاثي. (د) ثنائي.

5) تنتج البلورة المستقبلة للإلكترونات، عند تطعيم بلورة الجرمانيوم بعنصر تكافؤه:
(أ) ثنائي. (ب) خماسي.
(ج) رباعي. (د) ثلاثي.

6) إن الوصلة الثنائية تسمح فقط لأنصاف الذبذبات بالمرور عندما يكون جهد البلورة الموجبة:
(أ) موجباً وجهد البلورة السالبة سالباً. (ب) سالباً وجهد البلورة السالبة سالباً.
(ج) سالباً وجهد البلورة السالبة موجباً. (د) سالباً وجهد البلورة السالبة سالباً.

7) يكون سُمك بلورة القاعدة في الترانزستور:
(أ) صغيراً جداً ونسبة الشوائب كثيرة جداً. (ب) صغيراً جداً ونسبة الشوائب قليلة جداً.
(ج) كبيراً ونسبة الشوائب كثيرة جداً. (د) كبيراً ونسبة الشوائب قليلة جداً.

8) أحد هذه الرموز الآتية، هو رمز الترانزستور:
(أ) ⊣⊢ (ب) ⊣►
(ج) ⊣‖ (د) "

9)معامل تكبير التيار في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة يكون:
(أ) عالياً. (ب) متوسطاً.
(ج) أقل من الواحد. (د) منخفضاً.

10) في طريقة التكبير بالباعث المشترك يكون فرق الطور بين الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة مساوياً:

(أ) 30ْ (ب) 60ْ
(ج) 90ْ (د) 180ْ

س4/ عرف الآتي: أشباه الموصلات النقية/ أشباه الموصلات غير النقية/ الوصلة الثنائية/ الجهد الحاجز/ الترانزستور/ معامل تكبير الترانزستور.

جـ4/ انظرالاجابه في التعريف

س5/ علل لما يأتي:

أ) توصيلة أشباه الموصلات للتيار الكهربائي تزداد بارتفاع درجة حرارتها.

ب)في طريقة التوصيل الخلفي (العكس) للوصلة الثنائية، يمر تيار ضعيف وقد لا يمر .

ج) تستخدم الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد.

د) في الترانزستور عند توصيل الباعث والقاعدة توصيلاً أمامياً، فإن تياراً كهربائياً ضعيفاً يمر بالرغم من أن التوصيل أمامي.

ه) في الترانزستور عند توصيل المجمع والقاعدة توصيلاً خلفياً (عكسياً)، يمر تيار ضعيف ولا لا يمر.

و) يسمى تيار الباعث بالتيار الحاكم ويسمى تيار المجمع بالتيار المحكوم.

ز) يفضل استخدام الترانزستور على الصمام الثلاثي في صناعة الأجهزة الإلكترونية.

ح) يكون تكبير التيار في حالة التكبير بطريقة الباعث المشترك عالياً.

جـ5/ انظرالاجابه في التعريف

س6/ قارن بين كلٍ من:

(أ) البلورة (الشوائب) المانحة والبلورة (الشوائب) المستقبلة.

(ب) طريقة التوصيل الأمانة وطريقة التوصيل الخلفي (العكسي).

(ج)طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة، وطريقة التكبير بالباعث المشترك.

جـ6/ انظر الاجابه في المقارنات

س7/ ما الأسباب التي جعلت حجوم الأجهزة الإلكترونية تصغر كثيراً عما كانت عليه في السابق.

جـ7/ لاختراع الترانزستور الذي يمتاز بصغر حجمه فأصبحت الدوائر الكهربية متكاملة وليست منفصلة مما أدى لصغر حجم الأجهزة الإلكترونية.

س8/ في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة باستخدام ترانزستور من نوع (P-N-P)، وضح السبب الذي يجعل الجزء الأكبر من تيار الباعث يمر باتجاه المجمع بدلاً من مروره باتجاه القاعدة.

جـ8/ انظر التعليل

س9/ مستعيناً بالرسم، اشرح طريقة تستخدم فيها الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد.

جـ9/ انظر الشرح

س10/ وضح كيف يتكون الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية.

جـ10/ انظر الشرح

س11/ وضح بالرسم تركيب الترانزستور.. ونوعيه والرموز الفيزيائية لهما.

جـ11/ انظر الشرح

س12/ ارسم دائرة كهربائية باستخدام ترانزستور من نوع (P-N-P) بحيث يوصل الباعث بالقاعدة توصيلاً أمامياً، وتوصل القاعدة بالمجمع توصيلاً خلفياً (انعكاسياً).

جـ12/ انظر الشرح

س13/ مقاومة دائرة الباعث في دائرة كهربائية ذات قاعدة مشتركة تساوي (40) أوم ومقاومة دائرة المجمع (130) كيلو أوم، فإذا كان تيار المخرج يساوي (40) ميكروأمبير، وتيار المدخل يساوي (50) ميكروأمبير. فاحسب:

(أ) معامل تكبير التيار. (ب) معامل تكبير الجهد. (ج) معامل تكبير القدرة.

جـ13/

الباعث(E) (الدخول)

م = 40 10^3أوم

ت = 50 ميكروأمبير = 50×10^{-6}أمبير

المجمع(C) (الخروج)

م = 130ك أوم = $130\times40\times10^{-6}$أمبير

ت = 40 ميكروأمبيـــــــــر =

(أ) تكبير التيار = $\frac{ت_C}{ت_E} = \frac{40\times10^{-6}}{50\times10^{-6}} = 0.8$

(ب) تكبير الجهد = تكبير التيار × $\frac{ت_C \times م}{ت_E \times م} = \frac{م_C}{م_E} = \frac{130\times10^{3}\times0.8}{40} = 2600$

(ج) تكبير القدرة = (تكبير التيار)^2 × $\frac{ت_C^2 \times م}{ت_E^2 \times م} = \frac{م_C}{م_E} = \frac{130\times10^{3}\times(0.8)^2}{40} = 2080$

س14/ في دائرة باعث مشترك، كان تيار القاعدة (10 ميكروأمبير) وتيار المجمع (1) مللي أمبير، احسب معامل تكبير التيار، ومعامل تكبير القدرة، إذا علمت أن مقاومة مدخل الدائرة (1) كيلو أوم ومقاومة مخرجها (25) كيلو أوم.

جـ14/

القاعدة(B) (الدخول)

ت = 10 ميكروأمبير 10×10^{-6} أمبير

المجمع(C) (الخروج)

ت = 1 مللي أمبير = 1×10^{-3} أمبير

م = 1 ك أوم = 10^3 أوم

م = 25 ك أوم = 25×10^3 أوم

(1) تكبير التيار = $\frac{\text{تيار الخروج}(ت_C)}{\text{تيار الدخول}(ت_B)} = \frac{10^{-3}}{10\times10^{-6}} = 10^2 = 100$

(2) تكبيـــــــر القـــــــدرة = $\frac{\text{قدرة خروج}}{\text{قدرة دخول}}$ = (تكبيـــــــر التيـــــــار)^2 × $\frac{\frac{\text{م}_C}{\text{ت}_B}}{\text{م}_B}$ =

$$250000=\frac{\mathbf{10^3\times25\times(100)^2}}{\mathbf{10^3}}$$

الوحـــــدة الرابـعـــة

الأجهـزة الإلكترونيـة

Electronic Devices

التوصيل الكهربي في المواد المختلفة:

يختلف التوصيل الكهربي حسب نوع المادة كما يأتـــي:

1) المواد الصلبة (المعادن):

يمر التيار الكهربي خلالها بواسطة حركة الإلكترونات الحرة.

∴حاملات الشحنة هنا هي الإلكترونات ولذلك يسمى التوصيل بالتوصيل الإلكتروني.

2) الإلكتروليتـات

يمر التيار الكهربي خلالها بواسطة حركة الأيونات الموجبة والسالبة التي نتجت من التأين.

∴ حاملات الشحنة هنا هي الأيونات ولذلك يسمى التوصيل بالتوصيل الأيوني.

3) الغـازات:

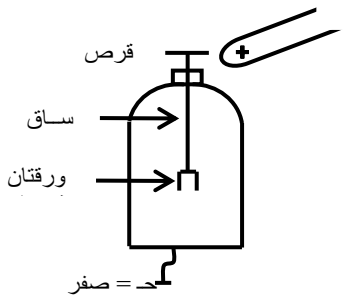
يمر التيار الكهربي خلالها بواسطة الأيونات الموجبة والإلكترونات الناتجة عن التأين وأحياناً تتحد بعض الإلكترونات بالذرات المتعادلة التي لم تتأين وتتكون أيونات سالبة.

∴حاملات الشحنة هنا هي الإلكترونات / الأيونات، ولذلك يسمى التوصيل بالتوصيل الإلكتروأيوني.

نستنتج من ذلك أن التوصيل الكهربي في الغازات يجمع بين التوصيل في المعادن (**التوصيل الإلكتروني**) والتوصيل في الإلكتروليتات (**التوصيل الأيوني**).

أثر الحرارة على زيادة التوصيل في الغاز (الهواء):

تجربـة:



1) نشـحن كشـاف كهربـي بشـحنة ولـتكن موجبـة فتنفرج الورقتان(لتنافرهما بسبب وجود شحنة موجبة عليهما).

2) نقرب شمعة مشتعلة من القرص نشاهد انطباق ورقتي الكاشف دليلاً على أنه يفرغ شحنته أي أصبح الهواء موصل للتيار.

الاستنتـاج:

عند تسخين الهواء (الغاز) فإنه يتأين (يتحلل) إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة ويصبح أكثر توصيلاً للتيار.

التوصيل الكهربي في الغازات:

1) الغازات في الظروف العادية من الضغط و درجة الحرارة تتكون من ذرات أو جزيئات متعادلة الشحنة ولذلك فهي تعتبر عازلة (**رديئة التوصيل الكهربي**) ويفسر ذلك لارتباط الإلكترونات القوى بذراتها.
2) عند التأثير على الغازات بعامل خارجي مثل التسخين الشديد فإن جزء من ذرات الغاز تتأين (تتحلل) إلى إلكترونات وأيونات موجبة.

زيادة التوصيل الكهربي في الغاز:

(1) رفع درجة الحرارة.
(2) التعريض لعامل مؤين مثل أشعة ***X***.
(3) قذف الغاز بجسيمات مشحونة سريعة (إلكترونات).

تفسير تأين الغاز عند تسخينه:

1) عند رفع درجة الحرارة تزداد سرعة الذرات فتتصادم مع بعضها وتتأين إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة وبذلك يصبح الغاز موصل للكهرباء لوجود حاملات الشحنة (الإلكترونات والأيونات).
2) عند إعادة التوحيد فإن الإلكترون يفقد طاقة تظهر في صورة ضوء وقد تحدث إثارة للذرة وتفقد طاقة في صورة ضوء.
1) عند حدوث تأين ذرات الغاز إلى أيونات موجبة وإلكترونات فإنه تحدث في نفس الوقت عملية عكسية هي التقاء الإلكترونات بالأيونات الموجبة فيحدث اتحاد بينهما وتتكون ذرات متعادلة وتسمى العملية بإعادة الاتحاد.
2) عند اتحاد الإلكترون بالأيون الموجب فإنه يجب أن تكون طاقته مساوية لطاقة سطح الذرة أما إذا كانت أكبر فإن الفرق في الطاقة يفقد في صورة ضوء.

عملية إعادة الاتحاد:

هي اتحاد الأيون الموجب بالإلكترون السالب لتكوين الذرة المتعادلة.

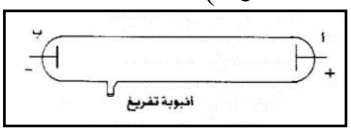
التفريغ الكهربي في الغازات:

هي انهيار مقاومة الغازات لمرور التيار الكهربي خلالها في ظروف معينة وبالتالي يمر تيار كهربي فيها خلال هذه ا لفترة.

التفريغ الكهربي خلال الغازات (التجربة العملية السادسة)

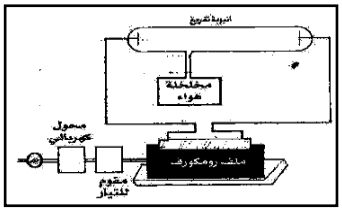
الأدوات:

1) أنبوبة زجاجية طولها (150سم) قطرها (4سم) يوجد في كل طرف من طرفيها قرص معدني هما أقطاب الأنبوبة المصعد (الآنود) والمهبط (الكاثود).
2) توجد في الأنبوبة فتحة جانبية توصل بمضخة تفريغ (مخلخلة هواء).
3) محول كهربي خافض للجهد (يحول من 220فولت إلى 6أو 9 أو 12فولت) وملف رومكورف/ مقوم تيار كهربي.



خطوات العمل:

1) صل المحول الكهربي الخافض للجهد بالمصدر الكهربي بالمعمل.
2) صل مقوم التيار بالمحول الكهربي ثم صل طرفي المقوم بطرفي ملف رومكورف (ساقي نحاس) فنحصل على فرق جهد عالي موحد الاتجاه عند توصيلهم بقطبي أنبوبة التفريغ.
3) نلاحظ عدم حدوث شرر كهربي في الأنبوبة.
4) صل مخلخلة الهواء بالفتحة الجانبية لأنبوبة التفريغ وأبدأ في خفض الضغط داخل الأنبوبة بخلخلة الهواء.



5) نلاحظ تكون شرر كهربي تتزايد بإنقاص الضغط ثم تمتلئ الأنبوبة بوهج متألق لونه قرمزي في حالة الهواء ويختلف لونه باختلاف نوع الغاز.
6) نستمر في إنقاص الضغط فيظهر وهج أزرق باهت حول المهبط وبالقرب من المهبط منطقة مظلمة.
7) عند ضغط 0.01مم زئبق تملأ المنطقة المظلمة الأنبوبة كلها ويتوهج زجاج الأنبوبة المقابل للمهبط (عند المصعد) بلون أزرق مخضر.

الاستنتـــاج:

1) الغازات في الضغوط العادية رديئة التوصيل للكهربية أي مقاومتها كبيرة.
2) لكي يحدث تفريغ كهربي خلال الغازات يجب زيادة فرق الجهد وإنقاص ضغط الغاز فتقل مقاومتها حيث تتأين إلى أيونات موجبة، وإلكترونات سالبة.
3) في الضغوط المنخفضة جداً (0.01مم زئبق) تنبعث أشعة غير مرئية من المهبط تسمى أشعة المهبط (الكاثود) تسير في خطوط مستقيمة حتى تصطدم بالأنود محدثة وميض.

التوصيل الكهربي في الغازات (تجربة بلوكر)

1) نكون الدائرة كما بالشكل.
2) نجعل الضغط الجوي عادي أي (1 جو) نلاحظ عدم مرور تيار كهربي.
3) بزيادة الجهد وتقليل الضغط في الأنبوبة نلاحظ تكون شرر كهربي دليلاً على مرور تيار كهربي ويفسر ذلك بتأين الغاز نتيجة تقليل الضغط.
4) عند ضغط معين (10ملم/ زئبق) تملأ الأنبوبة بوهج (ضوء) يتوقف لونه على نوع الغاز.
5) بتقليل الضغط إلى (1.13×10^{-4} بار) أي (0.1 ملم/ زئبق).

يختفي الضوء في الأنبوبة ويظهر وميض (لونه أزرق) عند جدار الأنبوبة المقابل للمصعد ويقال أن هناك أشعة إلكترونية أو أشعة المهبط اصطدمت بالأنود.

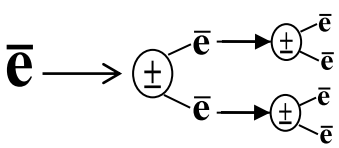
التفسيـــر:

1) بتقليل الضغط يتأين الغاز وبزيادة الجهد تكتسب الإلكترونات طاقة كهربية ناتجة عن فرق الجهد بين القطبين تتحول إلى طاقة حركية تتغلب على قوة المجال الكهربي.

حيث الطاقة الكهربية = الطاقة الحركية

$$\text{ش}_e \times \text{حـ} = \frac{1}{2} \text{ك}_e \text{ع}_e^2$$

2) تزداد سرعة الإلكترونات والأيونات فتصطدم الإلكترونات بذرات الغاز في الأنبوبة ويحدث إما:



(أ) تأين الغاز إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة نتيجة التصادم وتكتسب الإلكترونات طاقة حركية بسبب المجال الكهربي فتؤين ذرات جديدة في طريق حركتها للآنود وهكذا يستمر التأين ويسمى التأين بالصدمة الإلكترونية.

(ب) إثارة ذرات الغاز إلى مستويات أعلى ثم تعود إلى مستواها الأصلي فاقدة الطاقة في صورة ضوء ويحدث هذا إذا كانت طاقة حركة الإلكترون الذي يصطدم بالذرة صغيرة فلا يقدر على إحداث التأين لها.

3) عند ضغط معين صغير جداً تسير أشعة الإلكترونات في خط مستقيم حتى تصطدم بالأنود فتفقد طاقة حركية تظهر في صورة ضوء وتسمى أشعة المهبط أو أشعة الكاثود.

الأشعة المهبطية (الكاثودية):

هي أشعة إلكترونية غير مرئية تنبعث من المهبط (الكاثود) في أنبوبة التفريغ وتسير في خط مستقيم حتى تصطدم بالأنود محدثة وميض.

4) عند خروج الأشعة الإلكترونية عن طريق الآنود يستمر التأين نتيجة انبعاث الإلكترونات من الكاثود بواسطة الأيونات الموجبة التي تتجه للكاثود فتصطدم به وتنبعث منه إلكترونات فيستمر التفريغ أي يستمر مرور التيار الكهربي.

أنواع الانبعاث الإلكتروني من الكاثود:

(أ) الانبعاث الإلكتروني الثانوي:

هو انبعاث الإلكترونات من سطح الكاثود عندما يصطدم به الأيونات الموجبة بشرط طاقة حركة الأيونات أكبر من طاقة السطح (طاقة النزع).

(ب) الانبعاث الإلكتروني الحراري:

هو انبعاث الإلكترونات من سطح الكاثود نتيجة تسخينه ويحدث ذلك عند اصطدام الأيونات الموجبة به بشرط طاقة حركة الأيونات أصغر من طاقة السطح (طاقة النزع).

ملحوظة هامة:

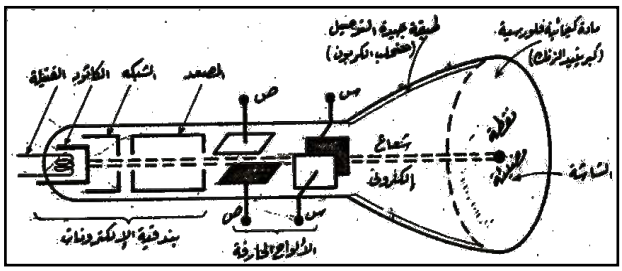
1) الكاثود يمكنه أن يبعث إلكترونات عند تسخينه إلى درجة عالية وتسمى بالإلكترونات الحرارية.

2) يفسر ذلك بأن طاقة الأيون الموجب صغيرة وعند اصطدامه بالكاثود لا تنبعث إلكترونات ثانوية منه ولكن يسخن الكاثود ثم يصطدم به أيونات موجبة أخرى ويستمر في التسخين إلى أن تصبح الطاقة الحرارية مساوية لطاقة السطح فتبعث إلكترونات حرارية.

التطبيق على ظاهرة التفريغ الكهربي:

أنبوبة أشعة الكاثود

التركيب: أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تقريباً ضغط الغاز فيها (0.01 ملم/زئبق) مكونة من جزئيين:



1) الجزء الخلفي:

اسطواني ضيق يحتوي بداخلة على:

أ) بندقية(قاذف أو مدفع) الإلكترونات:

مكون من فتيلة وكاثود عند تسخينهم تنبعث إلكترونات وشبكة حاكمة تتحكم في عدد الإلكترونات ومصعد مكون من اسطوانتين الأولى تركز الإلكترونات. في بؤرة الثانية التي تقوم بتعجيل الإلكترونات (زيادة سرعتها) وتسير في خط مستقيم نحو الشاشة مكونة نقطة مضيئة.

وظيفة بندقية الإلكترونات:

توليد الإلكترونات والتحكم في عددها وزيادة سرعتها حتى نسقط على الشاشة محدثة النقطة المضيئة عليها.

(ب) المجموعة الحارقة:

زوجان من الألواح المعدنية أو الملفات قرب منتصفها عند توصيلهما بمصدر تيار كهربي تولد مجالين متعامدين كهربائيين أو مغناطيسيين وهي تتكون من:

1. لوحين معدنيين (أو ملفين) رأسيين ($س_1$ ، $س_2$) لحرف الشعاع الإلكتروني في اتجاه أفقي.
2. لوحين معدنيان أو (ملفين) أفقيين ($ص_1$، $ص_2$) لحرف الشعاع الإلكتروني في اتجاه رأسي وعليه **تتحرك النقطة المضيئة فى اتجاه معين حسب:**

(أ) اتجاه المجال المؤثر.

(ب) الغرض من استخدام الأنبوبة.

وظيفتها: تعمل على حرف الشعاع الإلكتروني في اتجاه معين حسب المجال المؤثر وحسب الغرض من استخدام الأنبوبة.

الغرض من تعامد المجالات في أنبوبة أشعة الكاثود.

للتحكم في حرف الشعاع الإلكتروني في اتجاه معين وعند تساويهم ينعدم انحراف الأشعة وتسير في خط مستقيم.

(2)الجزء الأمامي:

مخروطي متسع يسمى الشاشة وهي قاعدة زجاجية يغطي طرفها المتسع بمادة فلوريسية مثل كبرتيد الخارصين (الزنك) بحيث عند سقوط الأشعة الإلكترونية عليها تفقد جزء من طاقتها الحركية إلى المادة الفلوريسية فتشع ضوءً ذا لون معين وتظهر النقطة المضيئة التي تحدد موضع سقوط الأشعة الإلكترونية على الشاشة.

ويتوقف لون الوميض على: 1) طاقة حركة الإلكترونات.

2) نوع المادة الفلوريسية.

ويغطي السطح الداخلي للمخروط من الداخل بطبقة من مستحلب الكربون تتصل بالكاثود.

وظيفة مستحلب الكربون:

منع تراكم الإلكترونات على الشاشة وتعمل على إرجاعها للكاثود لأنها مادة جيدة التوصيل الكهربي.

الغرض من الأنبوبـة:

توليد أشعة إلكترونية (**أشعة الكاثود**).

الاستخـدام:

تستخدم في الأسيلوسكوب / الرادار / التليفزيون.

1) الألواح المعدنية:

توجد داخل الأنبوبة أما الملفات فتوجد خارجها.

2) النقطة المضيئة:

نقطة لها لون معين تحدد موضع سقط الأشعة الإلكترونية على الشاشة وتنتج من فقد الأشعة لجزء من طاقتها الحركية نتيجة التصادم.

3) قدرة الأنبوبة الكهربية:

يتعين من = **قد = حـ × ت** وات

4) **عدد الإلكترونات المندفعة إلى الشاشة**

يتعين من: ن = $\frac{\text{ت} \times \text{ز}}{\text{ش}_e}$ إلكترون

سؤال وزاري (1):

إذا كانت قدرة التيار في أنبوبة أشعة كاثود 0.064 وات فرق الجهد الكلي في الأنبوبة 2كيلو فولت. احسب عدد الإلكترونات المندفعة إلى الشاشة كل ثانية.

الإجابة النموذجية :

قد = $0.064 = 64 \times 10^{-3}$ حـ = 2 ك فولت = 2×10^{3}

ز = 1 ث ن = ؟

∵ قد = حـ × ت

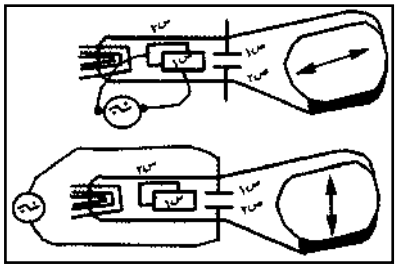
∴ ت = $\frac{\text{قد}}{\text{حـ}} = \frac{64 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{3}} = 32 \times 10^{-6}$ أمبير

∵ ن = $\frac{\text{ت} \times \text{ز}}{\text{ش}_e}$ ∴ ن = $\frac{32 \times 10^{-6} \times 1}{1{,}6 \times 10^{-19}} = 20 \times 10^{16} = 2 \times 10^{17}$ إلكترون

كاشـــــف الذبذبات الكاثـــــودي(الأسيلوسكـوب)

وظيفتـه:

1) تعيين تردد جهد مجهول.
2) رسم منحنيات بيانية للجهد المجهول.



3) دراسة طبيعة الاهتزازات الكهربية المسببة للجهد المجهول سواء كانت بسيطة أو مركبة.

التركيب:

أنبوبة أشعة كاثود المجموعة الحارقة بها زوجان من الألواح المعدنية يولدان مجالين كهربائيين متعامدين على بعضهما وعلى مسار الشعاع الإلكتروني:

1) اللوحان الرأسيان:

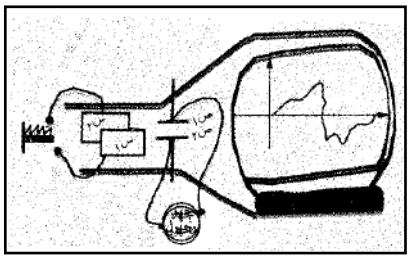
(س$_1$ ، س$_2$) عند توصيلهم بمصدر تيار متردد يتغير اتجاه المجال الكهربي يميناً ويساراً فتتحرك النقطة المضيئة في خط أفقي مستقيم يميناً ويساراً.

2) اللوحان الأفقيان:

(ص$_1$ ، ص$_2$) عند توصيلهم بمصدر تيار متردد يولدان مجال كهربي في اتجاه رأسي ويتغير اتجاهه إلى أعلى وإلى أسفل مما يجعل النقطة المضيئة تتحرك على الشاشة في خط رأسي لأعلى ولأسفل كما في الشكل.

شرح عمله:

(تعيين تردد جهد مجهول)



1) تصل اللوحان (س$_1$، س$_2$) بدائرة المسح وهي دائرة صمام إلكتروني خاص يعطي جهد متغير يسمى جهد أسنان المنشار، وهو جهد يزداد تدريجياً حتى يصل إلى نهاية عظمى ثم ينعدم فجأة وظيفته يجعل النقطة المضيئة تتحرك على الشاشة أفقياً من اليسار لليمين وإذا كان تردد التيار أكبر من 16 هرتز تحدث ظاهرة مداومة الرؤية ونرى على الشاشة خط مستقيم أفقي مضيء.

2) في نفس الوقت نصل (ص$_1$ ، ص$_2$) بالجهد المجهول فإن النقطة المضيئة تعاني انحراف رأسي فتتحرك على الشاشة وترسم منحنيات بيانية للجهد المجهول من اليسار لليمين.

3) بتغيير تردد دائرة المسح حتى تسكن المنحنيات على الشاشة أي تنطبق الموجات على بعضها البعض ويحدث ذلك عند تساوي أو تضاعف تردد الجهد المجهول مع تردد جهد أسنان المنشار.

4) بمعرفة تردد دائرة المسح يمكن معرفة تردد الجهد المجهول المراد دراسته.

يستجيب شعاع الإلكترونات لأي تغّير في الجهد سواءً كان صغير أو كبير فيهتز بترددات عالية أو منخفضة جداً.

لأن الإلكترونات كتلتها صغيرة جداً فيكون قصورها الذاتي صغير وبالتالي يمكنها الاهتزاز بترددات عالية تقارب موجات اللاسلكي كما يمكنها الاهتزاز بترددات منخفضة قد تصل إلى جزء من الهرتز.

الـــــــــرادار Radar

معنى كلمة رادار:

كلمة مركبة من الحروف الأولى للكلمات بالإنجليزية ترجمتها الكشف عن الأجسام وتعيين بعدها (المدى) وسرعتها واتجاهها بواسطة موجات لاسلكية قصيرة جداً.

(***Radio Detection and Ranging***)

الوظيفة (الاستخدام):

1) الكشف عن الطائرات في الجو/السفن في البحر وتعيين ارتفاعها أو بعدها وسرعتها واتجاهها ليلاً ونهاراً.
2) تستخدمه الطائرات/ السفن للكشف عما يعترض طريقها ليلاً أو في وجود الضباب.
3) الكشف عن الغواصات / الطربيدات في البحر.

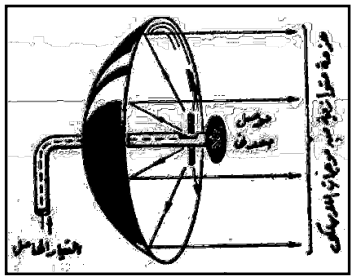
فكرة (أساس) عمله:

تقوم على ظاهرة الاهتزاز الكهربي أي إرسال نبضات عالية التردد (10^{10}هرتز) في الهواء على شكل موجات كهرومغناطيسية وعند اصطدامها بالهدف فإنها تنعكس منه وترتد ثانية للأرض ويسمى ذلك بالصدى الكهرومغناطيسي.

تركيب محطة الرادار(وحدة الرادار):

(1) المرسـل:

جهاز كهربي قدرته عالية جداً يولد ذبذبات عالية التردد على شكل نبضات تصل إلى ملف معدني موضوع في بؤرة هوائي على شكل قطع مكافئ سطحه عاكس يتحرك في اتجاهات مختلفة فيرسل حزمة متوازية من الموجات اللاسلكية القصيرة تمسح أوسع منطقة من الجو المحيط بالمحطة فإذا قابلت هدف فإنها تنعكس منه وترتد إلى المحطة فيستقبلها المستقبل.



وظيفة الملف المعدني:

يحول الذبذبات الكهربية إلى موجات لاسلكية عالية التردد.

(2) المستقبـل:

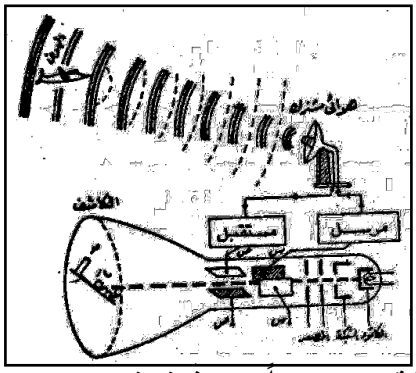
يتكون من هوائي مشابه لهوائي المرسل يتحرك في اتجاهات مختلفة يقوم بتجميع الموجات المنعكسة (الصدى) وتركيزها في البؤرة حيث يوجد ملف معدني يحول الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربية تأثيرية لها نفس تردد الموجات ثم تكبر التيارات بواسطة دوائر رنين ودوائر تكبير فيه ثم ترسل للكاشف.

وظيفة الملف المعدني:

استقبال الموجات المنعكسة ثم تحويلها إلى تيارات كهربية تأثيرية لها نفس تردد الموجات المرسلة (ذبذبات).

(3) الكاشف (الكينوسكوب):

أنبوبة أشعة كاثود المجموعة الحارفة بها زوجان من الألواح المعدنية هما:



(أ) اللوحان الرأسيان (س$_1$ ، س$_2$) يتصلان بالمرسل ويعملان على حرف الشعاع الإلكتروني أفقياً.

(ب) اللوحان الأفقيان (ص$_1$، ص$_2$) يتصلان بالمستقبل ويعملان على حرف الشعاع الإلكتروني رأسياً.

وظيفته:

إظهار الأهداف على الشاشة وتعيين ارتفاعها وسرعتها واتجاهها.

شرح عمله (تعيين بعد هدف):

(1) يرسل المرسل نبضة من موجات لاسلكية قصيرة جداً يحدث فرق جهد بين اللوحين (س$_1$، س$_2$) فتتحرك النقطة المضيئة على الشاشة أفقياً وبسرعة معينة.

(2) عند اصطدام الموجات بالهدف فإنها تنعكس عليه (الصدى) وترتد إلى المستقبل الذي يحدث فرق جهد بين اللوحين (ص$_1$، ص$_2$) فتحرك النقطة المضيئة على الشاشة رأسياً لأعلى محدثة قمة.

(3) بواسطة التدريج الموجود على الشاشة نعين الزمن المنقضي بين إرسال النبضة واستقبالها.

(4) يعين بعد الهدف من العلاقة:

بعد الهدف = سرعة الموجات × نصف الزمن ذهاباً و إياباً

$$\text{ف} = \text{ع} \times \frac{1}{2}\text{ز} \quad \text{م}$$

حيث ع سرعة الموجة = سرعة الضوء = 3×10^8 م/ث

ملاحظات:

(1) الرادار نوعان:

أ) رادار النبضات ويستخدم في الأغراض الحربية للكشف عن الطائرات والصواريخ.

ب) رادار الموجات المستمرة وتستخدمه الطائرات والسفن لتحديد بعدها عن سطح الأرض وللكشف عما يعترض طريقها ليلاً.

(2) توجد في أجهزة الرادار الحديثة أجهزة لقياس الارتفاع والسرعة والاتجاه مباشرة.

علل:

1) يستخدم في الرادار الحديث هوائي واحد مشترك يوصل بالمرسل والمستقبل على التبادل.

ج/ توفيراً للجهد والوقت المبذول في تشغيل هوائيين منفصلين في اتجاه واحد.

2) مرسل الرادار قدرته عالية؟ كما أنه يراعي في مستقبل الرادار تكبير التيارات المستقبلة المنعكسة؟

ج/ لطول المسافة التي تقطعها الموجات حيث تتناسب شدة الصورة المتكونة أو (قدرة الموجة المستقبلة) عكسياً مع مربع المسافة المقطوعة (قد $\alpha \frac{1}{ف^2}$) فنحصل على صورة واضحة.

سؤال وزاري (2):

إذا كان الزمن الكلي الذي تستغرقه موجة رادار في الذهاب والإياب هو 0.02 ثانية. فكم يكون بعد الهدف عن المحطة بالكيلومتر؟

الإجابة النموذجية :

ز = 0.2 $\quad$ ع = 3×10^8 $\quad$ ف = ؟

∵ ف = ع × $\frac{1}{2}$ ز $\Leftarrow$ ف = $3 \times 10^8 \times \frac{1}{2} \times 0.02 = 3 \times 10^8 \times 0.01 =$

3×10^6م

ف = $\frac{3 \times 10^6}{10^3} = 3 \times 10^3$كم.

سؤال وزاري (3):

أرسلت موجة رادار طولها 1.8سم نحو سطح القمر بحيث تنعكس على سطحه وتعود ثانية للأرض. احسب:

1) الزمن المنقضي بين إرسال النبضة واستقبالها علماً بأن المسافة بين الأرض والقمر 3.6×10^5كم.

2) عدد الموجات المتكونة في المسافة بين محطة الرادار والقمر.

3) إذا كان حث الملف المستخدم في الدائرة المهتزة في الإرسال 3×10^{-11}هرتز . فاحسب: سعة المكثف اللازم لهذه الدائرة.

الإجابة النموذجية :

λ = 1.8سم = $1.8 \times 10^{-2} = 18 \times 10^{-3}$م $\quad$ ع = 3×10^8م/ث

ف = 3.6×10^5كم = $3.6 \times 10^5 \times 10^3 = 36 \times 10^7$م $\quad$ حـــــث = $\frac{1}{3 \times 10^{-11}}$

ز = ؟ $\quad$ ن = ؟ $\quad$ سع = ؟

(1) ∵ ف = ع × $\frac{1}{2}$ ز $\Leftarrow$ ز = $\frac{2ف}{ع} = \frac{2 \times 36 \times 10^7}{3 \times 10^8} = 24 \times 10^{-1} =$ 2.4 ثانية.

(2) $\text{ن} = \frac{\text{المسافة (ف)}}{\text{الطول الموجي } (\lambda)} = \frac{36\times10^{7}}{18\times10^{-3}} = 2\times10^{10}$ موجه.

(3) $\because f = \frac{\text{ع}}{\lambda} \Leftarrow \therefore f = \frac{3\times10^{8}}{18\times10^{-3}} = \frac{10^{11}}{6}$ هرتز.

$$\because f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{حث}\times\text{سع}}} \Leftarrow \therefore \frac{10^{11}}{6} = \frac{1}{2\times\frac{22}{7}\sqrt{3\times10^{-11}\times\text{سع}}}$$

بتربيع الطرفين $\therefore \frac{10^{22}}{36} = \frac{49}{1936\times3\times10^{-11}\times\text{سع}}$

$\therefore$ سع $= \frac{36\times49}{5808\times10^{-11}\times10^{22}} = 0.3\times10^{-11} = 3\times10^{-12}$ فاراد

إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية (الموجات الراديوية)

أولاً: الإرسال اللاسلكي (الإرسال الإذاعي بالراديو)

هي عملية بث الأصوات (الموجات الصوتية) من محطة الإذاعة إلى الجو بعد تحويلها إلى إشارات (تيارات) كهربائية معبرة عن الصوت ثم تحميلها على تيارات حمل عالية التردد ثم تحويلها إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الجو بسرعة الضوء.

جهاز الإرسال الإذاعي (محطة الإذاعة)

تركيبه:

يتركب بصورة مبسطة كما بالشكل من:

1) دائرة الميكرفون:

تتكون من مصدر تيار كهربي مستمر وملف.

2) الدائرة المهتزة:

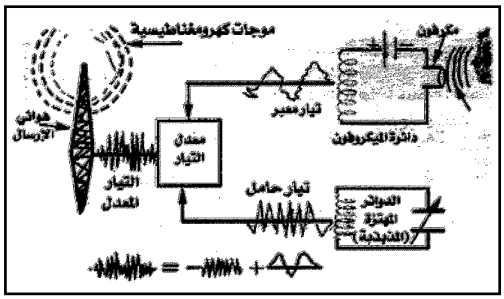
تتكون من مكثف متغير السعة وملف.

3) دائرة الهوائـــي:

عبارة عن أسلاك ويتصل بمعدل التيار.

شرح عمله:

1) عندما يوجه صوت المتكلم أمام الميكرفون يهتز غشاؤه فتتغير شدة التيار المستمر زيادة أو نقصاناً حسب شدة ونوع ودرجة الصوت ويصبح تيار ضعيف معبر عن الصوت.



2) تقوم الدائرة المهتزة بتوليد تيارات عالية التردد تسمى التيارات الحاملة.

3) عند وصول التيارات المعبرة عن الصوت والتيارات الحاملة إلى معدل التيار تؤثر التيارات المعبرة عن الصوت في التيارات الحاملة فتغير من سعتها وينتج عن ذلك تيارات معدلة.

حيث: التيار المعدل = التيار المعبر عن الصوت + التيار الحامل

4) تصل التيارات المعدلة إلى هوائي الإرسال الذي يقوم ببثها في الهواء في جميع الاتجاهات على شكل موجات كهرومغناطيسية (لاسلكية) تسمى الموجة الحاملة المعدلة.

1) التيار المعبر عن الصوت لا يعطي موجات لاسلكية (علل)

لأن تردده صغير لأن عادة ترددات الأصوات منخفضة ولذلك يحمل على تيار حامل عالي التردد.

2) تتوقف قدرة محطة الإذاعة على معدل الطاقة المصاحبة للموجات اللاسلكية ولذلك تستخدم عدة دوائر ترانزستور في الإرسال (علل).

لتكبير التيار المعدل وبالتالي تكبير الطاقة المصاحبة للموجات وبالتالي زيادة قدرة المحطة على الإرسال حتى تغطي مساحة أكبر.

3) وظيفة كل من:

دائرة الميكرفون:

تحويل الصوت إلى تيار معبر عن الصوت.

الدائرة المهتزة:

توليد تيارات عالية التردد تسمى التيارات الحاملة.

هوائي الإرسال:

تحويل التيار المعدل إلى موجات كهرومغناطيسية (لاسلكية)

4) خطوات الإرسال باختصار.

صوت ← ميكرفون ← تيار معبر عن الصوت + تيار حامل ← تيار معدل ← هوائي ← موجات لاسلكية

5) تعديل الموجة الحاملة تتم بطريقتين:

أ) **تعديل السعة (*A.M*):**

فيها تتغير سعة الموجات مع ثبوت ترددها وتسمى موجات مكيفة السعة.

ب) تعديل التردد (*F.M*):

فيها يتغير تردد الموجات مع ثبوت سعتها وتسمى موجات مكيفة التردد.

ثانياً: الاستقبال الإذاعي (اللاسلكي)

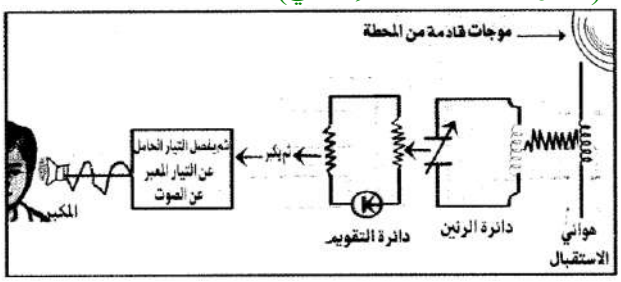
هو استلام الموجات اللاسلكية بواسطة جهاز الاستقبال وتحويلها إلى تيارات تأثيرية مختلفة التردد (**معدلة ضعيفة**) ثم تحويلها إلى موجات صوتية سمعية لها تردد وخصائص الصوت الموجه إلى الميكرفون (نفس الأصوات الحادثة في الإرسال).

جهاز الاستقبال الإذاعي (الراديو)

تركيبه:

(1) هوائي الاستقبال.
(2) دائرة الرنين(ضبط الموجة).
(3) دائرة السماعة (مكبر الصوت)

شرح عمله (خطوات الاستقبال الإذاعي):



1) عندما تصطدم الموجات المرسلة بالهوائي تتولد فيه تيارات كهربائية تأثيرية ضعيفة مختلفة التردد (تيارات معدلة ضعيفة) معدل ضعيف.
2) تقوم بعملية التوليف بتغيير تردد دائرة الرنين فيمر تيار واحد فقط الذي يتساوى تردده مع تردد دائرة الرنين.
3) يقوم التيار ويكبر فينتج تيار معدل مقوم ومكبر.
4) يفصل التيار الحامل عن التيار المعبر عن الصوت.
5) يمر التيار المعبر عن الصوت في السماعة فتهز وتحدث نفس الصوت الحادث في الإرسال.

1)يستخدم عدد من دوائر الترانزستور في جهاز الاستقبال (علل).

ج/ لتكبير التيار المقوم إلى حد كبير وبالتالي زيادة قدرة الجهاز على الاستقبال.

2)وظيفة كل من:

***هوائي الاستقبال:** استقبال الموجات اللاسلكية وتحويلها إلى تيارات تأثيرية ضعيفة مختلفة التردد.

***دائرة الرنين: التوليف أي اختيار المحطة المراد سماعها فقط.**

* **دائرة السماعة:** تحويل التيار المعبر عن الصوت إلى نفس الأصوات الحادثة في الإرسال.

3)خطوات الاستقبال باختصار.

موجات ← تيار معدل ضعيف ← تيار مقوم ومكبر ← تيار معبر عن الصوت ← سماعة

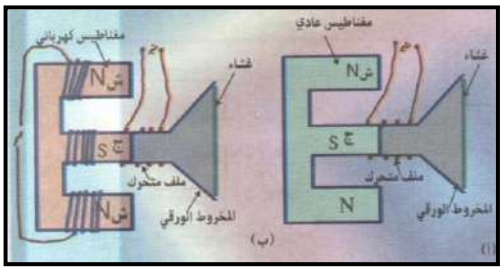
هوائي — تقويم وتكبير — فصل التيار الحامل — صوت

مكبر الصوت الديناميكي (السماعة)

وظيفتـه:

تحويل التيارات المعبرة عن الصوت إلى نفس الموجات الصوتية الحادثة أمام الميكرفون في جهاز الإرسال.

التركيـب:



1) **المغنـاطيس:** عـادي أو كهربـي أقطابـه دائرية (لـهُ قطب مركزي وقطب آخر حلقي يحيط بالأول).
2) **ملـف الصـوت:** يقـع بـين قطبـي المغناطيس وهو عبارة عن ملف من سلك نحاسي معزول ملفوف حول أسطوانة صغيرة من الورق مثبته بالقرب من رأس مخروط أجوف من الورق المقوى تقع حافته في واجهة جهاز الراديو خلف جزء مثقب.

شرح عملـه:

1) عند مرور التيار المعبر عن الصوت في ملف السماعة ينشأ مجال مغناطيسي للملف فتتغير القوى المتبادلة بين الملف وبين المغناطيس.
2) يهتز الملف فيتحرك عمودي على اتجاه الفيض وعلى اتجاه التيار.
3) يهتز مخروط الورق تبعاً لاهتزاز الملف فتهتز كمية كبيرة من جزيئات الهواء المحبوس بداخلة فتحدث موجات صوتية ذات شدة مناسبة ومشابهة للصوت الحادث في الإرسال.

التلفزيون (التلفـــــاز Television)

معنى كلمة تليفزيون (TV):

الرؤية عن بعد (***Tele*** بعد ***Vision*** رؤية).

ويتلخص عمله في إرسال صور الأشخاص أو الأشياء المراد مشاهدتها إلى الهواء على شكل موجات لاسلكية قصيرة جداً أي ترددها وطاقتها عالية إلى مسافات بعيدة بواسطة جهاز الإرسال ثم استقبالها ثانية وتحويلها إلى نفس الصور في جهاز الاستقبال.

أولاً: عملية الإرسال التلفازي (التليفزيوني)

هي عملية إرسال صور الأشياء إلى الجو بعد تحويلها من طاقة ضوئية إلى طاقة كهربية ثم تحميلها على موجات كهرومغناطيسية قصيرة جداً تنتشر في الهواء الجوي في جميع الاتجاهات.

جهاز الإرسال التلفزيوني(محطة التلفزيون)

تركيبـه:

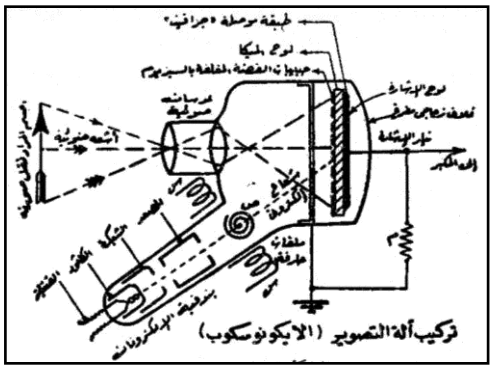
(1) آلة التصوير التليفزيوني (الإيكونوسكوب).
(2) الدائرة المهتزة.
(3) معدل التيار.
(4) هوائي الإرسال.

آلة (كاميرا) التصوير التليفزيوني (الإيكونوسكوب):

تركيبهـا:

[1] أنبوبـة التصويـر:

أنبوبة مظلمة مفرغة من الهواء لها نافذة زجاجية في مقدمتها مجموعة من العدسات الضوئية (محدبة).



[2] لوح الإشارة (أو لوح الموزاييك):

يوجد داخل الأنبوبة وهو عبارة عن لوح رقيق جداً من الميكا يغطي سطحه المقابل للعدسات بخلايا كهروضوئية معزولة عن بعضها البعض وكل خلية عبارة عن حبيبة فضية مغلفة بالسيزيوم عند سقوط الضوء عليها تنبعث الكترونات، ويغطي السطح الخلفي لوح الميكا بصفيحة معدنية رقيقة (أو طبقة جرافيت) متصلة بمكبر التيار.

[3] بندقية (قاذف) الإلكترونات:

عبارة عن اسطوانة ضيقة تحتوي على:

أ) **الكاثود (المهبط):**
لإعطاء الإلكترونات.

ب) **الشبكة الحاكمة:**
تحيط بالكاثود للتحكم في عدد وتركيز الإلكترونات المتجهة من الكاثود إلى لوح الصورة.

ت) **الآنود (المصعد):**
يوجد أمام الشبكة وظيفته تجميع وزيادة سرعة الإلكترونات وقذفها على صورة شعاع إلكتروني كحزمة ضيقة جداً ومركزه.

[4] الملفات (الألواح)الحارفة:

زوجان من الملفات المتعامدة خارج الأنبوبة وهما:

(س$_1$، س$_2$) الرأسية.

(ص$_1$، ص$_2$) الأفقية.

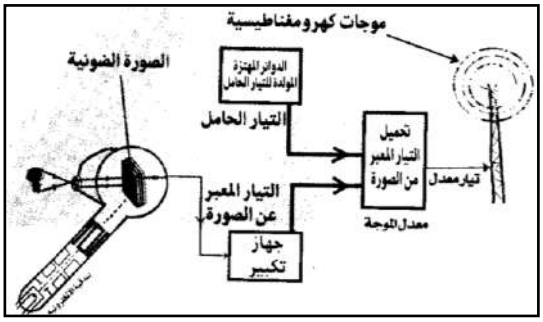
وعند مرور تيار كهربي في الملفات تتولد مجالات مغناطيسية تعمل على تحريك الشعاع الإلكتروني بنظام معين لمسح لوح الصورة.

وظيفة الإيكونوسكوب:

تحويل الصور الضوئية إلى تيارات كهربائية معبرة عن الصورة يتم تحميلها بعد ذلك على تيارات عالية التردد.

شرح عمل جهاز الإرسال(عملية إرسال الصور تلفازياً)

1)توجه إضاءة قوية نحو الشخص (المنظر) المراد تصويره فتنعكس منه بدرجات إضاءة غير متساوية وتقوم العدسات بتجميعها على لوح الصورة.



2)تفقد كل خلية كهر وضوئية عدد من الإلكترونات حسب شدة الضوء الساقط عليها وتصبح شحنتها موجبة مساوية لما فقدته من إلكترونات.

3)تؤثر الشحنات الموجبة للخلايا على الصفيحة المعدنية الموجودة على الوجه الخلفي للوح الميكا فتتكون عليها شحنات سالبة بالتأثير مساوية لعدد الشحنات الموجبة التي على الخلايا.

4)تقوم بندقية الإلكترونات بإسقاط الشعاع الإلكتروني على لوح الخلايا الكهروضوئية عند نقطة تسمى نقطة الاستكشاف وتعمل الملفات الحارفة على قيامة بعملية المسح ليمر على صفوف الخلايا بعدد 650 خطاً في $\frac{1}{25}$ ثانية.

5)تكتسب كل خلية عدد من الإلكترونات من الشعاع يساوي عدد الإلكترونات التي فقدتها فتصبح متعادلة كهربياً فتفقد الصفيحة المعدنية شحنتها التأثيرية السالبة بالتتابع مكونة التيار المعبر عن الصورة.

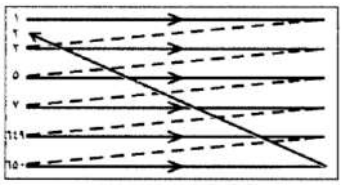
6)يمر التيار المعبر إلى جهاز التعديل حيث يختلط التيار المعبر بالتيار الحامل الذي تولده الدائرة المهتزة ويتكون تيار معدل.

7)يقوم هوائي الإرسال بتحويل التيار المعدل إلى موجات لاسلكية قصيرة جداً تنتشر في الهواء الجوي في جميع الاتجاهات.

عملية المسح التليفزيوني

عملية تتم في الإرسال والاستقبال التليفزيوني وهي أمرار الشعاع الإلكتروني على صفوف الخلايا الكهروضوئية في الإرسال وعلى السطح الداخلي للشاشة في الاستقبال.

خطواتها:



1) عند مرور التيار الكهربي في الملفات الحارفة (س$_1$، س$_2$)، (ص$_1$، ص$_2$) تتولد مجالات مغناطيسية تتغير شدته بنظام معين فيتحرك الشعاع الإلكتروني وبالتالي نقطة الاستكشاف على لوح الخلايا ابتداءً من الركن الأيسر العلوي من اليسار لليمين.
2) عند وصول الشعاع الإلكتروني إلى نهاية الصف ينعدم ثم يبدأ مرة أخرى من اليسار لليمين فيمر على الصف الثاني ثم الثالث وهكذا كما بالشكل.
3) يتم مسح صفوف الخلايا الكهروضوئية كلها أي 650صف في زمن قدرة $\frac{1}{25}$ من الثانية وكلما تم مسح الصورة مرة تتكون صورة جديدة على لوح الصورة بالطريقة نفسها.
4) وجد أن الشعاع الإلكتروني إذا أمر على الصفوف الفردية أولاً ثم الزوجية ثانياً فإن الصورة في جهاز الاستقبال تكون خالية من الاهتزاز.

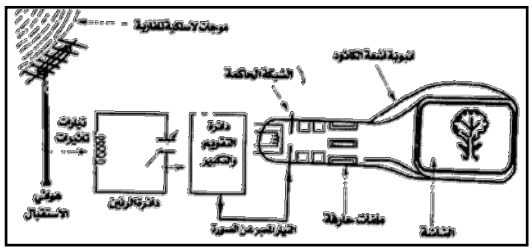
ثانياً: عملية الاستقبال التليفزيوني (التلفازي)

هي استقبال الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة بواسطة جهاز الاستقبال وتحويلها إلى طاقة كهربية ثم إلى طاقة ضوئية (صور ضوئية) كما في الإرسال.

جهاز الاستقبال التلفازي (التليفزيون)

التركيب:

يتركب كما هو موضح في الشكل من:



(1) دائرة هوائي الاستقبال.
(2) دائرة الرنين (التوليف)
(3) دائرة تقويم وتكبير.
(4) أنبوبة أشعة الكاثود المجموعة الحارفة بها زوجين من الملفات.

شرح عمل جهاز الاستقبال التلفازي (خطوات الاستقبال التلفازي):

1) عند اصطدام الموجات اللاسلكية التلفازية بالهوائي تتولد فيه تيارات تأثيرية مختلفة التردد ضعيفة
2) نقوم بعملية التوليف بتغيير تردد دائرة الرنين فيمر إلى الجهاز تيار واحد فقط يساوي تردده مع تردد دائرة الرنين وهو تيار المحطة المراد مشاهدتها.
3) يمر التيار إلى دائرة تقويم وتكبير فيصبح تيار معدل مكبر.

4) يفصل التيار الحامل عن التيار المعبر عن الصوت ويمر التيار المعبر عن الصورة إلى الشبكة في أنبوبة أشعة الكاثود فيتغير جهدها تبعاً لتغير التيار فتتغير شدة الشعاع الإلكتروني وتتغير إضاءة الشاشة، وبالتالي تتغير شدة إضاءة كل نقطة على سطح الشاشة فتمسح بإضاءة غير متساوية كما في الإرسال.

5) يتم مسح الشاشة بواسطة الملفات الحارقة في زمن $\frac{1}{25}$ ثانية بنفس الكيفية كما في الإرسال فتكون إضاءة كل نقطة على الشاشة متناسبة مع شدة إضاءتها في الصورة المتكونة في جهاز الإرسال وبذلك تظهر على الشاشة صورة مطابقة للصورة الأصلية في جهاز الإرسال.

6) تظهر الصور على الشاشة بمعدل 25صورة في الثانية فتحدث ظاهرة مداومة الرؤية ونرى صور حقيقية غير متقطعة وحركة إزاحتها طبيعية.

1) الميكا: مادة شبة زجاجية تنشطر إلى رقاقات وتستعمل كعازل كهربي.

2) التيار المعبر عن الصورة: لا يعطي موجات لاسلكية (عـلـل).

لصغر تردده ولذلك يحمل على تيار عالي التردد (تيار حامل)

(2) عـلـل لما يأتي:

أ) نرى نفس الصور الحادثة في الإرسال في جهاز التليفزيون.

لأن عملية المسح واحدة (متطابقة) في الإرسال والاستقبال.

ب) تظهر الصور على شاشة التليفزيون حقيقية غير متقطعة.

لظهورها بمعدل 25صورة في الثانية فتحدث ظاهرة مداومة الرؤية ($f >$ 16هرتز).

ج) تمسح الصفوف الفردية أولاً ثم الزوجية ثانية في التلفزيون.

حتى تكون الصورة الناتجة في جهاز الاستقبال غير مهتزة.

د) أنبوبة التصوير مظلمة من الداخل.

حتى لا يتشتت الضوء الداخل إلى الكاميرا وبالتالي نحصل على صورة واضحة.

هـ) يغطى السطح الداخلي لآلة التصوير بمستحلب من مادة معدنية (جرافيت) متصلة بالأرض.

لتجميع الإلكترونات المنبعثة من الخلايا وتوصيلها إلى الأرض.

و) الغرض من تعامد المجالات الناشئة عن المجموعة الحارفة على اتجاه سريان الشعاع الإلكتروني في أنبوبة أشعة الكاثود.

للتحكم في حرف الشعاع الإلكتروني أفقياً ورأسياً على الشاشة.

(3) اشـرح وظيفـة:

أ)هوائي الاستقبال:

تحويل الموجات الكهرومغناطيسية إلى تيارات مختلفة التردد وضعيفة.

ب) دائرة الرنين:

اختيار المحطة المراد مشاهدتها عندما يتساوى ترددها مع تردد موجة المحطة.

ث) الشاشة:

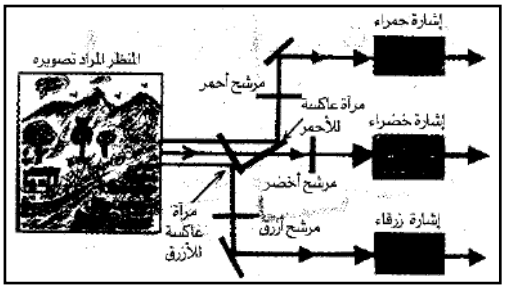
تحويل الطاقة الكهربية (التيار المعبر عن الصورة) إلى الطاقة الضوئية (صورة ضوئية).

(3) تزود أجهزة الإرسال بأجهزة مستقلة خاصة بإرسال الصوت وكذلك في جهاز الاستقبال.

التليفزيون الملون:

تبنى الأنظمة العصرية للتليفزيون الملون على أساس نظرية إبصار العين للألوان الثلاثة الأساسية (الأولية) وهي الأحمر/ الأخضر/ الأزرق، حيث يمكن الحصول على كل الألوان الأخرى بتأثير نسب معينة من الألوان الأساسية في وقت واحد على شبكة العين.

أولاً: طريقة الإرسال



1) تستخدم أنواع خاصة من المرايا والمرشحات تحلل الضوء المنعكس من الجسم المراد تصويره بواسطة كاميرا التلفاز الملون إلى ثلاثة ألوان أولية هي الأحمر والأخضر والأزرق.

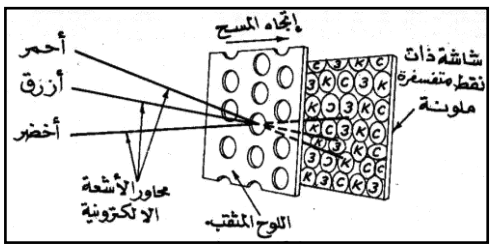
المرشح الضوئي:

هو غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء من خلاله إلا للضوء الذي يماثله في اللون.

2) تستخدم كاميرا تصوير لها 3 أنابيب مستقلة حيث يصل كل لون إلى أنبوبة مستقلة ويتحول فيها كل مشهد مصور إلى ألوانه الأساسية فتتكون 3 إشارات (موجات) تلفازيه مستقلة ترسل في الجو.

ثانياً: طريقة الاستقبال

1) تستخدم أنبوبة أشعة كاثود بها ثلاث قاذفات إلكترونية تستقبل الإشارات المرسلة فيعطي كل منها شعاع إلكتروني.



2) تجمع الأشعة الإلكترونية الثلاثة على لوحة بها عدد كبير من الثقوب (500/400ألف) تسمى قناع الظل حيث تخرج من ثقوب متفرقة (مسح قناع الظل).

3) تسقط الأشعة على الشاشة وهي لوحة عليها عدد كبير من النقاط الفوسفورية (تساوي عدد ثقوب قناع الظل) مجمعة في مجموعات كل منها مكون من 3 جيبات فوسفورية حمراء وخضراء وزرقاء موضوعة بترتيب معين.

4) تسقط كل حزمة إلكترونية على الحبيبة الفوسفورية التي تضيء باللون المناظر ضمن عملية تركيز بؤري دقيق.

5) مع تغير شدة الشعاع الإلكتروني لكل حزمة يتغير اللون التابع لكل مجموعة فتكون في مجموعها صورة نهائية ممتزجة ملونة بنفس ألوان الجسم الموجود أمام جهاز الإرسال.

تعاريف

1) **التوصيل الكهربي في المواد المختلفة:**
(أ) المواد الصلبة: توصيل إلكتروني. (ب) الإلكتروليتات: توصيل أيوني.
(ج) الغـــــــــازات: توصيل إلكترو أيوني.

2) **التوصيل الكهربي في الغازات:** الغازات رديئة التوصيل ولكن يمكن زيادة التوصيل الكهربي في الغازات بثلاث طرق:
(أ) التسخين الشديد. (ب) التعريض لعامل مؤين مثل أشعة *X*.
(ج) قذف الغازات بقذائف مشحونة سريعة مثل الإلكترونات.

3) **تعريف عملية إعادة الإتحاد:** هي اتحاد الأيون الموجب بالإلكترون السالب لتكوين الذرة المتعادلة.

4) **تعريف التفريغ الكهربي:** هو انهيار مقاومة الغازات لمرور التيار الكهربي خلالها في ظروف معينة وبالتالي يمر تيار كهربي فيها خلال هذه الفترة.

5) **أنواع الانبعاث الإلكتروني من الكاثود:**
(أ) الانبعاث الثانوي: هو انبعاث الإلكترونات من سطح الكاثود عندما يصطدم به الأيونات الموجبة بشرط طاقة حركة الأيونات أكبر من طاقة السطح.
(ب)الانبعاث الحراري: هو انبعاث الإلكترونات من سطح الكاثود نتيجة تسخينه ويحدث ذلك عند اصطدام الأيونات الموجبة به بشرط طاقة حركة الأيونات أصغر من طاقة السطح.

6) **تعريف الأشعة المهبطية(الكاثودية):** هي أشعة إلكترونية غير مرئية تنبعث من المهبط في أنبوبة التفريغ وتسير في خط مستقيم حتى تصطدم بالآنود محدثة وميض.

7) **أنبوبة أشعة الكاثود:** تطبيق عملي على ظاهرة التفريغ الكهربي والغرض منها توليد أشعة إلكترونية وتستخدم في الإسيلوسكوب/ الرادار/ التليفزيون.

8) **تعريف النقطة المضيئة:** هي نقطة لها لون معين تحدد موضع سقوط الأشعة الإلكترونية على الشاشة وهي ناتجة من فقد الأشعة لجزء من طاقتها الحركية نتيجة التصادم.

9) **الأسيلوسكوب (كاشف الذبذبات الكاثودي):** جهاز لتعيين تردد جهد مجهول ورسم منحنيات بيانية لهُ.

10) **الـــــرادار:** جهاز الغرض منهُ الكشف عن الأجسام وتعيين بعدها وسرعتها واتجاهها بواسطة موجات لاسلكية قصيرة جداً ويستخدم في الكشف عن الطائرات/ السفن.

11) **دائرة المسح:** دائرة صمام إلكتروني خاص يعطي جهد متغير يسمى جهد أسنان المنشار يجعل النقطة المضيئة تتحرك أفقياً على الشاشة من اليسار لليمين.

12) **الكينوسكوب:** كاشف الرادار ووظيفته إظهار الأهداف على الشاشة وتعيين ارتفاعها وسرعتها واتجاهها.

13) **الإرسال اللاسلكي (الإذاعي):** هي عملية بث الأصوات من محطة الإذاعة إلى الجو بعد تحويلها إلى تيارات كهربية معبرة عن الصوت ثم تحميلها على تيارات عالية التردد ثم إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الجو.

14) **تعريف التيار الحامل:** تيار عالي التردد تولده الدائرة المهتزة.

15) **تعريف التيار المعدل:** هو التيار الناتج من اختلاط التيار المعبر عن الصوت بالتيار الحامل وهو متغير السعة أو التردد.

16) **الاستقبال اللاسلكي (الإذاعي):** هي استلام الموجات اللاسلكية بواسطة جهاز الاستقبال ثم تحويلها إلى تيارات تأثيرية مختلفة التردد ثم تحويلها إلى نفس الصوت الحادث في الإرسال.

17) **مكبر الصوت الديناميكي (السماعة):** يقوم بتحويل التيارات المعبرة عن الصوت إلى نفس الموجات الصوتية الحادثة أمام الميكرفون في جهاز الإرسال.

18) **عملية الإرسال التلفازي:** هي عملية إرسال صور الأشياء إلى الجو بعد تحويلها من طاقة ضوئية إلى طاقة كهربية ثم تحميلها على موجات كهرومغناطيسية قصيرة جداً تنتشر في الجو.

19) **الإيكون وسكوب (آلة التصوير التلفازي):** جهاز لتحويل الصور الضوئية إلى تيارات كهربائية معبرة عن الصورة يتم تحميلها بعد ذلك على تيارات عالية التردد.

20) **عملية المسح التلفازي:** عملية تتم في الإرسال والاستقبال التليفزيوني وهي أمرار الشعاع الإلكتروني على صفوف الخلايا الكهروضوئية في الإرسال وعلى السطح الداخلي للشاشة في الاستقبال.

21) **عملية الاستقبال التلفازي:** هي استقبال الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة بواسطة جهاز الاستقبال وتحويلها إلى طاقة كهربية ثم إلى طاقة ضوئية في كما في الإرسال.

22) **المرشح الضوئي:** غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء من خلالهُ إلا للضوء الذي يماثله في اللون. ويستخدم في كاميرا التصوير التلفازي الملونة.

قوانين

1) حساب القدرة الكهربية لأنبوبة أشعة الكاثود:

قد = حـ × ت وات

2) حساب عدد الإلكترونات المندفعة إلى شاشة الأنبوبة:

$$ن = \frac{ت \times ز}{ش_{e}}$$ إلكترون

3) حساب بعد الهدف عن محطة رادار أو الزمن المنقضي بين إرسال النبضة واستقبالها:

$$ف = ع \times \frac{1}{2} ز م$$

4) حساب عدد الموجات المتكونة في المسافة بين محطة الرادار والهدف:

$$\text{ن} = \frac{\text{ف}}{\lambda} \quad \text{موجه.}$$

5) حساب سعة المكثف/ الحث الذاتي للملف في الدائرة المهتزة:

$$f = \frac{\text{ع}}{\lambda} \quad \text{هرتز}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{سع} \times \text{حث}}} \quad \text{هرتز}$$

الحقائق العلميه مع التعليل

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
1	عند تسخين الهواء يصبح موصل للتيار الكهربي.	لانه يتاين إلى ايونات موجبة وإلكترونات سالبة.
2	الغازات الساخنة توصل التيار الكهربي.	لانه تزداد سرعة الذرات والجزيئات فتتصادم مع بعضها وتتأين إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة ويصبح الغاز موصل.
3	تاين الغاز في انابيب التفريغ الكهربي.	بسبب تقليل الضغط وزيادة فرق الجهد تكتسب الإلكترونات طاقة حركية تمكنها من التصادم بذرات متعادلة فتؤينها ويسمى التأين بالصدمة الإلكترونية.
4	ظهور ضوء في انابيب التفريغ الكهربي.	يرجع ذلك لسببين: 1) عملية إعادة الاتحاد بين الأيون الموجب والإلكترون لتكوين الذرة المتعادلة فتفقد طاقة في صورة ضوء. 2) عملية إثارة ذرات الغاز عند اصطدام الإلكترونات بها فتفقد طاقة في صورة ضوء.
5	انبعاث الإلكترونات من سطح الكاثود في أنابيب التفريغ الكهربي.	يحدث ذلك نتيجة تصادم الأيونات الموجبة بالكاثود وينتج عنه انبعاث ثانوي أو حراري.
6	تعامد المجالات الكهربائية (المغناطيسية) في أنبوبة أشعة الكاثود.	للتحكم في حرف الإشعاع الإلكتروني على الشاشة في اتجاه معين وعند تساويهم ينعدم الانحراف وتسير الأشعة في خط مستقيم.
7	وجود ملفات او الواح حارفة في انبوبة أشعة الكاثود.	لتكوين مجالين متعامدين يعملان على حرف الشعاع الإلكتروني في اتجاه معين حسب المجال المؤثر والغرض من الأنبوبة.
8	وجود مادة فلوريسية (كبريتيد الخارصين) على الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود.	لانه عند سقوط الأشعة الإلكترونية عليها فإنها تفقد جزء من طاقة حركتها فتشع المادة ضوء ذو لون معين وتظهر نقطة مضيئة.

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
9	اخـتلاف لـون الـوميض المتكـون علـى الشاشة.	لاختلاف طاقة حركة الإلكترونات الساقطة ونوع المادة الفلوريسية.
10	يغطي السطح الداخلي المخروطي للشاشة بطبقـة مـن مسـتحلب الكربـون تتصـل بالكاثود.	لانها تمنع تراكم الإلكترونات على الشاشة وتعمل علـى إعادتهـا للكـاثود وذلـك لأنهـا مـادة جيـدة التوصيل الكهربي.
11	يتصـل اللوحـان الراسـيان فـي الإسيلوسكوب بجهد متغير يسمى جهد أسنان المنشار.	لانـة جهد متغير بطريقـة معينـة تجعل النقطـة المضيئة تتحرك على الشاشة أفقياً من اليسار لليمين ثم تختفي وتظهر من جديد وتكرر حركتها.
12	تبـدو النقطـة المضـيئة علـى الشاشـة وكأنها خط مستقيم مضيء	لأن تردد التيار في هذه الحالة يكون أكبر من 16ذ/ث فتحدث ظاهرة مداومة الرؤية ونرى خط مستقيم مضيء.
13	يستطيع الشعاع الإلكتروني أن يهتز بترددات منخفضة أو عالية.	لصغر كتلة الإلكترونات فيكون قصورها الذاتي صغير جداً فتستجيب لأي تردد عالي أو منخفض وتهتز.
14	تسكن المنحنيات على الشاشة في الإسيلوسكوب.	لأن تردد الجهد المجهول يساوي تردد دائرة المسح في هذه الحالة فتنطبق الموجات على بعضها البعض.
15	وجود ملف معدني في بؤرة هوائي مرسل الرادار.	لتحويل الذبذبات الكهربية إلى موجات لاسلكية عالية التردد.
16	وجود ملف معدني في بؤرة مستقبل الرادار.	لاستقبال الموجات المنعكسة ثم تحويلها إلى تيارات كهربية تأثيرية لها نفس تردد الموجات.
17	شكل هوائي المرسل والمستقبل في الرادار قطع مكافئ	حتى يمسح أوسع منطقة من الجو المحيط بالمحطة بالموجات اللاسلكية في الإرسال أما في الاستقبال لتجميع أكبر ما يمكن من الموجات المنعكسة.
18	يستخدم في الرادار الحديث هوائي واحد مشترك يوصل بالمرسل والمستقبل على التبادل.	توفيرا للجهد والوقت المبذول في تشغيل هوائيين منفصلين في اتجاه واحد.
19	مرسل الرادار قدرته عالية كما يراعى في مستقبل الرادار تكبير التيارات المستقبلة.	لطول المسافة التي تقطعها الموجات حيث تتناسب قدرة الموجة المستقبلة أو شدة الصورة المتكونة عكسياً مع مربع المسافة المقطوعة وبالتالي نحصل على صورة واضحة.
20	التيار المعبر عن الصوت (او المعبر عن الصورة) لا يعطي موجات	لصغر تردده ولذلك يحمل على تيار حامل عالي التردد.

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
	لاسلكية.	
21	يلتقط جهاز الراديو (التلفاز) موجة (محطة) بدون غيرها.	لان ترددها يساوي تردد دائرة الرنين بالجهاز فتمر دون بقية الموجات.
22	تستخدم دوائر ترانزستور في محطات الإذاعة (جهاز الإرسال).	لتكبير التيار المعدل وبالتالي تكبير الطاقة المصاحبة للموجات فتزيد قدرة المحطة على الإرسال حتى تغطي مساحة أكبر.
23	تستخدم دوائر ترانزستور في جهاز الراديو (جهاز الاستقبال).	لتكبير التيار المقوم إلى حد كبير وبالتالي زيادة قدرة الجهاز على الاستقبال.
24	تغطى الخلايا الكهروضوئية بطبقة من السيزيوم.	لانه حساس للضوء (طاقة نزعة صغيرة) وبالتالي عند سقوط الضوء عليه تنبعث منه إلكترونات ضوئية.
25	يحاط الكاثود بشبكة في قاذف الإلكترونات.	للتحكم في عدد الإلكترونات المتجهة من الكاثود إلى لوح الصورة.
26	قسم الصفوف الفردية اولا ثم الزوجية ثانياً.	حتى تكون الصورة الناتجة في جهاز الاستقبال غير مهتزة.
27	انبوبة التصوير مظلمة من الداخل.	حتى لا يتشتت الضوء الداخل إلى الكاميرا وبالتالي نحصل على صورة واضحة للجسم المراد تصويره.
28	رؤية نفس الصور الحادثة في الإرسال في جهاز التلفاز (الاستقبال)	لان عملية المسح واحدة في الإرسال والاستقبال.
29	تظهر الصور على شاشة التلفاز حقيقية وغير متقطعة.	لظهور الصورة بمعدل 25صورة في الثانية فتحدث ظاهرة مداومة الرؤية ونرى صور طبيعية.
30	تحتوي انبوبة اشعة الكاثود في التلفاز الملون على ثلاثة مدافع إلكترونية.	لاستقبال 3 إشارات (موجات) مرسلة للجسم المراد تصويره بألوانه الأساسية الأحمر/الأخضر/ الأزرق فيعطي كل مدفع شعاع إلكتروني.

مقارنة بين

وجه المقارنة	التلفاز العادي (أبيض/أسود)	التلفاز الملون
1) كاميرا التلفاز في الإرسال.	لها أنبوبة واحدة.	لها 3 أنابيب مستقلة.
2) الإشارة المرسلة.	إشارة واحدة للجسم.	3 إشارات بالألوان الأساسية للجسم.
3) أنبوبة أشعة الكاثود في الاستقبال.	بها قاذف إلكتروني واحد	بها 3 قواذف إلكترونية.
4) الشاشة.	مغطاة بمادة فلوريسية مثل كبرتيد الخارصين.	تغطي بمجموعات الحبيبات الفوسفورية كل مجموعة عبارة عن 3 حبيبات

وجــه المقارنة	التلفاز العادي (أبيض/أسود)	التلفاز الملون
		فوسفورية حمراء/ خضراء/ زرقاء

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س1/ أكمل الفراغات الآتية بما يناسبها:

(1) اكتشف العالم بلوكر بأنه عند ضغط منخفض مقداره حوالي 1.3×10^{-4} ضغط جوي يبعث الكاثود الذي في أنبوبة التفريغ بأشعة غير مرئية تسرى خلال الأنبوبة وتسمى..... أو.....

(2) عملية الانبعاث الإلكتروني الثانوي، هي عملية انبعاث..... من سطح الكاثود عندما تصطدم به..... الموجبة به ذات الطاقة الحركية العالية.

(3) من المعروف أن الكاثود يمكنه أن يبعث إلكترونات عند تسخينه إلى درجة عالية وتسمى هذه الإلكترونات بالإلكترونات.....

(4) يُغطى الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود بمادة..... مثل.....

(5) يتوقف لون الضوء الذي يشع على الشاشة على نوع المادة..... وعلى..... الإلكترونات.

(6) يتركب الاسيلوسكوب من.....

(7) إن أساس عمل الرادار يقوم على ظاهرة.....الكهربائي والحصول على..... كهرومغناطيسي.

(8) وظيفة كاشف الذبذبات في الرادار هي تحديد.....و..... وسرعة الهدف.

(9) إن عملية الإرسال الإذاعي، هي عملية بث..... من محطة الإذاعة إلى الجو بعد تحويلها إلى..... كهربائية.

(10) يتركب جهاز (أو شبكة) الإرسال الإذاعي من..... و.....

(11) تقوم الدائرة المهتزة بتوليد تيارات كهربائية عالية التردد تسمى بالتيارات.....

(12) يتم في هوائي الإرسال الإذاعي تحويل التيارات المعدلة إلى.....

(13) يتركب جهاز الاستقبال الإذاعي (الراديو) من.....و.....

(14) عملية التوفيق بين تردد دائرة الرنين وتردد موجات المحطة المراد سماعها تسمى عملية.....

(15) تتوقف قدرة محطة الإذاعة على.....المصاحبة للموجات اللاسلكية المرسلة.

(16) في كاميرا التلفاز، تطلق البندقية الإلكترونية الشعاع الإلكتروني على لوح الخلايا..... عند نقطة تسمى نقطة.....

(17) عند اختلاط التيار المعبر عن الصوت (أو الصورة) بالتيار الحامل ينتج تيار يسمى التيار.....

(18)إن الضوء المنعكس من الجسم، أو المشهد المراد تصويره إلى كاميرا التلفاز الملون يتوزع إلى ثلاثة ألوان أساسية هي:.....و..... و ..... ويستخدم في ذلك أنواع خاصة من المرايا و.....

(19)في أنبوبة أشعة الكاثود الموجودة في جهاز الاستقبال التلفازي الملون تتجمع الأشعة الإلكترونية على لوحة فيها عدد كبير من الثقوب تسمى.....

ج1/ (1) الأشعة المهبطة (الكاثودية)/ الإلكترونات. (2) الإلكترونات/ الأيونات.
(3) الحرارية. (4) فلوريسية/ كبريتد الخارصين.
(5) الفلوريسية/ طاقة حركة.
(6) أنبوبة أشعة كاثود المجموعة الحارفة بها زوجين من الألواح المعدنية.
(7) الاهتزاز/ صدى. (8) ارتفاع/ اتجاه.
(9) الأصوات/ تيارات(إشارات)
(10) دائرة الميكرفون/ الدائرة المهتزة/ دائرة هوائي الإرسال.
(11) الحاملة. (12) موجات لاسلكية.
(13) دائرة الاستقبال/ دائرة الرنين/ دائرة السماعة.
(14) التوليف. (15) معدل الطاقة.
(16) الكهروضوئية/ الاستكشاف. (17) المعدل.
(18) الأحمر/ الأخضر/ الأزرق/ المرشحات الضوئية.
(19) الأحمر/ الأخضر/ الأزرق/ المرشحات الضوئية. (20) قناع الظل.

س2/ ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (✗) أمام العبارة الخطأ مما يأتي:

1) الأشعة المهبطية هي عبارة عن جسيمات ذات شحنة سالبة. (🗑)
2) عند اصطدام الإلكترونات بكاثود أنبوبة التفريغ تطلق منه أيونات موجبة. (🖷)
3) يغطى الجدار الداخلي لشاشة أنبوبة أشعة الكاثود بمادة فلوريسية مثل كبريتيد الخارصين. (🗑)
4) إذا وصل اللوحان الأفقيان في كاشف الذبذبات بمصدر للتيار المتردد فإنهما يولدان مجالاً كهربائياً في الاتجاه الرأسي مما يجعل النقطة تتحرك رأسياً. (🗑)
5) الموجات التي يرسلها الرادار هي موجات لاسلكية منخفضة التردد. (🖷)
6) الكاشف في الرادار عبارة عن أنبوبة أشعة الكاثود تسمى الكينوسكوب. (🗑)
7) من الممكن تحديد بعد الهدف عن الرادار بالعلاقة(بعد الهدف = نصف السرعة× الزمن). (🖷)
8) تقوم الدائرة المهتزة بتوليد التيارات الحاملة. (🗑)
9) عند اختلاط التيار المعبر عن الصوت مع التيار المعدل ينتج التيار الحامل (🖷)
10) هوائي الإرسال يقوم بتحويل الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية تأثيرية. (🖷)
11) كاميرا التصوير التلفازي تسمى الأسيلوسكوب. (🖷)
12) الخلية الكهروضوئية في التلفاز عبارة عن حبيبة صغيرة من الفضة مغطاة بطبقة من السيزيوم. (🗑)
13) تبدأ عملية المسح التلفازي بتحرك الشعاع الإلكتروني من اليمين إلى اليسار. (🖷)

14) زمن مسح الصورة في التلفاز يساوي $\frac{1}{25}$ من الثانية. (🗑)

15)توليد الملفات الحارفة مجالاً كهربائياً، بينما تولد الألواح الحارفة مجالاً مغناطيسياً. (🖷)

16) الذي يجعل الصورة على الشاشة في جهاز الاستقبال التلفازي تبدو غير متقطعة هو أنها تظهر على الشاشة بمعدل 25 مرة في الثانية. (🗑)

17) الألوان الأساسية في التلفاز الملون هي الأسود والأبيض والأصفر. (🖷)

18) مرشح الألوان عبارة عن غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء خلاله إلا للضوء الذي يماثله في اللون. (🗑)

س3/ اختر الإجابة الصحيحة لكل عبارة من العبارات الآتية:

1) عند تسخين الكاثود إلى درجة حرارة عالية فإنه يبعث من سطحه:
أ) إلكترونات. ب) بروتونات.
ج(نيترونات. د) بيزوترونات.

2) يغطى الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود بمادة فلوريسية مثل كبريتيد:
أ) الهيدروجين. **ب) الخارصين.**
ج(الألومونيوم. د) الحديد.

3) تتكون المجموعة الحارفة في أنبوبة أشعة الكاثود من ملفات عددها:
أ) ثمانية. ب) ستة.
ج(أربعة. د) أثنين.

4) عندما تصطدم الإلكترونات المنطلقة من البندقية الإلكترونية بالشاشة تشع الشاشة ضوءاً ذا لون معين يعتمد على:
أ) كتلة المادة الفلوريسية وكتلة الإلكترونات.
ب) حجم المادة الفلوريسية وحجم الإلكترونات.
ج(سمك المادة الفلوريسية وشحنة الإلكترونات.
د) نوع المادة الفلوريسية وطاقة الإلكترونات.

5) تعني كلمة رادار الكشف عن الأجسام وتحديد بعدها وسرعتها واتجاها بواسطة موجات لاسلكية:
أ) طويلة. ب) طويلة جداً.
ج(قصيرة. **د) قصيرة جداً.**

6) تسمى كاميرا التلفاز:
أ) الكينوسكوب. ب) الأسيلوسكوب.
ج(الايكونوسكوب. د) التليسكوب.

7) الدائرة التي تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى تيارات كهربائية معبرة عن الصوت هي دائرة:
أ) هوائي الإرسال. ب) الاهتزاز.
ج(المكرفون. د) السماعة.

8) الدائرة التي تقوم بتحويل التيارات المعدلة إلى موجات لاسلكية هي دائرة:
أ) الرنين. ب) الاهتزاز.
ج(هوائي الاستقبال. **د) هوائي الإرسال.**

9) الدائرة التي تقوم بتحويل الموجات اللاسلكية إلى تيارات كهربائية هي دائرة:
أ) الرنين. ب) الاهتزاز.
ج(السماعة. د) المكرفون.

ه(دائرة هوائي الاستقبال.

10) الدائرة التي تقوم بالتوليف هي دائرة:
أ) الرنين. ب) الاهتزاز.
ج(السماعة. د) المكرفون.

11) عمل الشاشة في التلفاز هو تحويل الطاقة:
أ) الضوئية إلى صوتية. ب) الصوتيــة إلــى ضوئية.
ج(الضوئية إلى كهربائية. **د) الكهربائية إلى ضوئية.**

12) التيار المعبر عن الصوت لا يعطي موجات لاسلكية لأن ترددات الأصوات:
أ) صغيرة. ب) متوسطة.
ج(عالية. د) عادية جداً.

13) أحد الألوان التالية يعد من الألوان غير الأساسية وهو اللون:
أ) الأحمر. **ب) الأخضر.**
ج(الأصفر. د) الازرق.

14) إن الضوء في التلفاز الملون ينقسم إلى ثلاثة ألوان رئيسية وتستخدم لذلك أنواع خاصة من المرايا و:...
أ) المجسمات. **ب) المرشحات.**
ج(المقومات. د) المكبرات.

15) عدد قاذفات الإلكترونات في أنبوبة أشعة الكاثود الخاصة بالتلفاز الملون هو:
أ) قاذفة واحدة. ب) قاذفتان.
ج(ثلاث قاذفات. د) أربع قاذفات.

16) تسمى اللوحة التي تتجمع عليها حزم الإلكترونات في التلفاز الملون:
أ) قناع الظل. ب) لوح الخلايا.
ج(لوح الموزاييك. د) الشاشة.

س4/عرف الآتي:

* الأشعة المهبطية.
* التفريغ الكهربائي في الغازات.
* الأسيلوسكوب.
* التيار الحامل.
* أنبوبة التصوير التلفازي.
* الانبعاث الإلكتروني الثانوي والحراري.
* النقطة المضيئة.
* دائرة المسح.
* التيار المعدل.
* المرشح الضوئي.

ج4/ انظر الشرح

س5/علل الآتي:

1) الغازات الساخنة توصل التيار الكهربائي.
2) يغطى الطرف المتسع لأنبوبة أشعة الكاثود بمادة فلوريسية.
3) وجود ملفات أو ألواح حارفة في أنبوبة أشعة الكاثود.
4) يوجد ضمن مكونات شاشة أنبوبة أشعة الكاثود طبقة من مستحلب الكربون المتصل بالكاثود.
5) عندما تحرك النقطة المضيئة على الشاشة تبدو وكأنها خطاً مستقيماً مضيئاً.
6) تستطيع الإلكترونات أن تهتز بترددات عالية وترددات منخفضة.
7) شكل كل من المرسل والمستقبل في الرادار قطع مكافئ.
8) يستخدم في الرادار الحديث هوائي واحد يوصل بالمرسل والمستقبل.
9) تحمل التيارات الكهربائية المعبرة عن الصوت والصورة على تيارات حاملة.
10) التيار المعبر عن الصوت لا يمكن أن يعطي موجات لاسلكية.
11) تستخدم محطات الإذاعة عدداً من دوائر الترانزستور.

12) يستخدم في جهاز الاستقبال عدد من دوائر الترانزستور.
13) تغطى الخلايا الكهروضوئية بطبقة من السيزيوم.
14) في البندقية الإلكترونية يحاط الكاثود بشبكة حاكمة.
15) تبدو الصورة على شاشة جهاز الاستقبال التلفازي طبيعية.
16) في جهاز الإرسال التلفازي يبدأ المسح أولاً بالصفوف الفردية، ثم الزوجية.
17) تحتوي أنبوبة أشعة الكاثود في التلفاز ثلاثة مدافع إلكترونية.

ج5/ انظر التعليل

س6/ اذكر وظيفة كل من:

* الأسيلوسكوب. * الملف المعدني في مستقبل الرادار. * الدائرة المهتزة.
* دائرة الرنين. * البندقية الإلكترونية. * الشبكة الحاكمة.
* الشاشة. * الشعاع الإلكتروني. * المرشحات في التلفاز الملون.

ج6/ وظيفة كلٍ من:

***الأسيلوسكوب:** تعيين تردد جهد مجهول ورسم منحنيات بيانيه لهُ ودراسة طبيعة الاهتزازة المسببة لهُ.
***الملف المعدني في مستقبل الرادار:** استقبال الموجات المنعكسة من الجو وتحويلها إلى تيارات كهربية تأثيرية لها نفس تردد الموجات.
* **الدائرة المهتزة:** توليد تيارات عالية التردد تسمى التيارات الحاملة لحمل التيار المعبر عن الصوت أو الصورة.
* **دائرة الرنين:** القيام بعملية التوليف أي اختيار المحطة أو القناة المراد سماعها أو مشاهدتها.
* **البندقية الإلكترونية:** توليد الإلكترونات والتحكم في عددها وزيادة سرعتها حتى تسقط على الشاشة محدثة نقطة مضيئة.
* **الشبكة الحاكمة:** التحكم في عدد الإلكترونات المنبعثة من الكاثود إلى لوح الصورة.
* **الشاشة:** تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية (صورة ضوئية).
* **الشعاع الإلكتروني:** عند سقوطه على الشاشة تثار المادة الفلوريسية وتعطى ضوء فتتكون صورة ضوئية.
* **المرشحات في التلفاز الملون:** تحلل الضوء المنعكس من الجسم المراد تصويره إلى ثلاثة ألوان أساسية تشكل كل منها إشارة تلفازية مستقلة.

س7/ صف مستعيناً بالرسم التوضيحي تركيب كل من:

1) أنبوبة أشعة الكاثود.
2) الأسيلوسكوب.
3) محطة الرادار.
4) شبكة الإرسال الإذاعي والتلفازي.
5) شبكة الاستقبال الإذاعي والتلفازي.
6) مكبر الصوت الديناميكي.

ج7/ انظر الشرح

س8/ اشرح باختصار طريقة تشغيل الرادار.

ج8/ انظر الشرح

س9/ صف مع الرسم المراحل التي تمر بها عملية الإرسال والاستقبال الإذاعي.

ج9/ انظر الشرح

س10/ صف مع الرسم المراحل التي تمر بها عملية الإرسال والاستقبال التلفازي.

ج10/ انظر الشرح

الوحـــــــدة الخامســـة

الفيزيـــــــاء الذريـــــــــة

Atomic Physics

يقسم علم الفيزياء إلى:

(1) الفيزيــاء التقليدية (الكلاسيكيـة)

وهو علم الفيزياء الذي يفسر الظواهر الطبيعية للأنظمة العينية أي الأشياء المحسوسة.

مثـــل: علوم الميكانيكا / الديناميكا الحرارية / الكهرومغناطيسية.

وقد ظهر منذ القدم حتى أواخر القرن التاسع عشر ولازال يفسر هذه الظواهر.

(2) الفيزيــاء الحديثــة:

وهو علم الفيزياء الذي يفسر سلوك الجسيمات الصغيرة جداً للأنظمة المجهرية مثل الالكترونات-البروتونات وغيرها.

مثـــل: علوم الفيزياء الذرية / النووية / النسبية / ميكانيكا الكم..

وقد ظهر خلال القرن العشرين ولا تنطبق عليه قوانين الفيزياء التقليدية وفي هذه الوحدة سوف ندرس علم الفيزياء الذرية من حيث تطور تفسير تركيب الذرة تاريخياً حتى وقتنا الحاضر.

تركيب المادة والنظرية الذرية الحديثة:

من المعروف أن المادة تتكون من جزيئات وهي تتكون من ذرات وقد نشأت فكرة وجود الذرة في منتصف القرن الرابع قبل الميلاد على يد ديموقريطس (460 -370 ق.م) إذ أعتقد أن المادة ممكن تجزئتها إلى جسيمات متناهية في الصغر غير قابلة للانقسام وهو ما سمي بالذرة.

ثم جاء دالتون ووضع نظريته الذرية في مطلع القرن التاسع عشر التي كانت حجر الأساس الأول في بناء النظرية الذرية الحديثة.

نظرية دالتون الذريـة:

تنص على "المادة تتكون من ذرات غير قابلة للهدم أو الانقسام"

وقد بنى نظريته على مشاهدات علمية وتجارب علمية على المادة وخصوصاً على الغازات لسهولة حركة جزيئاتها.

القوانين التي اعتمد عليها دالتون في نظريته:

الفيزيائيـــة:

مثل قوانيـــن بويل / دالتون للضغوط الجزئية / هزي / شـــارل.

الكيميائيـة:

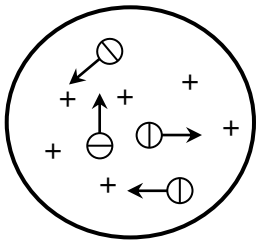
مثل قانون حفظ المادة (الطاقة) / النسب الثابتة / النسب المتضاعفة/ الحجوم المتفاعلة ثم مبدأ أفوجادرو.
وكلها تعتمد على وجود ذرات للمادة مختلفة الكتل لا تقبل الانقسام ولا الفناء.

الاعتراضات على نظرية دالتون:

1) كان لاكتشاف الالكترونات السالبة والأيونات الموجبة بعد ذلك إبطال مفهوم أن الذرة لا يمكن هدمها أو تقسيمها حيث إن الإلكترون جزء من الذرة وبالتالي يمكن للذرة أن تفقد بعض مكوناتها أو تكتسبها بفعل التفاعلات الكيميائية.
2) يمكن للذرات أن تتحطم وأن يتحول بعضها إلى بعض بفعل الانشطار النووي أو الاندماج النووي.
3) ليس صحيحاً أن الذرات هي أصغر مكونات للمادة لأنها تتكون من أجزاء أصغر منها مثل الالكترونات / البروتونات / النيترونات ودقائق أخرى.

نموذج طومسون:

يعتبر أول نموذج للذرة وقد نجح في تفسير بعض خواص المادة وتم ظهوره في نهاية القرن التاسع عشر بعد دراسة أنابيب التفريغ الكهربي، واكتشاف الأشعة المهبطية (الالكترونية) والأشعة المصعدية (البروتونات) ومن دراسته لغاز الهيدروجين توصل إلى النتائج التالية:



1) الذرة متعادلة كهربياً لأن عدد الالكترونات السالبة يساوي عدد الأيونات الموجبة (البروتونات).
2) الأيونات الموجبة لها تقريباً نفس كتلة الذرة.
3) الالكترونات السالبة أخف بكثير من الأيونات الموجبة.

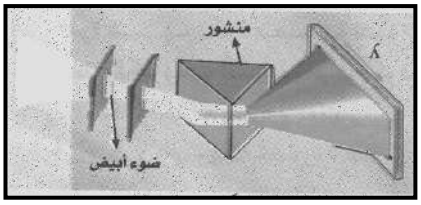
وعليه وضع نموذجه الذي ينص على:

" الذرة شبيهة بكره مصمتة تتوزع بداخلها الشحنات الموجبة بانتظام وتتخللها الالكترونات السالبة بحيث يكون مجموعها مساوياً للشحنة الموجبة.

وقد سمي النموذج بفطيرة البرقوق أو البطيخ حيث المادة الحمراء فيها تمثل الشحنة الموجبة والبذور السوداء تمثل الالكترونات.
ويجدر الذكر أن نموذج تومسون كان خاطئاً وبعيداً عن الواقع ويرجع الفضل في اكتشاف ذلك إلى اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي واستغلال رد رفورد لها في تجربته الشهيرة التي سنتعرض لها لاحقاً لبيان مميزات وعيوب طومسون.

طيف المصادر الضوئية:

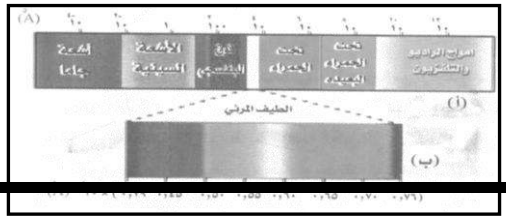
المصادر الضوئية (أنابيب النيون مثلاً) تصدر ضوء متوهج وكذلك الشمس ويعرف الضوء الصادر عنهم بالطيف المستمر أو المتصل.



فمثلاً عند تحليل ضوء أبيض صادر من الشمس أو من مصدر ضوئي بواسطة منشور ثلاثي نحصل على طيف متصل مكون من:

1) الطيف المرئي:
وهي ألوان الطيف الأساسية (ألوان قوس قزح).

2) الطيف غير المرئي:



ينتج عند استخدام جهاز مطياف تحليل وهو لا يرى بالعين ولكن يستدل عليه بطرق معينة كما بالشكل.

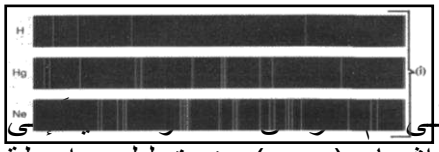
الطيف المتصل:

هو الطيف الذي يحتوي على عدد كبير من الأطوال الموجبة بشكل مستمر (متصل).

طيف العناصر الكيميائية:

العناصر الكيميائية عند إثارتها بإحدى الطرق الآتية:

1) قذف غاز العنصر في أنبوبة تفريغ بحزمة الكترونية لها طاقة معينة فتمتص ذراته طاقتها أو جزء منها.
2) سقوط أشعة ضوئية عليها فتمتصها.
3) تسخين العنصر.



فإن ذرات العنصر تنتقل إلى مستويات أعلى مستوياتها الأصلية فاقدة طاقة إثارتها على شكل إشعاع (ضوء) عند تحليله بواسطة مطياف فإنه يعطي طيف خطي غير متصل مكون من ألوان محددة لكل عنصر أي تختلف هذه الألوان أي الأطوال الموجية من عنصر لآخر فمثلاً:

طيف ذرة الهيدروجين يمثل أبسط أطياف العناصر مكون من 4خطوط واضحة تقع في منطقة الضوء المرئي وهي الأحمر الأزرق المائل إلى الأخضر/ الأزرق البنفسجي.

أما أطياف الزئبق/ النيون فتختلف عنه ويظهر ذلك بوضوح كما بالشكل.

تعريف الطيف الخطي (غير المتصل):

هو الطيف الذي يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية بشكل خطوط منفصلة.

طيف الامتصاص للعناصر:

عند سقوط ضوء أبيض على عنصر مسخن وبتحليل الضوء بعد نفاذه بمطياف تحليل تظهر خطوط داكنة (سوداء) في الضوء الأبيض هي نفسها الخطوط الناتجة عن انبعاث الضوء من العنصر.

مثلاً: عند سقوط ضوء بنفسجي على غاز الهيدروجين ثم تحليله نحصل على طيف متصل بنفسجي به 4 خطوط سوداء امتصها غاز الهيدروجين وهي تنطبق تماماً مع الأطوال الموجبة لخطوط الانبعاث له تاركاً الأطوال الموجبة الأخرى تمر منه.

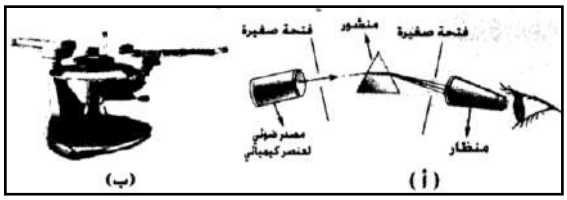


∴ لكل عنصر طيف خطي مميز له.

أنواع الطيف الخطي للعنصر:

1) طيف انبعاث عند تسخينه (الألوان الناتجة).
2) طيف امتصاص عند سقوط ضوء عليه (الخطوط السوداء).

وقد أثبت ذلك كيرشوف في قانونه.



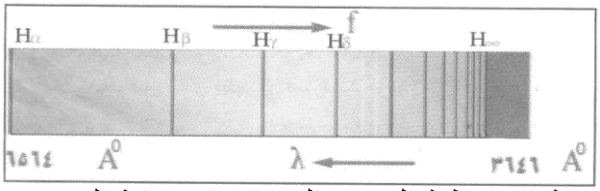
قانون كيرشوف:

"العناصر الكيميائية عندما تثار بالتسخين فإنها تشع (تعطي) نفس الألوان (نفس الأطوال الموجية) التي تمتصها حيث لكل عنصر ألوان خاصة يمتصها"

الاستفادة من ظاهرة طيف العناصر:

1) الكشف عن المعادن والتمييز بينها.
2) معرفة تركيب الشمس وعناصر جوها.

طيف ذرة الهيدروجين:



كان لاكتشاف طيف العناصر الكيميائية الأثر في محاولة العلماء وضع نظريات حول التركيب الداخلي للذرة ومن هؤلاء العالم (بالمر) الذي قام بدراسة حول طيف ذرة الهيدروجين وظهور 4 خطوط واضحة في منطقة الضوء المرئي بالإضافة إلى عدد آخر من الخطوط تتقارب مع بعضها في منطقة الأشعة تحت الحمراء ومن منطقة الأشعة البنفسجية كما بالشكل فتوصل إلى:

1) خطوط طيف ذرة الهيدروجين تظهر في تراتيب معينة يمكن تصنيفها إلى مجموعات سميت بسلاسل الأطياف.
2) من الخاصية المميزة لهذه السلاسل أن الفرق بين الأطوال الموجية بين الخطوط يتناقص بسرعة كلما اتجهنا نحو الموجات الأقصر (منطقة الأشعة فوق البنفسجية) التي لها تردد عالي ($\frac{1}{\lambda} \alpha f$).

ولذلك وضع (بالمر) صيغة رياضية لحساب أطوال أمواج خطوط الطيف المرئي لذرة الهيدروجين.

$$\frac{1}{\lambda} = \left(\frac{1}{2^{2}} - \frac{1}{ن^{2}}\right) R_H$$

حيث λ الطول الموجي للخط الطيفي.

$\frac{1}{\lambda}$ العدد الموجي وهو مقلوب الطول الموجي ووحدته مقلوب وحدة الطول (سم$^{-1}$)

ن عدد صحيح موجب = 3 ، 4 ، 0 ..... ∞

R_H ثابت ريدبيرج وهو يساوي 109747.58 سم$^{-1}$ لذرة الهيدروجين.

ومن العلاقة نستنتج ما يلي:

1) عندما ن = 3 نحصل على الخط الأول H_α وطول الموجي 6564 استروم.
2) عندما ن = 4 نحصل على الخط الثاني H_β وهكذا لبقية الخطوط.
3) بزيادة ن تتقارب الخطوط حتى نصل إلى ن = ∞ فإنها تندرج في خط واحد طوله الموجي 3646 أنجستروم.

وقد سميت هذه السلسلة بسلسلة بالمرتكريما له.

تقاس أبعاد النواة بوحدات هي:

(1) النانومتر (***nm***): حيث نانومتر = 10^{-9} متر = 10^{-7} سم

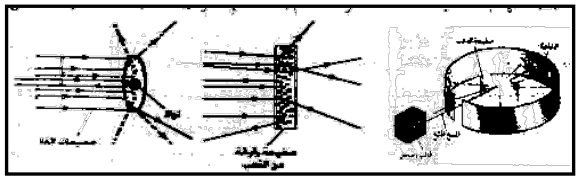
(2) الأنجستروم(***A°***):حيث الأنجستروم = 10^{-10} متر=10^{-8} سم

وجدير بالذكر أن الفيزياء التقليدية لم تستطع تفسير الصيغة الرياضية لمعادلة بالمر وظلت علاقة رياضية تجريبية لا تعطى فكرة عن البنية الداخلية لذرة الهيدروجين.

تجربة رذرفورد:

قام العالم البريطاني رذرفورد أحد تلاميذ طومسون بتجربته المشهورة مستغلاً ظاهرة النشاط الإشعاعي للعناصر وانبعاث أشعة ألفا وبيتا وجاما منها محاولاً الكشف عن عمق أعماق الذرة.

خطوات التجربة:



1) عند قذف صفيحة رقيقة من الذهب (سمكها 10^{-3}مم) بحزمة من جسيمات ألفا (أيونات هيليوم موجبة He^{++}) منطقة بطاقة عالية من عنصر مشع مثل الراديوم موضوع في قالب رصاص (الرصاص يمتص الأشعة فيمنع تسربها وبذلك تخرج حزمة ضيقة من فتحة بالقالب).
2) تصطدم الجسيمات بالصفيحة وتتشتت فتصطدم بشاشة اسطوانية مطلية بكبرتيد الزنك (***ZnS***).
3) تومض الشاشة أي تعطي ضوء عند أماكن سقوط الأشعة عليها.

الاستنتاج:

1) معظم جسيمات ألفا تمر من خلال الصفيحة دون انحراف أو تغير في مسارها.
2) عدد قليل منها (جسيم من كل 800جسيم) إما ينعكس عن الصفيحة أي تشتت بزوايا أكبر من90^{5} أو يرتد على نفسه عائداً في اتجاه المصدر أي بزاوية 180^{5}.

وبمقارنة النتائج بنموذج طومسون كان من المفروض أن تنفذ الجسيمات من صفيحة الذهب دون انحراف يذكر (انحراف مقداره 0.01 من الدرجة عند تصادمها بالالكترونات السالبة لحدوث التجاذب وانحراف 0.025 من الدرجة عند اصطدامها بالشحنة الموجبة لحدوث التنافر).

وبذلك أنهار نموذج طومسون للذرة.

مزايا نموذج طومسون:

1) أعطاء تصور أن الذرة عبارة عن كرة صغيرة مصقولة مرنة فسرت النظرية الحركية للغازات.
2) ساهم في تطور النظرية الذرية الحديثة التي اكتشفت الطبيعة النووية للذرة على يد رذرفورد / بور بعد ذلك.

عيوب نموذج طومسون:

1)لم يستطع تفسير الطيف الخطي المشاهد (المرئي) لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين.
2)لم يستطع تفسير تشتت جسيمات ألفا الساقطة على صفيحة الذهب.

نموذج رذرفورد (النظام النووي):

وضع رذرفورد نموذج للذرة مستعيناً بنتائج تجربته السابقة الذي استخلص منها النتائج التالية:

(1) انحراف أو انعكاس أو ارتداد عدد قليل من جسيمات ألفا عند اصطدامها بالصفيحة. وذلك بسبب وجود في مركز كل ذرة من ذرات الصفيحة جسم صغير جداً يحمل الشحنة الموجبة للذرة فتتنافر معها دقائق ألفا وتتشتت بزوايا كبيرة ومتفاوته حسب اقترابها من المركز ويسمى بالنواة وهو يتضمن معظم كتلة الذرة.

(2) معظم جسيمات ألفا الساقطة على الصفيحة تمر منها دون أي انحراف أو تشتت. لأن الجزء الأكبر من حجم الذرة المحيط بالنواة يشكل فراغ، تتوزع فيه الالكترونات السالبة ونظراً لصغر كتلتها فإنها لا تؤثر على جسيمات ألفا المندفعة بسرعة كبيرة فتمر بدون تشتت.

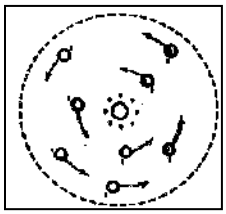
فروض نموذج رذرفورد:

1) تتركز الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها داخل حجم صغير جداً في مركز الذرة يسمى النواة.
2) تتوزع الالكترونات السالبة الشحنة حول النواة في مدارات تشبه مدارات الكواكب السيارة في نظامنا الشمسي بحيث تتعادل شحنتها السالبة مع الشحنة الموجبة للنواة.
3) معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ لصغر حجم كتلة الإلكترون بالنسبة لأبعاد الذرة.

1) عندما تم تحديد كتل البروتونات في ذرة العنصر الواحد وجد رذرفورد أنه يقل عن الكتلة الحقيقية لتلك الذرة فتنبأ بوجود جسيمات أخرى في النواة متعادلة كهربياً وفعلاً تم بعد ذلك اكتشاف النيترون المتعادل الشحنة وكتلته تساوي كتلة البروتون تقريباً على يد العالم (شادويك).
2) يبلغ نصف قطر النواة 10^{-13}سم تقريباً ومتوسط نصف قطر الذرة 10^{-8}سم تقريباً.

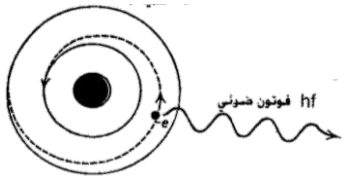
س/ لماذا افترض رذرفورد أن معظم كتلة الذرة وليست كل كتلتها توجد في النواة؟

عيوب نموذج رذرفورد:



(1) في ضوء الفيزياء الكلاسيكية وخصوصاً النظرية الكهرومغناطيسية فإن الإلكترون المتحرك حول النواة في مدار دائري يحدث لشحنته تعجيل فيشع طاقه كهرومغناطيسية بصورة مستمرة أي يعطي طيف مستمر أي متصل.
(2) عندما يفقد الإلكترون طاقته تدريجياً تتناقص سرعته باستمرار فيقترب من النواة تدريجياً في مسار حلزوني حتى يقع في النواة ويندمج معها.

هذا هو منطق الفيزياء الكلاسيكية لكن ذلك في الحقيقة لا يحدث ويتناقض مع الوضع الطبيعي للذرة لأن:



1) ذرة الهيدروجين مستقرة لأن الكتروناتها مستقرة ولا تشع إلا في حالة الإثارة فقط.
2) طيف ذرة الهيدروجين طيف خطي أي تفقد الطاقة بطريقة متقطعة وليس طيف مستمر أي تفقد الطاقة تدريجياً.

ويعتبر هذا عجزاً للفيزياء التقليدية في تفسير الظواهر الذرية ومن هنا بدأ البحث عن نظرية أخرى لحل هذا اللغز وأتى ذلك بعد اكتشاف (بلانك) فكرة تكيم الأشعة.

إشعاع الجسم الأسود:

1) عند تسخين جسم مثل قطعة حديد أو فتيل تنجستن فوق درجة الصفر المطلق (-273°م) ينبعث إشعاع حراري يعتمد على نوع مادة الجسم ودرجة حرارته.
2) يعد الإشعاع الحراري شكلاً من أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية مثل الضوء المرئي حيث:

(أ) في درجات الحرارة المنخفضة:

يتألف الطيف المنبعث غالباً من إشعاعات طاقتها منخفضة تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء ولذلك لا ترى بالعين المجردة فيظهر الجسم في بداية التسخين معتماً.

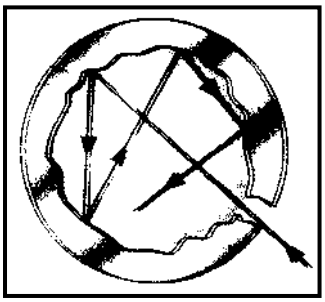
3) **بارتفاع درجة حرارة الجسم:**
ينزاح الطيف نحو مجال أعلى من الطاقة أي نحو الموجات الأقصر طولاً فيصدر إشعاعات مرئية بلونها الأحمر ثم البرتقالي فالأخضر وأخيراً يصبح الشعاع المنبعث أبيض اللون (الذي هو خليط من جميع الأضواء المرئية)، ولذلك يعتبر طيف الإشعاع الحراري طيف متصل لأنه يحتوي على جميع الأطوال الموجية المختلفة المرئية وغير المرئية.

4) يعتبر الجسم الأسود سؤال وزاري ي من حيث امتصاص الأشعة أو بثها حسب قانون (كيرشوف) فالجسم جيد الامتصاص هو أيضاً جيد الإشعاع.

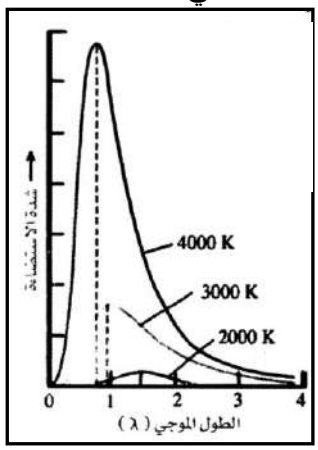
.: الجسم الأسود السؤال وزاري ي:

هو الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية أو يشعها.

5) أفضل تمثيل للجسم الأسود السؤال وزاري ي هو تجويف صغير من المادة (حديد أو نحاس مثلاً) بها فتحة صغيرة تدخل منها الإشعاعات فينعكس على جدرانه الداخلي انعكاسات متتالية، وفي كل انعكاس يحدث امتصاص للأشعة حتى تمتص كلياً .



وعند تسخين جدران التجويف من الخارج حتى درجة معينة فإنه ينبعث من الفتحة إشعاع حراري تتغير طاقته حسب تغير الطول الموجي ودرجة حرارة الجسم كما في المنحنى التجريبي المقابل في الشكل.



تفسير إشعاع الجسم الأسود:

فشل العلماء في إيجاد صيغة رياضية تعبر عن المنحنى التجريبي لطيف الجسم الكهرومغناطيسية الجسم الأسود لماذا؟
من المفترض زيادة مربع التردد (معادلة في الترددات المنخفضة فإنه ينخفض شدة وهذا يعتبر عجزاً إشعاع الجسم الأسود.

نظرية (مبدأ) الكم لبلانك:

لتفسير إشعاع الجسم الأسود وجد (بلانك) أنه يجب نقض النظرية الكلاسيكية من حيث أن الطاقة لا يمكن أن تنبعث أو تمتص بصورة مستمرة كما هو معروف كلاسيكياً وإنما على شكل كميات محددة بقيم معينة للطاقة، وتسمى بمبدأ تكميم طاقة الإشعاع.

فروض النظرية:

1) ينبعث الإشعاع من الجسم الأسود الساخن لاهتزاز جزيئات أو ذرات سطحه (المهتزات).

2) هذه المهتزات لا تبعث الطاقة الإشعاعية بشكل متصل أي مستمر وإنما على شكل كمات (أو زخات) أو مضاعفات صحيحة لهذه الكمات.
3) طاقة الكمه تأخذ قيم معينة حسب العلاقة.

$$\text{طا} = \text{ن } hf$$

حيث ن عدد صحيح موجب = 1 ، 2 ، 3
f **تردد الإشعاع المنبعث.**
h **ثابت بلانك ويساوي 6.625× 10^{-34} جول. ث**
4) الكم لا يقبل الانقسام ولذلك فإن امتصاص الطاقة أو انبعاثها يتم بصورة متقطعة (خطي غير متصل).

س/ في ضوء نظرية الكم. فسر طيف الجسم الأسود الساخن.

في البداية تزداد شدة الإضاءة لزيادة عدد الذرات المهتزة (المذبذبات الكهربية) التي تعطى إشعاع كهرومغناطيسي تردده يناظر ترددها.
أما عند الترددات العالية فينخفض شدة الضوء لانخفاض عدد الذرات ذات الطاقة العالية.
واعتماداً على نظرية الكم (لبلانك) استطاع(اينشتاين)تفسير الظاهرة الكهروضوئية وأيضاً (بوهر) في وضع نظريته لذرة الهيدروجين.

نظرية بوهر لذرة الهيدروجين:

في عام 1913م استعان العالم بوهربور بنظرية الكم لبلانك لإزالة الاعتراضات على نموذج (رذرفورد) النووي للحصول على نموذج ذري جديد يفسر الأطياف الخطية ويربطها ببناء الذرة الالكتروني. وتعتبر نظريته خليط من الفيزياء التقليدية.
وفكرة تكميم الطاقة ولذلك سميت بنظرية الكم القديمة (النظرية الشبة تقليدية) وتركزت جهود بوهر على طيف ذرة الهيدروجين لأنه أبسط الذرات تركيباً، وكذلك الأيونات الشبيهة بالهيدروجين التي لها إلكترون واحد مثل أيون الهيليوم الأحادي (He^{+}) وأيون الليثيوم الثنائي (Li^{++}).
وتتلخص نظريته في الفروض التالية:

فروض نظرية بوهر:

1) يتحرك الإلكترون حول النواة في مدارات دائرية دون أن تشع الذرة طاقة وتسمى المدارات بمستويات الطاقة المستقرة المكممة.
2) هذه المدارات المستقرة أو المكممة تجعل كمية التحرك الزاوي للإلكترون (ك ع ن ق ن) لا يأخذ إلا قيم محددة هي مضاعفات صحيحة للمقدار الثابت $\left(\hbar = \frac{h}{\pi 2}\right)$ ولذلك لايوجد الإلكترون إلا في مدارات محددة.

$$\therefore \quad \text{ك ع ن ق ن} = \text{ن } \hbar = \text{ن } \frac{h}{\pi 2} \quad \text{كجم.م}^2/\text{ث}$$

حيث ن عدد صحيح موجب = 1، 2 ، 3، .....
h **ثابت بلانك.**
3) لا تشع الذرة طاقة طالما بقى الإلكترون في مداره ولكنها تشع كمية محددة من الطاقة عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة (مدار) عالي إلى مستوى طاقة

منخفض وتمتص نفس الطاقة إذا انتقل الإلكترون من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى طاقة عالي.
حيث كمية الطاقة الممتصة أو المشعة = الفرق بين طاقة المستويين.

$$\therefore \Delta \text{ط} = \text{ط}_{\text{م}} - \text{ط}_{\text{ب}} = hf$$

حيث ط$_{\text{ب}}$ طاقة المستوى الابتدائي الذي انتقل منه الإلكترون.

ط$_{\text{م}}$ طاقة المستوى النهائي الذي انتقل إليه الإلكتـــرون.

f تردد الضوء المنبعث أو الممتص.

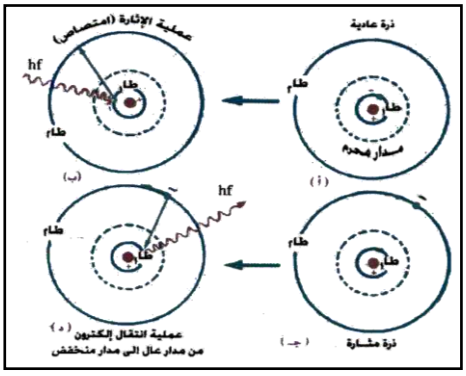
1) حسب النظرية تدور الإلكترونات في مدارات محددة تبعد عن النواة بأنصاف أقطار ثابتة أما بقية الفراغ المحيط بالنواة والموجود بين المدارات فيعتبر منطقة محرمة لحركة الإلكترونات.
2) تشع الإلكترونات الطاقة على شكل كمات عندما تقفز إلى مدارات أدنى (منخفضة في الطاقة) فيتولد طيف إشعاع خطي كما تمتصها بنفس الكيفية عندما تقفز إلى مدارات أعلى ويتولد عندئذ طيف امتصاص خطي. أي أن الالكترونات تمتص الطاقة وتشعها بطريقة متقطعة وليس بطريقة متصلة (مستمرة) كما افترضت النظرية الكهرومغناطيسية الكلاسيكية.

مبررات فرضيات بوهر:

1) **مبرر الفرضية الأولى:** منطقي من الواقع لأن ذرة الهيدروجين مستقرة لا ينبعث منها إشعاع طالما لم تثار الذرة بطاقة خارجية.
2) **مبرر الفرضية الثانية:** ظهر لاحقاً على يد العالم (دي برولي 1926م) باكتشافه الطبيعة الموجية للإلكترون (الإلكترون جسيم تصاحبه حركة موجية عند حركته مثل الضوء).
3) **مبرر الفرضية الثالثة:** يأتي من فكرة التكميم (لبلانك) وهي تعبر أيضاً عن مبدأ حفظ الطاقة.

عمليتي الامتصاص والإشعاع طبقاً لنظرية بوهر:

1) لذرة الهيدروجين مستويات طاقة أصغرها يسمى المستوى الأرضي (ط$_1$) وهو الذي توجد فيه الذرة في حالتها العادية فتكون مستقرة أما المستويات التالية له (ط$_2$ ، ط$_3$ ،...) فتسمى بمستويات إثارة الذرة.



2) إذا سقط على ذرة الهيدروجين وهي في حالتها العادية كم من الطاقة الضوئية (يسمى فوتون) طاقته (hf) يساوي الفرق بين طاقتي المستويين ط$_1$، ط$_2$.

$$\therefore hf = \text{ط}_2 - \text{ط}_1$$

فإن الذرة تمتصه فينتقل إلكترونها من المستوى ط$_1$ إلى المستوى ط$_2$ وتسمى

العملية بإثارة الذرة إلى المستوى طـ$_2$.

3) سرعان ما تتخلص الذرة من طاقة الإثارة (hf) التي امتصتها فيعود الإلكترون تلقائياً إلى مستواه الأصلي طـ$_1$ باعثاً بالطاقة التي امتصها على شكل إشعاع تلقائي له نفس التردد (f).

سؤال وزاري (1):

احسب كمية التحرك الزاوية لإلكترون يدور في المدار الثاني لذرة الهيدروجين علماً بأن ثابت بلانك 6.6× 10^{-34} جول/ث.

الإجابة النموذجية :

∴ كمية التحرك الزاوي = ن $\hbar$ = ن × $\frac{h}{\pi 2}$ = $\frac{10^{-34}\times 6{,}6\times 2}{\frac{22}{7}\times 2}$ = 2.1 × 10^{-34} كجم.م^2/ث

استخدام فروض بوهر:

استخدم بوهر فروضه في حساب ما يلي:

1) نصف قطر المدار. 2) السرعة التي يتحرك بها الإلكترون في مداره.

3) طاقة الإلكترون في مداره أي طاقات مستويات الطاقة.

4) رسم مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين.

ملاحظة:

يتزن الإلكترون في مداره المستقر تحت تأثير قوتين:

(1) قوة جذب النواة لـه حيث ق = $\frac{\text{ش}\times\text{ش}}{\text{نق}^2}$ × ي

حيث ي ثابت العزل الكهربي = 9 × 10^9 نيوتن.م^2/كولوم^2 في الهواء.

(2) القوة الطاردة المركزية له أثناء الدوران حيث ق = $\frac{\text{ك ع}^2}{\text{نق}}$ ($\frac{\text{ع}^2}{\text{نق}}$ هي العجلة)

∴ $\frac{\text{ك ع}^2}{\text{نق}}$ = $\frac{\text{ش}^2}{\text{نق}^2}$ × ي

∴ ك ع^2 نق = ش^2 × ي ⇐ (1)

أولاً: حساب نصف قطر المدار ا لذي يتحرك فيه الإلكترون

من فروض بوهر: ك ع$_{\text{ن}}$ نـقن = ن $\hbar$ ⇐ (2) (البرهـان غيـر مقـرر وللإطلاع فقط)

بتربيع المعادلة (2) والقسمة على المعادلة (1)

∴ $\frac{\text{ك}_{\text{ن}}^2\ \text{ع}_{\text{ن}}^2\ \text{نق}_{\text{ن}}^2}{\text{ك}_{\text{e}}\ \text{ع}_{\text{ن}}^2\ \text{نق}_{\text{ن}}}$ = $\frac{\text{ن}^2\ \hbar^2}{\text{ش}_{\text{e}}^2\times\text{ي}}$

∴ نقن = $\frac{\text{ن}^2\ \hbar^2}{\text{ي ش}_{\text{e}}^2\ \text{ك}_{\text{e}}}$

وبـــالتعويض عـــن قـــيم $\hbar = \frac{h}{\pi 2}$ =10^{-34}×1.054 جـــول.ث،ك$_e$= 10^{-31}×9.1 كجـــم، ش$_e$=10^{-19}×1.6

ي = 9× 10^{9} نيوتن. م^2 كولوم^2

نحصل على نصف قطر المدار الأول للإلكترون (نق$_1$) حيث نق$_1$ = 0.528 أنجستروم =0.528×10^{-8}سم

∴ نق$_ن$ = نق$_1$ × ن^2

أي نق$_ن$ α ن^2

∴ نصف قطر المدار يتناسب طردياً مع مربع رتبة المدار (العدد الكمي الرئيسي).

* وبإعطاء ن القيم 1، 2 ، 3 ، 4 ، ..... ∞ نجد أن

نق$_1$ = 0.528 × 10^{-8}سم ، نق$_2$ = نق$_1$× (2)^2 = 4 نق$_1$

نق$_2$ = نق$_1$ × (3)^2 = 9نق$_1$ وهكـــذا

* نسبة إنصـاف أقطـار المـدارات المتتاليـة لـذرة الهيـدروجين هـي: 1: 4 : 9 : 16 وهكـذا

∴ مدارات الإلكترون

هي مدارات مكممة ومسموح للإلكترون أن يتواجد فيها في ذرة الهيدروجين وليس في أي مدار.

ثانياً: حساب سرعة الإلكترون في مداره

بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) (البرهان غير مقرر وللإطلاع فقط)

$$\frac{ك_e \, ع_ن^2 \, نق_ن}{ك_e \, ع_ن \, نق_ن} = \frac{ش^2 \times ي}{\hbar \, ن}$$

$$\therefore \; ع_ن = \frac{ش^2 \times ي}{\hbar \, ن}$$

بالتعويض عن قيم ى ، ش$_e$ ، $\hbar$

وعليه تكون سرعة الإلكترون في المدار الأول أي ن = 1

ع$_1$ = 2.2 × 10^{6} م/ث = 2.2× 10^{8} سم/ث

$$\therefore \; ع_ن \; \alpha \; \frac{ع_1}{ن} \text{ سم / ث}$$

أي أن سرعة الإلكترون تتناسب عكسياً مع رتبة المدار.

∴ كلما زاد نصف قطر المدار أي أبتعد الإلكترون عن النواة قلت سرعته.

* وبإعطـاء ن القيم 1، 2 ، 3 ، 4 ، ..... ∞ نجد أن سرعة الإلكترون في المدارات هي:

ع$_1$، ع$_2$ = $\frac{ع_1}{2}$ ، ع$_3$ = $\frac{ع_1}{3}$ ، ع$_\infty$ = $\frac{ع_1}{\infty}$ = صفر

∴ **في هذه الحالة يكون الإلكترون خارج الذرة وغير مرتبط بالنواة (تأينت الذرة)**

ملحوظة: **عندما ن = ∞ ∴ ع$_{\infty}$ = صفر**

ثالثاً: حساب الطاقة الكلية للإلكترون في مداره(حساب طاقة مستويات الطاقة المختلفة)

(البرهان غير مقرر وللإطلاع فقط)

عند دوران الإلكترون في مدار معين يكون له:

(1) طاقة حركة ناشئة عن حركته الدائرية:

$$\text{طا} = \frac{1}{2}\,\text{ك}\,\text{ع}^2 = \text{ي}\,\frac{\text{ش}^2}{2\,\text{نق}}$$

(2) طاقة وضع ناشئة عن المجال الكهربي للنواة:

$$\text{طا} = \text{ق} \times \text{ف} = -\,\text{ي}\,\frac{\text{ش}^2}{\text{نق}}$$

حيث الإشارة السالبة تعني أن الإلكترون مرتبط بالنواة وذلك برسم مدار مقفل حولها أي يجب بذل شغل لإزاحة الإلكترون من موضعه إلى ما لانهاية.

∴ طاقة المستوى (طان) $= \text{ي}\,\frac{\text{ش}^2}{2\,\text{نق ن}} + (-\,\text{ي}\,\frac{\text{ش}^2}{\text{نق ن}})$

$$= -\,\frac{\text{ش}^2}{2\,\text{نق ن}}$$

بالتعويض عن قيمة نق$_{\text{ن}}$ ∴ طان $= \frac{\text{ك}_2\,\text{ي}^2\,\text{ش}^4}{2\,\text{ن}^2\,\hbar^2}$

ومنها نحصل على طاقة الإلكترون في المدار الأول ن = 1

∴ طا$_1$ = −13.6 إلكترون فولت (أ.ق)

$$\text{∴ طان} = \frac{\text{طا}_1}{\text{ن}^2}\,\text{أ . ف}$$

أي أن $\boxed{\text{طان} \propto \frac{1}{\text{ن}^2}}$

∴ **طاقة الإلكترون (أو طاقة المستوى) تتناسب عكسياً مع مربع رتبة المدار (العدد الكمي الرئيسي)**

ملاحظة:

$$\boxed{1\ \text{أ. ف} = \boxed{1.6} \times \boxed{10^{-19}}\ \text{جول والعكس}\ \boxed{1\ \text{جول} = \frac{1}{1.6}}\ \boxed{10^{19}}\ \text{أ.ف}}$$

* وبإعطاء ن القيم 1 ، 2 ، 3، ..... ∞ نجد أن.

طا$_1$ = −13.6 أ.ث ، طا$_2$ $= \frac{-13.6}{2^2} = \frac{-13.6}{4} =$ −3.4 أ.ف

طا$_3$ $= \frac{-13.6}{23} =$ −1.51أ.ف ، طا$_4$ $= \frac{-13.6}{2^4} =$ - 0.85 أ. ف

$$طا_{\infty} = \frac{13.6}{\infty} = صفر\ أ.ف$$

ومنها نستنتج:

1) الطاقات المسموحة للإلكترون أن يأخذها في داخل الذرة لها قيم محددة وليست أي طاقة.
∴ **تكون على شكل كمات من الطاقة وليست قيم متصلة ولذلك تسمى طاقات مكممة**
2) طاقة الإلكترون سالبة ولذلك تزداد جبرياً بزيادة رتبة المدار أي كلما زاد العدد الكمي الرئيسي كلما ابتعد الإلكترون عن النواة زادت طاقته جبرياً.
3) عندما ن = ∞ تكون طاقة الإلكترون صفر وفي هذه الحالة يكون الإلكترون حر غير مرتبط بالنواة ويقال أن الذرة تأينت أي فقدت إلكترون.
4) خارج الذرة تكون طاقة الإلكترون موجبة لأنها عبارة عن طاقة حركية لحركة مستمرة (أي طاقة الوضع له = صفر) فينتج عن ذلك طيف إشعاعي متصل بينما داخل الذرة طاقته مكممة فينتج عن ذلك طيف خطي.
5) طاقة التأين لذرة الهيدروجين أي الطاقة اللازمة لإخراج الإلكترون من المستوى الأرضي $طا_1$ إلى خارج الذرة $طا_{\infty}$ هو أن يمتص الإلكترون طاقة حيث:

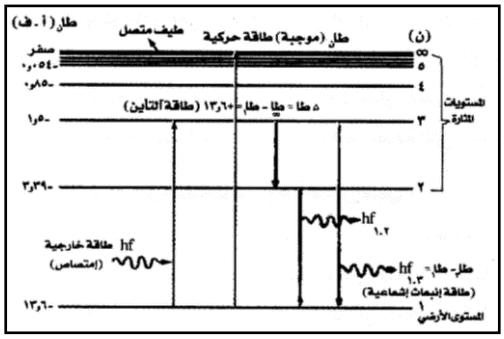
$$hf = طا_{\infty} - طا_1 = صفر - (-13.6) = +13.6\ أ.ف$$ وتسمى بطاقة التأين لذرة الهيدروجين.

رابعاً: رسم مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين:

من القيم السابقة لطاقة المستويات يمكن رسم مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين ويسمى ذلك بمخطط مستوى الطاقة.

مخطط مستوى الطاقة:

هو مخطط تمثل فيه طاقة الإلكترون في كل مدار بمستوى أفقي يسمى مستوى الطاقة ويبين الانتقالات الممكنة للإلكترون بين هذه المستويات.



ومن الشكل يتضح أنها:

1) خطوط مستقيمة أفقيه متوازية.
2) كل منها يوضح الطاقة التي يمكن أن تكون عليها الذرة.
3) مستويات الطاقة تتزاحم بشدة كلما اقتربت ن من ∞ حتى يتعذر التمييز بينها.
4) يمثل انتقال الإلكترون من مستوى طاقة إلى آخر بسهم رأسي ينتج عنه خط طيفي طاقته (***hf***) تساوي الفرق بين طاقتي هذين المستويين حسب فرضية بوهر الثالثة.
5) الإلكترون البعيد عن النواة يمتلك طاقة أكبر فيكون أكثر نشاطاً وفاعلية ويدخل في التفاعلات الكيميائية ويكون غير مستقر لأنه مثار باكتسابه طاقة فيعود ثانية إلى مكانة الأصلي فاقداً الطاقة التي امتصها على شكل إشعاع طيفي أما الإلكترون القريب من النواة فعلى العكس حيث يمتلك طاقة أقل فيكون أكثر استقراراً.

سؤال وزاري (2):

احسب أنصاف أقطار المدارات 2 ، 3 لذرة الهيدروجين. واحسب كذلك سرعة الإلكترون في كل منها وطاقته. علماً بأن نق$_1$ = 0.528 أنجستروم، ع$_1$ = 2.2× 10^8سم/ث ،طا$_1$= –13.6 أ.ف

الإجابة النموذجية :

نق$_1$ = 0.528 ع$_1$ = 2.2× 10^8 طا$_1$= –13.6

نق$_2$= ؟ نق$_3$=؟ ع$_2$=؟

ع$_3$ =؟ طا$_2$=؟ طا$_3$= ؟

1) ∵ نق$_n$ = نق$_1$ × ن^2

∴ نق$_2$ = 0.528 × 2^2 = 0.528× 4 = 2.112 أنجستروم (**A°**)

نق$_3$ = 0.528 × 2^3 = 0.528× 9 = 4.752أنجستروم (**A°**)

ملاحظة:

إذا طلب نصف القطر بوحدة السنتيمتر والمتر نحولها كما يلي:

نق$_2$ = 2.112 أنجستروم = 2.112× 10^{-8} سم = 2.112× 10^{-10}م

2) ∵ ع$_n$ = $\frac{ع_1}{ن}$

∴ ع$_2$ = $\frac{2.2\times10^8}{2}$ = 1.1 ×10^8سم = 1.1× 10^6 م

ع$_3$ = $\frac{2.2\times10^8}{3}$ = 0.73× 10^8 سم/ث = 0.73× 10^6م/ث

3) ∵ طا$_n$ = $\frac{طا_1}{ن^2}$

∴ طا$_2$ = $\frac{13.6}{2^2}$ = $\frac{-13.6}{4}$ = –3.4 أ.ف

∴ طا$_3$ = $\frac{13.6}{3^2}$ = $\frac{-13.6}{9}$ = – 1.51 أ.ف

انبعاث الضوء من ذرة بوهر وحساب الأطوال الموجية لطيفها:

من الشكل السابق الذي يمثل مستويات الطاقة يتبين أنه عندما ينتقل إلكترون من مستوى طاقة أعلى ابتدائية (طا$_I$)إلى مستوى طاقة أقل نهائية (طا$_f$) فإن الفرق في الطاقة بين المستويين يظهر في صورة إشعاع ضوئي (فوتون) طاقته (***hf***) حيث:

hf = طا$_I$ - طا$_f$

∴ ***f*** = $\frac{طا_I}{h} - \frac{طا_f}{h}$

∵ ***f*** = $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ حيث ع$_{ض}$ سرعة الضوء المنبعث، λ الطول الموجي له.

∴ $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{طا_I}{h} - \frac{طا_f}{h}$

$\because$ طا$_i$ = $\frac{-\text{طا}_1}{\text{ن}_I^2}$ ، طا$_f$ = $\frac{-\text{طا}_1}{\text{ن}_f^2}$

$\therefore$ $\frac{\text{ع}_\text{ض}}{\lambda} = \frac{-\text{طا}_1}{\text{ن}_I^2 h} - \frac{-\text{طا}_1}{\text{ن}_f^2 h} \Leftarrow \frac{\text{ع}_\text{ض}}{\lambda} = \frac{\text{طا}_1}{h} \left(\frac{1}{\text{ن}_f^2} - \frac{1}{\text{ن}_i^2}\right)$

$\therefore$ $\frac{1}{\lambda} = \frac{\text{طا}_1}{\text{ع}_\text{ض} \times h} \left(\frac{1}{\text{ن}_f^2} - \frac{1}{\text{ن}_i^2}\right)$

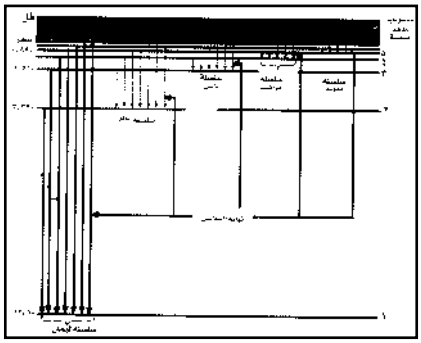
وبالتعويض عن قيم الثوابت h ، ع$_\text{ض}$، طا$_1$ نحصل على مقدار ثابت هو 109737.31سم$^{-1}$ وهو يقترب فعلاً من R_H للهيدروجين الذي يساوي 109677.58سم$^{-1}$

$\therefore$ $\boxed{\frac{1}{\lambda} = \left(\frac{1}{\text{ن}_I^2} - \frac{1}{\text{ن}_f^2}\right) R_H}$

ملاحظة:

هذه العلاقة هي نفس العلاقة التجريبية التي أوجدها بالمر والمذكورة سابقة ومن هذه يمكن الحصول على سلاسل طيف ذرة الهيدروجين التي سميت بأسماء مكتشفيها كما يلي:

(1) سلسلة ليمان:

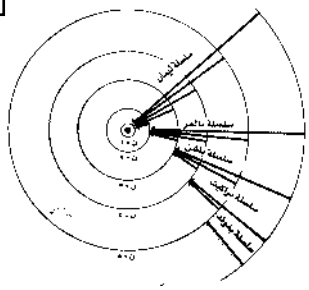


تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الأول.

$\therefore$ ن$_f$ = 1 ن$_I$ = 2 ، 3 ، 4 ، 5 ..... ∞

وهي مجموعة من خطوط الطيف تمتاز بترددها العالي وقصر طولها الموجي حيث تقع في منطقة الأشعة فوق البنفسجية.

(2) سلسلة بالمر:



تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الثاني.

$\therefore$ ن$_f$ = 2 ن$_I$ = 3 ، 4 ، 5 ..... ∞

وهي مجموعة من خطوط الطيف تمتاز بكبر طولها الموجي نسبياً حيث تقع في منطقة الضوء المرئي.

(3) سلسلة باشن:

تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الثالث.

∴ $n_f = 3$ $\quad n_I = 4 ، 5، 6، 7 \ldots\ldots\ldots\ldots \infty$

وهي مجموعة من خطوط الفيض تمتاز بأن طولها الموجي أكبر نسبياً من سلسلة ليمان بالمر ولذلك تظهر في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

(4) سلسلة براكت:

تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الرابع.

∴ $n_f = 4$ $\quad n_I = 5، 6، 7 + \ldots\ldots\ldots\ldots \infty$

وهي مجموعة **من خطوط الفيض** تمتاز بأن طولها الموجي كبير جداً ولذلك تظهر في منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة.

(5) سلسلة بفونـد:

تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الخامس.

∴ $n_f = 5$ $\quad n_I = 6، 7، 8 \ldots\ldots\ldots\ldots \infty$

وهي مجموعة من خطوط الفيض تمتاز بأن طولها الموجي كبير نسبياً عن سلسلة براكت ولذلك تظهر في منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة.

ملاحظة هامه

$\because \quad \frac{h\varepsilon}{\lambda} = hf \qquad$ لأن $\frac{\varepsilon}{\lambda} = f$

∴ الطول الموجي للشعاع يتناسب عكسياً مع التردد وأيضاً مع طاقة الشعـــاع.

∴ أقصر الأطوال الموجية لسلسلته هو الذي يمتلك أكبر طاقة وأكبر تردد.

وأطول الأطوال الموجية لسلسلته هو الذي يمتلك أصغر طاقة وأصغر طاقة.

فمثــلاً:

سلسلـة ليمــان:

أقصر الأطوال الموجية لها عندما يعود الإلكترون من المستوى الأخير ($n_I = \infty$) إلى المستوى الأول ($n_f = 1$)

وأطول الأطوال الموجية عندما يعود من المستوى الثاني ($n_I = 2$) إلى المستوى الأول($n_f = 1$).

وكذلك في سلسلة بالمر:

أقصر الأطوال الموجية عندما $n_I = \infty$ $\quad n_f = 2$

أطول الأطوال الموجية عندما $n_I = 3$ $\quad n_f = 2$

وهكـذا لبقية السلاسل.

سؤال وزاري (3):

احسب أقصر وأطول الأطوال الموجية في سلسلة ليمان/ بالمر؟ ($R_H = 109677.6$سم$^{-1}$).

الإجابة النموذجية :

$$\because \left(\frac{1}{ن_I^2} - \frac{1}{ن_f^2}\right) R_H = \frac{1}{\lambda}$$

(1) سلسلة ليمان:

أقصر الأطوال الموجية عندما $ن_f = 1$ $ن_I = \infty$

$$\therefore R_H = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{1^2}\right) \quad R_H = (-1 \text{ صفر}) \quad R_H = \frac{1}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{R_H} = \frac{1}{109677{,}6} = 9.118 \times 10^{-6} \text{ سم} = 9.118 \times 10^{-8} \times 10^{6} = 911.8 \text{ أنجستروم}$$

أطوال الأطوال الموجية عندما $ن_f = 1$ $ن_I = 2$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) \quad R_H = \left(1 - \frac{1}{4}\right) R_H = \frac{3}{4} \times R_H$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{R_H \times 3} = \frac{4}{109677{,}6 \times 3} = 1.216 \times 10^{-5} \text{ سم} = 1.216 \times 10^{-5} \times 10^{8} =$$

1216 أنجستروم

(2) سلسلة بالمر:

أقصر الأطوال الموجية عندما $ن_f = 2$ $ن_I = \infty$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right) R_H = \frac{1}{4} \times R_H$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{R_H} = \frac{4}{109677{,}6} = 3.647 \times 10^{-5} \text{ سم} = 3.647 \times 10^{-5} \times 10^{8} =$$

3647 أنجستروم

أطوال الأطوال الموجية عندما $ن_f = 2$ $ن_I = 3$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) R_H = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) R_H \times \frac{9-4}{36}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \times \frac{5}{36}$$

$$\therefore \lambda = \frac{36}{R_H \times 5} = \frac{36}{109677{,}6 \times 5} = 6.565 \times 10^{-5} \text{سم} = 6.565 \times 10^{-5} \times 10^{8} = 6565$$

أنجستروم

سؤال وزاري (4):

احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين عندما ينتقل من مستوى الطاقة ن = 5 إلى مستوى الطاقة ن = 3. وكذلك أوجد تردده علماً بأن سرعة الضوء 3×10^{8}م/ث.

الإجابة النموذجية :

$ن_f = 3$ $ن_i = 5$ ع= 3×10^{8}

1) $\because \frac{1}{\lambda} = R_H (\frac{1}{ن_f^2} - \frac{1}{ن_I^2})$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H (\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}) = R_H (\frac{1}{9} - \frac{1}{25}) \times R_H = \frac{25-9}{225}$

$\frac{1}{\lambda} = R_H \times \frac{16}{225}$

$\therefore \lambda = \frac{R_H \times 16}{225} = \frac{109677,6\times16}{225} = 12822\times10^{-8}$سم= 12822 أنجستروم

$\because f = \frac{ع}{\lambda} \Leftarrow \therefore f = \frac{3\times10^{8}}{12822\times10^{-10}} = 2.3\times10^{14}$ هرتز

ويقع هذا الطيف في سلسلة باشن.

سؤال وزاري (5):

احسب العدد الموجي لخطوط الطيف المنبعثة نتيجة الانتقال الإلكتروني من مستوى الطاقة ن= 3.2 إلى مستوى الطاقة ن = 1. وكذلك احسب طولها الموجي.

الإجابة النموذجية :

$\frac{1}{\lambda} = ؟$ $\lambda = ؟$

(1) $ن_f = 1$ $ن_i = 2$

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H (\frac{1}{ن_f^2} - \frac{1}{ن_I^2})$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H (\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}) = R_H (1-\frac{1}{4}) \times R_H = \frac{3}{4}$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = \frac{3}{4}\times109677.6 = 82258.2$ سم$^{-1}$

$\lambda = \frac{1}{82258,2} = 1216\times10^{-8}$سم= 12160 أنجستروم

(2) $ن_f = 1$ $ن_i = 3$

$$\frac{8}{9}\times 109677.6 = \frac{8}{9}\times R_H = (\frac{1}{9}-1)\,R_H = (\frac{1}{2_3}-\frac{1}{2_1})\,R_H = \frac{1}{\lambda}$$

$$\frac{1}{\lambda} = 97491.2 \text{ سم}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{97491,2} = 1026 \times 10^{-8} \text{ سم} = 1026 \text{ أنجستروم}.$$

سؤال وزاري (6):

أثيرت ذرة الهيدروجين فانتقل الإلكترون من مستوى الطاقة الأول إلى مستوى الطاقة الثاني احسب:

(1) طاقة الإثارة (الطاقة الممتصة) بالجول.

(2) تردد الإشعاع الضوئي الناتج.

(3) الطول الموجي للإشعاع المنبعث.

طا$_1$ = -13.6 أ.ف.ع$_{ض}$ = 3×10^8 م/ث

h = 6.625 × 10^{-34} جول.ث

الإجابة النموذجية :

طا$_1$ = - 13.6 ع = 3 × 10^8

(1) ∵ طا$_ن$ = $\frac{\text{طا}_1}{2_ن}$ ⇐ ∴ طا$_2$ = $\frac{-13,6}{2_2}$ = $\frac{-13,6}{4}$ = -3.4 أ.ف

∵ طا = طا$_2$ - طا$_1$

∴ طا = -3.4 - (-13.6) = 13.6 + 3.4 = 10.2 أ. ف

∴ طا = 10.2 × 1.6 × 10^{-19} جول = 16.32 × 10^{-19} جول.

(2) ∵ طا$_ن$ = hf ⇐ $f = \frac{\text{طا}}{h} = \frac{16,32\times 10^{-19}}{6,625\times 10^{-34}}$ = 2.46 × 10^{15} هرتز.

(3) ∵ $\lambda = \frac{ع}{f}$ ⇐ $\lambda = \frac{3\times 10^8}{2,46\times 10^{15}}$ = 1.2195 × 10^{-7} م = 1.2195 × 10^{-7} × 10^{10} = 1219.5 أنجستروم

سؤال وزاري (7):

في أنبوبة أشعة المهبط أثيرت ذرات غاز الهيدروجين بقذفها بأشعة الكترونية منطلقة من المهبط طاقتها 12.09 إلكترون فولت احسب:

1) طاقة المستويات المثارة في الذرة.

2) الأعداد الكمية الرئيسية المناظرة لهذه المستويات.

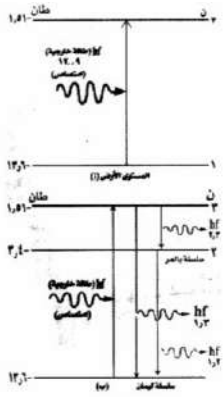
3) الأطوال الموجية التي يمكن أن تبعثها الذرة نتيجة لهذه الإثارة؟ وإلى أي سلسلة تنتمي إليها.

(طا$_1$ = -13.6 أ.ف ، R_H = 109677.58 سم$^{-1}$)

الإجابة النموذجية :

طا = 12.09 أ.ف

1) يمتص إلكترون ذرة الهيدروجين الموجودة في المستوى الأرضي (طا$_1$) هذه الطاقة (طا) ويتنقل إلى مستوى مثار (طان)



∵ طا =طان – طا$_1$

∴ 12.09 = طان –(-13.6) ⇐ 120.9 = طان + 13.6

∴ طان = 12.09 – 13.6 = –1.51 أ. ف

∵ طـــــــان = $\frac{\text{طا}_1}{\text{ن}^2}$ ⇐ ∴ن^2 = $\frac{\text{طا}_1}{\text{طا ن}}$ ⇐ ن = $\sqrt{\frac{\text{طا}_1}{\text{طا ن}}}$ =

$$3 = \frac{13{,}6}{1{,}51}$$

∴ المستوى المثار الذي أنتقل إليه الإلكترون هو المستوى الثالث.

∴ طا$_2$ = $\frac{\text{طا}_1}{\text{ن}^2}$ ⇐ طا$_2$ = $\frac{13{,}6}{2^2}$ = $\frac{13{,}6}{4}$ = –3.4 أ. ف

2) ∴ المستويات المثارة هي ن = 3.2 وطاقاتها هي –3.4 ، –1.51 أ.ف على الترتيب.

3) لحساب الأطوال الموجية للطيف المنبعث هناك احتمالان:

(أ) يعود الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الأول وينتج طول موجي $\lambda_{2,3}$ (سلسلة ليمان)

(ب) يعود الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني وينتج طول موجي $\lambda_{2,3}$ (سلسلة بالمر) ثم يعود من الثاني إلى المستوى الأول وينتج طول موجي $\lambda_{1,2}$ (سلسلة ليمان)

∵ $\frac{1}{\lambda}$ = R_H ($\frac{1}{\text{ن}_i^2}$ ، $\frac{1}{\text{ن}_f^2}$)

∴ $\lambda_{1,3}$ = $\frac{1}{R_H}$ = ($\frac{1}{2_1}$ - $\frac{1}{2_3}$) R_H = (1 - $\frac{1}{9}$) R_H = $\frac{8}{9}$ × R_H

∴ $\lambda_{1,3}$ = $\frac{1}{R_H}$ = $\frac{8}{R_H \times 8}$ = $\frac{9}{109677{,}58 \times 8}$ × 1026 = 1026 أنجستروم = 1026 × 10^{-8} سم

∴ $\lambda_{1,2}$ = $\frac{1}{R_H}$ = ($\frac{1}{2_1}$ - $\frac{1}{2_2}$) R_H = (1 - $\frac{1}{4}$) R_H = $\frac{3}{4}$ × R_H

$$\therefore \lambda_{1,2} = \frac{4}{R_H \times 3} = \frac{4}{109677{,}58 \times 3} = 1216 \times 10^{-8}\text{سم} = 1216$$ أنجستروم

وهذان الخطان ينتميان إلى سلسلة ليمان.

$$\therefore \frac{1}{\lambda_{2,3}} = R_H \left(\frac{1}{2_1^2} - \frac{1}{2_2^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \times R_H = \frac{5}{36}$$

$$\therefore \lambda_{2,3} = \frac{36}{R_H \times 5} = \frac{36}{109677{,}58 \times 5} = 6565 \times 10^{-8}\text{سم} = 6565$$ أنجستروم

وهذا الخط هو الأول في سلسلة بالمر.

حدود إمكانية نظر بوهر (النجاحات – الإخفاقات)

المميـزات:

1) نجح في تفسير طيف ذرة الهيدروجين والذرات المتشابهة أحادية الإلكترون.
2) نجح حساب طاقة التأين لها وحساب إنصاف أقطار المرارات وطاقتها وسرعة الإلكترون فيها بأسس نظرية بحته تطابقت مع الحساب المعملية لها.

العيـوب:

1) لم ينجح في تفسير أطياف الذرات متعددة الإلكترونات أي الأكثر تعقيداً من ذرة الهيدروجين.
2) لم ينجح في تفسير أطياف الذرات الواقعة في مجال مغناطيس خارجي حيث كانت خطوطها الطيفية تتحلل إلى خطوط فرعية متقاربة في أطوالها الموجية تظهر عند تحليلها بمطياف تحليل قدرته كبيرة.
3) لم ينجح في تفسير اختلاف خطوط الطيف في شدتها بمعنى توجد احتمالات لانتقال الإلكترون بين مستويات الطاقة مختلفة وليست ثابتة.
4) بنى نظريته على أساس أن الإلكترون جسيم فقط واتضح بعد ذلك أن له طبيعة موجية ولذلك من المستحيل تحديد مكانة وسرعته في وقت واحد نتيجة لهذه العيوب اقترح سمر فيلد بعض التعديلات على نموذج بوهر لتحسينه.

نموذج (بوهر/ سمر فيلد):

1) مدارات الإلكترون حول النواة على شكل قطع ناقص لأن مسار أي جسم تحت تأثير أي قوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة (مثل القوة الكهربية المؤثرة على الإلكترون) هو بشكل عام قطع ناقص والمسار الدائري الذي اقترحه بوهر للإلكترون هو حالة خاصة من الحالة العامة.
2) نتيجة لهذا يوجد عدد كمي آخر يسمى العدد الكمي السمتي أو الثانوي ($ن_\theta$)

حيث $ن_\theta$ = 1 ، 2 ، 3 ، ..... ن

3)يؤدي هذا إلى أن ينقسم كل مدار (مستوى) أساسي إلى مدارات فرعية.

فمثلاً:

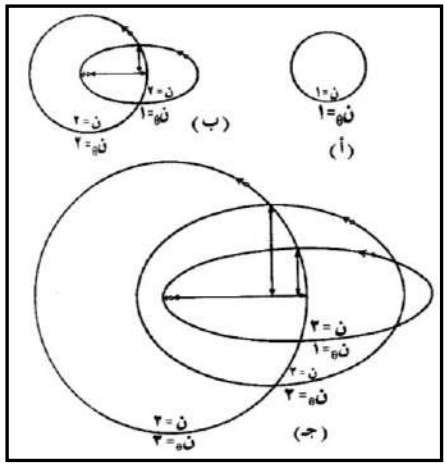
المستوى الأساسي ن = 2 ينقسم إلى مستويين فرعيين $ن_{\theta}$ = 1 $ن_{\theta}$ = 2 (***S, P***)

المستوى الأساسي ن = 3 ينقسم إلى3 مستويات فرعية $ن_{\theta}$= 1 $ن_{\theta}$ = 1 $ن_{\theta}$ = 3 (***s,p,d***)

المستوى الأساسي ن = 1 لا ينقسم ومداره يمثل مسار دائري $ن_{\theta}$ = 1 (***S***)

علـل: عند تحليل طيف ذرة الهيدروجين بمطياف تحليل قدرته عالية تظهر خطوط فرعية متقاربة للخطط الطيفي الواحد.

ج/ لأن كل مستوى أساسي ينقسم إلى مستويات فرعية متقاربة فتظهر عدد من الخطوط تساوي عدد المستويات الفرعية لكل خط.



تعاريف

1) **علم الفيزياء ينقسم إلى:**
(1) **الفيزياء التقليدية:** العلم الذي يفسر الظواهر الطبيعية للأنظمة العيانية.
(2) **الفيزياء الحديثة:** العلم الذي يفسر سلوك الجسيمات الصغيرة جداً للأنظمة المجهرية.

2) **نظرية دالتون الذرية:** المادة تتكون من ذرات غير قابلة للهدم أو الانقسام.

3) **نموذج طومسون الذري:** الذرة شبيهة بكرة مصمتة تتوزع بداخلها الشحنات الموجبة بانتظام وتتخللها الإلكترونات السالبة بحيث يكون مجموعها مساوياً للشحنة الموجبة.

4) **الطيف المتصل:** هو الطيف الذي يحتوي على عدد كبير من الأطوال الموجية بشكل مستمر ومثال لهُ طيف المصادر الضوئية/ الشمس.

5) **الطيف الخطي:** هو الطيف الذي يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية بشكل خطوط منفصلة.
* سؤال وزاري لـــــــهُ: العناصر الكيميائية.
* يستفاد منهُ: في الكشف عن المعادن والتمييز بينها.

6) **أنواع الطيف الخطي:**
(1) طيف انبعاث: هي الألوان الناتجة من العنصر عند تسخينه.
(2) طيف امتصاص: هي الخطوط السوداء الناتجة عند سقوط ضوء على العنصر.

7) **قانون كيرشوف:** العناصر الكيميائية عندما تثار بالتسخين فإنها تشع نفس الألوان التي تمتصها حيث لكل عنصر ألوان خاصة يمتصها.

8) **طرق إثارة العنصر الكيميائي:**
1) قذف غاز العنصر في أنابيب التفريغ بإلكترونات فيمتص طاقتها أو جزء منها.
2) سقوط أشعة ضوء عليه فيمتصها.
3) تسخين العنصر.

9) **طيف ذرة الهيدروجين:**
(1) تظهر خطوط طيف تترتب في مجموعات تسمى بسلاسل الأطياف.
(2) الفرق بين الأطوال الموجية لخطوط ا لطيف تتناقص بسرعة كلما اتجهنا نحو الموجات الأقصر.

10) **نموذج رذرفور الذري:**
(1) تتركز الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها في النواة.
(2) تتوزع الإلكترونات السالبة حول النواة في مدارات بحيث تتعادل شحنتها مع الشحنة الموجبة للنواة.
(3) معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ.

11) **إشعاع الجسم الأسود السؤال وزاري ي:** ينبعث إشعاع حراري عند تسخينه يعتبر طيف مستمر (متصل) وقد عجز علماء الفيزياء التقليدية عن وضع صيغة رياضية لتفسير طيفه.

12) **الجسم الأسود السؤال وزاري ي:** هو الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية أو يشعها.

13) **مبدأ الكم لبلانك:**

(1) ينبعث الإشعاع من الجسم الأسود الساخن نتيجة اهتزاز جزيئات أو ذرات سطحه وتسمى بالمهتزات.
(2) المهتزات لا تنبعث بالطاقة الإشعاعية بشكل مستمر وإنما على شكل كمات.
(3) الكم لا يقبل الانقسام ولذلك فإن امتصاص (انبعاث الطاقة يتم بصورة متقطعة وليس مستمر).

14) فروض نظرية بوهر:

(1)يتحرك الإلكترون حول النواة في مدارات دائرية دون أن تشع الذرة طاقة.
(2)المدارات المستقرة المكممة تجعل كمية التحرك الزاوي للإلكترون بأخذ قيم محددة.
(3)لا تشع الذرة طاقة طالما بقى الإلكترون في مدارة ولكنها تشع أو تمتص كمية محددة من الطاقة عند انتقال الإلكترون من مستويات الطاقة.

15) مخطط مستوى الطاقة: هو مخطط تمثل فيه طاقات الإلكترون في المدارات المختلفة بمستوى أفقي ويبين انتقالات الإلكترون.

16) نموذج بوهر سمرفيلد : 1) مدارات الإلكترون حول النواة على شكل قطع ناقص بشكل عام.
2) يوجد عدد كمي آخر يسمى العدد الكمي السمتى.
3) يؤدي هذا أن ينقسم كل مدار أساسي إلى مدارات فرعية.

القوانين

1) حساب كمية التحرك الزاوي للإلكترون:

$$ك_e \times ع_e \times نق_ن = ن \hbar = ن \frac{h}{2\pi}$$ كجم.م^2/ث

2) حساب نصف قطر المدار:

$$نق_ن = نق_1 \times ن^2$$ سم

3) حساب سرعة الإلكترون في المدار:

$$ع_ن = \frac{ع_1}{ن}$$ سم/ث

4) حساب طاقة الإلكترون (طاقة المدار) أو العدد الكمي ا لرئيسي للمستوى(رتبة المدار):

$$طا_ن = \frac{طا_1}{ن^2}$$ أ. ف

5) حساب الطول الموجي/ العدد الموجي:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{ن_I^2} - \frac{1}{ن_f^2} \right)$$ أ. ف

6) حساب الطاقة الممتصة أو المنبعثة:

$$طا\ (hf) = طا_I - طا_f$$

أو $طا = طا_ن - طا_1$ أ.ف

7) حساب تردد الضوء/ الطول الموجي:

$$f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$$ هرتز

$$f = \frac{طا_{ن}}{h}$$ هرتز

الحقائق العلميه مع التعليل

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
1	إلغاء الشق الثاني من نظرية دالتون أو (فشل النظرية)	لاكتشاف الإلكترونات السالبة والأيونات الموجبة ولذلك فإن الذرة يمكن أن تفقد أو تكتسب بعض مكوناتها وعليه يجب إلغاء أن الذرة لا يمكن هدمها أو انقسامها.
2	يعتبر نموذج طومسون أول نموذج ذري.	لأنه ظهر بعد اكتشاف الإلكترون وإثباته أن الذرة متعادلة كهربياً نجح في تفسير بعض خواص المادة.
3	طيف المصادر الضوئية مستمر بينما طيف العناصر الكيميائية خطي.	لأن طيف المصادر الضوئية يحتوي على عدد كبير من الأطوال الموجية بشكل مستمر أما العناصر فطيفها يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية بشكل منفصل.
4	عند سقوط ضوء على ذرة الهيدروجين تظهر خطوط سوداء.	لأن الهيدروجين يمتص ألوان معينة من الضوء الساقط عليه هي نفسها التي يشعها عند تسخينه حسب قانون كيرشوف.
5	تصنيف طيف ذرة الهيدروجين في سلاسل.	لأن خطوط طيفها تنتظم في تراتيب معينة تصنف إلى مجموعات تسمى بسلاسل الطيف.
6	فشل نموذج طومسون الذري.	لأنه لم يستطع تفسير الطيف الخطي المشاهد لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين ولأنه لم يستطيع تفسير تشتت جسيمات ألفا الساقطة على صفيحة الذهب.
7	انحراف وانعكاس أو ارتداد عدد قليل من جسيمات ألفا عند اصطدامها بصفيحة ذهب.	لوجوده في مركز كل ذرة نواة موجبة فتتنافر معها (دقائق ألفا بزوايا مختلفة حسب اقترابها من المركز)
8	نفاذ معظم جسيمات ألفا الساقطة على صفيحة الذهب دون انحراف.	لأن معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ تدور فيه الإلكترونات ونظراً لصغر كتلتها فإنها لا تؤثر على جسيمات ألف السريعة.
9	فشل نموذج رذرفورد الذري.	لأنهُ حسب النظرية الكهرومغناطيسية التقليدية يحدث تعجيل لشحنة الإلكترون فيشع طاقة بصورة مستمرة ويفقد طاقته تدريجياً حتى يقع في النواة ويندمج معها.
10	تظهر قطعة حديد عند بداية	لأنه في بداية التسخين ينبعث إشعاع حراري طاقته

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
	التسخين معتمة ثم تبدأ بالتوهج بعد ذلك رفع درجة الحرارة.	صغيرة يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي لا ترى لذلك يظهر معتم وبزيادة الحرارة تزداد طاقة الإشعاع ويظهر في منطقة الضوء المرئي فيعطي ألوان أحمر/ برتقالي..... ثم الأبيض.
11	مشكلة (معضلة) الجسم الأسود الساخن.	لعجز علماء الفيزياء التقليدية عن وضع صيغة رياضية تعبر عن المنحنى التجريبي لطيف الجسم الأسود.
12	انبعاث الضوء من ذرة بوهر	يحَدثُ ذلكَ عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل فيفقد طاقة في صورة ضوء.
13	تزداد سرعة الإلكترون كلما اقترب من النواة.	لأن سرعته تتناسب عكسياً مع رتبة المدار ولذلك كلما اقترب تقل رتبة المدار فتزداد سرعته.
14	لا يوجد الإلكترون في الذرة إلا في مدارات محددة	لأن مدارات الإلكترون مكممة ولذلك يسمح لهُ بالتواجد فيها وليس في أي مدارات.
15	تزداد طاقة الإلكترون جبرياً كلما ابتعد عن النواة.	لأن طاقة الإلكترون سالبة وهي تتناسب عكسياً مع مربع رتبه المدار لذلك تزداد جبرياً كلما أبتعد عن النواة.
16	الطيف الناتج عن حركة الإلكترون في الذرة طيف خطي بينما خارج الذرة خطية مستمر.	لأن طاقة الإلكترون داخل الذرة مكممة أي لها قيم محددة ولذلك ينتج عن حركته طيف خطي أما خارج الذرة فطاقته موجبة لأنها طاقة حركية لحركة مستمرة فينتج عن حركته طيف مستمر.
17	الإلكترون البعيد عن النواة غير مستقر ويشترك في التفاعلات الكيميائية بعكس الإلكترون القريب من النواة.	لأن طاقته كبيرة فيعتبر غير مستقر لذلك إما يعود إلى المستوى الأصلي فاقداً طاقته في صورة طيف خطي أو ينتقل خارج الذرة في التفاعلات الكيميائية بعكس الإلكترون القريب فهو مستقر لأن طاقته صغيرة.
18	طاقة التأين لذرة الهيدروجين 13.6 أ.ف	لأنها تمثل الطاقة التي يجب أن يمتصها الإلكترون لنقله من المستوى الأرضي ($ط_1$) إلى المستوى ($ط_\infty$) وهي تساوي الفرق بين طاقة المستويين.
19	مدار الإلكترون حول النواة على شكل قطع ناقص.	لأن مسار أي جسم تحت تأثير قوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة هو بشكل عام قطع ناقص.

	الحقيقـة العلميـة	التعليـل (التفسيـر)
20	عنـــد تحليـــل طيـــف ذرة الهيـدروجين بمطيـاف تحليـل قوي تظهر خطوط فرعية لكل خط طيف.	لأن كل مستوى أساسي ينقسم إلى مستويات فرعية متقاربـة فتظهـر خطـوط تسـاوي عـدد المسـتويات الفرعية.

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س1/

(أ) عندما يُسخن الحديد يظهر في بداية التسخين معتماً ثم يبدأ بالاحمرار (إعط تفسيراً لذلك).

(ب) هل يمكن لذرة الهيدروجين وهي في حالتها الأرضية (أي إلكترونها في المستوى الأول) أن تطلق إشعاعاً، أو تمتص إشعاعاً مقدار طاقته (6) إلكترون فولت؟ (إعط تفسيراً لجوابك).

(ج) هل يمكن أن تكون طاقة الربط لإلكترون ذرة الهيدروجين (أي طاقة الإلكترون داخل الذرة) موجبة و(لماذا)؟

جـ1/

أ) لأنه في بداية التسخين يكون الإشعاع الحراري عبارة عن إشعاعات طاقتها منخفضة أي طولها الموجي كبير فتقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي لا ترى بالعين المجردة **فيظهر** معتم وبارتفاع درجة الحرارة ينزاح الطيف المنبعث نحو مجال أعلى في الطاقة أي طولها الموجي قصير فيصدر إشعاعات مرئية باللون الأحمر ثم بقية الألوان.

ب) لا يمكن لذرة الهيدروجين أن تطلق إشعاعاً وهي في مستواها الأرض لأن معنى ذلك أن يفقد الإلكترون طاقته وينهار ويندمج مع النواة.

كما لا يمكن لها أن تمتص إشعاعاً بهذه الطاقة لأن أقل طاقة للامتصاص هو أن تنتقل من المستوى الأول إلى الثاني حيث:

الطاقة الممتصة $ط_{ا} = ط_{2} - ط_{1}$

$ط_{ا} = -3.4 - (-13.6) = 13.6 + 3.4 = 10.2$ أ . ف

ويلاحظ أنها أكبر من الطاقة المعطاة 6 أ. ف

جـ) لا يمكن ذلك لأن هذا يعني أن الإلكترون في هذه الحالة يكون خارج الذرة وغير مرتبط بها أي يكون حر.

س2/ ضع العلامة (☐) أمام العبارة الصحيحة والعلامة (⊙) أمام العبارة الخطأ:

أ) الجسم الأسود هو ذلك الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية. (☐)

ب) طيف عنصر الصوديوم هو طيف خطي. (☐)

ج) طيف الإشعاع الحراري هو طيف متصل. (☐)

د) العنصر الكيميائي لا يشع نفس الأطوال الموجية التي يمتصها. (⊙)

ه) مقدار طاقة التأين لذرة الهيدروجين هي (-6.13) إلكترون فولت. (⊙)

و) في ذرة الهيدروجين، تقل طاقة الإلكترون كلما ابتعد عن النواة حتى تصبح طاقته في المدار الأخر = صفراً التي تناظر (ن = ∞).

(⊙)

ز) تقل سرعة الإلكترون في ذرة الهيدروجين كلما اقترب من النواة (□)

ح) يزداد نصف قطر المدار المسموح للإلكترون في ذرة الهيدروجين بزيادة مربع العدد الكمي الرئيسي (ن)

(□)

س3/ ما هي معضلة الجسم الأسود؟

جـ3) معضلة الجسم الأسود:

1) هو أنه يعطي طيف مستمر متصل يحتوي جميع الأطوال الموجية.

2) عدم تمكن علماء الفيزياء التقليدية من إيجاد صيغة رياضية لتفسير المنحنى التجريبي لطيفة حيث كان يفترض زيادة الطاقة الإشعاعية بزيادة مربع التردد وهذا لم يحدث.

س4/ ما هو مبدأ بلانك في التكميم؟

جـ4) انظر الشرح .

س5/ ما المقصود بالطيف المتصل والطيف الخطي ثم إعط سؤال وزاري أ لكل منهما؟

جـ5) انظر الشرح .

س6/ أذكر عيوب نموذج رذر فورد.

جـ6) انظر الشرح .

س7/ ما هي فرضيات بوهر وما هي مبرراتها؟

جـ7) انظر الشرح

س8/ اذكر نجاحات نظرية بوهر وما هي إخفاقاتها؟

جـ8) انظر الشرح

س9/ ارسم مخطط مستوى الطاقة لكل من سلاسل ليمان وبالمر وباشن وبراكيت لذرة الهيدروجين.

جـ9/ انظر الشرح .

س10/ احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين عندما ينتقل الإلكترون من المستوى المناظر لـ $ن_i = 4$ إلى المستوى النهائي الموافق لـ $ن_f = 2$، علماً بأن ثابت ريدبيرج $R_H = 109677.6$ سم$^{-1}$.

جـ10/ $ن_f = 2$ $ن_I = 4$ $R_H = 109677.6$

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{ن_f^2} ، \frac{1}{ن_I^2}\right)$ $\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = R_H \left(\frac{4-1}{16}\right)$

$\therefore \lambda = \frac{16}{R_H \times 3} = \frac{16}{106677,6 \times 3}$ = 4863 أنجستروم = 4863 ×10^{-5}سم

(A^o)

س11/احسب أقصر الأطوال الموجية وأطولها في سلسلة باشن مع العلم أن: R_H=109677.6 سم$^{-1}$.

جـ11/

1) أقصر الأطول الموجية في سلسلة باشن هو أن يعود الإلكترون من ما لانهاية إلى مستوى3

$\therefore$ $n_f = 3$ $\qquad$ $n_I = \frac{1}{\infty}$

$\because$ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2_3} - \frac{1}{\infty}\right) = R_H \times \frac{1}{9}$

$\therefore$ $\lambda = \frac{1}{R_H} = \frac{9}{109677,6} = 8.206 \times 10^{-5}$سم = 8206 أنجستروم (A^o)

2) أطول الأطوال الموجية هو أن يعون الإلكترون من المستوى 4 إلى المستوى 3.

$\therefore$ $n_f = 3$ $\qquad$ $n_I = 4$

$\because$ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2_3} - \frac{1}{2_4}\right) = R_H \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) = R_H \left(\frac{9-16}{144}\right) = R_H \times \frac{7}{144}$

$\therefore$ $\lambda = \frac{144}{109677,6 \times 7} = 1.8756 \times 10^{-4}$ سم = 18756 أنجستروم(A^o)

س12/ إذا كان أطول الأمواج لسلسلة ليمان هو 1216×10^{-8}سم. أوجد قيمة ثابت ريدبيرج R_H.

ج12/ أطوال الأطوال الموجية في سلسلة ليمان عندما $n_f = 1$ $n_I = 2$

$\lambda_{1,2} = 1216 \times 10^{-8}$سم

$\because$ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2}, \frac{1}{n_I^2}\right)$

$\therefore$ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2_1} - \frac{1}{2_2}\right) = R_H \left(1 - \frac{1}{4}\right) \times \frac{3}{4} = R_H$

$\therefore$ $R_H = \frac{4}{\lambda \times 3} = \frac{4}{1216 \times 10^{-8} \times 3} = 0.00109649 \times 10^{8} = 109649$سم$^{-1}$

س13/ إذا كان نصف قطر بوهر (نصف قطر المدار الأول للإلكترون) في ذرة الهيدروجين $نق_1 = 0.528 \times 10^{-8}$ سم، وسرعته على هذا المدار $ع_1 = 2.2 \times 10^8$سم/ث، وطاقته $طا_1 = -13.6$ (أ.ف)، احسب كلاً من نصف قطره ($نق_5$) وسرعته ($ع_5$) وطاقته ($طا_5$) على المدار الخامس.

ج13/

1) $\because$ $نق_ن = نق_1 \times ن^2$ $\Leftarrow$ $\therefore$ $نق_5 = 0.528 \times 10^{-8} \times 5^2 = 0.528 \times 10^{-8} \times 25$

$\therefore$ $نق_5 = 13.2 \times 10^{-8}$سم

2) $\because$ $ع_ن = \frac{ع_1}{ن}$ $\Leftarrow$ $ع_5 = \frac{2,2 \times 10^8}{5} = 0.44$ أ.ف

3) ∴ طان = $\frac{\text{طا}_1}{\text{ن}^2}$ = $\frac{-13,6}{5^2}$ = $\frac{-13,6}{25}$ = − 0.544 أ.ف

س14/ أثيرت ذرة الهيدروجين بامتصاص شعاع ضوئي طاقته طا = (12.75) إلكترون فولت، وما لبثت أن أطلقته على شكل ضوء ذي أطوال موجية مختلفة، احسب ما يلي:

- طاقة المستوى المثار (طان).
- العدد الكمي الرئيسي المرافق لهذا المستوى (ن).
- ارسم مخطط طاقة الأطوال الموجية لسلسلة بالمر المنبعثة نتيجة لهذه الإثارة. علماً بأن طاقة المستوى الأرضي (طا$_1$) = −13.6 (أ. ف) و R_H = 109677.6سم$^{-1}$.

جـ14)

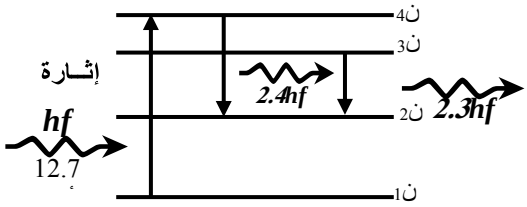
1) ∵ طا = طان − طا$_1$ ⇐ 12.75 = طان − (−13.6) ⇐ 12.75 = طان + 13.6

∴ طان = 12.75 − 13.6 = − 0.85 أ.ف

2) ∵ طان = $\frac{\text{طا}_1}{\text{ن}^2}$ ⇐ ∴ ن^2 = $\frac{\text{طا}_1}{\text{طا}_\text{ن}}$ = $\frac{-13,6}{-0,85}$ ⇐ ن = $\sqrt{\frac{13,6}{0,85}}$ = 4

∴ العدد الكمي الرئيسي للمستوى المثار هو المستوى الرابع.

3) رسم مخطط الطاقة لسلسلة بالمر المنبعثة.

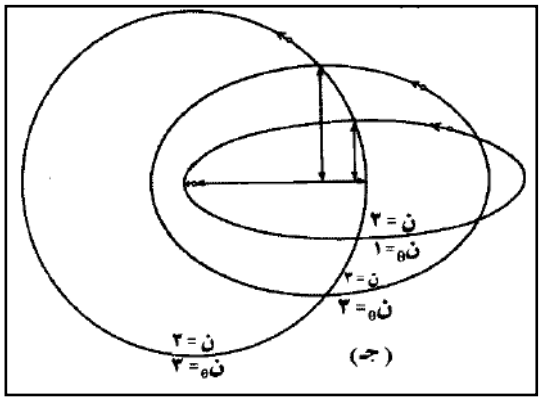


لاحظ إما يعود الإلكترون مباشرة إلى المستوى الثاني.

أو يعود الإلكترون إلى الثالث ثم يعود من الثالث إلى الثاني.

س15/ ارسم المدارات الممكنة في نموذج بوهر / سمرفيلد من أجل ن = 4

جـ15)



الوحـــــــدة السادســة
الإشعـاع و المـادة
Matter And Radiation

عند سقوط شعاع ضوئي تثار الذرة ويحدث طيف لها أي أن هناك علاقة وثيقة بينهم ينتج عنها تفاعل المادة مع الإشعاع الساقط عليها فتحدث ظواهر طبيعية مثل الظاهرة الكهروضوئية والأشعة السينية وأشعة الليزر.

الظاهـــــــرة الكهروضـــــــوئيـــــــة

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز عند سقوط ضوء ذو تردد معين عليه.

وتسمى الإلكترونات المنبعثة بالإلكترونات الضوئية أو الفوتو إلكترونات.

الإلكترونات الضوئية:

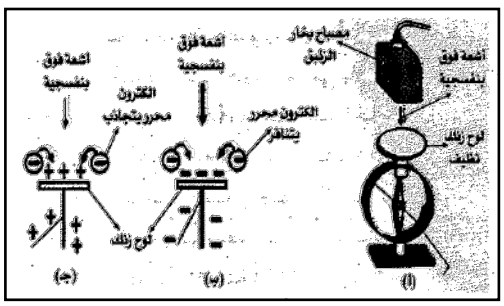
هي الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز عند سقوط ضوء عليه.

نبذه تاريخية عن اكتشاف الظاهرة:

1) يعتبر (هرتز) أول من اكتشفها عندما لاحظ أنه عند سقوط ضوء طوله الموجي قصير أي تـردده عـالي مثـل الأشـعة فـوق بنفسـجية علـى لـوح خارصـين فإنـه تنبعـث منـه إلكترونات.
2) حـاول العلمـاء هـالوواش وطومسـون تفسـير الظـاهرة بتطبيـق النظريـة الموجيـة التقليدية للضوء ولكنهم عجزوا عن تفسيرها.
3) اثبت اينشتين أنه يمكن أن تنبعث الإلكترونات من سطح الفلز بسقوط ضوء مرئي عليه مستعيناً بنظرية الكم لبلانك واستطاع تفسيرها على أساس أن الضوء عبارة عن فوتونات أي أمواج كهرومغناطيسية لها طبيعة جسيمية.

تجربة لإثبات الظاهرة الكهروضوئية:

1) ثبت لوح زنك (خارصين) بعد تنظيفه على قرص كشاف كهربي كما في الرسم.
2) أدلك قضيب ابونيت بالصوف فيكتسب شحنة سالبة ويكتسب الصوف شحنة موجبة.
3) أجعل القضيب يلامس اللوح نلاحظ انفراج ورقتي الكشاف لأن اللوح أصبح سالب الشحنة وكذلك الورقتان فيحدث تنافر بينهما.
4) أسقط أشعة فوق بنفسجية من مصباح بخار الزئبق على اللوح نلاحظ أن الورقتان يقل انفراجهم تدريجياً ثم تنطبقان.



5) ضع لوح زجاجي على اللوح وأسقط الأشعة تلاحظ عدم انفراج الورقتين.
6) أشحن اللوح بشحنة موجبة بواسطة الصوف وكرر ما سبق نلاحظ زيادة انفراج الورقتين.

الاستنتـــاج:

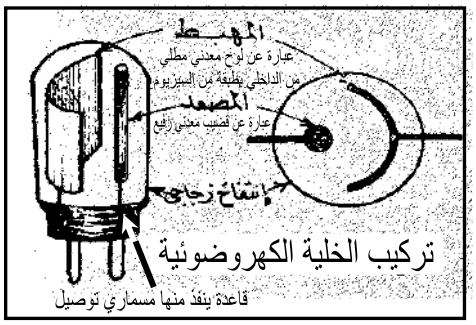
1) عند سقوط الضوء على لوح الزنك السالب تنطلق منه إلكترونات فيصبح سطحه مشحون بشحنة موجبة تتعادل مع الشحنات السالبة على ورقتي الكشاف فتنطبق الورقتان.
2) عند وضع لوح زجاجي عليه فإن الزجاج يمتص الأشعة فوق البنفسجية الساقطة فيمنع وصولها إلى لوح الزنك فيمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية.
3) عند شحن لوح الزنك بشحنة موجبة وسقوط الضوء عليه تنبعث منه إلكترونات وتزداد شحنته الموجبة فيزداد انفراج ورقتي الكشاف.

الخليـــــــة الكهروضوئيـــــــة

التطبيق العملي للظاهرة:

الغرض منها (تعريفها):

جهاز يمكن بواسطته تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية بطريقة غير مباشرة.



تركيبهـا:

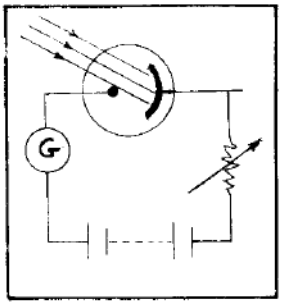
1) **انتفاخ (أنبوب):** من الكوارتز مفرغ من الهواء.
2) **كـاثود (مهـبط):** يوجد بـداخل الانتفـاخ ويتكون من صفيحة معدنية مقعرة (*C*) مطليـة مـن الـداخل بطبقـة رقيقـة مـن السيزيوم (لأنه حساس لجميع موجات الضوء) تنبعث منها الإلكترونات عند سقوط الضوء عليها.
3) **آنود (مصعد):** يوجد بداخل الانتفاخ وهو عبارة عن قضيب معدني رفيع (*A*) يوضع في مركز تكور الصفيحة
4) **مسماران معدنيان:** مثبتان في قاعدة الخلية يتصل أحدهما بالكاثود والآخر بالآنود.

الشروط الواجب توافرها في تركيب الخلية:

1) الانتفاخ الزجاجي يكون مفرغ من الهواء (**علـــل**) وذلك لسببين:
   أ) منع تأكسد الفلز القلوي (السيزيوم) فيصبح غير حساس للضوء.
   ب) حتى لا تعيق حركة الإلكترونات المتجهة للمصعد.
2) الانتفاخ الزجاجي يفضل أن يكون من مادة الكوارتز (**علـــل**).
وذلك لأن الزجاج العادي يسمح بنفاذ الضوء المرئي ولكنه يمتص الأشعة فوق البنفسجية منها أما الكوارتز فيسمح بنفاذها.
3) الكاثود يكون مقعر الشكل (**علـــل**).
حتى تكون الإلكترونات المنبعثة عمودية على سطح الكاثود وبالتالي تتجمع عند مركز تكور الكاثود حيث يوجد عنده الآنود.
4) الآنود قضيب معدني رفيع (**علـــل**).
حتى لا يحجب الضوء عن الكاثود.

دائرة الخلية وشرح عملها:

1) نكون الدائرة الكهربية كما بالرسم.
2) نسقط حزمة ضوئية من مصباح كهربي بتردد معين على كاثود الخلية نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر مما يدل على أن الدائرة مغلقة ولذلك يمر تيار كهربي بسبب تحرر بعض الإلكترونات من الكاثود وانجذابها للأنود تحت تأثير فرق الجهد بينهما.



3) نحجب الضوء عن الخلية نلاحظ عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر أي لا يمر تيار كهربي بسبب توقف تحرر الإلكترونات من سطح الكاثود.

الاستنتـــاج:

عند سقوط ضوء ذو تردد معين على كاثود الخلية فإنه يسبب مرور تيار كهربي في دائرة الخلية.

استخدامات الخلية الكهروضوئية:

تستخدم على نطاق واسع في الهندسة والصناعة إذ تعتبر مفتاح كهربي لدائرة كهربية أخرى تتحكم في غلق وفتح الدائرة.

ولذلك فإن الخلية لها تطبيقات هامة في مجالات متعددة مثل:

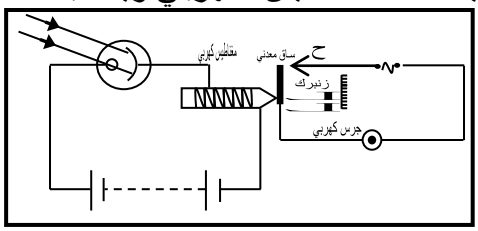
(1) **آلات التصوير:** كمقياس لشدة الضوء لتحديد سعة الفتحة المعرضة للضوء.
(2) آلة التصوير التليفزيوني لتحويل الأضواء المنعكسة إلى تيار كهربي.
(3) أجهزة عد النقود – الجرائد – المنتجات الصناعية.
(4) غلق وفتح الأبواب تلقائياً في الفنادق – المستشفيات وغيرها.
(5) إضاءة أنوار الشوارع بطريقة آلية عند الغروب وإطفاءها عند شروق الشمس.
(6) جرس إنذار ضد اللصوص في البنوك والشركات وغيرها.

تطبيق عملي على استخداماتها:

دائرة جرس الإنذار ضد اللصوص:

شرح العمـل:

1) تضاء الخلية بحزمة ضوئية غير مرئية من الأشعة فوق البنفسجية فتنبعث الإلكترونات ويمر تيار في دائرة الخلية فيتمغنط المغناطيس الكهربي ويجذب الساق المعدني إليه فتفتح دائرة الجرس ولا يعمل.



2) عندما يعترض شخص طريقة الأشعة ينعدم تيار الخلية فيفقد المغناطيس مغنطته ويرتد الساق المعدني وتصبح دائرة الجرس مغلقة فيمر تيار كهربي ويصدر صوت الجرس.

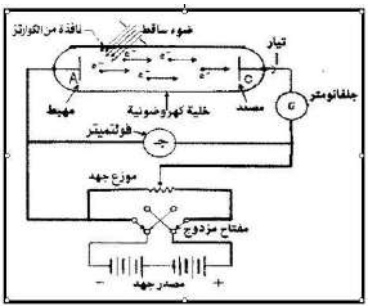
ملاحظة: **تستخدم نفس الدائرة في إضاءة الشوارع بطريقة آلية.**

حيث: أ) عند شروق الشمس يمر تيار في دائرة الخلية وتفتح دائرة المصابيح فتنطفئ.
ب) عند غرب الشمس لا يمر تيار في دائرة الخلية وتغلق دائرة المصابيح فتضاء.

تجربة مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية:

قام (مليكان) عام 1916م بدراسة الظاهرة الكهروضوئية بتجربة عملية وتحقق من تفسير اينشتين لها وفي الشكل مخطط الجهاز الذي استخدمه وقد توصل إلى النتائج التالية:

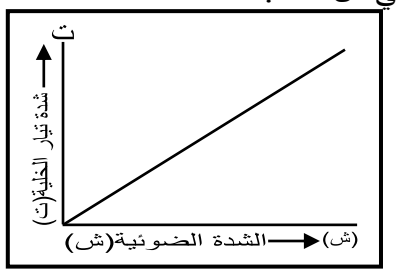
(1) العلاقة بين شدة تيار الخلية وشدة الضوء الساقط:



خطوات التجربة:

1) نكون الدائرة كما بالشكل مع ثبوت فرق الجهد (بعدم تحريك الزالق) وكذلك التردد (باستخدام مرشح ضوئي معين).
2) نسقط ضوء أحادي اللون على مهبط الخلية.
3) نغير شدة الضوء الساقط بتحريك المصباح الضوئي بعداً أو قرباً عن المهبط ونسجل قراءة شدة التيار في كل حالة.

المشاهدة:



تزداد شدة تيار الخلية كلما اقترب مصدر الضوء من مهبط الخلية.

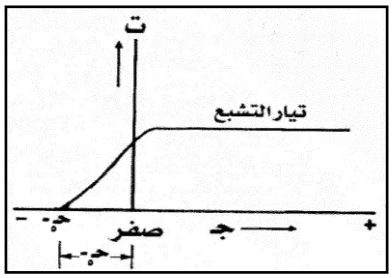
الاستنتاج:

شدة تيار الخلية الكهروضوئية تتناسب طردياً مع شدة الضوء الساقط على الخلية.

(2) العلاقة بين شدة تيار الخلية وفرق الجهد بين المصعد والمهبط (رسم المنحنى المميز للخلية الكهروضوئية)

خطوات التجربة:

1) نكون الدائرة كما بالشكل مع ثبوت التردد وشدة الضوء الساقط (يوضع المصدر الضوئي على بعد ثابت من الخلية).
2) نسقط ضوء أحادي اللون على المهبط ونسجل شدة التيار.
3) نزيد فرق الجهد تدريجياً (بمقدار 1 فولت) ونسجل شدة التيار في كل حالة.
4) نقلل فرق الجهد تدريجياً (بمقدار 1 فولت) حتى يصل إلى الصفر ونسجل شدة التيار في كل حالة.
5) نعكس توصيل موزع الجهد بواسطة المفتاح المزدوج بحيث يتصل المهبط بالقطب الموجب والمصعد بالقطب السالب لموزع الجهد وتكرر التجربة كما سبق.
6) نرسم علاقة بيانية بين تغيرات فرق الجهد وتغيرات شدة التيار المناظرة لها.



الاستنتاج:

1) العلاقة البيانية ليست خط مستقيم وإنما يمثلها منحنى.
2) عندما يكون فرق الجهد بين المصعد والمهبط = صفر: يمر تيار في دائرة الخلية.
وتفسير ذلك: أن الضوء الساقط على المهبط ينتزع الإلكترونات من سطح المهبط ثم يكسبها طاقة حركية تمكنها من الوصول إلى المصعد فيمر تيار كهربي.
3) عندما يكون جهد المصعد موجباً بالنسبة لجهد المهبط:
أ) تنجذب الإلكترونات المنبعثة نحو المصعد الموجب فيمر تيار كهربي وبزيادة فرق الجهد تزداد قدرة المصعد على جذب الإلكترونات فتزداد شدة تيار الخلية.
ب) عند فرق جهد معين تثبت شدة تيار المصعد مهما زاد جهد المصعد.
تفسير ذلك: أن جهد المصعد الموجب يكون قادر على جذب جميع الإلكترونات المنبعثة كل ثانية فيصل إليه عدد ثابت من الإلكترونات وتثبت شدة التيار ويسمى بتيار التشبع.

تيار التشبع:

هو شدة التيار الثابت الذي نحصل عليه عند جهد معين للمصعد يكون قادر عنده على جذب جميع الإلكترونات المنبعثة.

4) عندما يكون جهد المصعد سالباً وجهد المهبط موجب:
تقل شدة تيار الخلية بزيادة سالبية المصعد حتى جهد معين تنعدم عنده شدة التيار.
تفسير ذلك: سالبيه المصعد تعمل على رد الكثير من الإلكترونات المنبعثة من المهبط لحدوث التنافر ولا تصل إليه إلا الإلكترونات التي لها أكبر طاقة حركة (طاء = $\frac{1}{2}$ ك$_e$ ع$_e^2$) وعند جهد سالب معين للمصعد فإنه يوقف أسرع الإلكترونات فلا تصل إليه وينعدم مرور التيار ويسمى جهد المصعد في هذه الحالة بجهد الإيقاف (ج5).

حيث: $\boxed{ش_{ه}} \times \boxed{حـ_5} = \boxed{\frac{1}{2} ك_e} \boxed{ع_e^2 (طاء)_{ه}}$

جهد الإيقاف (حـ 5):

هو الجهد السالب للمصعد اللازم لإيقاف أسرع الإلكترونات وأكبرها طاقة وعنده ينعدم مرور التيار في دائرة الخلية.

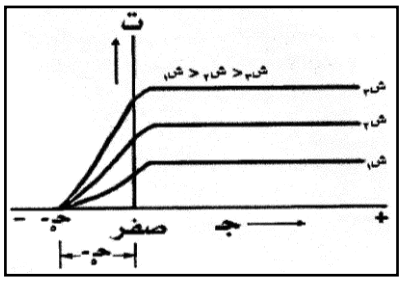
ملاحظات:

1) فرق الجهد السالب لا يمنع انبعاث الإلكترونات من المهبط بتأثير الضوء.
2) تنبعث الإلكترونات من سطح المهبط بسرعات مختلفة حسب مكان الإلكترون المنبعث من المهبط فإذا كان في سطح الفلز فإن الضوء ينتزعه بطاقة أقل ثم يكسبه طاقة حركية كبيرة أما إذا كان بعيداً عن سطح الفلز (في المستوى الأقل مثلاً) فإن الضوء ينتزعه في خطوتين الأولى إثارته إلى السطح ثم الثانية انتزاعه ولذلك فهو يكتسب طاقة حركة أقل.

(3) العلاقة بين جهد الإيقاف وشدة الضوء الساقط:

خطوات التجربة:

1) نكون الدائرة كما بالشكل مع ثبوت التردد.



2) نسقط ضوء أحادي اللون على المهبط ونغير فرق الجهد حتى نحصل على جهد الإيقاف (ينعدم انحراف مؤشر الجلفانومتر).
3) نغير شدة الضوء الساقط بتحريك المصدر الضوئي قريباً من الخلية ونوجد جهد الإيقاف في كل مرة.

المشاهدة:

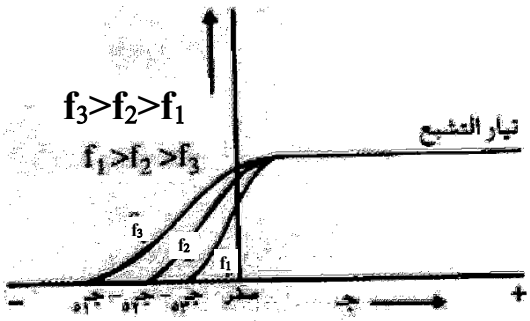
1) لا يتغير جهد الإيقاف عند زيادة شدة الضوء.
2) نحصل على تيارات تشبع مختلفة في كل حالة .

الاستنتاج:

جهد الإيقاف وبالتالي طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة لا تتعلق بشدة الضوء الساقط.
تيار التشبع يتوقف على شدة الضوء الساقط ولذلك يتغير حسب تغير شدة الضوء.

(4) العلاقة بين جهد الإيقاف وتردد الضوء الساقط:

خطوات التجربة:



1) نكون الدائرة كما بالشكل مع ثبوت شدة الضوء الساقط.
2) نسقط ضوء أحادي اللون على المهبط ونغير فرق الجهد حتى نحصل على جهد الإيقاف.
3) نغير تردد الضوء الساقط وفي كل مرة نوجد جهد الإيقاف.

المشاهدة:

1) يتغير جهد الإيقاف باختلاف تردد الضوء الساقط.
2) نحصل على تيار تشبع واحد في كل الحالات.

الاستنتاج:

جهد الإيقاف وبالتالي طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة تزداد بزيادة تردد الضوء الساقط.
تيار التشبع لا يتوقف على التردد ولكن على شدة الضوء.

(5) التـردد الحـرج:

وجـــد أن:

أ) انبعاث الإلكترونات من سطح المهبط لا يحدث إلا إذا كان تردد الضوء الساقط (f) على السطح يصل إلى حد معين يسمى بالتردد الحرج (f_o) ويستمر انبعاثها بزيادة التردد.
ب)لكل فلز تردد حرج ينبغي ألا يقل عنه تردد الضوء الساقط عليه حتى يمكن أن يبعث بالإلكترونات مهما كانت شدة الضوء الساقط.

التردد الحرج (fo):

هو أقل تردد للضوء الساقط يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إعطائه طاقة حركة.

الطول الموجي الحرج(λ_o):

هو أكبر طول موجي للضوء الساقط يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إعطائه طاقة حركة ($\frac{1}{f_o} \propto \lambda_o$)

(6) الانبعاث اللحظي للإلكترونات:

وجد أن الإلكترونات تنبعث من سطح الفلز بعد سقوط الضوء عليه خلال زمن 10^{-9} ثانية وهو فاصل زمني صغير جداً يمكن إهماله ولذلك تنبعث الإلكترونات لحظياً عند سقوط الضوء.

(7) العلاقة بين طاقة حركة الإلكترونات وتردد الضوء الساقط:

وجد أن هناك علاقة خطية بين طاقة الحركة العظمى للإلكترون المنبعث (طاء) وتردد الضوء الساقط حيث تزداد بزيادة التردد.

وفي الشكل منحنيات مستقيمة لسطوح معدنية مختلفة.

هي السيزيوم (CS) والبوتاسيوم (K) والتنجستن (W)

ويعبر رياضياً عن المنحنيات بالعلاقة:

$$\text{ك}_{\text{ع}} = \frac{1}{2} \text{ك}_{\text{ع}}^{2} \text{ع}_{\text{ع}} \text{ (طاء)} = hf - W_o$$

حيث w_o مقدار ثابت للفلز يقطع الجزء السالب لمحور الطاقة ويسمى دالة الشغل hثابت بلانك ويساوي ميل الخط المستقيم وهو ثابت للسطوح الثلاثة.

دالة الشغل (Wo):

هي أقل طاقة تلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إعطائه طاقة حركة.

تفسير اينشتين لطبيعة الضوء:

تبنى اينشتين مبدأ التكميم (الكم) لبلانك ونظرية جسيمات الموجات وطبقها على الإشعاع الكهرومغناطيسي حيث افترض أن:

1) الضوء عبارة عن كمات صغيرة متتابعة من الطاقة تعرف بالفوتونات.

طاقة الفوتون $= hf$ ، كتلة الفوتون $= \frac{hf}{\text{ع}_2}$

حيث ع سرعة الفوتون = سرعة الضوء $= 3 \times 10^8$ م/ث

2) تتحرك الفوتونات بسرعة ثابتة دائماً وعند اصطدامها بجسم يفنى الفوتون كجسم وتتحول كتلته لطاقة يمتصها الجسم الذي أوقف حركته.

شدة الضوء لحزمة ضوئية (ش):

هي عدد الفوتونات الساقطة عمودياً على وحدة المساحات من سطح ما في الثانية.

∴ **ش = عدد الفوتونات (ن) × طاقة الفوتون (hf)**

ومن العلاقة يتضح أن عدد الإلكترونات المنبعثة تتوقف على شدة الضوء الساقط وليس على تردده.

علـــل: تزداد شدة تيار الخلية بزيادة شدة الضوء الساقط.

ج/ لأن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة وكل فوتون يصطدم بالإلكترون. وبالتالي يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة وتزداد شدة تيار الخلية.

تفسير اينشتين للظاهرة الكهروضوئية (النظرية الكمية):

1) الإلكترونات الموجودة بذرات الفلز تكون مرتبطة بالذرة وعليه تحتاج إلى طاقة معينة حتى تتحرر من السطح وتعرف بدالة الشغل أو طاقة النزع ($hf_o = W_o$).
2) عند سقوط ضوء على سطح فلز فإن الفوتونات تصطدم بالإلكترونات فتمتص طاقة الفوتون (hf) ويحدث ما يلي:

أ) إذا كان تردد الضوء الساقط (f) < التردد الحرج (f_o):
لا تنبعث إلكترونات من سطح المعدن لأن طاقة الفوتون أقل من طاقة نزع الإلكترونات من السطح.

ب) إذا كان تردد الضوء الساقط (f) = التردد الحرج (f_o):
تنبعث إلكترونات من سطح المعدن ولا تكتسب طاقة حركة لأن طاقة الفوتون تساوي طاقة النزع.

ج) إذا كان تردد الضوء الساقط (f) > التردد الحرج (f_o):
تنبعث إلكترونات من سطح المعدن وتكتسب طاقة حركة لأن طاقة الفوتون أكبر من طاقة النزع.

$$\therefore \quad \frac{1}{2} ك_e ع_e^2 = hf - hf_o$$

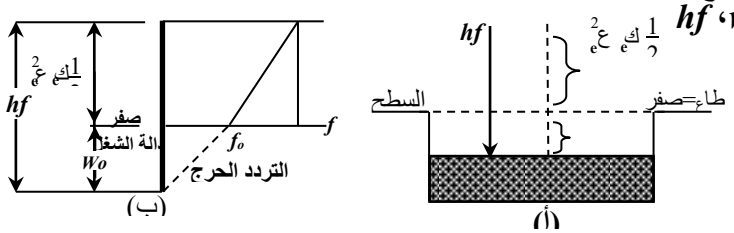
أو $$طاع = hf - (hf_o) \quad (W_o)$$

وتعرف هذه المعادلة بمعادلة اينشتين.

***والجدول يمثل دالة الشغل لعدد من العناصر الفلزية:**

العنصـــر	دالة الشغل $w_o = hf_o$ (بالإلكترون فولت)
البوتاسيوم	2.0
الصوديوم	2.46
الألمنيوم	4.08
النحاس	4.7
الزنك	4.31
الرصاص	4.14
الحديد	4.5

*** والشكل الموضح يمثل العلاقة بين الكميات الثلاثة:**
طاع، w_o، hf



العوامل التي تتوقف عليها طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة:

1) تردد الضوء الساقط: حيث تزداد سرعة وطاقة حركة الإلكترونات بزيادة التردد الساقط.

علل: يفضل استخدام الأشعة فوق البنفسجية عادة في الخلايا الكهروضوئية.

ج/ لكبر ترددها وطاقتها فتزداد سرعة الإلكترونات المنبعثة.

2) دالة الشغل للمعدن (للفلز) حيث تزداد سرعة وطاقة حركة الإلكترونات كلما قلت دالة الشغل للمعدن.

علل:يفضل استخدام السيزيوم (أو البوتاسيوم/الصوديوم) كمهبط للخلايا الكهروضوئية

ج/ لصغر تردده الحرج ودالة شغله فتزداد سرعة الإلكترونات المنبعثة.

مقارنة بين رأي الفيزياء التقليدية (الكلاسيكية) الفيزياء الحديثة (اينشتين) في تفسير الظاهرة الكهروضوئية (نتائج تجربة ميلكان)

وجـه المقارنـة	التفسير التقليدي	تفسير اينشتين
1) علاقة شدة تيار الخلية بشدة الضوء الساقط.	تتناسب شدة التيار طردياً مع شدة الضوء.	تتناسب شدة التيار طردياً مع شدة الضوء
2) علاقة جهد الإيقاف بشدة الضوء الساقط	يزداد جهد الإيقاف بزيادة شدة الضوء.	لا يتوقف جهد الإيقاف على شدة الضوء الساقط.
3) علاقة جهد الإيقاف بتردد الضوء الساقط.	لا يتوقف جهد الإيقاف على التردد.	يزداد جهد الإيقاف بزيادة التردد.
4) وجود التردد الحرج.	لا تعترف به وإنما تنبعث الإلكترونات عند أي تردد.	لكل فلز تردد حرج يجب ان لا يقل تردد الضوء الساقط عنه حتى تنبعث الإلكترونات.
5) الانبعاث اللحظي للإلكترونات.	لا تعترف به حتى لو كانت شدة الضوء ضعيفة فبعد فترة زمنية تمتص الإلكترونات طاقة كافية وتنبعث.	تنبعث الإلكترونات لحظيا في حالة إذا كانت طاقة الفوتون كافية لنزع الإلكترون فقط ولا يوجد فاصل زمني بين امتصاص الإلكترون طاقة وانبعاثه.
6) علاقة طاقة الحركة للإلكترون بتردد الضوء الساقط.	لا تعترف بوجود علاقة بينهما.	طاقة حركة الإلكترونات تزداد بزيادة التردد.

لحل مسائل الظاهرة الكهروضوئية:

(1) تستخدم العلاقة: $طا_{ع_2} = (\frac{1}{2} ك_e ع_e^2) = hf - hf_o$ (W_o):

لإيجاد الطاقة الحركية العظمى أو طاقة الفوتون أو دالة الشغل وعند التعويض يلزم أن تكون جميعها إما بالجول أو بالإلكترون فولت.

حيث: 1 إلكترون فولت = 1.6×10^{-19} جول والعكس 1 جول = $\frac{1}{1.6 \times 10^{-19}}$ أ. ف

(2) تستخدم العلاقة: $\frac{1}{2}$ ك$_e$ ع^2 (طاع) = ش$_e$ × حـ$_o$:

لإيجاد جهد الإيقاف أو الطاقة الحركية العظمى.

(3) تستخدم العلاقة: $f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$ لحساب تردد الضوء الساقط – الطول الموجي.

$f_o = \frac{ع_{ض}}{\lambda_o}$ لحساب التردد الحرج – الطول الموجي الحرج.

مع مراعاة أن تكون λ بالمتر حيث انجستروم = 10^{-10}م

ملاحظة: يمكن حساب طاقة الفوتون من العلاقة: طا = $\frac{12.4 \times 10^{-3}}{\lambda \text{ انجستروم}}$ أ . ف

سؤال وزاري (1):

إذا علمت أن أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترون من سطح فلز هو 3×10^{14}هرتز فاحسب طاقة الحركة لإلكترون ينبعث من سطح الفلز بسقوط ضوء طول موجته 6000 انجستروم علماً بأن: $h = 6.6 \times 10^{-34}$جول. ث ع$_{ض}$ = 3×10^8 م/ث

الإجابة النموذجية :

$f_o = 3 \times 10^{14}$ هرتز λ = 6000 انجستروم (A^o) = $6000 \times 10^{-10} = 6 \times 10^{-7}$م

طاع = ؟

$f = \frac{ع_{ض}}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}} = \frac{3 \times 10^{15}}{6} = 0.5 \times 10^{15} = 5 \times 10^{14}$ هرتز

∴ طاع = $h f_o - h f = h (f_o - f)$

∴ طاع = $6.6 \times 10^{-34} (3 \times 10^{14} - 5 \times 10^{14}) = 6.6 \times 10^{-34} \times 2 \times 10^{14}$

∴ طاع = 13.2×10^{-20} جول.

ملاحظة: إذا طلب الطاقة بالإلكترون فولت (أ . ف)

∴ طاع = $\frac{13.2 \times 10^{-20}}{1.6 \times 10^{-19}} = 8.25 \times 10^{-1} = 0.825$ أ. ف

سؤال وزاري (2):

إذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من سطح معدن هي 2.48 إلكترون فولت فهل تنبعث إلكترونات من سطح المعدن عند إضاءته بواسطة ضوء أحادي اللون وبأحد الأطوال الموجية الآتية 6200 انجستروم أ ، 3100 انجستروم أم لا؟
وفي حالة انبعاثها احسب طاقة حركة الإلكترون المنبعث – سرعته – جهد إيقافه؟

الإجابة النموذجية :

(ك$_e$ = 9.1×10^{-31} كجم ، ش$_e$ = 1.6×10^{-19} جول)

W_o = 2.48 أ.ف = $2.48 \times 1.6 \times 10^{-19}$ = 3.97×10^{-19} جول

λ_1 = 6200 انجستروم = 6200×10^{-10} = 62×10^{-8}م

λ_2 = 3100 انجستروم = 3100×10^{-10} = 31×10^{-8}م

أولاً: **نحسب طاقة الفوتون الأول – الثاني ونقارنها بدالة الشغل:**

$$\text{ط}_1 = hf = h\frac{\text{ع}_{\text{ض}}}{\lambda_1} = \frac{6{,}625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{\lambda_1} = 0.32 \times 10^{-18} = 3.2 \times 10^{-19}$$ جول.

∵ ط$_1$ أصغر من دالة الشغل (W_o). ∴ لا تنبعث إلكترونات.

$$\text{ط}_2 = hf = h\frac{\text{ع}_{\text{ض}}}{\lambda_2} = \frac{6{,}625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{31 \times 10^{-8}} = 0.641 \times 10^{-18} = 6.41 \times 10^{-19}$$ جول

∵ ط$_2$ أكبر من دالة الشغل. ∴ تنبعث إلكترونات.

ثانياً: ∵ ط$_{\text{ع}}$ = $hf_o - hf$

∴ ط$_{\text{ع}}$ = $6.41 \times 10^{-19} - 3.97 \times 10^{-19} = 2.44 \times 10^{-19}$ جول.

ثالثاً: ∵ ط$_{\text{ع}} = \frac{1}{2}$ ك ع_e^2

∴ $2.44 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times \text{ع}_e^2$

∴ $\text{ع}_e^2 = \frac{2 \times 2{,}44 \times 10^{-19}}{9{,}1 \times 10^{-31}} = 0.54 \times 10^{12}$

∴ ع = $\sqrt{0.54 \times 10^{12}} = 0.735 \times 10^{6}$ م/ث

رابعاً: ∵ ش$_e$ × حـ$_s$ = ط$_{\text{ع}}$

∴ $1.6 \times 10^{-19} \times$ حـ$_s$ = 2.44×10^{-19}

∴ حـ$_s$ = $\frac{2{,}44 \times 10^{-19}}{1{,}6 \times 10^{-19}}$ = 1.52 فولت.

حل ثان: ط$_1$ = $\frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{\lambda_1} = \frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{6200} = \frac{12400}{6200}$ = 2 أ . ف

∴ لا تنبعث إلكترونات لأن ط$_1$ أصغر من W_o = 2.48 أ . ف

$$\text{طا}_2 = \frac{10^{3} \times 12,4}{\lambda_2} = \frac{10^{3} \times 12,4}{3100} = \frac{12400}{3100} = 4 \text{ أ . ف}$$

∴ تنبعث إلكترونات.

∵ $W_o - hf = \text{طا}_ع$

∴ $\text{طا}_ع = 4 - 2.48 = 1.52$ أ . ف

∴ $\text{طا}_ع = 1.52 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.4 \times 10^{-19}$ جول

ثم نكمل بقية الحل كما سبق.

سؤال وزاري (3):

أسقط ضوء طول موجة 5893 انجستروم على مهبط خلية كهروضوئية فإذا كان جهد الإيقاف للإلكترونات المنبعثة 0.36 فولت احسب:

1) طاقة حركة الإلكترونات العظمى؟ 2) أقل طاقة تلزم لنزع الإلكترونات؟

2) التردد الحرج؟ 3) الطول الموجي الحرج؟

الإجابة النموذجية :

$\lambda = 5893\ A^o = 5893 \times 10^{-10}$ م $\quad$ حـ$_ئ$ $= 0.36$

طا $_ع$ $= ؟$ $\quad W_o = ؟$ $\quad f_o = ؟$ $\quad \lambda_o = ؟$

(1) ∵ ش$_e$ × حـ$_ئ$ = طا $_ع$

∴ طا $_ع$ $= 0.36 \times 10^{-19} \times 1.6$

∴ طا $_ع$ $= 0.576 \times 10^{-19}$ جول

(2) ∵ طاع $= W_o - hf$

∴ $W_o = hf$ – طاع $= h \frac{ع ص}{\lambda}$ – طاع

∴ $W_o = \frac{3 \times 10^{8} \times 6,625 \times 10^{-34}}{5893 \times 10^{-10}} - 0.576 \times 10^{-19}$

$W_o = 3.373 \times 10^{-19} - 0.576 \times 10^{-19}$

∴ $W_o = 2.797 \times 10^{-19}$ جول.

(3) ∵ $W_o = hf_o$

∴ $f_o = \frac{2,797 \times 10^{-19}}{6,625 \times 10^{-34}} = 0.42 \times 10^{15} = 4.2 \times 10^{14}$ هرتز.

(4) ∵ $\lambda_o = \frac{ع ص}{f_o} \Leftarrow$ ∴ $\lambda_o = \frac{3 \times 10^{8}}{4,2 \times 10^{14}} = 0.714 \times 10^{-6}$ م $= 7.14 \times 10^{-6} \times 10^{10} = 7140$

انجستروم

سؤال وزاري (4):

إذا كانت طاقة الحركة لإلكترون منبعث من سطح تنجستن هو 1.6×10^{-19}جول وكان أكبر طول موجي يمكنه أن يحرر الإلكترون من سطحه 4000 انجستروم فاحسب:
الطول الموجي للضوء الساقط الذي يسبب انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز؟

الإجابة النموذجية :

$$\because \quad h\frac{ع_{ض}}{\lambda_o} = hfo = W_o$$

$$\therefore \quad W_o = \frac{10\times3\times10^{8}\times6{,}625\times10^{-34}}{4\times10^{-7}} = 4.97\times10^{-19} \text{ جول}$$

$$\because \quad \text{طاع} = W_o - hf$$

$$\therefore \quad hf = W_o + \text{طاع}$$

$$\therefore \quad hf = 4.97\times10^{-19} + 1.6\times10^{-19}$$

$$= 6.57\times10^{-19} \text{ جول}$$

$$\because \quad \text{طا} = hf = \frac{h_{ض}ع}{\lambda}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h_{ض}ع}{\lambda} = \frac{10\times3\times10^{8}\times6{,}625\times10^{-34}}{6{,}57\times10^{-19}}$$

$$\lambda = 3.025\times10^{-7} \text{م} = 3025 \text{ انجستروم}.$$

حل ثان: طاع $= 1.6\times10^{-19}$جول $= \frac{1{,}6\times10^{-19}}{1{,}6\times10^{-19}} = 1$ أ . ف

$$Wo = \frac{12{,}4\times10^{3}}{\lambda_o} \Leftarrow Wo = \frac{12{,}4\times10^{3}}{4000} = 3.1 \text{ أ . ف}$$

$$\because \quad \text{طاع} = Wo - hf$$

$$\therefore \quad 1 = 3.1 - \text{طا}$$

$$\therefore \quad \text{طا} = 3.1 + 1 = 4.1 \text{ أ .ف} \qquad \text{طا} = \frac{12{,}4\times10^{3}}{\lambda}$$

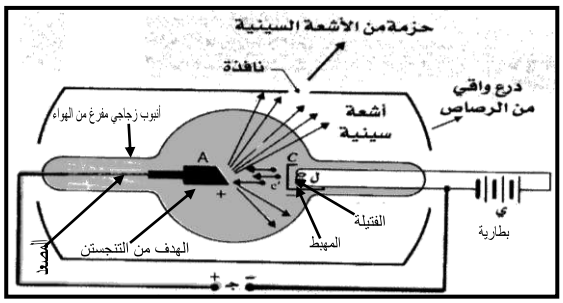
$$\therefore \quad \lambda = \frac{12{,}4\times10^{3}}{4{,}1} = \frac{12400}{41} = 3024.4 \text{ انجستروم}$$

الأشعـــــــة السينيـــــــة.
(أشعـــة رونتجـــــن- X)

اكتشفها العالم الألماني (رونتجن) ونظراً لعدم معرفته بطريقة تولدها أو طبيعتها أطلق عليها أشعة X أي المجهولة (أو السينية كما نطلق عليها).

ظاهرة توليد الأشعة السينية:

وجد عملياً أن الإلكترونات السريعة عند اصطدامها بمادة فلزية صلبه فإنه ينطلق منها إشعاعات كهرومغناطيسية مكونة من فوتونات لها تردد كبير وتسمى بالأشعة السينية:



لاحظ: هذه الظاهرة عكس الظاهرة الكهروضوئية حيث فيها يسقط فوتون على سطح فلز بشرط يكون له تردد مناسب (تردد حرج) فينطلق من السطح إلكترون يسمى فوتو إلكترون.

∴ **ظاهرة توليد الأشعة السينية تسمى بالظاهرة الكهروضوئية العكسية.**

طريقة توليد (الحصول على) الأشعة السينية:

تستخدم أنبوبة كولدج المبينة بالرسم وقد صممها العالم الأمريكي كولدج.

شرح العمل:

(1) عند تسخين الفتيلة يسخن المهبط بطريقة غير مباشرة، وتنطلق إلكترونات منه متجهة نحو الهدف بتأثير فرق الجهد بينه وبين المهبط فتكتسب طاقة حركة كبيرة ـ

حيث $\boxed{ش}_e \boxed{\frac{1}{2} ك ح^2_e = ع_e}$.

(2) عند اصطدام الإلكترونات السريعة بالهدف تنطلق منه فوتونات الأشعة السينية لها تردد عالي على شكل موجات كهرومغناطيسية توجه على شكل حزمة من نافذة صغيرة على درع الرصاص.

(1) يستخدم مصدر جهد عالي موحد الاتجاه (10^6فولت) مثل ملف رومكورف **(علل)**.

ج/ وذلك حتى ينشأ فرق جهد كبير بين المصعد والمهبط وعند انبعاث الإلكترونات تكتسب طاقة حركة كبيرة فتتسارع نحو الهدف وتصطدم به بسرعة عالية وتنطلق الأشعة السينية.

(2) وجد عملياً أن 99% من طاقة حركة الإلكترونات تتحول إلى حرارة شديدة في الهدف أما 1% الباقية فإنها تتحول إلى أشعة سينية ولذلك يفضل أن يكون الهدف من فلز ثقيل درجة انصهاره عالية مثل الموليبدتيوم أو التنجستن.

(3) يتم تبديد (التخلص من) الحرارة الشديدة المتولدة عن طريق التوصيل حيث أن النحاس الذي يصنع منه الآنود جيد التوصيل للحرارة ثم عن طريق الإشعاع بواسطة العوارض المعدنية المتصلة بالأسطوانة النحاسية.

(4) الأنبوبة مفرغة من الهواء **(علل)**.

ج/ (أ) حتى لا تتأكسد مادة المهبط.

(ب) حتى لا تعيق حركة الإلكترونات المتجهة نحو المصعد.

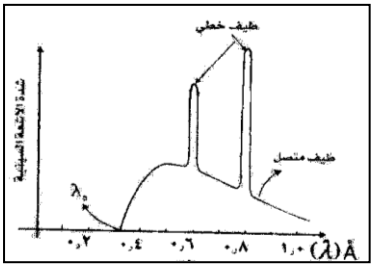
(5) تحاط أنبوبة توليد الأشعة السينية بدرع من الرصاص **(علل)**.

ج/ لأن الرصاص يمتص الأشعة فيمنع نفاذها وبذلك يحمي العاملين من خطرها لطاقتها العالية.

أسباب (تفسير) توليد الأشعة السينية:

عند اصطدام إلكترون سريع بالهدف يحدث واحد من الاحتمالين الآتيين أو يحدثان كلاهما معاً.

الاحتمال الأول: **يفسر الحصول على طيف خطي مميز لمادة الهدف (الأشعة السينية المميزة).**



عند نفاذ الإلكترون داخل إحدى ذرات الهدف فإنه يخترق المدرات الخارجية لها ثم يصطدم مباشرة بأحد الإلكترونات المتحركة في أحد المدارات الداخلية القريبة من النواة (ليكن المستوى ن = 1) فيؤدي ذلك إلى:

(1) انفصال وتحرر الإلكترون من الذرة نهائياً فتتأين الذرة.

(2) يترك الإلكترون فراغ في مستوى الطاقة (المدار) عند انفصاله فيقفز إلكترون من إحدى المستويات الأعلى (المستوى = 3) ليملأ الفراغ.

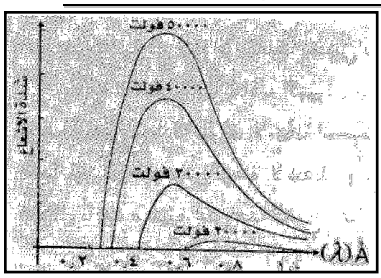
(3) يصاحب الانتقال نقص في طاقة الإلكترون يظهر على شكل إشعاع تردد (f) وطاقته hf = الفرق في الطاقة بين المستويين ثم يقفز إلكترون من مستوى أعلى ليملأ الفراغ وهكذا.

(4) ونظراً لأن الفرق في الطاقة يختلف من مستوى لآخر في الذرة فإن فوتونات الأشعة السينية الناتجة تكون طاقاتها مختلفة وبالتالي ترددتها مختلفة أي لها أطوال موجية مختلفة تتوقف على نوع مادة الهدف ولهذا فالأشعة تكون مميزة لمادة الهدف ولا تتوقف على فرق الجهد المستخدم.

علل: مادة الهدف من فلز ثقيل مثل التنجستن؟

ج/ لأن الفلز الثقيل تكون طاقة مستوياته عالية مقدره بالآلاف إلكترون فولت ولذلك يكون ترددات الأشعة السينية المنبعثة كبيرة.

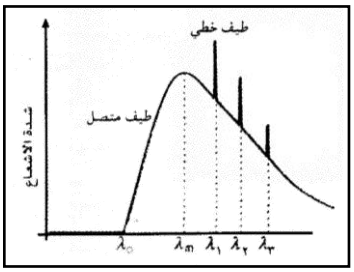
الاحتمال الثاني: **يفسر الحصول على الطيف المستمر (المتصل) للأشعة السينية.**



عند نفاذ الإلكترون داخل إحدى ذرات الهدف فإنه لا يحدث تصادم وإنما يتأثر الإلكترون بالمجال الكهربي للذرة فيؤدي ذلك إلى:

(1) تتناقص (تباطؤ) سرعته فتقل طاقة حركته.
(2) يظهر النقص في الطاقة على شكل إشعاع تردده (f) وطاقة الكم له (hf).
(3) حيث أن النقص في الطاقة يحدث تدريجياً بسبب اقترابه من النواة ولذلك يسمى بأشعة الفرملة.
(4) لذلك نستنتج أن فوتونات الأشعة السينية المنبعثة من الهدف تزيد طاقتها وترددها كلما مر الإلكترون قريباً من النواة ولهذا يكون لها مدى واسع من الترددات غير المنفصلة والمتدرجة ويسمى ذلك بالطيف المستمر للأشعة وهي ظاهرة عامة لكل الفلزات ويتوقف ذلك على فرق الجهد المستخدم في الأنبوبة وليس على نوع مادة الهدف.

طاقة فوتون الأشعة السينية المنبعث بهذه الطريقة لا يمكن أن يكون أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف لأنه ينتج عن تباطؤ (تناقص) سرعة الإلكترون ولذلك لا يبدأ انبعاث الأشعة السينية إلا من طول موجي معين (λ_o) وتردد معين طاقته أصغر من أو تساوي طاقة الإلكترون المقذوف.



س/ قارن بين الطيف الخطي (المميز) والطيف المستمر (المتصل) للأشعة السينية؟

ج/

الطيف الخطي (المميز)	الطيف المستمر (المتصل)
1) يتولد نتيجة اصطدام إلكترون منبعث من كاثود الأنبوبة بإلكترون موجود في أحد مستويات الطاقة القريبة من النواة.	يتولد نتيجة تأثر الإلكترون المنبعث من كاثود الأنبوبة بالمجال الكهربي لذرة مادة الهدف أثناء اختراقه لهما.
2) يقل الطول الموجي أي يزيد التردد بزيادة العدد الذري لمادة الهدف ولذلك فهو مميز لمادة الهدف	لا يتأثر طوله الموجي بتغيير نوع مادة الهدف ولذلك فهو غير مميز لمادة الهدف.
3) خطي متراكب على الطيف المستمر في مواضع مختلفة حسب مادة الهدف.	مستمر (متصل) يتميز بانتهائه الفجائي عند طول موجي معين.
4) لا يتوقف الطول الموجي على فرق الجهد بين قطبي الأنبوبة.	يقل الطول الموجي بزيادة فرق الجهد بين قطبي الأنبوبة.

حساب أقصر طول موجي (أكبر تردد) للأشعة السينية:

إذا فقد الإلكترون عند نفاذه داخل الهدف طاقته الحركية دفعة واحدة فإنه ينبعث من الهدف عندها فوتون أشعة سينية له أكبر طاقة وتردد وأقل طول موجي.

حيث: طاقة الفوتون = الطاقة الحركية = الطاقة الكهربية

$$\text{حـ} \times \text{ش}_e = \frac{1}{2} \text{ك}_e \text{ع}_e^2 \qquad = \quad hf$$

$$\therefore \text{حـ} \times \text{ش}_e = hf$$

$$\because \frac{\text{ع}_\text{ض}}{\lambda_o} = f_o$$

$$\therefore \text{حـ} \times \text{ش}_e = h \frac{\text{ع}_\text{ض}}{\lambda_o}$$

$$\therefore \boxed{\lambda_o = \frac{h\ \text{ع}_\text{ض}}{\text{ش}_e \times \text{حـ}}} \text{ م}$$

يلاحظ أن الكميات: h ، ع$_\text{ض}$، ش$_e$ مقادير ثابتة ولذلك عند التعويض بها يمكن الحصول على $\lambda_o = \frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{\text{حـ}}$ انجستروم.

(1) **يمكن تعيين** f **من العلاقة :** $f = \frac{\text{ش}_e \times \text{حـ}}{h}$ هرتز.

(2) **تستخدم العلاقة:** $\lambda_o = \frac{h\ \text{ع}_\text{ض}}{\text{ش}_e \times \text{حـ}}$ لتعيين الطول الموجي للأشعة أو فرق الجهد المستخدم.

(3) $\therefore hf = \frac{1}{2} \text{ك}_e \text{ع}_e^2 \Leftarrow \frac{h\ \text{ع}_\text{ض}}{\lambda_o} = \frac{1}{2} \text{ك}_e \text{ع}_e^2$

$\therefore \boxed{\lambda_o = \frac{h\ \text{ع}_\text{ض}}{\frac{1}{2} \text{ك}_e \text{ع}_e^2}}$ وتستخدم لإيجاد الطول الموجي في حالة عدم وجود فرق جهد.

سؤال وزاري (5):

احسب أقصر طول موجي للأشعة السينية التي تصدر من أنبوبة طبق عليها فرق جهد مقداره 100كيلوفولت واحسب كذلك تردد الأشعة – طاقة الأشعة بالإلكترون فولت.

ع$_\text{ض}$ = 3×10^8 م/ث

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ جول . ث

ش$_e$ = 1.6×10^{-19} كولوم.

الإجابة النموذجية :

ج = 100كيلوفولت = $100 \times 10^3 = 10^5$ فولت $\quad \lambda_o = ؟ \quad f = ؟$ طـا = ؟

$$\because \underline{\textbf{(1)}} \quad \lambda_o = \frac{h\ \text{ع}_\text{ض}}{\text{ش}_e \times \text{حـ}} \Leftarrow \therefore \lambda_o = \frac{6{,}625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1{,}6 \times 10^{-19} \times 10^5} = 12.4 \times 10^{-12} \text{ م}$$

حل ثانٍ: ∵ $\lambda_o = \frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{\text{حـ}}$

∴ $\lambda_o = \frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{10^{5}}$

$\lambda_o = 12.4 \times 10^{-2}$ انجستروم

$\lambda_o = 12.4 \times 10^{-2} \times 10^{-10} = 12.4 \times 10^{-12}$ م

(2) ∵ $f = \frac{\text{ع ض}}{\lambda} \Leftarrow f = \frac{3 \times 10^{8}}{12{,}4 \times 10^{-12}} = 0.242 \times 10^{20} = 24.2 \times 10^{18}$ هرتز

حل ثانٍ: ∵ $f_o = \frac{\text{ش}_e \times \text{حـ}}{h}$

∴ $f = \frac{1{,}6 \times 10^{-19} \times 10^{5}}{6{,}625 \times 10^{-34}}$

$f = 0.242 \times 10^{20}$

$= 24.2 \times 10^{18}$ هرتز

(3) ∵ طا = ش$_e$ × ح ⇐ ∴ طا = $1.6 \times 10^{-19} \times 10^{5} = 1.6 \times 10^{-14}$ جول.

أو طا = $\frac{1{,}6 \times 10^{-14}}{1{,}6 \times 10^{-19}} = 10^{5}$ أ. ف.

سؤال وزاري (6):

احسب فرق الجهد المستخدم في أنبوبة أشعة سينية بحيث يكون أقصر الأطوال الموجية في طيف الأشعة السينية (1) انجستروم؟

الإجابة النموذجية :

$\lambda_o = 1$ انجستروم $= 1 \times 10^{-10}$ م حـ = ؟

∵ $\lambda_o = \frac{\text{ع ض}\ h}{\text{ش}_e \times \text{حـ}}$

∴ حـ = $\frac{\text{ع ض}\ h}{\lambda_o \times \text{ش}_e} = \frac{6{,}625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1{,}6 \times 10^{-19} \times 10^{-10}} = 12.4 \times 10^{3}$ فولت.

حل ثانٍ: $\lambda_o = \frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{\text{حـ}} \Leftarrow$ حـ = $\frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{\lambda_o} = \frac{12{,}4 \times 10^{-3}}{1} = 12.4 \times 10^{3}$ فولت

سؤال وزاري (7):

أنبوبة أشعة سينية يطبق عليها فرق جهد مقداره 9000 فولت تنتج أشعة طولها الموجي 1.377 انجستروم احسب:

(1) النسبة $\frac{h}{ش_e}$ ؟ (2) قيمة ثابت بلانك؟

الإجابة النموذجية :

حـ= 9×10^3 فولت = 9000 λ_o = 1,377 انجستروم = 1.377 $\times 10^{-10}$ م

$\frac{h}{ش_e}$ =؟ h = ؟

(1) ∵ $\lambda_o = \frac{ع_ض \times حـ}{ش_e \times h}$

∴ $\frac{h}{ش_e} = \frac{\lambda_o \times حـ}{ع_ض}$

$\frac{h}{ش_e} = \frac{1,377 \times 10 \times 10^{-10}}{3 \times 10^8 \times 9 \times 10^3} = 4.131 \times 10^{-15}$ جول . ث / كولوم.

(2) ∵ $\frac{h}{ش_e} = 4.131 \times 10^{-15}$

∴ h = $ش_e \times 1.6 \times 10^{-19} \times 4.131 \times 10^{-15} = 6.6 \times 10^{-34}$ جول.ث

سؤال وزاري (8):

اصطدم إلكترون كمية تحركه 9.1×10^{-24} كجم. م/ث بهدف من التنجستن احسب الطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة؟ وكذلك طاقة الأشعة: ($ك_e = 9.1 \times 10^{-31}$ كجم)؟

الإجابة النموذجية :

كت = 9.1×10^{-24} λ_o = ؟ طا = ؟

(1) ∵ كت = $ك_e \times ع_e$ ⇐ ∴ $ع_e = \frac{كت}{ك_e} = \frac{9,1 \times 10^{-24}}{9,1 \times 10^{-31}} = 10^7$ م/ث

$$\lambda_{\circ} = \frac{h\,ع_{ض}}{\frac{1}{2}\,ك_{e}\,ع_{e}^{2}} \quad \therefore \quad \lambda_{\circ} = \frac{6,625\times10^{-34}\times3\times10^{8}\times2}{9,1\times10^{-31}\times10^{7}\times10^{7}} = 4.36\times10^{-10}$$

م^{9}

(2) طا$= \frac{1}{2}\,ك_{e}\,ع_{e}^{2} = \frac{1}{2}\times9.1\times10^{-34}\times10^{7}\times10^{7} = 4.55\times10^{-20}$ جول

الأشعة السينية:

هي موجات كهرومغناطيسية (ضوئية) طاقتها عالية وترددها عالي وطولها الموجي قصير جداً.

خواصها:

1) طاقتها عالية لذلك تقع في منطقة الطيف الغير مرئي من طيف الأمواج الكهرومغناطيسية.
2) لها قدرة عالية على النفاذ في المواد المختلفة بسبب طاقتها العالية والمواد ذات الكثافة العالية جيدة الامتصاص لهذه الأشعة.
3) لا تتأثر بالمجالات الكهربية والمغناطيسية.

استخداماتها:

1) **في الطب:** في الكشف عن كسور العظام وجود الحصوات في الكلى والمرارة.
2) **في الصناعة:** في دراسة البناء البلوري للعناصر/ الكشف عن الشقوق في الفلزات كهياكل الطائرات والأنابيب المعدنية.
3) **في المطارات: في الكشف عن وجود الأجسام الصلبة:** في أمتعة المسافرين دون فتحها.

الليـــــزر Laser

معنى كلمة ليزر (Laser):

تمثل الحروف الأولى من كلمات الجملة الآتية:

(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

ومعناهـا:

"تضخيم أو تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع"

تاريخ اكتشاف أشعة الليزر:

1) اقترح (اينشتين) عام 1917م إمكانية تضخيم الضوء مثلما يضخم الصوت.

2) تمكن العالم الأمريكي (ميمان) عام 1960م من صناعة أول جهاز لتوليد أشعة الليزر بواسطة بلورة من الياقوت فانبعث نبضات من أشعة حمراء تحتفظ بشدتها لمسافات بعيدة.
3) أمكن بعد ذلك الحصول على أشعة الليزر في منطقة الطيف المرئي أو في منطقة الأشعة تحت الحمراء أو في منطقة الأشعة فوق البنفسجية.
4) أمكن بعد ذلك تطوير جهاز لتضخيم الأمواج القصيرة غير المرئية (الميكروية) سمي بالميزر وتسمى بأشعة الميزر، وهي مشتقه من الكلمات الآتية:
(Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)
5) في عام 1986م أمكن تصنيع ليزر الأشعة السينية وهو أليزر بالغ الخطورة.

أنواع أشعة الليزر:

يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أنواع:

أولاً: من حيث التكوين (المصدر)

1) الليزر الغازي (ليزر الهيليوم / النيون).
2) الليزر البلوري (ليزر الياقوت)
3) ليزر السوائل (الليزر الناتج من تحلل ثلاثي فلورويوديد الميثيل)
4) ليزر أشباه الموصلات.

ثانياً: من حيث طبيعة الانبعاث:

1) شعاع مستمر. 2) ومضات (عدة نبضات)

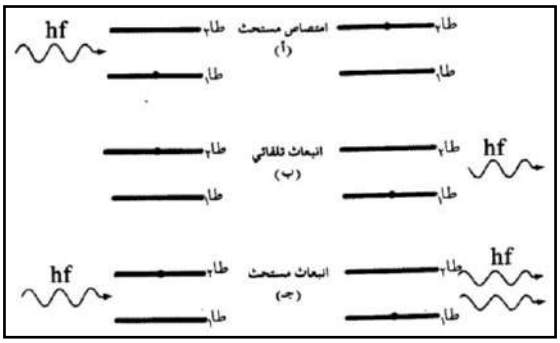
ثالثاً: من حيث الطول الموجي:

1) ليزر يقع في منطقة الضوء المرئي.
2) ليزر يقع في منطقة الضوء الغير مرئي.
3) ليزر يقع في منطقة الموجات الميكرومترية (أشعة الميزر)
4) ليزر الأشعة السينية.

مبدأ توليد الأشعة الليزرية (انتقالات الكم):

1) عرفنا أن الذرات لها مستويات طاقة:

أ) مستوى الطاقة الأرض (طا$_1$) وهو أصغرها طاقة وتوجد فيه الذرة في حالتها العادية أي عندما تكون مستقرة ويسمى الاستيطان الطبيعي.



ب) مستويات إثارة الذرة وهي التي تلي المستوى الأرضي أي طا$_2$، طا$_3$ ، طا$_4$ وفيها تبقى الذرة مثارة لفترة محددة من الزمن تسمى العمر الزمني أي أن لكل مستوى إثارة عمر زمني معين ولذلك

توجد مستويات شبه مستقرة عمرها الزمني طويل ومستويات غير مستقرة عمرها الزمني صغير جداً.

2) عند قذف ذرة في حالتها العادية بفوتون طاقته hf = طا$_2$ – طا$_1$

فإن الذرة تمتص طاقته وتنتقل من المستوى الأرضي (طا$_1$) إلى المستوى الأعلى (طا$_2$) المثار وتسمى العملية بالامتصاص المستحث.

ولكن سرعان ما تتخلص الذرة من طاقة الإثارة بإشعاعها على شكل شعاع ضوئي أي فوتون لهُ نفس التردد أما طوره واتجاهه فغير محددين وتسمى العملية بالانبعاث التلقائي.

الامتصاص المستحث:

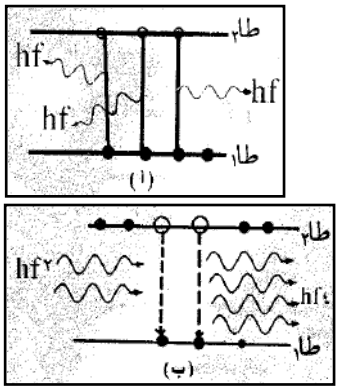
هو إثارة الذرة من المستوى الأرضي إلى المستوى الأعلى بسقوط فوتون عليها طاقته تساوي الفرق بين طاقة المستويين.

سؤال وزاري للانبعاث التلقائي:

المصادر الضوئية المعروفة مثل مصباح بخار الصوديوم أو بخار الزئبق أو النيون ينبعث منها ضوء فوتوناته غير مترابطة عبارة عن خليط عشوائي من الفوتونات مختلفة الطور والاتجاه.

الانبعاث التلقائي:

هو الانبعاث المتكون نتيجة رجوع الذرة من مستوى طاقة أعلى إلى مستواها العادي بدون مؤثر خارجي وهو إشعاع مكون من فوتونات مختلفة الطور والاتجاه فيكون غير مترابط.



3) بين اينشتين أن الانبعاث الصادر من الذرة يتم بإحدى طريقتين:

أ) انبعاث تلقائي: كما سبق شرحه.

ب) انبعاث مستحث: يحدث ذلك بالحث أي بالقوة وذلك عند إسقاط فوتون على ذرة مثارة أصلاً في المستوى الثاني مثلاً (طا$_2$) ولم ينتهي العمر الزمني لإثارتها فإن الذرة لا تمتص طاقة الفوتون بل يحرضها على الرجوع بسرعة إلى المستوى الأرضي (طا$_1$) فاقدة طاقة إثارتها على شكل فوتون لهُ نفس تردد واتجاه وطور الفوتون الساقط أي مترابطين ويسمى ذلك بالانبعاث المستحث. وهو أساس توليد أشعة الليزر.

الانبعاث المستحث:

هو الانبعاث المتكون نتيجة رجوع الذرة من مستوى طاقة أعلى إلى مستواها العادي نتيجة تأثير فوتون خارجي على ذرة مثارة أصلاً وهو إشعاع مكون من فوتونات لها نفس التردد والطور والاتجاه فيكون مترابط.

مميزات الانبعاث المستحث:

1) انبعاث فوتون جديد مع الفوتون الأصلي الساقط.
2) طاقة الفوتون الناتج هي نفس طاقة الفوتون الأصلي أي لهُ نفس التردد والطول الموجي.
3) الأمواج المصاحبة للفوتونين الأصلي والناتج لهما نفس الطور لذلك يقال أن الفوتونين مترابطان.

"مقارنة بين الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث"

الانبعاث التلقائي	الانبعاث المستحث
1) تكون الذرة في حالتها العادية قبل سقوط الفوتون عليها فتثار وتعود إلى حالتها العادية وتشع فوتون واحد.	تكون الذرة مثارة قبل سقوط الفوتون عليها فتعود إلى حالتها العادية وتشع فوتونين.
2)الفوتون المنبعث لهُ نفس تردد الفوتون الأصلي أما الاتجاه والطور غير محددين	الفوتونات المنطلقان متساويان في التردد ومتفقان في الاتجاه والطور.
3) إشعاع غير مترابط	إشعاع مترابط.
4) تقل طاقة الأشعة بزيادة المسافة.	الأشعة لها طاقة هائلة وتحتفظ بشدتها وتركيزها لمسافات بعيدة.
5) سؤال وزاري لهُ: مصابيح الإضاءة.	سؤال وزاري لهُ: أشعة الليزر.

شروط الحصول على أشعة مترابطة من الإشعاع المستحث:

تعتمد فكرة الليزر على الانبعاث المستحث ولكن يكون الإشعاع المستحث هو السائد يجب:

1) إثارة عدد كبير من الذرات كي تتواجد في مستوى الطاقة الأعلى (طـ$_2$) بحيث يكون عددها أكبر من عدد الذرات الغير مثارة في المستوى الأرضي (طـ$_1$) ويسمى ذلك بالاستيطان العكسي.
2) إجراء الترتيبات اللازمة التي تضمن خروج معظم الفوتونات المنبعثة في اتجاه واحد.

ملاحظات:

1) الاستيطان الطبيعي: هو وجود الذرات في المستوى الأرضي المستقر.
الاستيطان العكسي: هو وجود الذرات في المستوى الأعلى من الطاقة ويحدث ذلك عند إثارتها.
2) لكي يحدث الاستيطان العكسي يجب أن توجد مستويات إثارة في الذرة لها عمر زمني أطول وتسمى مستويات شبه مستقرة.

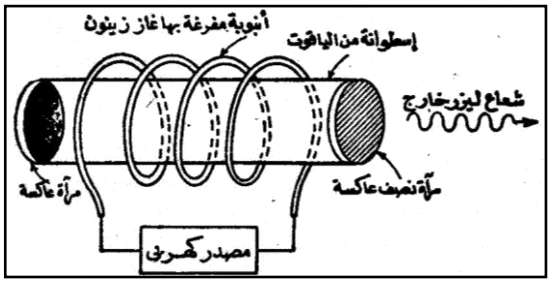
جهـــــاز ليـزر الياقـوت

أحد ليزرات الحالة الصلبة (ليزر بلوري).

الياقوت:

عبارة عن بلورة أكسيد الألومنيوم (AL_2O_3) عديم اللون يحتوي على كمية صغيرة (0.05%) من الكروم (Cr) كمادة شائبة وهو يكسب البلورة اللون الأحمر الوردي المميز للياقوت.

تركيب ليزر الياقوت:



1) قضيب اسطواني من الياقوت طوله 5سم قطـــره 0.5سـم قاعـــدتاه متوازيتـــان ومصقولتان.
2) تطلى أحدى القاعدتين بالفضة لتعمل كمرآه عاكسه (100%) بينما تغطى الثانية بطبقة شفافة من الفضة لتعمل كمرآه نصف عاكسه (95%).

وظيفة المرايـا:

إرجاع أو عكس فوتونات أشعة الليزر لإحداث الإشعاع المستحث وأيضاً توحيد اتجاه الأشعة.
3) يحاط بالاسطوانة أنبوبة تفريغ حلزونية بها غاز الزينون تتصل بمصدر كهربي نابض.

وظيفة أنبوبة التفريغ:

ضخ (إثارة) ذرات الياقوت (الكروم) إلى مستويات الطاقة الأعلى، وهي حلزونية للحصول على أكبر كمية من الضوء.

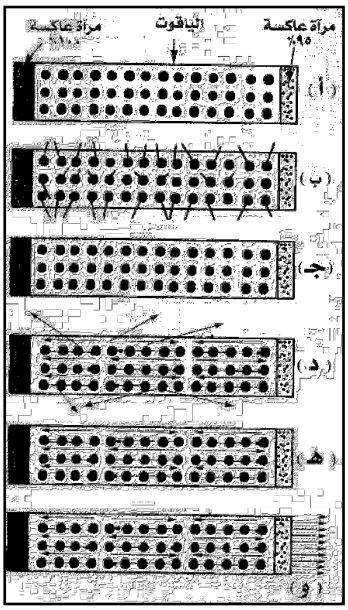
شرح عمل ليزر الياقوت:

1) تثار ذرات الكروم بواسطة الضوء الصادر من مصباح الزينون إلى المستويين (طـ3 ، طـ3) غير المستقرين (العمر الزمني لهم 10^{-8} ثانية).
2) تعود الذرات تلقائياً إلى المستوى (طـ$_2$) شبه المستقر (العمر الزمني له 0.03 ثانية) فاقدة طاقة في صورة حرارة.

3) يتزايد عدد الذرات المثارة في المستوى ($ط_2$) حتى يصبح عددها أكبر من الذرات غير المثارة في المستوى ($ط_1$) [وهذا شرط الانبعاث المستحث ويسمى بالاستيطان العكسي].

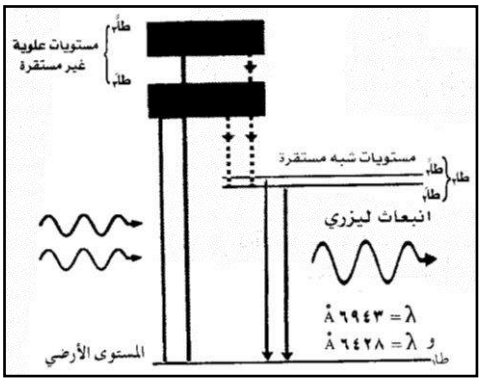
4) تعود بعض الذرات تلقائياً من المستوى ($ط_2$) إلى المستوى ($ط_1$) فتنبعث فوتونات مختلفة الاتجاهات فتمتص بعضها أما الموازية لمحور الاسطوانة فتقوم المرايا العاكسة والنصف عاكسه بتوحيد اتجاه الفوتونات الساقطة عمودياً عليها.

5) تعمل هذه الفوتونات على حث عدد أكبر من ذرات الكروم للانتقال إلى المستوى ($ط_1$) وبذلك يتضخم عدد الفوتونات بالانبعاث المستحث حتى حد معين ينفذ جزء منه إلى خارج الجهاز من خلال المرآة نصف العاكسة (الشرط الثاني) على شكل نبضة قوية من اللون الأحمر ثم تكرر هذه النبضات (عدة نبضات كل دقيقة) مكونة أشعة الليزر.



1) **ليزر الياقوت:** ليزر نبضي أي تنبعث منه أشعة الليزر على شكل ومضات أو نبضات.

2) في ليزر الياقوت يكون هامة مستقر لذلك **ثلاثي** أشعة لكل ذرة كروم 3 مستويات (المستوى الأرضي المستقر / مستوى الإثارة الغير / المستوى شبه المستقر) يسمى هذا النظام **(نظام مستويات الطاقة)** لتوليد الليزر.



3) في ليزر الياقوت مستوى الطاقة ($ط_2$) شبه المستقر عبارة عن مستويين هما: ($ط_2$ً، $ط_2$ً)، ولذلك فإن شعاع الليزر الناتج يعطي طولين موجيين كما يلي:

$ط_2$ً $\xleftarrow{\lambda = 6943\ A^\circ}$ $ط_1$ ، $ط_2$ً $\xleftarrow{\lambda = 6428\ A^\circ}$ $ط_1$

4) الليزر سواءً كان المرئي أو الغير مرئي تكون طاقته أقل من طاقة الأشعة السينية.

أشعة الليزر:

هي حزمة رفيعة من الأشعة بالغة الشدة وتحتفظ بشدتها مركزه لمسافات بعيدة وتكون فوتوناتها مترابطة ومتفقه في الطور ولها اتجاه واحد.

خواص أشعة الليزر:

1) **وحيدة اللون:** لأن فوتوناتها تملك نفس الطاقة والتردد والطول الموجي ولذلك لا يمكن تحليلها.
2) **مترابطـــــة:** لأن فوتوناتها متفقه في الطور فتقوي بعضها البعض.
3) **شدتها عالية:** لأن موجاتها تنبعث من المصدر في حزمة ضيقة مترابطة طاقتها عالية لذلك يحتفظ الشعاع بشدته وتركيزه لمسافات بعيدة دون تشتت.
4) قدرتها عالية على النفاذ.

استخداماتهـا:

1) مجـال الطـب:

تستخدم في جراحات الكبد/ سرطان الجلد/العيون/ إزالة الوشم من الجلد والبقع السوداء من جلد المسنين.

ويرجع ذلك لأن طاقتها عالية فتلتحم الأوعية الدموية بعد نفاذها مما يؤدي إلى منع نزيف الدم.

2) مجـال الأبحـاث:

تستخدم لدراسة التركيب الداخلي للمواد.

3) مجـال الصناعة:

تستخدم في عمليات قص وثقب المعادن وصهرها – حفر الأنفاق والمناجم لقدرتها على تليين الصخور الصلبة وتفتيتها (ليزر ثاني أكسيد الكربون).

4) مجال الملاحة الجوية:

تستخدم الطائرات أجهزة لاستقبال إشارات الليزر من الأرض لتحديد أهدافها.

5) مجال الاتصـالات:

تستخدم في نقل برامج التلفزيون والاتصالات بين الكواكب ويرجع ذلك لاحتفاظها بشدتها وتركيزها لمسافات بعيدة دون فقد طاقة.

6) الأغراض العسكرية والصناعة الحربية:

تستخدم في صنع قنابل وصواريخ موجهة بالليزر فتصيب أهدافها إصابات دقيقة.

تعاريف

1) **الظاهرة الكهروضوئية:** هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز عند سقوط ضوء ذو تردد معين عليه.
2) **الإلكترونات الضوئية:** هي الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز عند سقوط ضوء عليه.
3) **الخليـة الكهروضوئية:** جهـاز يمكـن بواسطته تحويـل الطاقـة الضـوئية إلـى طاقـة كهربيـة بطريقة غير مباشرة.
4) **الشروط الواجب توافرها في الخلية الكهروضوئية:**

(1) الانتفاخ مع الكوارتز. (2) الانتفاخ مفرغ من الهواء.
(3) الكاثود مقعر الشكل. (4) الأنود قضيب معدني رفيع.

5) **استخدامات الخلية الكهروضوئية:**
(1) في آلات التصوير العادية. (2) في آلة التصوير التلفزيونية.
(3) في إضاءة الشوارع بطريقة آلية. (4) غلق وفتح الأبواب آلياً.
(5) كجرس إنذار ضد اللصوص.

6) **تيار التشبع:** هو شدة التيار الثابت الذي نحصل عليه عند جهد معين للمصعد يكون قادر عنده على جذب جميع الإلكترونات المنبعثة.

7) **جهد الإيقاف:** هو الجهد السالب للمصعد اللازم لإيقاف أسرع الإلكترونات وأكبرها طاقة وعنده ينعدم مرور التيار في دائرة الخلية.

8) **التردد الحرج(f_o):** هو أقل تردد للضوء الساقط يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إعطائه طاقة حركة.

9) **الطول الموجي الحرج:** هو أكبر طول موجي للضوء الساقط يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إعطائه طاقة حركة ($\frac{1}{f_o} \alpha \lambda_o$)

10) **دالة الشغل:** هي أقل طاقة تلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إعطائه طاقة حركة.

11) **شدة الضوء لحزمة ضوئية:** هو عدد الفوتونات الساقطة عمودياً على وحدة المساحات من سطح ما في الثانية.

12) **تفسير اينشتين للظاهرة الكهروضوئية:**
(أ) إذا كان $f_o > f$ لا تنبعث إلكترونات.
(ب) إذا كان $f_o = f$ تنبعث إلكترونات ولا تكتسب طاقة حركة.
(ج) إذا كان $f_o < f$ تنبعث إلكترونات وتكتسب طاقة حركـــــة.

13) **العوامل التي تتوقف عليها طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة:**
(1) تردد الضوء الساقط. (2) دالة الشغل للفلز.

14) **الأشعة السينية:** هي موجات كهرومغناطيسية (ضوئية) طاقتها عالية وترددها عالي وطولها الموجي قصير جداً. وتسمى ظاهرة توليدها بالظاهرة الكهروضوئية العكسية.

15) **احتمالات الحصول على الأشعة السينية:**
(1) الاحتمال الأول: يفسر الحصول على طيف خطي مميز لمادة الهدف وهو يتوقف على نوع مادة الهدف وليس على فرق الجهد المستخدم.
(2) الاحتمال الثاني: يفسر الحصول على طيف مستمر (متصل) للأشعة وهو يتوقف على فرق الجهد المستخدم وليس على نوع مادة الهدف.

16) **خواص الأشعة السينية:**
(1) طاقتها عالية. (2) لها قدرة عالية على النفاذ. (3)لا تتأثر بالمجالات.

17) **استخدامات الأشعة السينية:**
(1) في الطـــــب: في الكشف عن كسور العظام/ وجود الحصوات في الكلى.
(2) في الصناعة: الكشف عن الشقوق في الفلزات كهياكل الطائرات والأنابيب المعدنية.
(3) في الكشف عن وجود الأجسام الصلبة: في أمتعة المسافرين دون فتحها.

18) **معنى كلمة ليزر:** تضخيم أو تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع.

19) **معنى كلمة ميزر:** تضخيم أو تكبير شدة الأمواج القصيرة غير المرئية بواسطة الانبعاث المستحق للإشعاع.

20) **أشعة الليزر:** هي حزمة رفيعة من الأشعة بالغة الشدة وتحتفظ بشدتها مركزه لمسافات بعيدة وتكون فوتوناتها مترابطة ومتفقه في الطور ولها اتجاه واحد.

21) **الامتصاص المستحث:** هو إثارة الذرة من المستوى الأرضي إلى المستوى الأعلى بسقوط فوتون عليها طاقته تساوي الفرق بين طاقة المستويين.

22) **الانبعاث التلقائي:** هو الانبعاث المتكون نتيجة رجوع الذرة من مستوى طاقة أعلى إلى مستواها العادي بدون مؤثر خارجي وهو إشعاع مكون من فوتونات مختلفة الطور والاتجاه فيكون غير مترابط.

23) **الانبعاث المستحث:** هو الانبعاث المتكون نتيجة رجوع الذرة من مستوى طاقة أعلى إلى مستواها العادي نتيجة تأثير فوتون خارجي على ذرة مثارة أصلاً وهو إشعاع مكون من فوتونات لها نفس التردد والطور والاتجاه فيكون مترابط.

24) **شروط الحصول على الإشعاع المستحث:**

(1) إثارة عدد كبير من الذرات كي توجد في مستوى الطاقة الأعلى.

(2) ضمان خروج الفوتونات في اتجاه واحد.

25) **الاستيطان الطبيعي:** هو وجود الذرات في المستوى الأرضي المستقر.

26) **الاستيطان العكسي:** هو وجود الذرات في المستوى الأعلى من الطاقة ويحدث ذلك عند إثارتها.

27) **ليزر الياقوت:** عبارة عن ليزر بلوري يعطي نبضات لونها أحمر.

28) **الياقوت:** بلورة أكسيد الومنيوم بها شوائب صغيرة من الكروم وهو يكسب البلورة اللون الأحمر الوردي.

29) **خواص أشعة الليزر:** (1) وحيدة اللون. (2) مترابطة. (3) شدتها عالية.

30) استخدامات أشعة الليزر:

(1) في الطـــــب: في جراحة الكبد/ السرطان/ العيون.

(2) في الصناعة: ثقب المعادن وصهرها/ حفر الأنفاق والمناجم.

(3) في مجال الملاحة الجوية: توجيه الطائرات لتحديد أهدافها.

(4) في الأغراض العسكرية: صنع قنابل وصواريخ موجهة بالليزر.

(5) في الأبحاث. (6) في مجال الاتصالات.

القوانين :

أولاً: الظاهرة الكهروضوئية

(1) حساب طاقة الحركة العظمى للإلكترون/ طاقة الفوتون/ دالة الشغل.

معادلة اينشتين طاع $\left(\frac{1}{2}\right)$ ك $_{e}$ ع$_{e}^{2}$ = hf - hfo (W_o) جول سؤال وزاري (1)، (2)

(2) حساب طاقة الفوتون/ تردد الضوء الساقط/ الطول الموجي للضوء الساقط.

طا = hf = $h\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ جول سؤال وزاري (2)، (4)

أو $\text{طا} = \frac{10^{3} \times 12{,}4}{\lambda \text{ انجستروم}}$ أ.ف

(3) حساب دالة الشغل (طاقة النزع) / التردد الحرج/ الطول الموجي:

$h\, \frac{\text{ع ض}}{\lambda_o} = hf_o = Wo$ جول سؤال وزاري (3)

أو $\frac{10^{3} \times 12{,}4}{\lambda \text{ انجستروم}} = Wo$ أ.ف

(4) حساب جهد الإيقاف / الطاقة الحركية العظمى للإلكترون:

$\text{ش}_e \text{ حـ}_e = \frac{1}{2} \text{ ك}_e \text{ ع}_e^2$ (طاع) جول سؤال وزاري (2) ، (3)

(5) حساب سرعة الإلكترون:

$\text{طاع} = \frac{1}{2} \text{ ك}_e \text{ ع}_e^2$ جول سؤال وزاري (2)

ثانياً: الأشعة السينية:

(6) حساب أقصر طول موجي للأشعة/ فرق الجهد:

$\lambda_o = \frac{h \text{ ع ض}}{\text{ش}_e \times \text{حـ}}$ م سـؤال وزاري (5)،(6)،(7)

أو $\lambda_o = \frac{10^{3} \times 12{,}4}{\text{حـ}}$ انجستروم

(7) حساب أقصر طول موجي للأشعة في حالة عدم وجود فرق جهد ووجود سرعة الإلكترون:

$\lambda_o = \frac{h \text{ ع ض}}{\frac{1}{2} \text{ ك}_e \text{ ع}_e^2}$ م سؤال وزاري (8)

(8) حساب طاقة الأشعة (الفوتون):

$\text{طا} = hf = \text{ش}_e = \text{حـ}_e \times \frac{1}{2} \text{ ك}_e \text{ ع}_e^2$ جول سـؤال وزاري (5) ، (8)

(9) حساب تردد الأشعة:

$$f_o = \frac{\text{ع ض}}{\lambda_o}$$ هرتز سؤال

وزاري (5)

أو $$f_o = \frac{\text{ش}_e \times \text{حـ}}{h}$$ هرتز

الحقائق العلميه مع التعليل

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
1	عند سقوط أشعة فوق بنفسجية على لوح زنك (خارصين) سالب موضوع فوق قرص كشاف كهربي تنطبق ورقتي الكشاف.	لأنه تنطبق منه إلكترونات فيصبح سطحه مشحون بشحنة موجبة تتعادل مع شحنتي ورقتي الكشاف السالبة فتنطبق الورقتان.
2	عند سقوط أشعة فوق بنفسجية (ضوء) على لوح زجاجي موضوع فوق لوح زنك لا تنفرج ورقتي الكشاف.	لأن الزجاج يمتص الأشعة فلا تنفذ إلى اللوح فيمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية.
3	عند سقوط الضوء على لوح زنك موجب يزداد انفراج ورقتي الكشاف الكهربي.	لانه تنطلق منه إلكترونات فتزداد شحنته الموجبة ويزداد انفراج ورقتي الكشاف.
4	أنبوب الخلية الكهروضوئية مفرغ من الهواء.	أ) حتى لا تتأكسد مادة المهبط. ب) حتى لا تعيق حركة الإلكترونات من الوصول للمصعد.
5	أنبوب الخلية الكهروضوئية من الكوارتز وليس من الزجاج.	لأن الكوارتز يسمح بنفاذ الأشعة فوق البنفسجية التي طاقتها عالية بينما الزجاج يمتصها.
6	كاثود الخلية الكهروضوئية مقعر الشكل.	حتى تتجمع الإلكترونات المنبعثة منه عموديا سطحة عند مركز التكور حيث يوجد الأنود.
7	أنود الخلية الكهروضوئية قضيب معدني رفيع.	حتى لا يحجب الضوء عن الكاثود.
8	تستخدم دائرة الخلية الكهروضوئية على نطاق واسع في الحياة العملية.	لأنها تعتبر مفتاح كهربي لدائرة أخرى تتحكم في غلق وفتح هذه الدائرة آلياً.
9	تزداد شدة تيار الخلية الكهروضوئية بزيادة شدة الضوء الساقط عليها.	لأنه بزيادة شدة الضوء تزداد عدد الفوتونات الساقطة على سطح الفلز وحيث أن كل فوتون يصطدم بإلكترون لذلك تزداد عدد الإلكترونات المنبعثة وتزداد شدة التيار.
10	قد يمر تيار في دائرة الخلية الكهروضوئية على الرغم من أن فرق	لأن طاقة الضوء الساقط على المهبط تكفي لانتزاع الإلكترونات من السطح ثم تكسبها طاقة

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
	الجهد بين المصعد والمهبط = صفر.	حركة تمكنها من الوصول إلى المصعد فيمر تيار كهربي في الدائرة.
11	تثبت شدة تيار الخلية الكهروضوئية عند جهد معين للمصعد مهما زاد الجهد.	لأن جهد المصعد الموجب يكون قادر على جذب جميع الإلكترونات المنبعثة كل ثانية فيصل إليه عدد ثابت من الإلكترونات وتثبت شدة التيار.
12	تقل شدة تيار الخلية الكهروضوئية بزيادة سالبية المصعد حتى جهد معين تنعدم عنده شدة التيار.	لأن سالبية المصعد تعمل على رد الإلكترونات المنبعثة من المهبط لحدوث التنافر فلا يصل إليه إلا أسرع الإلكترونات وعند جهد سالب معين فإن المصعد يوقف أسرع الإلكترونات فلا تصل إليه وينعدم مرور التيار.
13	تنبعث الإلكترونات من سطح المهبط بسرعات مختلفة.	يرجع ذلك حسب مكان الإلكترون المنبعث من المهبط فإذا كان في سطح الفلز فإنه ينبعث بطاقة حركية كبيرة أما إذا كان بعيداً عن السطح أي في المستوى الأقل فإنه يثار أولاً إلى السطح ثم يتم انتزاعه ولذلك يكتسب طاقة حركية أقل.
14	يختلف انبعاث الإلكترونات وكذلك طاقة حركتها حسب نوع الفلز.	لأن لكل فلز تردد حرج يجب أن لا يقل عنه تردد الضوء الساقط حتى يمكن أن يبعث بالإلكترونات.
15	انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز عند سقوط الضوء عليه يكون لحظياً.	لأن الفترة الزمنية بين سقوط الضوء وانبعاث الإلكترونات من السطح صغيرة جداً (10^{-9} ثانية) لذلك تهمل.
16	عدم انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز إذا كان تردد الضوء الساقط أصغر من التردد الحرج.	لأن طاقة الفوتون تكون أقل من طاقة نزع الإلكترونات من سطح الفلز.
17	عدم اكتساب الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز طاقة حركية إذا كان تردد الضوء الساقط يساوي التردد الحرج.	لأن طاقة الفوتون تساوي طاقة النزع فينبعث الإلكترون دون اكتسابه طاقة حركة.
18	يفضل استخدام الأشعة فوق البنفسجية في الخلايا الكهروضوئية.	لكبر ترددها وطاقتها فتزداد سرعة الإلكترونات المنبعثة.
19	يفضل استخدام السيزيوم كمهبط للخلايا	لصغر تردده الحرج ودالة شغله فتزداد

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
	الكهروضوئية.	سرعة الإلكترونات المنبعثة.
20	تسمى ظاهرة توليد الأشعة السينية بالظاهرة الكهروضوئية العكسية.	لأنها تحدث عند سقوط إلكترونات سريعة على سطح فلز فتنطلق فوتونات الأشعة السينية وهذا عكس ما يحدث في الظاهرة الكهروضوئية إذ تسقط فوتونات الضوء على سطح الفلز فتنبعث منه الإلكترونات.
21	يستخدم فرق جهد عالي في أنبوبة توليد الأشعة السينية.	لزيادة طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود فتتجه للهدم وتصطدم به بسرعة عالية وتنطلق الأشعة.
22	يفضل أن يكون الهدف في أنبوبة توليد الأشعة السينية من فلز ثقيل.	1) لأن درجة انصهاره عالية فيتحمل الحرارة الناتجة من التصادم. 2) لأن طاقة مستوياته عالية فتنطلق منه فوتونات الأشعة السينية بطاقة عالية.
23	أنود أنبوبة كولدج من النحاس تتصل به عوارض معدنية.	لأن النحاس جيد التوصيل للحرارة فيمتص الحرارة الناتجة من الهدف ثم تقوم العوارض بإشعاعها للهواء وبذلك يتم التخلص من الحرارة الشديدة المتولدة في الأنبوبة.
24	أنبوبة كولدج مفرغة من الهواء.	أ) حتى لا تتأكسد مادة المهبط. ب) حتى لا تعيق حركة الإلكترونات المتجهة نحو المصعد.
25	تحاط أنبوبة توليد الأشعة السينية بدرع من الرصاص.	لأن الرصاص يمتص الأشعة فيمنع نفاذها وبذلك يحمي العاملين من خطر التعرف لها لطاقتها العالية.
26	طاقة الأشعة السينية لا يمكن أن تكون أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف.	لأنها تنتج من تناقص سرعة الإلكترون الذي اصطدم بالهدف ولذلك لا يبدأ انبعاث الأشعة إلا من تردد معين طاقته أصغر من أو تساوي طاقة الإلكترون المقذوف.
27	تستخدم الأشعة السينية في الكشف عن كسور العظام/ وجود الأجسام الصلبة في أمتعة المسافرين.	لأن طاقتها عالية فتكون قدرتها عالية على النفاذ والمواد التي كثافتها عالية جيدة الامتصاص للأشعة مثل العظام والأجسام الصلبة.

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
28	أشـعة المصـادر الضـوئية المعروفـة يعتبـر غيـر مترابط بينمـا أشـعة الليـزر مترابطة.	لأن فوتونـات أشـعة المصـادر مختلفـة الطـور والاتجـاه فيكـون غيـر متـرابط بينمـا أشـعة الليزر عبارة عن فوتونات لهما نفس التردد والاتجاه والطور فتعتبر مترابطة.
29	لون الياقوت أحمر وردي.	لوجـود كميـة صـغيرة مـن الكـروم الأحمـر كشوائب فيه فتكسبه اللون الأحمر.
30	وجود كمية صغيرة من الكروم كمادة شـائبة فـي اليـاقوت ضـروري لتوليـد أشعة الليزر.	لأن الياقوت يتكون من أكسيد الومنيوم وهو مادة خاملة وأيونات الكروم وهي مادة فعالة تثار فتتولد أشعة الليزر.
31	لابـد مـن وجـود المـرآتين العاكسـة ونصـف العاكسـة فـي أسـطوانة توليـد أشعة الليزر.	لإرجاع أو عكس فوتونات أشعة الليزر حتى تتوحـد اتجـاه الأشـعة ويحـدث الإشـعاع المستحث الذي هو أساس توليد أشعة الليزر.
32	تحـاط أسـطوانة اليـاقوت بأنبوبـة تفريـغ حلزونة.	وذلك لسببين: 1) إثارة ذرات الكروم إلى مستويات الطاقة الأعلى. 2) للحصـول علـى أكبـر كميـة مـن الضـوء (حلزونية).
33	شـعاع الليـزر الأحمـر النـاتج يعطـي طوليين موجيين.	لأنـه ينـتج مـن عـودة الـذرات مـن مسـتوى الطاقة الثاني الذي يوجد بـه مستويين فرعيين لكـل مـنهم طاقتـه المختلفـة فينـتج طـوليين موجيين.
34	لا يمكـن تحليـل أشـعة الليـزر بواسـطة منشور ثلاثي.	لأن أشـعة الليـزر وحيـدة اللـون لأن فوتونـاتها لها نفس الطاقة/ التردد/ الطول الموجي.
35	أشـعة الليـزر لا تخضـع لقـانون التربيـع العكسي في الضوء.	لأن أشعة الليزر عبارة عن حزمة رفيعة جداً موحدة الاتجاه فتحتفظ بشدتها لمسافات بعيدة.
36	تستخدم أشعة الليزر في الجراحة.	لأن طاقتها عالية فتلتحم الأوعية الدموية بعد نفاذها مما يمنع نزيف الدم.
37	تسـتخدم أشـعة الليـزر فـي ثقـب المعـادن وصـهرها وحفر الأنفاق والمناجم.	لأن طاقتها عالية فتقدر على تليين الصخور الصلبة وتفتتها.
38	تسـتخدم أشـعة الليـزر فـي الاتصـالات ونقل برامج التلفزيون.	لأنها تنتشر في حزمة طبقية فتحتفظ بشدتها وتركيزها لمسافات بعيدة دون فقد طاقة.

مقارنة بين

الطيف الخطي (المميز)	الطيف المستمر (المتصل)
1) يتولد نتيجة اصطدام إلكترون منبعث من كاثود الأنبوبة بإلكترون موجود في أحد مستويات الطاقة القريبة من النواة.	يتولد نتيجة تأثر الإلكترون المنبعث من كاثود الأنبوبة بالمجال الكهربي لذرة مادة الهدف أثناء اختراقه لهما.
2) يقل الطول الموجي أي يزيد التردد بزيادة العدد الذري لمادة الهدف ولذلك فهو مميز لمادة الهدف	لا يتأثر طوله الموجي بتغيير نوع مادة الهدف ولذلك فهو غير مميز لمادة الهدف.
3) خطي متراكب على الطيف المستمر في مواضع مختلفة حسب مادة الهدف.	مستمر (متصل) يتميز بانتهائه الفجائي عند طول موجي معين.
4) لا يتوقف الطول الموجي على فرق الجهد بين قطبي الأنبوبة.	يقل الطول الموجي بزيادة فرق الجهد بين قطبي الأنبوبة.

مقارنة بين

الانبعاث التلقائي	الانبعاث المستحث
1) تكون الذرة في حالتها العادية قبل سقوط الفوتون عليها فتثار وتعود إلى حالتها العادية وتشع فوتون واحد.	تكون الذرة مثارة قبل سقوط الفوتون عليها فتعود إلى حالتها العادية وتشع فوتونين.
2)الفوتون المنبعث لهُ نفس تردد الفوتون الأصلي أما الاتجاه والطور غير محددين	الفوتونات المنطلقان متساويان في التردد ومتفقان في الاتجاه والطور.
3) إشعاع غير مترابط	إشعاع مترابط.
4) تقل طاقة الأشعة بزيادة المسافة.	الأشعة لها طاقة هائلة وتحتفظ بشدتها وتركيزها لمسافات بعيدة.
5) سؤال وزاري لهُ: مصابيح الإضاءة.	سؤال وزاري لهُ: أشعة الليزر.

مقارنة بين

ضوء المصباح العادي	شعاع الليزر
1) يتكون من فوتونات مختلفة الطاقة والتردد وغير متحدة الطور.	يتكون من فوتونات لها نفس الطاقة والتردد ومتحدة في الطور.
2)موجاته غير متجانسة وغير مترابطة.	موجاته متجانسة وشديدة الترابط.

ضوء المصباح العادي	شعاع الليزر
3) طاقته محدودة.	طاقته وشدته عالية جداً.
4) يفقد طاقته كلما زادت المسافة التي يقطعها	يحتفظ بطاقته وتركيزه لمسافات بعيدة

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

اختر الإجابة الصحيحة:

1) عندما تسقط أشعة ضوئية على لوح معدني ما فإنه تنطلق من سطح المعدن.

أ) فوتونات ضوئية. **ب) إلكترونات ضوئية.**

ج(نترونات. د) أشعة سينية.

2) إن أقصر طول موجي في الطيف المتصل للأشعة السينية يعتمد على:

أ) مادة سطح مصعد أنبوب الأشعة السينية.

ب) فرق الجهد المطبق بين طرفي الأنبوب.

ج(تردد الضوء الساقط على مادة سطح مصعد الأنبوب.

د) شدة الضوء الساقط على مادة سطح مصعد الأنبوب.

3) تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على:

أ) تردد الضوء الساقط عليها. ب) نوع مادة سطح مهبط الخلية.

ج(شدة الضوء الساقط عليها. د) دالة شغل المادة.

4) ضع العلامة (✓) أمام العبارة الصحيحة والعلامة (×) أمام العبارة الخطأ:

- طاقة أشعة ليزر الياقوت أكبر من طاقة الأشعة السينية. (×)
- سرعة أشعة الليزر أكبر من سرعة الأشعة السينية في الهواء. (×)
- في ليزر الياقوت عنصر الكروم هو المسؤول عن الانبعاث الليزري. (✓)
- عنصر الكروم يشكل 95% من بلورة الياقوت. (×)
- التردد الحرج يتعلق بنوع مادة سطح مهبط الخلية الكهروضوئية. (✓)
- تيار الإشباع للخلية الكهروضوئية يعتمد على شدة الإشعاع الساقط عليها. (✓)
- عملية الامتصاص هي عملية انتقال تلقائية من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أعلى. (×)
- جهد الإيقاف يتوقف على تردد الضوء الساقط على الخلية الكهروضوئية. (✓)
- الانبعاث الليزري هو انبعاث حثي. (✓)

5) عند سقوط أشعة فوق البنفسجية على لوح من الزنك موجب الشحنة، ماذا يحدث للشحنات؟ (إعط تفسيراً لجوابك).

جـ(5): تزداد شحنته الموجبة أي تزداد إيجابيته ويرجع ذلك لإنه عند سقوط الأشعة عليه تنبعث منه إلكترونات سالبة.

6) ماذا يحدث للفوتونات عندما تصطدم بالإلكترونات داخل الذرة.

جـ(6): يفنى الفوتون كجسم أي تتلاشى كتلته ويتحول لطاقة يمتصها الإلكترون.

7) ما هي الظاهرة الكهروضوئية؟ وما هي الإلكترونات الضوئية؟

جـ(7): أنظر الشرح

8) أرسم مخطط الجهاز الذي استخدمه مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية.

جـ(8): أنظر الشرح

9) أشرح معادلة اينشتين في تفسيرها لظاهرة الكهروضوئية.

جـ(9): أنظر الشرح

10) أعط تفسيراً للطيف الخطي والطيف المتصل للأشعة السينية.

جـ(10): أنظر الشرح

11) أرسم مستويات الطاقة لعنصر الكروم في بلورة الياقوت وبين عليها الانتقالات التلقائية والحثية بين مستويات الطاقة في عملية توليد الليزر.

جـ(11): أنظر الشرح

12) اشرح عملية توليد ليزر الياقوت بالاستعانة بمخطط مستويات الطاقة لعنصر الكروم.

جـ(12): أنظر الشرح

13) أذكر استخداماً واحداً لكل من:

أ- الخلية الكهروضوئية. ب – الأشعة السينية. ج- أشعة ليزر الياقوت.

جـ(13): أ)الخلية الكهروضوئية: تستخدم كجرس إنذار ضد اللصوص في البنوك وغيره.

ب) الأشعة السينية: تستخدم في الطب للكشف عن كسور العظام – وجود الحصوات في الكلية والمرارة.

ج(أشعة ليزر الياقوت: في الطب في جراحة الكبد / السرطان / العيون.

14) إذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من سطح معدن هي (35.4) إلكترون فولت، وأُسقط على هذا السطح ضوء وحيد اللون طول موجته 400 أنجستروم، هل تنبعث إلكترونات من سطح المعدن؟

جـ(14): W_o = 35.4 أ.ف = $35.4 \times 1.6 \times 10^{-19}$ = 56.64×10^{-19} جول.

$\lambda = 400 \times 10^{-10} = 4 \times 10^{-8}$ م

∵ طـا = hf ⇐ طـا = $\frac{h\,ع_{ص}}{\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{4 \times 10^{-8}} = 4.97 \times 10^{-18} = 49.7 \times 10^{-}$ جول^{19}

∴ لا تنبعث إلكترونات لأن طاقة الفوتون أصغر من طاقة النزع.

15) أضيء سطح الصوديوم بضوء طول موجته 3000 أنجستروم فإذا علمت أن دالة الشغل لمعدن الصوديوم = 2.46 (أ .ف)

احسب ما يلي:

أ- الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة. ب- سرعتها.

ج- الطول الموجي الحرج. د- جهد الإيقاف.

جـ(15): W_o = 2.46 أ.ف = $2.46 \times 1.6 \times 10^{-19}$ = 3.936×10^{-19} جول

$\lambda = 3000 \times 10^{-10} = 3 \times 10^{-7}$ م

أ) ∵ طا$_{ع}$ = $W_o - hf$

$$\text{طا}_{ع} = \frac{h\,ع_{ص}}{\lambda} - W_o = \frac{10\times 3\times 10^{8}\times 6{,}625\times 10^{-34}}{10\times 3\times 10^{-7}} - 10\times 3.936\times 10^{-19}$$

$$\therefore \text{طاع} = 10\times 6.625\times 10^{-19} - 10\times 3.936\times 10^{-19} = 10\times 2.689\times 10^{-19} \text{ جول}.$$

ب) $\because \text{طا}_{ع} = \frac{1}{2}\,ك_{e}\,ع_{e}^{2}$

$$\therefore ع_{e}^{2} = \frac{2\,\text{طا}_{ع}}{ك_{e}} = \frac{2\times 2{,}689\times 10^{-19}}{9{,}1\times 10^{-31}} = 0.59\times 10^{12}$$

$$\therefore ع_{e} = \sqrt{0.59\times 10^{12}} = 0.77\times 10^{6} \text{ م/ث}.$$

ج) $\because hf_o = W_o \quad \therefore h\frac{ع_{ص}}{\lambda_o} = W_o \quad \therefore \frac{h\,ع_{ص}}{W_o} = \lambda_o$

$$\therefore \lambda_o = \frac{10\times 3\times 10^{8}\times 6{,}625\times 10^{-34}}{10\times 3{,}936\times 10^{-19}} = 5.05\times 10^{-7} \text{ م}$$

$$\lambda_o = 5.05\times 10^{-7}\times 10^{10} = 5050 \text{ انجستروم}$$

د) $\because \text{طاع} = \text{حـ}_{ع} \times ش_{e}$

$$\therefore \text{حـ}_{ع} = \frac{\text{طا}_{ع}}{ش_{e}} = \frac{10\times 2{,}689\times 10^{-19}}{10\times 1{,}6\times 10^{-19}} = 1.68 \text{ فولت}.$$

16) احسب فرق الجهد الذي يجب أن يعجل به إلكترون بحيث يكون أقصر الأطوال الموجية في طيف الأشعة السينية يساوي واحد انجستروم.

جـ(16): $\lambda_o = 1\,A^o = 10^{-10}$ م $\quad$ حـ $= ؟$

$$\because \lambda_o = \frac{h\,ع_{ص}}{ش_{e}\times \text{حـ}}$$

$$\therefore \text{حـ} = \frac{h\,ع_{ص}}{ش_{e}\times \lambda_o} = \frac{10\times 3\times 10^{8}\times 6{,}625\times 10^{-34}}{10\times 1{,}6\times 10^{-19}\times 10^{-10}} = 12.4\times 10^{3} \text{ فولت}.$$

17) إذا كان فرق الجهد بين طرفي أنبوب الأشعة السينية هو 25×10^{3} فولت.
احسب: أعلى تردد للأشعة السينيةالمنبعثة.

جـ(17): حـ $= 25\times 10^{3}$ $\quad f = ؟$

$$\because \lambda_o = \frac{h\,ع_{ض}}{ش_{e}\times \text{حـ}} = \frac{10\times 3\times 10^{8}\times 6{,}625\times 10^{-34}}{10\times 1{,}6\times 10^{-19}\times 25\times 10^{3}} = 0.5\times 10^{-10}$$ م.

$$f = \frac{ع_{ض}}{\lambda_o} = \frac{10\times 3\times 10^{8}}{10\times 0{,}5\times 10^{-10}} = 6\times 10^{18} \text{ هرتز}$$

حل ثاني: $f = \frac{ش_e \times حـ}{h} = \frac{10\times25\times10^{-19}\times1,6}{10\times6,625^{-34}} = 6\times10^{18}$ هرتز.

18) احسب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية المنبعثة إذا كانت كمية حركة الإلكترون عند اصطدامه بالهدف تساوي 63.7×10^{-25} كجم. م/ث.

علماً بأن كتلة الإلكترون ($ك_e$) = 9.1×10^{-31} كجم.

جـ(18): كت = 63.7×10^{-25} $\quad$ λ_o = ؟

∵ كت = $ك_e \times ع_e$ $\quad$ ∴ $ع_e = \frac{كت}{ك_e} = \frac{10\times63,7^{-25}}{10\times9,1^{-31}} = 7\times10^{6}$ م/ث

∵ $\lambda_o = \frac{h}{ع_ص ك_e \frac{1}{2} ع_e^2}$ $\quad$ ∴ $\lambda_o = \frac{10\times6,625^{-34}\times10\times3\times2^{8}}{(10\times7)^{6}\times10\times9,1^{-31}}$

∴ $\lambda_o = 0.089\times10^{-7}$م $\quad$ $\lambda_o = 0.089\times10^{-7}\times10^{10} = 89$ انجستروم.

الوحـــــــدة السابعـة
الفيزيـاء النوويـة
Nuclear Physics

لها أهمية كبيرة في مجالات السلم مثل توليد الطاقة الكهربية/ علاج مرضى السرطان والحروب في صنع القنابل الذرية والهيدروجينية.

مكوناتها

(1) النـــــواة:

موجبة الشحنة لوجود البروتونات وتتركز فيها كتلة الذرة.

(2) الإلكترونات:

سالبة الشحنة وتدور حول النواة.

وفي هذه الوحدة سنتعرف على تركيب النواة وطاقتها واستخداماتها.

تركيب النواة:

ظهرت نظريات عديدة لمحاولة تفسير تركيب النواة قديماً و حديثاً ومنها:

(1) نظرية البروتون- الإلكترون (P-e)

ظهرت في بداية القرن العشرين قبل اكتشاف النيوترون.

فـروض النظريـة:

أ) النواة تحتوي على عدد من البروتونات مساو للعدد الكتلي للنواة.

ب) النواة تحتوي على عدد من الإلكترونات مساو للفرق بين العدد الكتلي والعدد الذري للنواة.

توضيـــح:

16 ← العدد الكتلي

ذرة الأكسوجين O

8 ← العدد الذري

تحتوي النواة على 16 بروتون يساوي العدد الكتلي لها، وعلي 16 ـ 8 = 8 إلكترون

لماذا افترض العلماء وجود إلكترونات في النواة؟ ولماذا تغير الرأي الآن؟

ليفسروا خروج أشعة بيتا السالبة من النواة.

وتغير الرأي لسببين:

1) لأن الإلكترون المتحرك حسب معادلة دي برولي له طول موجي أكبر من أبعاد أي نواة.

2) لاكتشاف النيترون.

اكتشاف النيترون:

أكتشف العالم شادويك وجود النيترون بتجربته الشهيرة في عام 1935م وقد اعتمد على فكرة التصادم تام المرونة للأجسام المتصادمة.

فكـرة التجربــة:

قذف عنصر البريليوم بقذائف ألفا السريعة فتنطلق النيوترونات حسب المعادلة:

جسيم ألفا + نواة بريليوم ← نواة كربون + نيوترون

$$ {}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n + \text{طاقة} $$

وقد اعتقد العلماء في البداية أن النيوترونات موجات كهرومغناطيسية طاقتها عالية جداً ولكن بتحليل التفاعل وحسب قانون بقاء العدد الكتلي (العدد الكتلي للمتفاعلات= العدد الكتلي للنواتج) يتضح أن النيوترون جسيم متعادل عدده الكتلي = 1

(2) نظرية البروتون/ النيوترون(p-n)

ظهرت بعد اكتشاف النيوترون.

فـروض النظريـة:

أ) تتركب النواة من بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة الشحنة.

ب) عـدد البروتونـات والنيوترونـات يمثـل العـدد الكتلـي للنـواة وتسـمى البروتونات والنيوترونات بالنيوكلونات.

حيث: عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

توضيــح:

ذرة الأكسوجين O

العدد الكتلي ← 16

العدد الذري ← 8

عدد البروتونـات = 8 (وأيضـاً عـدد الإلكترونـات خـارج النـواة =8 لأن الـذرة متعادلـة كهربياً)

عدد النيوترونات = 16 ـ 8=8

وقد استطاعت النظرية تفسير النشاط الإشعاعي الطبيعي والصناعي للنواة وتفسير وجود النظائر.

النظائـر:

لاحظ العلماء عند قياس الكتلة الذرية لبعض العناصر بطريقة دقيقة بأنها تحتوي على قيم كسرية أي أن ذرات العنصر الواحد لا تكون متساوية في الكتلة وباستخدام جهاز مطياف الكتلة ظهرت لبعض العناصر خطوط طيف على لوح فوتوغرافي يساوي عددها عدد نظائر العنصر.

النظائر:

هي أنوية لنفس العنصر تتشابه في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات.

أو: هي وجود العنصر الواحد في عدة صور تتشابه في أعدادها الذرية وتختلف في أعدادها الكتلية.

أمثلة:

نظائر الهيدروجين:	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$
	بروتون	ديوترون	تريتيوم
عدد البروتونات =	1	1	1
عدد النيوترونات=	1	1	1
نظائر الكربون=	$^{11}_{6}C$	$^{12}_{6}C$	$^{13}_{6}C$	$^{14}_{6}C$
عدد البروتونات:	6	6	6	6
عدد النيوترونات:	5	6	7	8

النشـــــــــاط الإشعاعـــي

اكتشاف النشـاط الإشعاعـي:

1) اكتشـفها العـالم الفرنسـي بيكريـل عنـدما لاحـظ انبعـاث إشـعاعات مـن أمـلاح اليورانيوم كما لاحظ خاصية توهج الأملاح عند تعرضها للضوء وأيضاً قدرة الأشعة على تفريغ الأجسام المشحونة كهربياً.
2) بعد ذلك اكتشفت العالمة مدام كوري وزوجها بييركوري عناصر مشعة مثل البولونيوم ثم الراديوم $^{226}_{88}Ra$ وهم من أهم العناصر المشعة.

تفسيـر الظاهـرة:

1) العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم / الراديوم/ البلوتونيوم نلاحظ اختلاف كبير في عدد النيوترونات عن عدد البرتونات داخل أنوية ذراتها:

سؤال وزاري الراديـــــوم $^{226}_{88}Ra$

عدد البروتونات = 88

عدد النيوترونات = 226 – 88=138

2) هذا الاختلاف يؤدي إلى عدم استقرار النواة لأن النواة تميل بشكل طبيعي إلى أن يكون عدد البرتونات فيها مساوي لعدد النيوترونات.
3) لذلك تميل الذرات إلى التخلص من هذه الزيادة في عدد النيوكلونات بانبعاث جسيمات وأشعة من هذه الأنويه ويعرف هذا بالنشاط الإشعاعي الطبيعي للمواد المشعة.

ظاهرة النشاط الإشعاعـي:

هي عملية التحول التلقائي لأنويه ذرات العناصر غير الثابتة أو المشعة إلى أنويه ذرات عناصر أخرى عن طريق انبعاث نوع معين من الإشعاع.

وقد تمكن العلماء من معرفة مكونات النشاط الإشعاعي حيث تنقسم إلى ثلاثة أنواع هي:

[1] أشعة (جسيمات) ألفا (α):

عبارة عن جسيمات مشحونة مكونة من نواة ذرة الهيليوم $_{2}^{4}He$ تحمل شحنة كهربية موجبة تساوي ضعف شحنة الإلكترون، وهي تحتوي على 2 بروتون و 2 نيترون.

ما يحدث عند انبعاث أشعة ألفا من نواة عنصر مشع

هو التحول إلى عنصر آخر يقل عدده الذري (شحنته) بمقدار 2 ويقل عدده الكتلي (كتلته) بمقدار 4 عن العنصر المشع.

سؤال وزاري :

تحول الراديوم إلى الرادون بانبعاث أشعة ألفا.

$$_{88}^{226}Ra \rightarrow {}_{86}^{222}Rn + {}_{2}^{4}He$$

خواصها:

1) قدرتها ضعيفة على اختراق الأجسام لكبر كتلتها.
2) قدرتها عالية على التأيين لكبر شحنتها.
3) تتأثر بالمجالات الكهربية والمغناطيسية لشحنتها الموجبة فتنحرف عند مرورها في المجالات.

[2] أشعة (دقائق) بيتا (β):

هي دقائق صغيرة مشحونة بشحنة مساوية لشحنة الإلكترون ولها نفس كتلة الإلكترون.

أنواعها:

أ) دقائق بيتا السالبة (β^-) أي إلكترون شحنته -1.6×10^{-19}كولوم.

ب)دقائق بيتا الموجبة (β^+) أي بوزيترون شحنته $+1.6 \times 10^{-19}$كولوم.

تفسير انبعاث أشعة بيتا من النواة.

النواة لا تحتوي على إلكترونات ولذلك فإن انبعاث أشعة بيتا إنما يحدث نتيجة لتحول نيترون إلى بروتون أو العكس كما يلي:

أ)انبعاث الإلكترون (β^-):

يحدث لتحول نيترون في النواة إلى بروتون وإلكترون وجسم متعادل يسمى انتنيوترينو $\bar{\gamma}$.

$$_{0}^{1}n \rightarrow {}_{+1}^{1}P + {}_{-1}^{0}e + \bar{\gamma}$$

ب) انبعاث البوزيترون (β^+):

يحدث لتحول بروتون في النواة إلى نيوترون وبوزيترون وجسم متعادل يسمى نيوترينو γ.

$$\overset{1}{\underset{+1}{P}} \rightarrow \overset{1}{\underset{0}{n}} + \overset{0}{\underset{+1}{e}} + \gamma$$

ما يحدث عند انبعاث بيتا السالبة من نواة عنصر مشع

هو قلت عدد النيوترونات بمقدار (1) في النواة الجديدة ويزيد عدد بروتوناتها بمقدار (1) عن النواة الأصلية بينما يظل عدد الكتلة ثابت أي يزداد العدد الذري بمقدار (1).

يحدث عند انبعاث بيتا الموجبة من نواة عنصر مشع

زيداد عدد النيوترونات في النواة الجديدة بمقدار (1) عنها في النواة الأصلية ويقل عدد البروتونات عن النواة الأصلية بمقدار (1) بينما يظل عدد الكتلة ثابت. أي يقل العدد الذري بمقدار (1).

خواصها:

1) قدرتها عالية على اختراق الأجسام لصغر كتلتها.
2) لها قدرة على تآيين الغازات التي تمر بها ولكن بدرجة أقل من أشعة ألفا.
3) تنحرف عند مرورها في المجالات الكهربية والمغناطيسية بزاوية انحراف أكبر من زاوية انحراف أشعة ألفا.

[3] أشعة جامـا(ɣ):

هي موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة عالية وتردد عالي وطول موجي قصير جداً.

تفسير خروج أشعة جاما من العنصر المشع

يحدث عندما تفقد نواة العنصر طاقة زائدة عن طاقة استقرارها أي يهبط مستوى طاقة النواة إلى مستوى أقل فتخرج أشعة جاما تحمل هذه الطاقة على هيئة فوتونات طاقتها عالية وطولها الموجي قصير جداً ولذلك لا يتغير العدد الكتلي للعنصر أو العدد الذري لهُ.

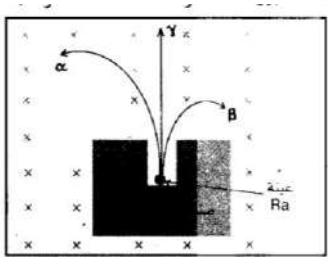
خواصها:

1)قدرتها هائلة جداً على اختراق الأجسام لكبر طاقتها.
2)شديدة الخطورة عند سقوطها على الأجسام لأنها تتلف المادة الحية ولذلك تسمى بأشعة الموت.
3)لا تنحرف عند مرورها في المجالات الكهربية والمغناطيسية لأنها غير مشحونة.

تمثل أشعة جاما جزء من الطيف الكهرومغناطيسي وهي تشبه في خواصها الأشعة السينية إلا أن طاقتها أكبر.

تأثير المجال المغناطيسي على مكونات النشاط الإشعاعي:

تجربـة:



1)نضع عينة من مادة مشعة مثل الراديوم داخل صندوق مقفل من الرصاص به نافذة لخروج الأشعة
2)تمر الأشعة خلال مجال مغناطيسي كما بالشكل ونلاحظ انحراف الأشعة.

الاستنتاج:

1) انحراف أشعة ألفا الموجبة عكس انحراف أشعة بيتا السالبة.
2) لا تنحرف أشعة جاما لأنها متعادلة غير مشحونة.

التحليل الإشعاعي وعمر النصف:

عرفنا سابقاً أن بعض ذرات العناصر المشعة تتحول إلى ذرات عناصر أخرى طبيعياً وقد يحدث التحول صناعياً بقذفها بجسيمات أو أشعة ولذلك فإن أنوية العناصر المشعة تتحلل وتقل عدد النيوكلونات فيها وتختلف سرعة انحلال العناصر من مادة لأخرى ويعبر عن ذلك باستخدام مصطلح أطلق عليه أسم عمر النصف.

عمر النصف لعنصر مشع:

هو الزمن اللازم لتحلل نصف كمية المادة المشعة وتحولها لعنصر جديد بواسطة النشاط الإشعاعي.

العوامل التي يتوقف عليها عمر النصف لأي عنصر:

1) العدد الذري للعنصر.
2) النشاط الإشعاعي للعنصر.

توضيح:

1) عمر النصف للراديوم هو 1600سنة، الرادون 3.28 يوم.
2) لو يوجد 100جم مثلاً من الراديوم فبعد 1600سنة تصبح 50جم منه لأن 50جم الأخرى تتحول إلى الرادون وبعد فترة ثانية تصبح 25جم منه وهكذا.

قياس وحساب شدة النشاط الإشعاعي

يستخدم جهاز يسمى عداد جيجر لقياس شدة النشاط الإشعاعي:

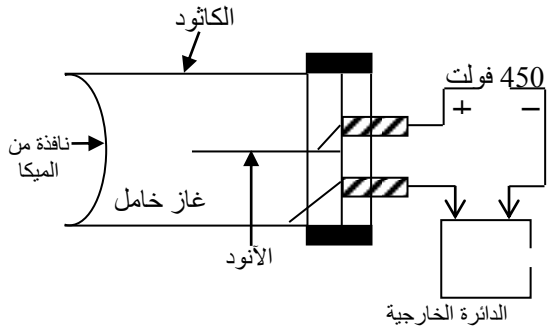
الأساس العملي لفكرة الكشف عن الأشعة:

الأشعة طاقتها عالية وعند مرورها في وسط مادي مثل الغازات فإنها تؤين ذرات الغازات إلى إلكترونات وأيونات موجبة فإذا أمكن الكشف عن الشحنة أو بتسجيلها أو قياسها أمكن بذلك الاستدلال على وجود الإشعاعات المؤينة ($\alpha - \beta - \gamma$)وهذه هي الفكرة التي بنى عليها الكثير من كواشف الإشعاع مثل عداد جيجر.

عـــداد (كشـــــاف) جيجـر

تركيبـه:

1) أسطوانة معدنية مقفلة من الجانبين بأحد وجهيها نافذة من الميكا تسمح بنفاذ الأشعة المنبعثة من العنصر المشع.
2) تملأ الأسطوانة بغاز خامل (الأرجون).
3) يمر في وسطها سلك معدني



دقيق معزول عن جدرانها يتصل بموجب البطارية فيعمل كآنود.

4) تتصل جدران الأنبوبة بسالب البطارية فتعمل ككاثود وتوجد في الدائرة الخارجية مقاومة وعداد للنبضات الكهربية.

شرح عمله:

1) عند نفاذ الأشعة الناتجة من عينة العنصر إلى الأسطوانة فإنها تؤين ذرات الغاز إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة ويتوقف هذا على شدة النشاط الإشعاعي.
2) يجذب الأنود الإلكترونات بينما تجذب الكاثود (جدران الأنبوبة) الأيونات الموجبة.
3) تتضاعف الأيونات نتيجة لتصادم الإلكترونات بذرات الغاز فيتولد تيار كهربي في صورة نبضات كهربية في الدائرة الخارجية يمكن حساب عددها بواسطة العداد وبالتالي معرفة كمية النشاط الإشعاعي.

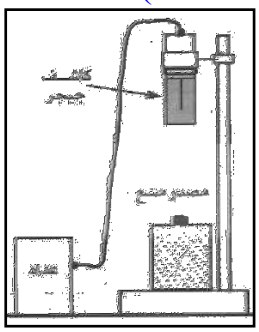
توجد نسبة من بخار كحول في الأسطوانة لامتصاص الفوتونات الزائدة فتمنع توليد إلكترونات ثانوية فيسجل العداد النبضات الناتجة من التأين بتأثير الإشعاع فقط.

وظيفة الجهاز:

الكشف عن الأشعة وتحديد كميتها والتمييز بين أنواعها المختلفة.

وهو يستخدم في المفاعلات الذرية وفي الأبحاث العلمية.

تعيين المنحنى المميز لكشاف جيجر (التجربة العملية التاسعة)



الأدوات:

1) كشاف جيجر مثبت على حامل خاص به.
2) دائرة عد (عداد).
3) مصدر فرق جهد كهربائي (500/250 فولت).
4) مصدر مشع تخرج منهُ إشعاعات بيتا
5) ماسك يستخدم في تداول المصدر المشع أثناء التجربة كما في الشكل.

خطوات العمل:

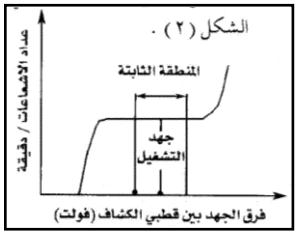
1) صل كشاف جيجر بالمصدر الكهربائي وبالعداد.
2) اترك الأجهزة تعمل لمدة خمس دقائق قبل البدء في القياس حتى تتلاشى تأثير الحرارة.
3) تأكد من سلامة الأجهزة قبل البدء في العمل وذلك بتشغيل العداد، لكي تقيس تردد المصدر العام للكهرباء بالمعمل (أو بالغرفة التي تجري فيها التجربة، 50 ذبذبة في الثانية مثلاً).
4) باستخدام الماسك ضع المصدر المشع على بعد (10سم) من الكشاف.
5) ضع المصدر الكهربائي بحيث يغذي الكشاف بأقل قيمة لفرق الجهد (250فولت).
6) سجل عدد الإشعاعات بواسطة العداد خلال فترة زمنية مناسبة (حوالي 4-5دقائق).

7) ارفع قيمة فرق الجهد في خطوات ثابتة وفي كل مرة سجل عدد الإشعاعات بالعداد (خلال نفس الفترة الزمنية) كما في بند (6) حتى تصل بفرق الجهد إلى (400-450فولت).

8) يجب أن يكون العداد والمصدر المشع ثابتين في موضعيهما طيلة فترة هذه القياسات.

9) يجب وقف التجربة عند بدء ارتفاع الإشعاعات المسجلة بالعداد بعد فترة ثبوتها. حتى لا يتلف الكشاف.

10) ارسم العلاقة البيانية بين العدد المسجل في الدقيقة على المحور الصادي وفرق الجهد بين قطبي الكشاف (بالفولت) على المحور السيني.



11) عين من الرسم المنطقة التي تثبت فيها قيمة عدد الإشعاعات المسجلة.

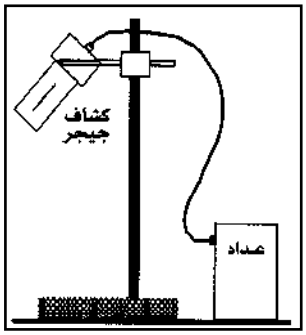
12) عين فرق الجهد المقابل لنقطة المنتصف.

لهذه النقطة الثابتة فيكون هو جهد التشغيل الخاص بالكشاف كما في الشكل (2).

استخدام كشاف جيجر لقياس النشاط الإشعاعي والكشف عن نوعه (التجربة العملية العاشرة)

الأدوات:

1-كشاف جيجر مثبت على حامل خاص به. 2-دائرة عد (عداد).
3-مصدر فرق جهد كهربائي.
4-مصادر مشعة ثلاثة أحدهما يشع أشعة ألفا والثاني بيتا والثالث جاما.
5-ماسك لتداول المصادر المشعة.
6-رقائق مختلفة السمك من الألومنيوم والرصاص.
6-قاعدة يوضع عليها المصدر المشع.
7-أرفف يثبت عليها الألواح المختلفة من الورق، أو الألومنيوم، أو الرصاص كما في الشكل.



خطوات العمل:

أولاً: قياس النشاط الإشعاعي وتعيين كميته:

1) صل الكشاف بالعداد، وبمصدر الجهد الكهربائي.
2) أترك الأجهزة تعمل لمدة من الزمن (10دقائق) حتى تتلافى تأثير التسخين، والحرارة.
3) تأكد من سلامة الأجهزة بواسطة عد تردد المصدر العام للكهرباء بالمعمل (50ذبذبة في الثانية مثلاً).
4) أضبط مصدر فرق الجهد بحيث يغذي الكشاف بقيمة فرق جهد مساوية لجهد التشغيل الذي قمت بتعيينه في التجربة السابقة.

5) سجل عدد الإشعاعات التي تصل الكشاف بدون وجود المصدر المشع الذي يراد قياسه أمام الكشاف، وذلك خلال فترة زمنية (4-5دقائق) وعلى فترات مختلفة قبل بدء التجربة حتى تتأكد من عدم وجود مصدر مشع آخر. اللهم إلا ما أتى من الأشعة الكونية.

- سجل هذا العدد لأهميته.

6) ضع المصدر المشع المراد قياسه على بعد مناسب من الكشاف وسجل عدد الإشعاعات التي تصلهُ خلال فترة زمنية (4-5دقائق).

7) عين عدد الإشعاعات المنبعثة من المصدر المشع في الثانية الواحدة بعد أن تطرح منه عدد الإشعاعات المسجلة في الثانية الواحدة والتي قيست بدون وجود المصدر في الخطوة رقم (5).

8) كرر الخطوتين رقم (6 ، 7) عدة مرات واحسب المتوسط الحسابي لهذه القيم، هذا المتوسط الحسابي لهذه القيم، هذا المتوسط الحسابي يدل على كمية الإشعاع المنبعثة من المصدر في الثانية الواحدة. أي على قوة المصدر.

ثانياً: التمييز بين الأنواع المختلفة للإشعاع:

1) ضع المصدر المشع الذي تنبعث منه إشعاعات ألفا فوق القاعدة الخاصة به على بعد معين من الكشاف.

2) سجل عدد الإشعاعات المسجلة بالعداد في فترة زمنية معينة (4-5دقائق).

3) ضع لوح رقيق من الورق فوق المصدر المشع على أحد الأرفف المخصصة لذلك.

4) سجل عدد الإشعاعات التي تصل الكشاف بواسطة العداد في نفس الفترة الزمنية التي قيست في الخطوة السابقة (4-5دقائق).

- لاحظ أن هذا العدد قد قلّ بنسبة كبيرة جداً عنه في الخطوة (1) مما يدل على أن معظم إشعاعات ألفا المنبعثة من المصدر المشع قد امتصت في لوح الورق وهذا يدل على عدم قدرة أشعة ألفا على النفاذ، والاختراق خلال المواد.

5) استبدل مصدر ألفا المشع بمصدر آخر يشع أشعة بيتا.

6) ضع هذا المصدر على نفس المسافة.

- سجل عدد أشعة بيتا التي تصل الكشاف في فترة زمنية معينة (4-5دقائق).

7) ضع لوح رقيق من الورق بين المصدر والكشاف.

- لاحظ أن تأثيره في تقليل عدد الإشعاعات التي تخترقه ليس كبيراً مثل تأثيره في حالة إشعاعات ألفا.

8) استبدل اللوح الورقي بألواح مختلفة السمك من مادة الألومنيوم.

- لاحظ أنه كلما زاد السمك قلت الإشعاعات التي تخترقه بنسبة كبيرة؛ حيث تمتص في ألواح الألومنيوم من ذلك.
- يُستنتج من ذلك أن أشعة بيتا لها قدرة على النفاذ خلال المواد أكبر من تلك التي تتميز بها أشعة ألفا.

9) استبدل ألواح الألومنيوم بألواح من الرصاص ذات سمك مختلف.

10) لاحظ فاعليتها في تقليل نسبة إشعاعات جاما التي تنفذ منها.

الاستنتاج:

1) يستخدم عداد جيجر في قياس كمية النشاط الإشعاعي.
2) يستخدم أيضاً في قياس كمية الإشعاع وعن طريقة يمكن التمييز بين الأنواع المختلفة للأشعة.
3) قدرة أشعة جاما أكبر في النفاذ خلال المواد من أشعة ألفا وأشعة بيتا.

طاقة الربط النووية:

عرفنا سابقاً أن نواة الذرة تتركب من بروتونات ونيوترونات (نيوكلونات) وقد أفادت نتائج القياسات الدقيقة للكتل الذرية بأن كتلة النواة كوحدة متكاملة أقل من مجموع كتل مكوناتها عندما تكون كل منها على انفراد.

∴ يوجد فرق في الكتلة بين مجموع كتل مكوناتها منفردة وكتلة النواة مجتمعة أي الفعلية ويتحول هذا الفرق إلى طاقة تربط مكونات النواة وتسمى بطاقة الربط النووية ويمكن حسابها من قانون اينشتاين: **طاقة الربط النووية = ك × ع^2** جول

حيث (ك) الفرق في الكتلة = كتلة مكونات النواة منفردة – كتلة مكونات النواة مجتمعة (الكتلة الحسابية) ⟵ (الكتلة الفعلية)

ع سرعة الضوء 3×10^8 م/ث

توضيح: نواة الديوترون $_1^2H$

تحتوي على بروتون واحد ونيوترون واحد.

كتلة مكونات النواة (الكتلة الحسابية) = عدد البروتونات × كتلتها + عدد النيوترونات × كتلتها

$= 1 \times 1.0078 + 1 \times 1.0087$

= 2.0165 و.ك.ذ (وحدة كتل ذرية)

كتلة نواة الديوترون مجتمعة (الكتلة الفعلية) = 2.0141 و.ك.ذ

∴ **الفرق في الكتلة (ك) = 2.0165 – 2.0141 = 0.0024 و.ك.ذ**

∵ ط = ك × 931

∴ ط = 0.0024 × 931

ط = 2.23 مليون إلكترون فولت

أي أن تكوين نواة الديوترون من اتحاد بروتون مع نيوترون تخرج كمية من الطاقة تبلغ قيمتها 2.23م.أ.ف هذه الطاقة تساوي الشغل اللازم بذلة لتفتيت نواة الديوترون إلى مكوناتها أو أزيد قليلاً.

طاقة الربط النووي:

هي الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة.

أو هي الطاقة اللازم إعطاؤها لمكونات النواة لفصلها تماماً عن بعضها.

1) تعتبر طاقة الربط مقياس لمدى ترابط النواة واستقرارها ولولاها لتفكك الكون ولم يتماسك.
2) عند تحلل النواة طبيعياً أو صناعياً تخرج الطاقة من النواة على شكل أشعة جاما وغيرها.

كيفية حساب طاقة الربط النووي في المسائل:

1) نحسب عدد النيوترونات في النواة: عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري.

2) نحسب كتل مكونات النواة منفردة:

الكتلة الحسابية = عدد البروتونات × كتلتها + عدد النيوترونات × كتلتها.

3) نحسب الفرق في الكتلة: ك= الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية (و. ك. ذ)

4) نحسب طاقة الربط النووي كما يلي:

أ) أما نعوض في العلاقة: ط = ك × 931 (م.أ.ف)

ط = ك × 931× 1.6 × 10^{-13} (جول)

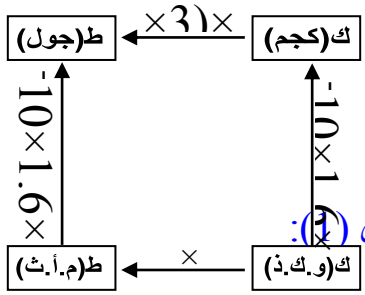
حيث (1م . أ . ف = 10^{6} أ.ف = 10^{6} ×1.6 × 10^{-19}جول = 1.6 × 10^{-13}جول)

ب) أو نعوض في العلاقة ط = ك × $ع^{2}$ حيث نحول ك (و.ك.ذ) إلى ك (كجم)

بالضرب × 1.66 × 10^{-7} كجم

متوسط طاقة الربط للنيوكلون الواحد =

والرسم المقابل يمثل خريطة التحويلات.



سؤال وزاري (1):

احسب طاقة الربط النووي لذرة الهيليوم $^{4}_{2}He$ علماً بأن كتلة البروتون 1.0078 و.ك.ذ، كتلة النيوترون 1.0087 و.ك.ذ، كتلة نواة الهيليوم 4.0026 و.ك.ذ. ثم احسب متوسط طاقة الربط لكل نيوكلون.

الإجابة النموذجية :

عدد البروتون = 2 لأن (العدد الذري = 2)

عدد النيوترونات = 4-2 = 2 نيوترون.

(1) الفرق في الكتلة (ك)= الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية.

= (2× 1.0078 +1.0087 ×2) - 4.0026

∴ ك = 4.0026 – 4.0330 = 0.0304 و.ك.ذ

∵ ط = ك × 931

∴ ط = 0.0304 ×931 = 28.3 م.أف

= 28.3 × 1.6 × 10^{-13} = 45.28× 10^{-13} جول.

حل ثان: ك = 0.0304 × 1.66 × 10^{-27} = 0.05 × 10^{-27} كجم.

∴ ط = ك × ع^2

∴ ط = 0.05 × 10^{-27} × $(3 \times 10^8)^2$

ط = 0.05 × 10^{-27} × 9 × 10^{16} = 0.45 × 10^{-11} = 45 × 10^{-13} جول.

(2) متوسط طاقة الربط للنيوكلون الواحد = $\frac{\text{ط}}{\text{العدد الكتلي}} = \frac{28,3}{4}$ = 7.075 م . أ . ف

سؤال وزاري (2):

في أحد التفاعلات النووية الانشطارية تحولت كتلة 5جم من المادة إلى طاقة احسب كمية الطاقة المكافئة بوحدة الجول- الإلكترون فولت.

الإجابة النموذجية :

ك = 5جم = 5 × 10^{-3}كجم ع = 3 × 10^8م/ث

∵ ط = ك × ع^2

∴ ط = 5 × 10^{-3} × $(3 \times 10^8)^2$

ط = 5 × 10^{-3} × 9 × 10^{16} = 45 × 10^{13} جول

ط = $\frac{45 \times 10^{13}}{1,6 \times 10^{-19}}$ = 28.125 × 10^{32} أ . ث

الانشطـار النـووي:

وجد أنهُ عند قذف نواة ذرة يورانيوم $^{235}_{92}u$ بنيوترون سريع جداً فإن نواة اليورانيوم تنشطر إلى نواتين هما الباريوم والكريبتون ويسمى ذلك بالإنشطار النووي ويصاحب ذلك انطلاق طاقة حيث يحدث نقص في الكتلة ناتج من أن كتل المواد الناتجة تقل عن كتل المواد الأصلية ويتحول الفرق في الكتلة إلى طاقة كبيرة حسب قانون اينشتاين.

توضيـح:

$$^{235}_{92}u + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + ^{1}_{0}n + \text{طاقـة}$$

عملية الانشطار النووي:

هو عمليـة انقسـام نـواة ثقيلـة إلـى نـواتين جديدتين أو أكثـر لهمـا عـدد ذري أقل مـن النـواة الأصـلية وانطـلاق عـدد مـن النيوترونـات ويصـاحب ذلـك انطـلاق طاقـة نوويـة وجسيمات أولية أخرى مختلفة.

التفاعـل المتسلسـل:

يلاحظ من التفاعل السابق خروج 3 نيوترونـات تستطيع بدورها القيام بتصـادمات جديدة تؤدي إلى انشطار عدد مساوي لها من أنويه اليورانيوم فيتكون عدد مضاعف من النواتج (9 نيوترون) تصبح مقذوفات جديدة وهكذا يستمر التفاعل في زمن قصير جداً يسمى بالتفاعل المتسلسل.

تعريفه:

هو سلسلة من التفاعلات الانشطارية تحدث في زمن قصير جداً.

النتائج المترتبة على التفاعل المتسلسل (التطبيقات):

1) أدى اكتشاف الانشطار النووي وخروج كمية هائلة من الطاقة إلى إنتاج القنبلة الذرية.
2) كما أمكن التحكم في الطاقة الناتجة في المفاعلات النووية لاستخدامها بشكل سلمي في أغراض مختلفة.

الاندمـــاج النـووي:

عملية عكسية للانشطار النووي حيث تندمج أنوية صغيرة لتكوين نواة كبيرة مستقرة ويحدث هذا في وجود طاقة هائلة لحدوث الاندماج.

توضيـح:

$$_{1}^{2}He + _{1}^{3}He \xrightarrow[\text{هائلة}]{\text{طاقة}} _{2}^{4}He + _{0}^{1}n + \textbf{طاقة هائلة جداً}$$

تعريفه

هو اتحاد نواتين صغيرتين غير مستقرتين لتكوين نواة أكبر أكثر استقراراً.

التطبيق العلمي على الاندماج النووي:

القنبلـــة الهيدروجينيـــة.

حيث توضح أنويه الهيدروجين داخل القنبلة في وعاء وبداخل القنبلة أيضاً قنبلة انشطارية ويبدأ تفجير القنبلة الهيدروجينية بتفجير القنبلة الانشطارية التي بداخلها أولاً فتتكون حرارة هائلة تعمل على الاندماج لآنويه الهيدروجين فيؤدي ذلك إلى انطلاق طاقة تدميرية هائلة (تعادل 50 قنبلة انشطارية).

يشبه عمل القنبلة الهيدروجينية ما يحدث في الشمس حيث تندمج أنويه ذرات الهيدروجين متحولة لذرات هيليوم وتختزن طاقة هائلة تتحول إلى طاقة حرارية عالية تساعد على استمرار حرارة الشمس المتوهجة.

المفاعلات النووية السلمية:

هو تصميم يمكن التحكم فيه في الطاقة النووية الناتجة من التفاعلات النووية عن طريق التحكم في عملية الانشطار ومعدل حدوثها.

أهم التطبيقات على استخدام الطاقة النووية سلمياً:

1) توليد الطاقة الكهربية:

حيث تستخدم الطاقة النووية الناتجة في المفاعل في تسخين مياه البحر فتتحول إلى طاقة بخارية هائلة تدير توربين الذي يدير ملف المولد الكهربي فتتولد طاقة كهربية.

2) تحلية مياه البحر:

حيث يؤدي تسخين مياه البحر المالحة وتحوله إلى بخار ماء (دون أن تتبخر جزيئات الملح المذابة فيه) وبتكثيف ذلك البخار تنتج المياه العذبة الصالحة للشرب والري.

3) في الزراعة:

حيث تستخدم بعض النظائر المشعة الناتجة من المفاعل في اكتشاف درجة الامتصاص للأملاح الكلسية من التربة أو في القضاء على الحشرات الضارة.

4) في الطب:

تستخدم بعض الإشعاعات النووية المخففة (كوبالت مشع) في علاج السرطان وتشخيص بعض الأمراض.

تعاريف

1) **الفيزياء النووية:** أحد فروع علم الفيزياء الحديثة ولها أهمية كبيرة في السلم والحروب.

2) تركيب النواة:

أ) نظرية البروتون- الإلكترون (***P-e***) تنص على:

(1) النواة تحتوي على عدد من البروتونات مساو للعدد الكتلي للنواة.

(2) النواة تحتوي على عدد من الإلكترونات مساو للفرق بين العدد الكتلي والعدد الذري للنواة وقد ظهرت قبل اكتشاف النيوترونات لتفسير انبعاث أشع بيتا من النواة.

ب) نظرية البروتون - النيوترون (***P-n***) تنص على:

(1) تتركب النواة من بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة الشحنة.

(2) عدد البروتونات والنيوترونات يمثل العدد الكتلي للنواة وتسمى بالنيوكلونات.

وقد ظهرت حديثاً بعد اكتشاف النيوترون واستطاعت تفسير النشاط الإشعاعي والنظائر.

3) **اكتشاف النيوترون:** اكتشفه العالم شادويك واعتمد على فكرة التصادم تام المرونة.

$$^{14}_{56}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

4) **النظائر:** هي أنوية لنفس العنصر تتشابه في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات.

5) **ظاهرة النشاط الإشعاعي:** هي عملية التحول التلقائي لأنوية ذرات العناصر المشعة إلى أنوية ذرات عناصر أخرى عن طريق انبعاث نوع معين من الإشعاع.

6) **مكونات النشاط الإشعاعي (3) أنواع:**

(1) **جسيمات ألفا (α):** عبارة عن نواة هيليوم موجبة $^{4}_{2}He$

(2) **رقائق بيتا (β):** عبارة عن إلكترون سالب (β) أو إلكترون موجب يسمى بوزيترون (β^{+})

(3) **أشعة جاما (γ):** عبارة عن موجات كهرومغناطيسية طاقتها عالية وترددها عالي وطولها الموجي قصير جداً.

7) **عمر النصف لعنصر مشع:** هو الزمن اللازم لتحلل نصف كمية المادة المشعة وتحولها لعنصر جديد بواسطة النشاط الإشعاعي.
ويتوقف عمر النصف للعنصر على (1) العدد الذري لهُ. (2) النشاط الإشعاعي لهُ.
8) **عداد جيجر:** جهاز للكشف عن الأشعة وتحديد كميتها والتمييز بين أنواعها المختلفة، وهو يستخدم في المفاعلات الذرية / الأبحاث العلمية.
9) **طاقة الربط النووية:** هي الطاقة اللازمة لربط مكونات النواة أو هي الطاقة اللازم إعطاؤها لمكونات النواة لفصلها تماماً عن بعضها، وهي مقياس لاستقرار أنواة وتماسك الكون وعدم تفككه.
10) **الإنشطار النووي:** هو عملية انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين جديدتين أو أكثر لهما عدد ذري أقل من النواة الأصلية وانطلاق عدد من النيوترونات ويصاحب ذلك انطلاق طاقة نووية وجسيمات أولية أخرى مختلفة.
11) **التفاعل المتسلسل:** هو سلسلة من التفاعلات الانشطارية تحدث في زمن قصير جداً.
12) **التطبيقات على التفاعل المتسلسل:** (1) إنتاج القنبلة الذرية.
(2) المفاعلات النووية السليمة
13) **الاندماج النووي:** هو اتحاد نواتين صغيرتين غير مستقرتين لتكوين نواة أكبر أكثر استقراراً.
14) **التطبيق على الاندماج النووي:** القنبلة الهيدروجينية.
15) **المفاعلات النووية السليمة:** هو تصميم يمكن التحكم فيه في الطاقة النووية الناتجة من التفاعلات النووية عن طريق التحكم في عملية الإنشطار ومعدل حدوثها.
16) **التطبيقات على استخدام الطاقة النووية سليماً:**
(1) توليد الطاقة الكهربية. (2) تحلية مياه البحر.
(3) في الزراعة. (4) في الطب.

القوانين

(1) حساب طاقة الربط النووي:

أ) النقص في الكتلة (ك) = وزن مكونات النواة منفردة – وزن النواة مجتمعة.

(الكتلة الحسابية) (الكتلة الفعلية)

ك = (عدد البروتونات× كتلتها + عدد النيوترونات× كتلتها) – الكتلة الفعلية. (مثال1)

ب) طاقة الربط النووية = ك × 931 م. أ . ف

ط = ك × 931 × 1.6 × 10^{-13} جول

ج) أو ط = ك × ع^{2}جول
(مثال2)
كجم م/ث

(2) حساب متوسط طاقة الربط النووي لكل نيوكلون:

$$\text{متوسط الطاقة لكل نيوكلون} = \frac{\text{طاقة الربط النووي}}{\text{عدد النيوكلونات}}$$

الحقائق العلميه مع التعليل

الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
1	افتــرض العلمــاء قــديماً وجــود إلكترونـات بـالنواة ثـم تغيـر الـرأي حديثاً.	ليفسروا خروج اشعة بيتا من النواة. وتغير الرأي لاكتشاف النيوترون ولأن الطول الموجي للإلكترون أكبر من أبعاد أي نواة.
2	تتشابه النظائر في أعدادها الذرية وتختلف في أعدادها الكتلية.	لانها تتشابه في عدد البروتونات المسئول عن العدد الذري وتختلف في عدد النيوترونات وهو جزء من العدد الكتلي.
3	خـروج إشـعاعات مـن العناصـر المشعة (الثقيلة)	يرجع ذلك لزيادة عدد النيوترونات بانويتها عن عـدد البروتونـات فتصـبح النـواة غيـر مستقرة ولـذلك تميـل ذرات العناصـر إلـى التخلص من هـذه ا لزيـادة بانبعـاث جسـيمات وأشـعة مـن أنويتها.
4	تـأثر اشـعة الفـا وبيتـا بالمجـالات الكهربيـة والمغناطيسـية بينمـا لا تتأثر أشعة جاما.	يرجع ذلك لأنها مشحونة فتتأثر بالمجالات بينما لا تتأثر أشعة جاما لأنها غير مشحونة.
5	قدرة اشعة جاما اكبر في الاختراق من أشعة بيتا وألفا	لكبر طاقتها عن اشعة الفا وبيتا.
6	عند انبعاث بيتا السالبة من نواة عنصر مشع يتحول إلى عنصر جديد يزيد عدده الذري بمقدار 1 عن العنصر المشع.	لأن بيتا السالبة تنتج من تحول نيترون إلى بروتون بالنواة فيظل عدد الكتلة ثابت بينما يزداد العدد الذري بمقدار (1)
7	عند انبعاث بوزيترون من نواة عنصر مشع يتحول إلى عنصر جديد يقل عدده الذري لمقدار 1 عن العنصر المشع.	لأن البوزيترون ينتج من تحول بروتون إلى نيوترون بالنواة فيظل عدد الكتلة ثابت بينما يقل العدد الذري بمقدار (1)
8	خروج اشعة جاما من العنصر المشع	لانها تحمل الطاقة الزائدة عن طاقة استقرار النواة.
9	اختلاف عمر النصف للعناصر المشعة.	لانها تختلف حسب العدد الذري للعنصر وحسب النشاط الإشعاعي للعنصر.
10	وجود نسبة من بخار كحول في عداد جيجر.	لامتصاص الفوتونات الزائدة فتمنع توليد إلكترونات ثانوية فيسجل العدد النبضات الناتجة من التأين بتأثير الإشعاع فقط.
11	كتلة النواة كوحدة متكاملة اقل من مجموع كتل مكوناتها منفردة.	لتحول الفرق في الكتلة إلى طاقة تربط مكونات النواة وتسمى بطاقة الربط النووية.
12	وجود قنبلة انشطارية داخل غلاف القنبلة الهيدروجينية.	حتى تنفجر فتتكون حرارة هائلة تعمل على اندماج أنوية الهيدروجين فيؤدي ذلك إلى انطلاق طاقة تدميرية هائلة.

المقارنة بين

وجه المقارنة	أشعة ألفا (α)	أشعة بيتا (β)	أشعة جاما (γ)
1- طبيعتها.	انويـة ذرات هيليـوم	إلكترونـات سـالبة	موجات كهرومغناطيسية طاقتهـا عاليـة وطولهـا

	$_{2}^{4}He$	$_{-1}^{0}e$ أو موجبة $_{+1}^{0}e$	الموجي قصير جدا
2- شحنتها	موجبة تساوي ضعف شحنة الإلكترون	مساوية لشحنة الإلكترون	متعادلة كهربياً (غير مشحونة)
3- قدرتها على اختراق الأجسام	ضعيفة	عالية	عالية جداً
4- تأثرها بالمجالات الكهربية والمغناطيسية	تنحرف بقوة كبيرة	تنحرف بقوة اقل	لا تنحرف لانها متعادلة

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

س1/ أملأ الفراغات في العبارات الآتية:

1) كلما كان الفرق بين عدد النيوترونات في النواة أكبر من عدد..... تعتبر النواة نشطة إشعاعياً.
2) أشعة جاما هي..... ذات تردد عالي وطول موجي قصير جداً وطاقة هائلة.
3) تستخدم بعض النظائر المشعة في الزراعة وذلك من أجل.....
4) تكون مجموع كتل مكونات النواة من النيوكلونات..... من كتلة النواة مجتمعه ويتحول هذا النقص في الكتلة إلى طاقة ربط نووية.

ج1/ (1) البروتونات.
(2) موجات كهرومغناطيسية.
(3) اكتشاف درجة الامتصاص للأملاح الكلية من التربة والقضاء على الحشرات.
(4) أكبر.

س2/ ضع علامة(☐) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (⊙) أمام العبارة الخطأ في العبارات الآتية:

1) تنحرف أشعة جاما عند مرورها في مجال مغناطيسي في اتجاه معاكس لاتجاه انحراف أشعة بينا.
(⊙)
2) أشعة ألفا هي جسيمات مشحونة بشحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترون
(⊙)
3) يستخدم عداد جيجر لقياس شدة إشعاع المواد.
(☐)
4) عند تعرض الغازات إلى مكونات النشاط الإشعاعي فإنها تتأين.
(☐)

س3/ أي العبارتين الآتيتين تعبر عن التعريف الصحيح لعمر النصف لمادة مشعة؟

- هو الزمن اللازم لكي يتحلل نصف مكونات المادة المشعة.
- هو كمية المادة التي تبقى من هذه المادة بعد مرور نصف الزمن.

ج3/ هو الزمن اللازم لكي يتحلل نصف مكونات المادة المشعة.

س4/ اشرح تركيب وفكرة عمل عداد جيجر.

ج4/ انظرالشرح

س5/ احسب متوسط طاقة الربط النووية لنواة الكربون $^{14}_{6}C$ ، علماً بأن الكتلة الذرية للكربون هي 14 (و.ك. ذ) وكتلة البروتون 1.0078 (و.ك.ذ) وكتلة النيوترون هي 1.0087 (و.ك.ذ)

ج5/ النقص في الكتلة (ك) = الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية.

∴ ك = 14 – (1.0087 ×8+1.0078× 6)

= 14 – (8.0696 + 6.0468)

∴ ك = 14 – 14.1164 =0.1164 و.ك.ذ

∵ ط = ك × 931

∴ ط = 0.1164 × 931 = 108.37 م.أ.ف

س6/ ما هي أقل طاقة تلزم لتفكيك نواة نظير ذرة البورون $^{12}_{5}B$ ، إذا علمت أن كتلة الذرة 12.0143 و.ك.ذ.

ج6/ ك = الكتلة الحسابية – الكتلة الفعلية

= 12.0143 – (1.0087 × 7+1.0078×5)

= 12.0143 – (7.0609 + 5.0390)

ك = 12.0143 – 12.0999 = 0.0856 و.ك.ذ

∵ ط = ك × 931

∴ ط = 0.856 × 931 = 79.69 م. أ.ف

س7/ ما التغير الذي يحدثه انبعاث جسيم ألفا من نواة ذرة اليورانيوم 238 في كل من عددها الكتلي وعددها الذري؟

ج7/ يقل عددها الكتلي بمقدار 4 ويقل عددها الذري بمقدار 2 وتتحول إلى عنصر حديد (الثوريوم).

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

الوحـــــدة الثامنـــة

الطاقـة الشمسيـة

Solar Energy

مصـادر الطاقـة:

المياه – الرياح – الشمس – الوقود الأحفوري – النووي – النفط.

أنواع الطاقة حسب مصادرها:

(1) الطاقة غير المتجددة (الناضبة):

تعريفهـا:

هي الطاقة التي يمكن الحصول عليها من مصادر محدودة الاحتياطي.

سؤال وزاري لهـا:

الوقود الأحفوري مثل النفط والفحم الحجري/ الوقود النووي.

خواصهـا:

لها تأثير ضار بالبيئة بسبب مخلفاتها الناتجة وأيضاً الغازات السامة المنبعثة أثناء احتراقها.

(2) الطاقة المتجددة (غير الناضبة):

تعريفهـا:

هي الطاقة التي يمكن الحصول عليها من مصادر طبيعية مستمرة.

سؤال وزاري لها:

أشعة الشمس- ينابيع المياه الدافئة المنطلقة من باطن الأرض أو من مياه الشلالات والأنهار الجارية/ الرياح / طاقة الكتلة الحيوية/مياه البحار والمحيطات.

خواصهـا:

غير ملوثه للبيئة ولذلك تعرف بالطاقة النظيفة.

الشمس كأعظم مصدر للطاقة:

تشرق الشمس كل يوم لتعطينا الضوء والحرارة وتتمتع بلادنا بالإشعاع الشمسي حيث يبلغ معدل سطوع الشمس في اليوم ما بين (8 – 9.5) ساعة.

وتعرف الطاقة التي تصلنا بالطاقة الشمسية أو الطاقة الإشعاعية وهي متجددة.

حساب الفترة الزمنية التي يستغرقها ضوء الشمس للوصول إلى الأرض:

نعرف أن الشمس نجم متوسط الحجم ويبلغ حجمه $1\frac{1}{3}$مليون مره قدر حجم الأرض وحيث أن المسافة بين الأرض والشمس 150مليون كم يقطعها ضوء الشمس بسرعة الضوء 3×10^8م/ث.

$$\therefore \text{الزمـــــــن} = \frac{\text{متوسط المسافة}}{\text{سرعة الضوء}} = \frac{150\times10^6 \text{ كم}}{3\times10^8 \text{ م/ث}} = \frac{150\times10^6\times10^3 \text{ م}}{3\times10^8 \text{ م/ث}} = 500$$

ثانية.

أي يقطع الضوء المسافة في 8.33 دقيقة.

مصدر الطاقة الشمسية:

1) تتولد الطاقة الشمسية في باطن الشمس بفعل التفاعلات النووية الاندماجية لأنوية ذرات الهيدروجين مكونة أنوية ذرات الهيليوم بتأثير الضغط الشديد (يبلغ عدة تريليونات قدر قيمة الضغط الجوي). والحرارة الرهيبة (تقدر بحوالي 13مليون درجة مطلقة).
2) يصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول إلى طاقة مكافئة حسب قانون أينشين:

الطاقة = الكتلة المتحولة × مربع سرعة الضوء

$طا = ك \times ع^2_{ض}$ جول

توضيح:

تندمج كل 4 أنوية هيدروجين لتعطي نواة ذرة واحدة من الهيليوم وتنطلق طاقة لأن:

كتلة 4 أنوية هيدروجين $= 4 \times 1.008 = 4.032$ و.ك.ذ

أما كتلة نواة ذرة الهيليوم $= 4.003$ و.ك.ذ

$\therefore$ النقص في الكتلة $= 4.032 - 4.003 = 0.029$ و.ك.ذ

$\because$ طا $= ك \times 931$

$\therefore$ طا $= 0.029 \times 931 = 27$ م.أ.ف

فإذا علمنا أن كل ثانيه تتحول 655 مليون طن هيدروجين إلى 650 مليون طن هيليوم فإن النقص في الكتلة (5 مليون طن) يتحول إلى طاقة هائلة تمتص معظمها خارج باطن الشمس ولا يصل إلينا الأخر بسيط جداً من الطاقة بسرعة 3×10^8م/ث بدون وسط مادي.

الطاقة الشمسيـة:

هي الطاقة الإشعاعية التي تتولد على ظهر الشمس بفعل اندماج ذرات الهيدروجين وتحولها إلى ذرات هيليوم.

تركيـب الشمـس:

أثبت العلماء أن:

1) 70% من كتلة الشمس هيدروجين.
2) 28% من كتلتها هيليوم.
3) 2% من كتلتها عناصر أخرى.

متوسط الطاقة الشمسية على وحدة المساحات من سطح الأرض:

الطاقة الشمسية التي تصل للأرض لا تمتص كلها ولكن تتجزأ كما يلي:

1) 47% من الطاقة تمتصه الأرض يومياً في اليابسة والمسطحات المائية فتتحول لطاقة داخلية تدفئ الأرض كما أن جزء منها تشعه الأرض ليلاً في صورة أشعة فوق بنفسجية فيبرد سطح الأرض ليلاً عنه نهاراً.
2) 34% من الطاقة تنعكس مرتدة إلى الفضاء الخارجي.
3) 19% من الطاقة يمتص في الغلاف الجوي المحيط بالأرض.

العوامل التي يتوقف عليها متوسط الطاقة الشمسية على وحدة المساحات من سطح الأرض:

تختلف الطاقة الشمسية الساقطة على 1سم^2 من الأرض للعوامل الآتية:

1) موقعها الجغرافي من سطح الأرض أي حسب بعدها أو قربها من خط الاستواء ومن مستوى سطح البحر.
2) اختلاف درجة ميل الأشعة.
3) درجة صفاء السماء.
4) مقدار ما يمتص من الأشعة في الغلاف الجوي.

وقد وجد أن:

كل 1سم^2 من سطح الأرض يستقبل في المتوسط 2 سعر في الدقيقة (2سعر/ دقيقة)

∵ 1 سعر = 4.18 جول.

∴ متوسط مقدار الطاقة الشمسية على وحدة المساحات $= \frac{4{,}18 \times 2}{60 \times 1} =$ **0.14**

جول/ث

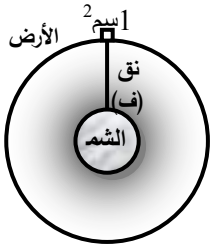
حساب الطاقة الإشعاعية الكلية الصادرة عن الشمس في الثانية:

يمكن حساب الطاقة الكلية للشمس بحساب كمية الضوء الساقطة على سطح كرة وهمية مركزها الشمس ونصف قطرها متوسط المسافة بين الشمس والأرض وهي تساوي 150 مليون كم.

∵ الطاقة الصادرة من الشمس = مساحة سطح الكرة× الطاقة الشمسية على وحدة المساحات

∴ ط $= 4\ \pi$ نق$^2 \times 0.14$

$= 4 \times \frac{22}{7} (150 \times 10^6 \times 10^5$سم$)^2 \times 0.14$



$= 3.96 \times 10^{26}$ جول/ ث تقريباً.

سؤال وزاري (1):

احسب الطاقة الساقطة على قطعة أرض مساحتها 8كم^2؟

الإجابة النموذجية :

طا = المساحة × طاقة 1سم^2 $= 8 \times (10^5)^2$ سم^2 $= 1.12 \times 10^{10}$ جول.

أنواع الإشعاعات الشمسية:

تصدر الشمس أنواعاً كثيرة من الإشعاعات تسمى إشعاعات شمسية تشكل الطيف الشمسي الكهرومغناطيسي وبعض الإشعاعات تمتص باصطدامها بجزيئات الهواء مثل أشعة جاما والأشعة السينية وبعضها يمتص من قبل طبقة الأوزون (O_3) مثل الأشعة فوق البنفسجية وبعضها يمتص من قبل بخار الماء والغازات الخاملة الموجودة في الجو مثل معظم الأشعة تحت الحمراء.

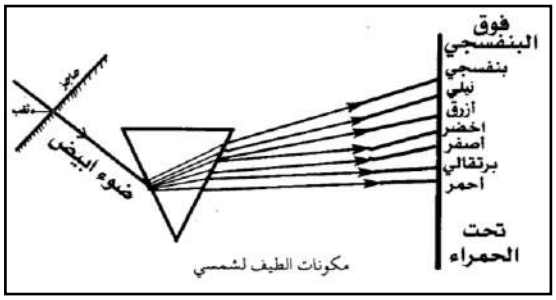
مكونـــــات الطيف الشمســـــي (التجربة العملية السابعة)

خطوات العمل:

1) نكون الأدوات كما بالشكل.
2) نسقط ضوء أبيض صادر من الشمس على منشور ثلاثي من الكوارتز بعد نفاذه من حاجز به ثقب.
3) نستقبل الضوء بعد نفاذه من المنشور على حائل أبيض.

المشاهـدة:

1) تكون شريط ملون على الحائل مكـــون مـــن 7 ألـــوان هـــي الأحمر/البرتقالي/ الأصفر/ الأخضر/ الأزرق/ النيلي/ البنفسجي.



2) يتكون طيف غير مرئي يقع:

(أ) تحـت اللـون الأحمـر ويسـمى الأشـعة تحـت الحمـراء ويسـتدل عليها بتأثيرها الحراري.

(ب) فوق اللون البنفسجي وتسمى الأشعة فوق البنفسجية وأشعة (X) ويستدل عليها بتأثيرها الكيميائي حيث تؤثر في الألواح الفرتوغرافية.

الاستنتـــاج:

الطيف الشمسي عند تحليله بمنشور أو مطياف تحليل نحصل على طيف مرئي وطيف غير مرئي.

أنواع الإشعاعات الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض:

تنقسم إلى منطقتين أساسيتين:

(1) المنطقة الأولى: النافذة الضوئية:

وهي تحتوي على:

أ) الأشعة المرئية (الطيف المرئي):

هي مزيج من الألوان المعروفة السبعة على شكل طيف متصل.

وهي تضم المنطقة الطيفية التي طولها الموجي (0.4 - 0.7 ميكرومتر) وما يصل منها إلى الأرض جزء ضئيل من الطيف الشمسي وهي مصدر الضوء والحياة للكائنات الحية.

يصل إلى الأرض جزء ضئيل من أشعة المنطقة القريبة من الأشعة فوق البنفسجية التي طولها الموجي يتراوح ما بين (0.3- 0.4 ميكرومتر).

وهي ذات تأثير ضار على الجلد إذا تعرض لها الإنسان لمدة طويلة.

ب) الأشعة غير المرئية (الطيف الغير مرئي):

وهي تضم المنطقة الطيفية التي طولها الموجي (0.7 - 100 ميكرومتر) وهي خارج منطقة الطيف المرئي وتقع في منطقة ما قبل الأحمر وتعرف بالأشعة تحت الحمراء (الأشعة الحرارية) وهي مصدر الدفء والحرارة لنا كما تقع في منطقة ما بعد البنفسجي وتسمى بالأشعة فوق البنفسجية.

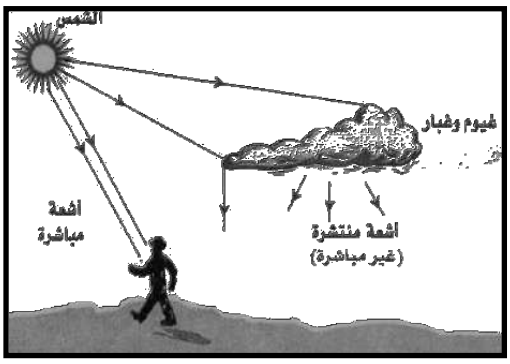
(2) المنطقة الثانية: منطقة الأمواج الراديوية:

وهي منطقة تلي الأشعة تحت ا لحمراء وطولها الموجي كبير يتراوح ما بين (1مليمتر-10متر).

أنواع الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض من حيث طريقة الوصول:

ينقسم الإشعاع حسب الطريقة التي يصل بها إلى:

1) الإشعاع المباشر:



هو الإشعاع الذي يصدر من الشمس ولم يتعرض لأي تغيير في اتجاه مساره سوى بعض ما يحدث له من انكسار في الغلاف الجوي.

2) الإشعاع المنتشر (غير المباشر):

هو الجزء من الإشعاع الشمسي المشتت في الجو بسبب الانعكاسات والانكسارات التي تحدث له والذي يسقط على سطح ما في جميع الاتجاهات.

ويلاحظ أن كمية الأشعة المنتشرة تزداد بزيادة الغيوم والعواصف الرملية.

تجميع الطاقة الشمسية والاستفادة منها:

يمكن تجميع الطاقة الشمسية بإحدى طريقتين:

(1) المسطحات المستوية (لوحة تجميع الطاقة الشمسية):

يتركب من صندوق معتم من الداخل بوجود سطح أسود لامتصاص الطاقة وله غطاء زجاجي شفاف يسمح بنفاذ الأشعة الشمسية الحرارية لداخل الصندوق ولا يسمح لها بالخروج فتخزن طاقة حرارية تستخدم في تدفئة المياه– الهواء.

(2) المرايـا المجمعـة:

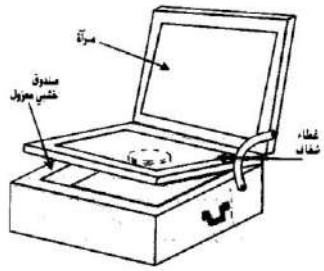
عبارة عن مرايا على شكل قطع مكافئ أو مقعرة من الألومنيوم تقوم بتجميع أشعة الشمس في بؤر متقاربة وعند نقاط معينة فترتفع درجة حرارتها بمقدار كبير (4000مْ).

حيث يتم طهي الطعام – صهر المعادن – تبخير المياه لاستخدامها في إدارة التربينات.

جمع واستغلال الطاقة الشمسية (التجربة العملية الثامنة)

خطوات العمل:

1) نكون الأدوات كما بالشكل مع مراعاة أن صندوق الخشب لهُ غطاءين أحدهما زجاج شفاف والآخر من مرآه مستوية.
2) نضع في إناء داخل الصندوق كمية من الماء ونغمس فيه ترمومتر.
3) نجعل الصندوق معرضاً لضوء الشمس طول اليوم.



خزن الطاقة الشمسية

المشاهدة:

تزداد قراءة الترمومتر تدريجياً.

الاستنتاج:

عند سقوط أشعة الشمس على الصندوق تعكسها المرآة لداخل الصندوق فترتفع درجة حرارة الماء وبذلك أمكن جمع الطاقة الشمسية واستغلالها حرارياً.

تطبيقات استغلال الطاقة الشمسية في الحياة:

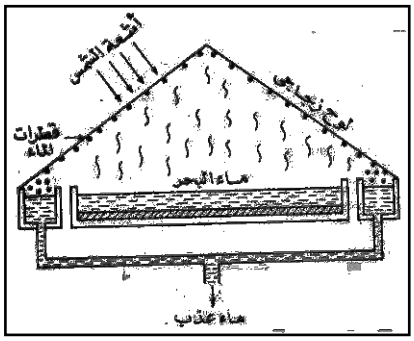
[1] طبيعياً:

تستخدم الطاقة الشمسية في العلميات الحيوية مثل عملية البناء (التمثيل) الضوئي التي يقوم بها النبات لصنع الغذاء وبالتالي يتغذى الإنسان والحيوان على النبات وأيضاً الحصول على طاقة الكتلة الحيوية (غاز طبيعي – فحم – بترول) الناتجة من مخلفات زراعية وحيوانية تم تحللها.



[2] صناعياً: توليد الطاقة الحرارية/ الطاقة الكهربية.

وسوف نشرحها بالتفصيل.



أولاً: توليد الطاقة الحرارية

يتم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية لاستخدامها في التطبيقات التالية:

(1) تحليه مياه البحر:

يقصد بها تحويل مياه البحر المالحة إلى مياه عذبه صالحة للشرب والري.

شـــرح العمـل:

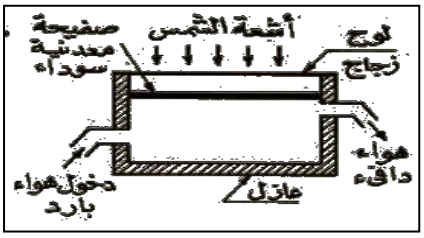
1) يوضـع مـاء البحـر فـي حـوض ضـحل (عمقـه صغير) مغطى ببيت زجاجي كما بالرسم.
2) عند سقوط أشعة الشمس تنفذ للداخل فيمتصها لوح معدني أسود موضوع أسفل الحوض فيعمل على رفع درجة حرارة الماء.
3) يتبخر الماء الساخن ثم يتم تكثيف البخار على السطح الداخلي للبيت الزجاجي متحولاً إلى مياه عذبه.
4) يجمع الماء العذب في قناتين على جانبي البيت ويسحب منهما للاستهلاك.

هناك عيوب على هذه الطريقة:

1) بطيئة زمنياً. 2)كمية الماء العذب الناتجة قليلة حيث تعتمد على مساحة الأحواض، ولذلك هناك طرق أحدث للتحلية.

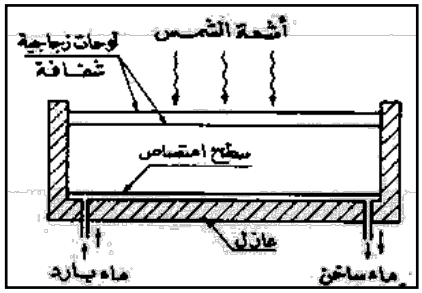
(2) التدفئـــة:

حيث تستخدم المياه الساخنة – الهواء الساخن في تدفئة المنازل.



شـرح العمـل:

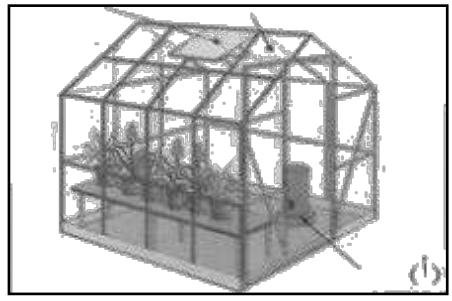
1) يستخدم سطح مستوى يختزن الطاقة الحرارية في الهواء المحبوس بداخل الصندوق.
2) تمر أنابيب المياه (مصدر التدفئة) كما بالشكل على مجمعات حرارة الشمس حيث تمتص الحرارة فترتفع درجة حرارة المياه.
3) تمر الأنابيب بعد ذلك داخل غرف المنزل فتعمل على تدفئتها.



ملاحظـة:

يمكن استخدام مجمعات الطاقة الشمسية (المسطح المستوى) لتسخين الهواء كما في الشكل حيث يستفاد من الهواء في تسخين مساحات أوسع.

(3) البيوت الزجاجية:



فائدتهـا:

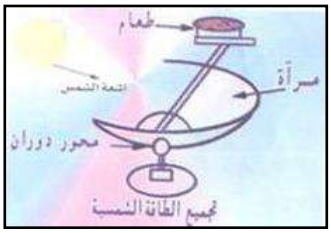
زراعة النباتات التي تحتاج لحرارة محددة كي تنمو في أي فصل من فصول السنة مثل نباتات الزينة التي لا تستطيع مقاومة البرودة في فصل الشتاء.

التركيب وشرح العمل:

1) عبارة عن مجمع مصنوع من الزجاج يسمح لضوء الشمس بالدخول ولا يسمح لها بالخروج.
2) تختـزن كميـة هائلـة مـن الحـرارة نتيجـة ارتطـام الأشـعة الشمسـية بأرضـية البيـت ومحتوياته فتتوفر شروط نمو النبات وهي الحرارة – الضوء – ثاني أكسيد الكربون.

(4) الأفران الشمسية:

تعتبر أشهر وسيلة لاستغلال الطاقة الشمسية.



فائدتهـا:

طهي الطعام – صهر المعادن – إدارة التوربينات.

التركيب وشرح العمل:

1) تتكون من مرآة مقعرة كبيرة من الألومنيوم اللامع.
2) تقوم المرآة بتجميع الطاقة الشمسية وتركيزها في البؤرة حيث يوضع عندها حامل أسود يمتص كمية هائلة من الحرارة.
3) يؤدي ذلك إلى طهي الطعام – صهر المعادن.

أقوى فرق شمسي في العالم يوجد في فرنسا ويستخدم في صهر المعادن حيث قدرته 1000 كيلووات.

ثانياً: توليد الطاقة الكهربائية:

لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية تستخدم إحدى طريقتين:

[1] إدارة التربينات (طريقة غير مباشرة):

1. يتركب المحرك الشمسي من غلاية مائية مثبته فوق برج يدور حولها عدد كبير من المرايا المقعرة لتركيز أشعة الشمس على الغلاية فيغلي الماء.
2. يتحول الماء لبخار يندفع ليدير التربين الذي يدير مولد كهربي فتتولد طاقة كهربية.

1) يستعمل بخار الفريون بدلاً من بخار الماء في هذه الطريقة لأنه أكثر وأسهل تطايراً.
2) الطريقة غير مباشرة لأنه تم تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة ميكانيكية ثم إلى طاقة كهربية.

[2] البطاريات الشمسية (طريقة مباشرة):

البطارية الشمسية:

عبارة عن أداة يتم فيها تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية بطريقة مباشرة.

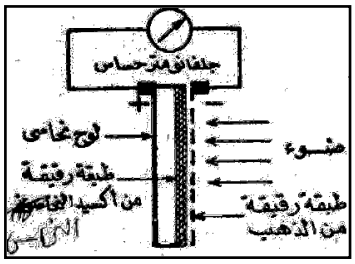
استخداماتها:

في الآلات الحاسبة/ الساعات الإلكترونية/ الأقمار الصناعية/ تشغيل بعض خطوط التليفونات.

أنواعـها:

[1] بطارية (خلية) النحاس وأكسيد النحاس (I):

التركيب:



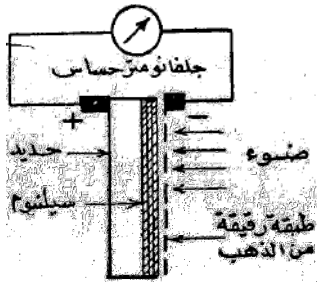
1) لـوح نحـاس يغطـي أحـد وجهيـه بطبقـة رقيقـة مـن أكسـيد النحـاس (Cu_2O) لزيـادة حساسـية النحـاس للضوء.
2) يغطي أكسيد النحاس بطبقة رقيقة نصف شفافة من الذهب تسمح للضوء بالنفاذ.

شرح عملها:

1) عند سقوط الضوء على طبقة الذهب فإنها تنفذ من خلالها وتسبب إزاحة بعض إلكترونات طبقة أكسيد النحاس إلى طبقة الذهب.
2) وبذلك يكتسب لوح النحاس جهداً موجباً وطبقة الذهب جهداً سالباً فينشأ فرق في الجهد بينهما فيمر تيار كهربي ويتحرك مؤشر الجلفانومتر.
3) يتوقف فرق الجهد على شدة الضوء الساقط حيث يزيد بزيادتها ويقل بنقصها وينعدم بمنع سقوط الضوء على البطارية.

[2] بطارية (خلية) الحديد والسيلينيوم:

التركيب:



1) لـوح حديـد يغطـى أحـد وجهيـه بطبقـة مـن السـيلينيوم (أوسلنيد الحديد ***FeSe***).
2) يغطى السيلينيوم بطبقة رقيقة من الذهب.

شرح العمل:

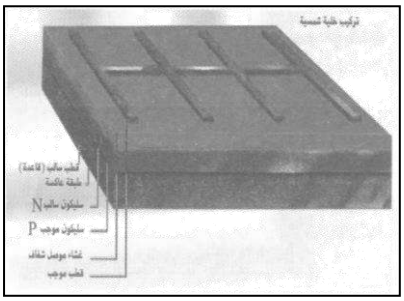
1) عند سقوط الضوء على طبقة الذهب فإنـه ينفذ خلالها ويسبب إزاحة بعض إلكترونات طبقة السيلينيوم إلى الذهب.
2) ينشـأ فـرق فـي الجهـد بـين طبقـة الـذهب ولـوح الحديـد ويمـر تيـار كهربـي وينحـرف مؤشر الجلفانومتر.

[3] بطارية (خلية) السليكون الشمسية:

التركيب:

تتكون من 6 طبقات كما في الشكل.

أ) القاعدة:



عبارة عن طبقتين واحدة تمثل القطب السالب للبطارية والثانية تقع فوقها وهي طبقة عاكسه تحفظ الضوء في الجزء الحامل من البطارية.

ب)القلب:

عبارة عن طبقتين من السليكون المطعم بالشوائب الأولى سليكون مطعم بالايتيمون تعمل كبلورة سالبة (***N***) والأخرى سليكون مطعم بالبورون تعمل كبلورة موجبة (***P***).

ج) المقدمة:

عبارة عن طبقتين الأولى غشاء رقيق شفاف لحماية البلورة الموجبة والثانية لوح معدني دقيق يمثل القطب الموجب للخلية.

تعاريف

1) **تنقسم الطاقة من حيث مصادرها إلى:**

أ) الطاقة غير المتجددة (النابضة) نحصل عليها من مصادر محدودة الاحتياطي مثل الوقود الأحفوري/ الوقود النووي.

ب) الطاقة المتجددة (الغير ناضبة): نحصل عليها من مصادر طبيعة مستمرة مثل أشعة الشمس/ مياه البحار/ الرياح.

2) **مصدر الطاقة الشمسية:** حدوث تفاعلات اندماجية بتأثير الحرارة والضغط الهائل لأنوية ذرات الهيدروجين متحولة إلى أنوية ذرات الهيليوم ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول لطاقة حسب قانون اينشتاين (طا= ك × ع^2).

3) **تعريف الطاقة الشمسية:** هي الطاقة الإشعاعية التي تتولد على ظهر الشمس بفعل اندماج ذرات الهيدروجين وتحولها إلى ذرات هيليوم.

4) **تركيب الشمس:** 1) 70% هيدروجين. 2) 28% هيليوم. 3) 2% عناصر أخرى.

5) **الطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض:** تتجزأ كما يلي:

(1) 47% تمتصه الأرض يومياً. (2) 34% تنعكس إلى الفضاء الخارجي.

(3) 19% لا تمتص في الغلف الجوي.

6) **العوامل التي تتوقف عليها متوسط الطاقة الشمسية على وحدة المساحات من سطح الأرض:**

(1) موقعها الجغرافي من سطح الأرض. (2) اختلاف درجة ميل الأشعة.

(3) درجة صفاء السماء. (4) مقدار ما يمتص من الأشعة في الغلاف الجوي.

7) أنواع الإشعاعات الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض:

(1) المنطقة الأولى:

أ) **النافذة الضوئية:** وهي تحتوي على الأشعة المرئية. ب) الأشعة غير المرئية.

(2) المنطقة الثانية: الأمواج الراديوية.

8) أنواع الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض من حيث طريقة الوصول:

1) الإشعاع المباشر: هو الإشعاع الذي يصدر من الشمس ولم يتعرض لأي تغيير في اتجاه مساره.

2) الإشعاع المنتشر (غير المباشر): هو الجزء من الإشعاع الشمسي المشتت في الجو بسبب الإنعكاسات والانكسارات التي تحدث لهُ.

9) **تجميع الطاقة الشمسية:** يتم ذلك بإحدى طريقتين:

(1) المسطحات المستوية (لوحة تجميع الطاقة الشمسية) (2) المرايا المجمعة.

10) تطبيقات استغلال الطاقة الشمسية في الحياة:

(1) طبيعياً: يستخدم النبات الطاقة الشمسية في عملية البناء الضوئي لصنع الغذاء/ الحصول على طاقة الكتلة الحيوية.

(2) صناعياً: بتحويلها إلى طاقة حرارية/ طاقة كهربية حيث تستخدم في تحلية مياه البحر/ التدفئة/ البيوت الزجاجية/ الأفران الشمسية/ إدارة التربينات (المحركات الشمسية)/ البطاريات الشمسية.

11) **البطارية الشمسية:** أداة لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية بطريقة مباشرة وتستخدم في الآلات الحاسبة/ الساعات الإلكترونية/ الأقمار الصناعية وأنواعها:

(1) بطارية النحاس/ أكسيد النحاس (***I***).

(2) بطارية الحديد/ السيلنيوم.

(3) بطارية السليكون الشمسية.

قوانين

1) حساب الزمن الذي يستغرقة ضوء الشمس للوصول إلى الأرض:

$$\text{ز} = \frac{\text{متوسط المسافة بين الأرض}}{\quad}$$

والشمس م

سرعة الضوء م/ث

2)حساب متوسط الطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المساحات من سطح الأرض في الثانية.

طا = 2 سعر/ دقيقة = $\frac{\text{2 سعر}}{\text{دقيقة}}$ = $\frac{2 \times 418}{60}$ = 0.14 جول/ث

3) حساب الطاقة الكلية الصادرة من الشمس في الثانية:

طا = مساحة السطح (سم)^2 × طاقة 1سم^2

طا = 4 π نق^2 × 0.14

4) حساب الطاقة الشمسية الناتجة من التفاعلات الاندماجية:

طا = ك كجم × ع^2 (م/ث)

الحقائق العلميه مع التعليل

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
1	يعتبر النفط والوقود النووي طاقة غير نظيفة (ملوثه للبيئة أو ضارة بالبيئة)	بسبب مخلفاتها الناتجة والغازات السامة المنبعثة أثناء احتراقها.
2	تعتبر الطاقة الشمسية طاقة نظيفة.	لعدم تكون مخلفات أو غازات سامة عند استخدامها.
3	يبرد سطح الأرض ليلاً عنه نهاراً.	لأن الأرض تشع في الليل جزء من الطاقة الحرارية التي امتصتها في صورة أشعة فوق بنفسجية فيبرد سطح الأرض.
4	اختلاف الطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المساحات من سطح الأرض من مكان لآخر.	بسبب: 1) موقعة من سطح الأرض. 2) اختلاف درجة ميل الأشعة. 3) درجة صفاء السماء. 4) مقدار ما يمتص من الأشعة في الغلاف الجوي.
5	عدم وصول الأشعة الشمسية ذات الطاقة العالية لسطح الأرض.	لأنها تمتص سواء باصطدامها بجزيئات الهواء مثل أشعة جاما والأشعة السينية أو من قبل طبقة الأوزون مثل الأشعة فوق البنفسجية.

*مقارنة بين

وجـه المقارنـة	بطارية النحاس/ أكسيد النحاس	بطارية الحديد/ السيليـوم	بطارية السليكون الشمسية
1) القطـــــــب الموجب.	لوح النحاس	لوح الحديد	الســـــليكون المطعـــم بالبورن
2) القطب السالب.	طبقة الذهب	طبقة الذهب	الســـــليكون المطعـــم بالانتيمون
3) مصـــــــــدر الإلكترونات	طبقة أكسيد النحاس	طبقة السيلينوم	الســـــليكون المطعـــم بالانتيمون
4) الحساســـــية للضوء	تتـأثر بالضـوء حتـى نهايـــة الأشـــعة الحمراء	تتـأثر بالضـوء حتـى نهايـــة الأشـــعة الزرقاء	تتـأثر بجميـع موجـات الضوء
5) الكفاءة	متوسطة	كبيرة	عالية جداً

*مقارنة بين

وجه المقارنة	الطاقة غير المتجددة (الناضبة)	الطاقة المتجددة (غير الناضبة)
1) التعريـــف:	هـي الطاقـة التـي يمكـن الحصـول عليهـــا مـــن مصـــادر محـــدودة الاحتياطي.	هي الطاقة التي يمكن الحصول عليها من مصادر طبيعية مستمرة
2) خواصـــها:	ملوثة للبيئة بسبب مخلفاتها الناتجة والغـازات السـامة المنبعثـة أثنـاء احتراقها.	غير ملوثة للبيئة ولذلك تعرف بالطاقة النظيفة.
3)مثال لها:	الوقود الأحفوري/ الوقود النووي.	الطاقة الشمسية/ ميـاه البحـار والمحيطـات/ الرياح.

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

السؤال الأول:

أكمل الفراغات الآتية بما يناسبها:

1) تعد الطاقة..... من الطاقات المتجددة بينما النفط من الطاقات.....
2) تنـــــتج..... عـــــن الانـــــدماج النـــــووي لـــــذرات ..... وتحولهـــــا إلى.....

3) ترسل الشمس أنواعاً كثيرة من الإشعاعات تسمى.....
4) ينقسم الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى الأرض إلى.....
و.....

إجابة السؤال الأول:

1) الشمسية- الناضبة (غير المتجددة).
2) الطاقة الشمسية – الهيدروجين - ذرات هيليوم.
3) الإشعاعات الشمسية.
4) إشعاع مباشر وإشعاع متشتت (غير مباشر)

السؤال الثاني:

1) اشرح معنى العبارة التالية: ***"تعد الطاقة الشمسية طاقة نظيفة".***
2) ما هي الأشعة المرئية؟ وضح ذلك بتجربة عملية.
3) اذكر العوامل التي يتوقف عليها مقدار الطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض.
4) أوجد متوسط الطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المساحات من سطح الأرض إذا علما أن كل 1سم^2 من سطح الأرض يستقبل في الدقيقة الواحدة ما يقرب من (2) سعر من الطاقة.
5) ما الفرق بين الطيف المرئي والطيف غير المرئي؟

إجابة السؤال الثاني:

1) تعد الطاقة الشمسية طاقة نظيفة لأنها غير ضارة بالبيئة حيث لا ينتج عنها مخلفات أو غازات سامة مثل ما ينتج من المصادر الأخرى مثل البترول – الفحم وغيرها.
2) **الأشعة المرئية:** جزء صغير جداً من الطيف الشمسي وهي عبارة عن مزيج من الألوان على شكل طيف متصل طوله الموجي ما بين 0.4 – 0.7 ميكرومتر.

التجربة: انظر الشرح

3) **العوامل هي:**
   1) الموقع الجغرافي من سطح الأرض.
   2) اختلاف درجة ميل الأشعة.
   3) درجة صفاء السماء.
   4) مقدار ما يمتص من الأشعة في الغلاف الجوي.

4) متوسط الطاقة الشمسية الساقطة على 1سم^2 $= \frac{\text{2 سعر}}{\text{1 دقيقة}} = \frac{4{,}18 \times 2}{60} =$ 0.14 جول/ث

5) **الطيف المرئي:** هو الضوء المكون من 7ألوان على شكل طيف متصل ويرى بالعين المجردة.
الطيف الغير مرئي: هي المنطقة الطيفية التي لا ترى وتقع تحت اللون الأحمر، وتسمى الأشعة تحت الحمراء وموجات الراديو وفوق اللون البنفسجي وتسمى الأشعة فوق البنفسجية وأشعة X وأشعة جاما.

السؤال الثالث:

1) وضح مع الرسم ملاءمة تصميم البيت الزجاجي لنمو النبات، وتوفير الشروط اللازمة للنمو.
2) ما أنواع البطاريات الشمسية وضح إجابتك بالرسم ثم اذكر بعض استخدامات هذه البطاريات؟

إجابة السؤال الثالث:

1) انظر تركيبه وشرح عمله
2) انظر أنواعها واستخداماتها

السؤال الرابع:

اكتب مقالاً عملياً توضح فيه كيفية استغلال الطاقة الشمسية في التكنولوجيا، وما أثر ذلك على حياتنا، مستعيناً بما درست في هذا الموضوع.

إجابة السؤال الرابع:

يكتب المقال عن استغلال الطاقة الشمسية في تحويلها إلى طاقة حرارية مع ذكر التطبيقات على ذلك- تحويلها إلى طاقة كهربية مع ذكر التطبيقات على ذلك.

الوحـــــدة التاسـعــة

الفيزيـاء الكونيــة

Physics of The Universe

الكـون:

لـو نظرنـا إلـى السـماء نشـاهد مسـاحات كبيـرة وهائلـة مـن الفضـاء تظهـر مطـرزه بنجـوم مضيئة تتحـرك فـي أشـكال هندسـية قـام النـاس القدماء بتسـميتها بأسـماء مختلفـة كالدب الأكبر/ الدب الأصغر / الشعري اليمانية / المرأه المسلسلة وغيرها.

وهـذه الأشـكال عبـارة عـن كوكبـات أو بـروج مـن النجـوم بينهـا مسـافات كبيـرة تكـون مجرات وكواكب وسُدُم وهو ما نطلق عليه الكون الذي يقدر عمره ما بين 15-25 بليون سنه.

نشـأه الكـون

كيفية بدأت الكون:

وضعت نظريات لتفسير نشأة الكون تعتمد على فكره أن المجرات تتحرك بعيدة عن بعضها بسرعة هائلة.

ومن هذه النظريات:

[1] نظرية الانفجار العظيم:

تعتبر أكثر النظريات قبولاً على نطاق واسع. وقد اقترحها العالم البلغاري (ليمهتر) وصاغها بصورتها الحالية العالم الروسي (جامو) عام 1948م.

فـروض النظريـة:

1) الكون كان قبل (18) بليون سنة كتلة صغيرة جداً على شكل كرة قطرها يبلغ عشر مـرات قطـر الشـمس تقريبـاً (1392000) كيلـومتر وسـميت بالـذرة الأوليـة درجـة حرارتها عالية جداً لاجتماع المادة والطاقة في هذه الكتلة (10^{18}درجة مئوية).
2) انفجرت هذه الكتلة (الذرة الأولية) فامتلأ الكون بالإشعاع وتمدد وانخفضت درجة الحرارة وتكونت جسيمات كالبروتونات والنيوترونات.
3) بعد فترة زمنية (300.000 سنة) من عمر الكون ومع انخفاض درجة الحرارة تكونـت ذرات الهيـدروجين (بارتبـاط الإلكترونـات مـع البروتونـات) التـي تكثفـت وكونت مجرات ونجوم وما زال الكون في تمدد مستمر حتى الآن.

الكون الممتــد:

طبقاً لنظرية الانفجار العظيم فالكون مازال يتمدد بسرعة هائلة تقترب من سرعة الضوء وقد أثبت العالم الأمريكي هابل أن مجرات الكون تبتعد عن بعضها بسرعة تصل إلى (50-100) كم/ث وتزداد هذه السرعة بزيادة المسافة بين المجرات العديدة.
وهذا يدل على قدرة الله سبحانه وتعالى.

[2] نظرية التجديد المستمر:

اقترحها كل من (بوندي – هوبل) عام 1938م ببريطانيا.

فرض النظريـة:

1) الكون أزلي ليس له بداية أو نهاية.
2) المجرات تتمدد وكلما تمددت نشأت مجرات أخرى بينها.
3) لا يوجد تغير في كثافة الكون لأن نسبة الهيدروجين ثابتة.

الاعتراض على النظرية:

1) لا يوجد دليل حتى الآن يثبت أن مجرات جديدة قد تتشكل.
2) الهيدروجين المسئول عن تكون النجوم الجديدة والذي يملأ الفراغ الناتج عن ابتعاد المجرات عن بعضها يستهلك في المجرات وليس ثابت.

كما اقترحت النظرية لأن هذا يتعارض مع مبدأ حفظ الطاقة
"المادة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن تحويلها من صورة لأخرى.

[3] نظرية الكون النابض:

فرض النظريـة:

1) الكون بدأ بالانفجار أي التمدد ثم ينكمش في النهاية وتندمج المجرات مع بعضها مرة أخرى.
2) عندما يصل الانكماش إلى درجة حرارة مناسبة وضغط مناسب فإن انفجاراً أخر سيبدأ ويبدأ تمدد جديد.

الاعتراض على النظرية:

يختلف علماء الفلك في كمية المادة اللازمة لوجود جاذبية تجعل الكون ينكمش مرة أخرى ثم يتمدد لأن هذا يحتاج إلى طاقة معينة مثل طاقة نشأة الكون.

ملاحظة:

1) يفترض العلماء أن الكون كان عبارة عن شهاب ساخن إلى أقصى حد (أي غاز ساخن) مكون من جسيمات وفوتونات ذات طاقات عالية حدث لهُ تمدد فأصبح الضغط الهائل داخل الشهب يبذل شغل ضد قوى الجذب الهائلة التي تمسك بأجزاء الشهاب معاً.
2) نتيجة لذلك أصبحت مادة الشهاب تفقد طاقة حركية حرارية كلما زادت طاقة وضع الجاذبية فأخذت درجة حرارة الشهاب في الهبوط بسرعة مع زيادة التمدد بالإضافة إلى تعجيل المادة المنطلقة خارجاً إلى سرعات تقترب من سرعة الضوء وعليه يتمدد الكون بسرعة الضوء.

تعريف الكون:

عدد غير معروف من المجرات تقدر عددها بعشرة آلاف مليون مجرة وأن وحدة بنائه هي المجموعة الشمسية وما ينبعث منها من قوى متنوعة.

المجـرات:

تعريف المجرة:

تجمع هائل لمجموعات من النجوم تنتظم مع بعضها بينها فراغ كبير يحتوي على كميات قليلة من ذرات غاز الهيدروجين.

نشـأة المجـرات:

1) بدأت على شكل كتل من سحب عظيمة من الغاز والغبار (غاز هيدروجين ساخن مختلط بالنيوترونات وجسيمات أساسية أخرى).
2) هذه السحب كانت غير متساوية في كثافتها نتيجة الحركة الحرارية فبدأت كل كتلة (المادة) في الدوران حول مركز التكثف (يسمى التدويم).
3) حدث تجاذب وتكثف للمادة نحو المناطق ذات الكثافة العالية وهي مناطق هائلة فتكونت النجوم والسدم والمجرات بأشكال مختلفة.

علام يدل اختلاف أشكال المجرات؟

يدل ذلك على مراحل تطورها.

تعريف السديم:

عبارة عن بقايا نجوم وسحب من غازات تكونت من الهيدروجين ومواد أخرى وهو يظهر كأنه أجسام سماوية وأجسام مبعثرة بين النجوم.

أشكـال المجرات:

يرى (أدوين هابل) أن المجرات تنقسم من حيث الشكل إلى:

[1] المجرات الإهيلجية (البيضاوية):

ذات شكل بيضاوي إلا أنها تميل إلى أن تكون على شكل كره مستوية.

صفاتـهـا:

1) تحتوي على نواه كبيرة محاطة بها له.
2) ليست ضخمة وتحوي على ملايين النجوم.
3) نجومها خافته نسبياً وتحتوي على قليل من الغاز والغبار الكوني.

[2] المجرات الحلزونية (اللولبية):

تظهر على شكل طاولة مدورة منتظمة في وسطها.

صفاتـهـا:

1) تتكون من قرص مركزي يحتوي على نجوم متوسطة العمر وأذرع لولبية ملتفة من الغاز.
2) دوران المجرة على مركز التكثف (التدويم) كبير جداً.

3) نجومها أكثر لمعاناً.
4) تتجمع نجومها في الانتفاخ الكروي (القرص المركزي) وفي ذراعي المجرة.

[3] المجرات غير المنتظمة:

أحدث المجرات وليس لها شكل منتظم.

صفاتـهـا:

1) أصغر حجماً من المجرات الأخرى حيث تشكل 3% من مجموع المجرات.
2) تحتوي على أعداد أقل من النجوم مقارنة بالمجرات الأخرى.
3) نجومها زرقاء.

وبعد دراستنا لأنواع المجرات نتساءل إلى أي مجرة ننتمي نحن؟

الإجابة ننتمي إلى مجرة تعرف بدرب التبانة وهي مجرة حلزونية.

مجرة دربة التبانة (الطريق اللبني):



كما في الشكل يلاحظ شريط أو حزام متلألئ من النجوم يعرف بدرب التبانة وسبب الإضاءة المميزة لدرب التبانة هو الأعداد الكبيرة من النجوم الموجودة يبلغ عددها أكثر من مائة بليون نجم وأن شمسنا أحد نجوم المجرة.

صفاتـهـا:

1) مجرة حلزونية قطرها (100.000) سنة ضوئية وسمكها (5000) سنة ضوئية وتدور حول محور يمر بمركزها.
2) تقع المجموعة الشمسية عند ثلثي المسافة تقريباً من مركز المجرة.
3) يلزم للشمس 200 مليون سنة لكي تكمل دورة واحدة حول مركز المجرة مع العلم أن سرعة الشمس 250كم/ث.
4) تظهر النجوم على شكل مجموعات متقاربة تعرف بالكوكبات (الأبراج) وفي الحقيقة فهي ليست متقاربة بل تبتعد عن بعضها بمئات السنين الضوئية.

ملحوظة:

أقرب مجرة لمجرتنا هي مجرة المرآة المقيدة بالسلاسل التي تبعد عن مجرتنا 650 سنة ضوئية.

عـلـل: أشكال النجوم التي تظهر في السماء تختلف من فصل لأخر.

ج/ لأن الأرض تدور حول الشمس دورة واحدة في السنة فتمر بأربعة فصول ويكون موقعها حول الشمس في كل مرة مختلف ولذلك تظهر لنا كوكبات مختلفة حيث في الشتاء تظهر مجموعة نجوم ساطعة تعرف بالصياد الجبار.

النجـوم:

عرفنا أن الكون عبارة عن مجرات وأن كل مجرة تحتوي على نجوم حيث يشكل كل نجم مجموعة شمسية.

تعريف النجوم:

هي عبارة عن أجسام سماوية مضيئة تنتج طاقتها من داخلها وتبعث بإشعاعات مختلفة الأطوال الموجية.

علـــــــل:

1) تظهر النجوم بألوان مختلفة.

لأنها تبعث إشعاعات مختلفة في أطوالها الموجية حيث لكل لون طول موجي معين.

2) كتلة النجوم في تغير مستمر.

لأن النجوم تنتج طاقتها من كتلتها وهي ترسل الطاقة باستمرار ولذلك تتغير كتلتها.

نشـأة النجوم:

1) تتكون النجوم عندما تكون المجرة بأكملها في طور التكوين حيث تبدأ مناطق في المجرة في البرود والتكثف بسرعة كبيرة مكونة مراكز للكتلة.
2) تتكثف الكتلة بسبب انجذاب مادة المجرة نحو مركز الكتلة بتأثير قوي الجذب الداخلية للكتلة فتتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية هائلة في مركز التكثف.
3) يحدث تقلص (انكماش) فترتفع درجة حرارة التجمع لأقصى حد وتصبح الكتلة ساخنة إلى درجة الابيضاض وتسمى بلازما وتبدأ عملية الاندماج النووي فيتولد النجم.

تعريف البلازمـا:

تجمع كثيف جداً من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات وجسيمات أساسية أخرى في درجة حرارة هائلة.

أنواع التفاعلات الاندماجية النووية لتوليد الطاقة الضوئية:

(1) النجوم المتوسطة:

مثل الشمس / النجوم قريبة الكتلة من الشمس.

يحدث تفاعل اندماجي لكل 4 ذرات هيدروجين متحولة إلى ذرة هيليوم واحدة تكون كتلتها أقل من كتلة ذرات الهيدروجين ويتحول النقص في الكتلة إلى طاقة ضوئية وحرارية حسب قانون (اينشتاين).

ويسمى التفاعل بدورة البروتون بروتون لدخول البروتون كعامل مساعد.

(2) النجوم الكبيرة:

التي كتلتها أكبر من كتلة الشمس

يحدث تفاعل اندماجي كما سبق شرحه- ويسمى التفاعل بدوره الكربون – النيتروجين – الأوكسجين.

وقد سمُي بذلك لدخول الكربون كعامل مساعد في التفاعل أما الأوكسجين والنيتروجين فتعتبر نواتج ثانوية للتفاعل.

لون النجوم:

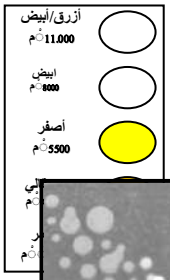
عرفنا أن لون النجوم يختلف حسب الأطوال الموجية التي تشعها النجوم.

توضيح:

1) النجم الأحمر يشع ضوء يحتوي على جميع الأطوال الموجية ولكن يشع ضوء أحمر أكثر من بقية الأضواء الأخرى الملونة.
2) بعض النجوم تشع ضوء على شكل موجات لا ترى كالأشعة فوق البنفسجية.

العوامل التي تتوقف عليها لون النجوم:

يتوقف اختلاف الأطوال الموجية التي يشعها النجم وبالتالي لونه على:

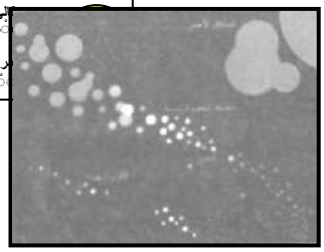


(1) درجة حرارة سطح النجم:

كلما زادت درجة حرارة السطح كلما زاد لمعان النجم عن النجم الذي درجة حرارة سطحه أقل.

(2) حجم النجم:

كلما زاد حجم النجم كلما زاد لمعان النجم عن النجم الصغير.



وفي الشكل المقابل سلسلة تسمى (***H-R***) نسبة إلى واضعها لتحديد العلاقة بين لون النجم ودرجة حرارة سطحه وحجمه ومنها نستنتج:

1) النجم الأكثر لمعان هو النجم ذو اللون الأزرق لأن درجة حرارة سطحه تصل إلى 15000°م.
أما الشمس فلونها أصفر لأن درجة حرارة سطحها 5500°م أما النجم الأقل لمعان فلونه أحمر لأن درجة حرارة سطحه 3250°م.
2) تقع النجوم الأكثر لمعاناً عند قمة السلسلة إلى اليسار أما النجوم الأقل لمعان فتقع عند أسفل السلسلة إلى اليمين. ويقل لمعان النجوم كلما اتجهنا من على اليسار إلى اليمين لأسفل.
3) نسبة النجوم الأكثر لمعاناً أكبر من النجوم الأقل لمعان.
4) هناك نجوم لا تتبع القاعدة السابقة فمثلاً:
أ) **العملاق الأحمر:** الذي يظهر أعلى السلسلة من اليمين فهو أكثر لمعان لكبر حجمه.
ب) **الأقزام البيضاء:** التي تظهر خارج السلسلة من أسفل جهة اليسار أقل لمعان بالرغم من درجة حرارتها العالية لأن حجمها صغير.

تطور النجوم:

1) عرفنا سابقاً أن النجم يتكون من تكثف الغاز الساخن والغبار الذري عند مركز الكتلة المتجمعة فترتفع درجة الحرارة حتى تصل لدرجة تأين ذرة الهيدروجين فتبدأ تفاعلات نووية حرارية في النجم فتتوقف عملية التكثف (التقلص) ويبدأ النجم بالإشعاع.

2) يعتمد إشعاع النجم على كتلته حيث:

أ) النجوم الكبيرة:

كتلتها تساوي (10-20) مرة كتلة الشمس تستهلك الهيدروجين بكثرة متحولة إلى الهيليوم فينتهي وقودها في مدة قصيرة (ملايين السنوات).

ب) النجوم المتوسطة:

كتلتها مثل كتلة الشمس. لا تنفذ طاقتها بسرعة ولذلك تستمر في الإشعاع لمدة (15-20) مليار سنة.

3) عندما يستهلك النجم مخزون الهيدروجين في باطنة متحولاً بأكمله إلى هيليوم يبدأ باطن النجم بالانكماش فتبدأ الأجزاء الخارجية للنجم (التي كانت باردة أولاً) في التسخين لدرجة اندماج البروتونات الموجودة بها فينتج ضغط حراري يجعل الأجزاء الخارجية تتمدد أما باطنه فيسخن وتبدأ ذرات الهيليوم في الاندماج مكونه الكربون ويتغير مظهر النجم حيث يظهر أكبر وأكثر لمعاناً ويسمى العملاق الأحمر. $3\ {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C$

4) عندما تنفذ كمية الوقود المتاحة في باطن العملاق الأحمر يأخذ في التقلص حتى تصل كتلته إلى ما يقرب من كتلة الشمس فإنه يتحول إلى جسم كثيف جداً وساخن إلى درجة الابيضاض ويطلق عليه قزم أبيض.

5) إذا تقلص النجم ولم يحصل على طاقة كافية لحرق الكربون وتحويله إلى أكسجين فإنه يشع طاقة ضوئية باستمرار إلى أن يبرد ويصبح غير مرئي وحجمه أصغر من حجم الأرض فيموت.

1) في بعض الأحيان لا يمر النجم بالتطورات السابقة حيث يتمدد وينكمش عدة مرات ثم ينفجر انفجاراً ضخماً وينتج ضوء ضخم مثل ضوء المجرة ويسمى النجم في هذه الحالة بالنجم الساطع.

2) إذا تقلص حجم النجم بمقدار كبير يصل إلى (5 كم^3) ولكن كتلة ثابتة (4مرات كتلة الشمس) تكون جاذبيته كبيرة جداً لأي جسم يقترب منه فيلتهم النجوم حتى الضوء لا ينفذ منه ويسمى النجم في هذه المرحلة بالثقب الأسود.

المسافات بين النجوم:

عرفنا أن النجوم تبعد مسافات غير متساوية من الأرض وهي على أبعاد هائلة من الأرض فكيف يمكن قياس المسافة بينها وأيضاً بينها وبين الأرض.

قياس المسافات بين النجوم والكواكب (مثل الأرض):

1) لا تستخدم وحدة الكيلومتر لأنها صغيرة.
2) استخدمت وحدة تسمى الوحدة الفلكية وهي غير مناسبة لذلك لأنه من الصعب معرفة المسافات بين النجوم باستخدام الوحدة الفلكية.

الوحدة الفلكية:

تعادل المسافة بين مركز الأرض والشمس وتساوي 150 مليون كم وعليه فإن المسافة بين الأرض والشمس تساوي وحدة فلكية واحدة.

3) تستخدم الآن وحدة تسمى وحدة السنة الضوئية نسبة إلى سرعة الضوء 3×10^5كم/ث.

السنة الضوئية:

هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة

حيث السنة الضوئية = سرعة الضوء (ع) × الزمن (ز)

= 300000كم/ث × 365.25 × 24 × 60 × 60ث

= 9.460.800.000.000 كم.

(1) أقرب النجوم إلينا يبعد عنا حوالي 4.2 سنة ضوئية ويسمى الظمآن أي يخرج الضوء من النجم ويصل إلينا بعد 4.2 سنة.

(2) النجم القطبي: وقد سمي بذلك لأنه يظهر فوق القطب الشمالي للأرض يبعد عنا مسافة 400 سنة ضوئية.

4) طريقة اختلاف المناظر (اختلاف مكان المشاهدة) حيث تستخدم لتحديد المسافة لأقرب النجوم برصده من مكان ما على سطح الأرض ثم بعد 6 شهور يرصد هذا النجم فتكون الأرض قطعت مسافة 300.000.000كم من النقطة الأولى وبالتالي نحسب تغير المسافة الذي يعين بعد النجم عن الأرض.

تعاريف

1) الأشكال التي تراها في السماء عبارة عن كوكبات أو بروج من النجوم بينها مسافات كبيرة تكون مجرات وكواكب وسدم يطلق عليه **الكون**.

2) **تعريف الكون:** عدد غير معروف من المجرات تقدر عددها بعشرة آلاف مليون مجرة وأن وحدة بنائه هي المجموعة الشمسية وما ينبعث منها من قوى متنوعة.

3) **نشأة الكون:** وضعت نظريات عديدة فكرتها أن المجرات تبتعد عن بعضها بسرعة هائلة وهي:

أ) نظرية الانفجار العظيم: أكثر النظريات قبولاً.

ب) نظرية التجديد المستمر: ج) نظرية الكون النابض وما زال الكون يمتد.

4) **تعريف المجرة:** تجمع هائل لمجموعات من النجوم تنتظم مع بعضها بينها فراغ كبير يحتوي على كميات قليلة من ذرات غاز الهيدروجين.

5) **تعريف السديم:** عبارة عن بقايا نجوم وسحب من غازات تكونت من الهيدروجين ومواد أخرى وهو يظهر كأنه أجسام سماوية وأجسام مبعثرة بين النجوم.

6) **أشكال المجرات:** تنقسم حسب الشكل إلى

أ) المجرات الاهيلجية (البيضاوية). ب) المجرات الحلزونية (اللولبية). جـ) المجرات غير المنتظمة.

7) **الأرض:** تنتمي إلى مجرة حلزونية تسمى درب التبانة (الطريق اللبني).

8) **تعريف النجوم:** هي عبارة عن أجسام سماوية مضيئة تنتج طاقتها من داخلها وتبعث بإشعاعات مختلفة الأطوال الموجية.

9) **نشأة النجوم:** ينشأ نتيجة تكثف الغاز الساخن والغبار الذري عند مركز الكتلة المجتمعة فترتفع درجة الحرارة لدرجة التأين لذرات الهيدروجين فتحدث تفاعلات نووية حرارية في النجوم ويتوقف عملية التكثف ويبدأ النجم بالإشعاع.

10) **لون النجوم:** يختلف لونها حسب الأطوال الموجية التي تشعها ويتوقف لونها على:

أ) درجة حرارة سطح النجم. ب) حجم النجم.

11) **تعريف البلازما:** تجمع كثيف جداً من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات وجسيمات أساسية أخرى في درجة حرارة هائلة.

12) **العملاق الأحمر:** نجم كبير وأكثر لمعان ينتج عندما يستهلك مخزون الهيدروجين في باطنة وتبدأ ذرات الهيليوم في الاندماج متحولة إلى كربون.

13) **القزم الأبيض:** جسم كثيف جداً وساخن إلى درجة الابيضاض يتكون عندما تنفذ كمية الوقود في باطن العملاق الأحمر فتتقلص كتلته إلى ما يقرب من كتلة الشمس مكوناً القزم الأبيض.

14) **الثقب الأسود:** نجم تقلص حجمه بمقدار كبير كتلته ثابتة وتكون جاذبية كبيرة جداً فيلتهم النجوم / الضوء.

15) **النجم الساطع:** نجم يتمدد وينكمش مرات عديدة وفي نهاية حياته ينفجر انفجاراً ضخم ويعطي ضوء مثل ضوء المجرة كلها.

16) **تعريف الوحدة الفلكية:** تعادل المسافة بين مركز الأرض والشمس وتساوي 150 مليون كم وعليه فإن المسافة بين الأرض والشمس تساوي وحدة فلكية واحدة.

17) **تعريف السنة الضوئية:** هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة كاملة

الحقائق العلميه مع التعليل

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
1	الاعتراض على نظرية التجديد المستمر.	لأنه لا يوجد دليل على أن مجرات جديدة قد تتشكل كما أن نسبة الهيدروجين تتغير أي أن كثافة الكون ليست ثابتة.
2	اعتراض العلماء على نظرية الكون النابض.	لاختلاف العلماء في كمية المادة اللازمة والطاقة اللازمة لوجود جاذبية تجعل الكون ينكمش مرة أخرى.
3	اختلاف أشكال المجرات	لأن ذلك يدل على مراحل تطورها.
4	الإضاءة المميزة لمجرة درب التبانة.	للعدد الكبير للنجوم الموجودة بها.
5	تختلف أشكال النجوم التي تظهر	لأن الأرض تدور حول الشمس دورة واحدة في

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
	في السماء من فصل لآخر.	السـنة فتمـر بأربعـة فصـول ويكـون موقعهـا مختلف حول الشمس في كل مرة.
6	تظهر النجوم بألوان مختلفة	لأن النجـوم تبعـث بإشـعاعات مختلفـة الأطـوال الموجية حيث لكل لون طول موجي معين.
7	يسمى التفاعل الاندماجي الحادث في النجم الكبير بدورة الكربون/ النيتروجين/ الأوكسجين.	لأن الكربون يدخل كعامل مساعد في التفاعل أما النيتروجين والأوكسجين فتعتبر نواتج ثانوية للتفاعل.
8	النجم الأزرق أكثر لمعانا.	لأن درجة حرارة سطحه عالية (15000م)
9	يظهر العملاق الأحمر أكثر لمعاناً.	لكبر حجمه.
10	تظهر الأقزام البيضاء أقل لمعاناً.	لصغر حجمه.
11	لا تستخدم الوحدة الفلكية في قياس المسافات بين النجوم.	لأنها صغيرة كما أنه من الصعب معرفة المسافات بين النجوم باستخدامها.

مقارنة

وجه المقارنة	المجرات الإهليلجية	المجرات الحلزونية	المجرات غير المنتظمة
1) الشكل	بيضاوية تميل إلى ان تكون على شكل كرة مستوية.	طاولة مدورة منتظمة في وسطها.	ليس لها شكل منتظم
2) الحجم.	ليست ضخمة.	ضخمة.	اصغر حجما منهم.
3) عدد النجوم	كبير.	كبيرة جدا.	اقل عددا منهم.
4) إضاءة النجوم	خافته.	اكثر لمعانا.	نجومها زرقاء.

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س1/ ضع (✓) أو (✗) أمام العبارات الآتية:

1) حدث الانفجار العظيم عندما كان قطر الكرة الكونية مساوياً 10 مرات قطر الشمس. (✓)
2) الكون في بدايته كان مكوناً من ذرات الهيدروجين. (⊙)
3) سرعة تباعد المجرات عن بعضها تتناسب طردياً مع المسافة بينها. (✓)
4) يعود اختلاف لمعان النجوم إلى حجمها ودرجة حرارتها. (✓)

س2/ اختر الإجابة الصحيحة:

1) مجرة درب التبانة هي مجرة من النوع.
أ) الحلزوني. ب) الكروي.
ج) غير المنتظم. د) لاشيء مما ذكر.

2) ما تراه السماء الصافية ليلاً عبارة عن:
أ) مجرات. ب) كوكبات.
ج) سدم. **د) كل ما ذكر.**

3) يدل اختلاف أشكال المجرات على:
أ) عدد النجوم.
ب) مراحل تطورها.
ج) سدمها
د) مادتهـــا.

4) النجوم التي تكوّن صوراً أو أشكالاً تعرف بـ:
أ) الكوكبات.
ب) الأبراج.
ج) السدم.
د) (أ + ب).

5) يبدأ تكون النجوم عند:
أ) بدء حدوث الاندماج النووي.
ب) تفاعل الهيدروجين مع الهليوم.
ج) اندماج ذرات الهيدروجين.
د) حدوث الانفجار العظيم.

س7/ ما السبب في عدم استخدام الوحدة الفلكية لحساب بعد المجرات أو النجوم عن بعضها؟
ج7/ لأنها صغيرة بالنسبة لأبعاد النجوم ومن الصعب معرفة المسافة بين النجوم باستخدامها.