المستوى: 3 ع ت + ر+ ت ر	الوحدة : 02 تطور جملة ميكانيكية	بكالوريا العلوم الفيزيائية

BAC -physique | خواص الحركة الدائرية المنتظمة | BAC-physique

دراسة حركة الكواكب والأقمار الصناعية

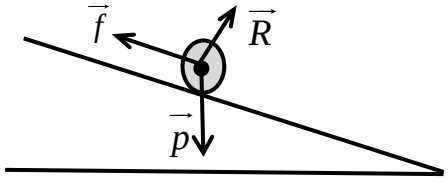
❖ تذكير:

القانون الثاني لنيوتن

في معلم غاليلي المجموع الشعاعي للقوة المؤثرة على جملة مادية يساوي في كل لحظة جداء كتلتها في شعاع تسارع مركز عطالتها.

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

مثال:



$$\vec{p} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}$$

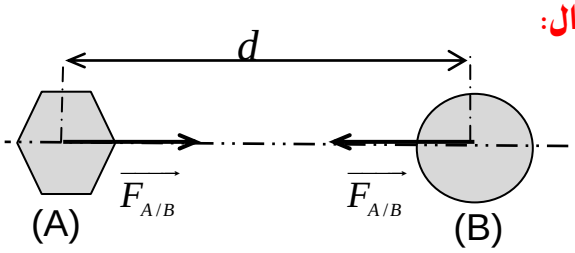
قانون الجذب العام

جسمان كيفيان A و B كتلتيهما m_A و m_B البعد بينهما d يتجاذبان بقوة

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G\frac{m_A m_B}{d^2}$$:

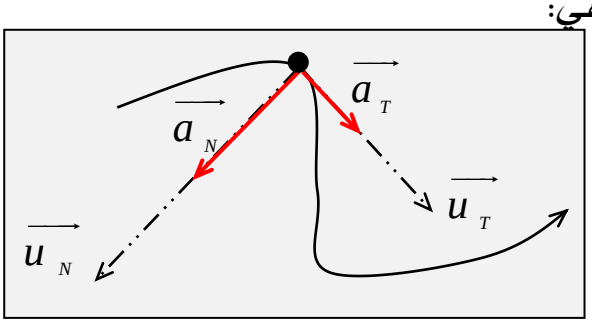
حيث G هو ثابت الجذب العام

مثال:



$$F_{A/B} = F_{B/A} = G\frac{m_A m_B}{d^2}$$

نميز في الحركات المنحنية مركبتين لشعاع التسارع $\vec{a}$ وهي:



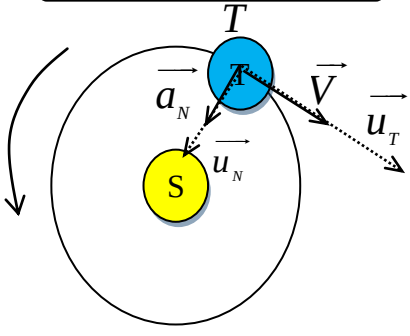
1. **التسارع الناظمي a_N**: موجه نحو مركز المسار حامله المحور الناظمي $\vec{u}_N$
2. **التسارع المماسي a_T**: مماسي للمسار حامله المحور المماسي $\vec{u}_T$

ونكتب : $\vec{a} = a_N\vec{u}_N + a_T\vec{u}_T$

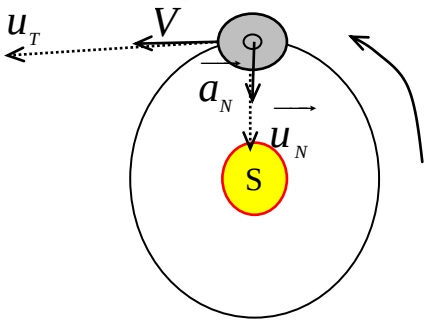
الحركة الدائرية المنتظمة

هي انتقال الجسم من موضع لآخر وفق مسار دائري وبسرعة ثابتة في الشدة ومتغيرة في الإتجاه

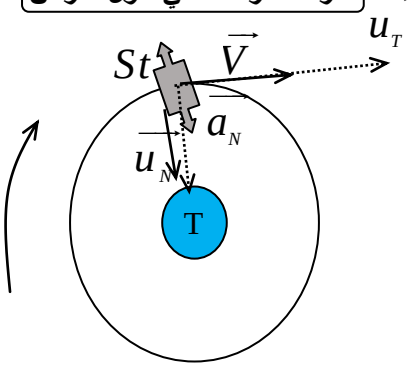
حركة الأرض T حول الشمس S



حركة كوكب j حول الشمس



حركة قمر صناعي حول الأرض



شعاع التسارع $\vec{a}$

في الحركة الدائرية المنتظمة تكون السرعة **ثابتة** في الشدة ومتغيرة في الإتجاه في كل لحظة ولكن شعاع تغير السرعة لا يكون ثابت ومنه : $\vec{a} \neq 0$

❖ نميز في الحركة الدائرية المنتظمة نوعان من التسارع :

- **تسارع مماسي :** a_T عبارته $a_T = \dfrac{dv}{dt}$
- **تسارع ناظمي :** a_N عبارته $a_N = \dfrac{v^2}{r}$

يشكلان مركبتي شعاع التسارع

$$\vec{a}_G = a_T\vec{u}_T + a_N\vec{u}_N$$

$$\vec{a}_G = \frac{dv}{dt}\vec{u}_T + \frac{v^2}{r}\vec{u}_N$$

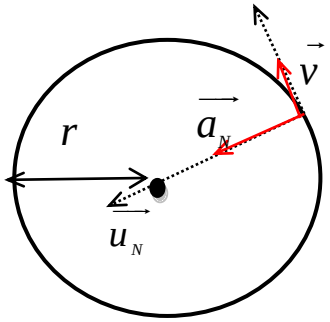
الاستاذ خالد سعيدي للعلوم الفيزيائية

وبما أن السرعة ثابتة $(V = Cte)$ في الحركة الدائرية المنتظمة فإن : $a_T = \dfrac{dV}{dt} = 0$ فيصبح التسارع : $\vec{a}_G = a_N\vec{u}_N = \dfrac{v^2}{r}\vec{u}_N$ وهو تسارع ناظمي فقط جهته نحو مركز المسار الدائري .

نتيجة

في الحركة الدائرية المنتظمة شعاع التسارع يكون ناظمي وموجه نحو مركز المسار ويعطى بالعلاقة :

$$a_G = a_N = \frac{v^2}{r}(m/s)$$



الدور T

هو الزمن اللازم لإنجاز دورة كاملة أي الزمن اللازم لقطع مسافة $x = 2\pi r$.

عبارة الدور

نعلم أن السرعة v **هي المسافة المقطوعة** $x = 2\pi r$ **(محيط دائرة) على الزمن المستغرق** T

ونكتب : $v = \dfrac{2\pi r}{T}$ **ومنه نستنتج عبارة الدور :** $T = \dfrac{2\pi r}{v}$

دراسة حركة قمر إصطناعي (S) حول الأرض (T)

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (**قمر إصطناعي**) في **المعلم الجيومركزي** الذي نعتبره عطالي :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_S\vec{a}_G$$

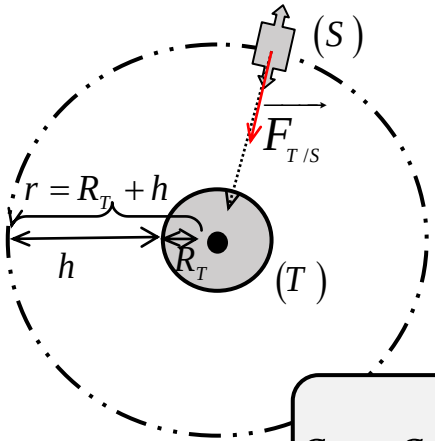
$$\vec{F}_{T/S} = m_S\vec{a}_G$$

بالإسقاط على المحور الناظمي $\vec{u}_N$ نجد : $F_{T/S} = m_S a_N$

$$\Rightarrow G\frac{m_S m_T}{r^2} = m_S a_N \Rightarrow a_G = a_N = G\frac{m_T}{r^2}$$

نجد عبارة **تسارع** مركز عطالة القمر الإصطناعي :

$$a_G = a_N = G\frac{m_T}{(R_T + h)^2}$$



تسارع الجاذبية الأرضية g	السرعة المدارية v	الدور المداري T للقمر
لدينا : $P = F_{T/S}$ ومنه: $m_S\, g = G\dfrac{m_S\, m_T}{(R_T+h)^2}$ نجد : $\boxed{g = G\dfrac{m_T}{(R_T+h)^2}}$ وهي عبارة تسارع الجاذبية على ارتفاع h من سطح الأرض. وفي حالة جملة على سطح الأرض أي : $h=0$ تصبح تسارع عبارة الجاذبية على سطح الأرض $\boxed{g_T = G\dfrac{m_T}{R_T^2}}$	وجدنا سابقا: $a_N = G\dfrac{m_T}{r^2}$ ونعلم أن : $a_N = \dfrac{v^2}{r}$ إذن : $\dfrac{v^2}{r} = G\dfrac{m_T}{r^2}$ بالتبسيط نجد عبارة السرعة المدارية : $\boxed{v = \sqrt{G\dfrac{m_T}{r}}}$	لدينا : $v = \sqrt{\dfrac{G\, m_T}{r}}$.....(1) و $T = \dfrac{2\pi r}{v}$.....(2) بتعويض العبارة (1) في (2) والتبسيط نجد عبارة الدور : $\boxed{T = 2\pi\sqrt{\dfrac{r^3}{G\, m_T}}}$ حيث : $r = R_T + h$ نصف قطر المدار

القمر الجيومستقر

نقول عن قمر إصطناعي أنه **جيومستقر** إذا بقي ساكنا بالنسبة لمراقب على سطح الأرض (مرجع سطحي أرضي) ويشترط لبقاءه في مداره شروطا هي :

- الدور المداري للقمر الإصطناعي يساوي دور الأرض $T = 24h$
- أن يقع في المستوي الذي يشمل خط الإستواء .
- أن تكون جهة دورانه هي نفسها جهة دوران الأرض حول نفسها .

الاستاذ خالد سعيدي للعلوم الفيزيائية

تمرين تطبيقي 01 محلول

يدور قمر إصطناعي (S) كتلته $m_S = 700kg$ موجود على إرتفاع $h = 23600km$ من سطح الأرض

1 - أحسب شدة القوة المطبقة من طرف الأرض على القمر الإصطناعي .

2 - أحسب السرعة المدارية للقمر الإصطناعي .

3 - أحسب الدور المداري للقمر الإصطناعي.

تعطى : $M_T = 5,97.10^{24}kg$; $R_T = 6400km$; $G = 6,67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$

حل التمرين التطبيقي

1.حساب شدة القوة المطبقة من الأرض على القمر: $F_{T/S} = G\dfrac{m_s M_T}{(R_T+h)^2}$

ت ع : $F_{T/S} = 6.67\times10^{-11}\dfrac{700\times5.97\times10^{24}}{\left((23600+6400).10^3\right)^2}$ نجد : $\boxed{F_{T/S} = 3.097\times10^2\,N}$

2.حساب السرعة المدارية للقمر الصناعي : بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة(قمر صناعي) في المرجع الجيو مركزي الذي نعتبره غاليلي نجد : $\sum\overrightarrow{F_{ext}} = \overrightarrow{F_{T/S}} = m_S\overrightarrow{a_G}$ بالإسقاط على المحور الناظمي نجد :



$F_{T/S} = m_S a_N$ ومنه $G\frac{m_s M_T}{(R_T+h)^2} = m_S a_G = a_N$ حيث $\left(a_N = \frac{v^2}{R_T+h}\right)$ إذن نكتب :

$v = \sqrt{G\frac{M_T}{(R_T+h)}}$ ومنه نجد: $a_G = a_N = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2} = \frac{v^2}{(R_T+h)}$

$\boxed{v = 3.64\times10^3 m/s}$ ت ع نجد :

3.حساب الدور المداري: $T = \frac{2\pi r}{v}$ حيث $(r = R_T + h)$ بالتعويض نجد : $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$ ت ع نجد :

$\boxed{T = 51712s = 14.36h}$ ومنه القمر ليس جيو مستقر لأن دور القمر الصناعي اقل من دور الأرض .

من أسباب النجاح والفلاح والسعادة ... الصلاة في وقتها ...بر الوالدين ...البعد عن الحرام...وصحبة الصالحين

تجدون في الصفحات الرسمية للأستاذ خالد سعيدي للعلوم الفيزيائية.

- ✓ ملخصات رائعة وشاملة لكل وحدة .
- ✓ سلاسل تدريبية محلولة على في قناة اليوتيوب.
- ✓ مواضيع تدريبية
- ✓ فروض واختبارات تجريبية .

  الأستاذ خالد سعيدي للعلوم الفيزيائية  

تمرين تطبيقي 02

نعتبر قمرا اصطناعيا (s) كتلته m_s يدور حول الأرض في جهة دورانها بسرعة ثابتة .

1.مثل القوى الخارجية المؤثرة على القمر الاصطناعي (s) .

2.ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي (s) ؟ عرفه.

3.بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، جد العبارة الحرفية لسرعة القمر الاصطناعي بدلالة : G ، M_T ، R_T و h ثم احسب قيمتها .

4.أ – جد عبارة دور القمر الاصطناعي ، ثم احسبه .

ب- هل يمكن اعتبار القمر جيو مستقر ؟ علل .

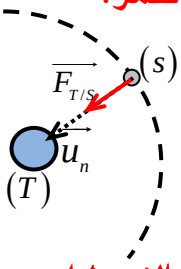
5.ذكر بالقانون الثالث لكبلر ، ثم بين أن النسبة $\frac{T^2}{(R_T+h)^3}=k$ حيث K ثابت يطلب حساب .

يعطى : $R_T=6380km$ ، $h=35800km$ ، $\pi^2=10$

$G=6.67\times10^{11}(SI)$ ، $M_T=6\times10^{24}Kg$

حل التمرين تطبيقي02

1.تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على القمر :



2.المرجع المناسب لدراسة الحركة:

هو المرجع الجيومركزي

تعريفه: هو مرجع مرتبط بمعلم مبدأه مركز الأرض ومحاوره الثلاثة موجه نحو ثلاث نجوم ساكنة .

3 .ايجاد العبارة الحرفية لسرعة القمر الاصطناعي :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (قمر اصطناعي) في المرجع المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا نجد : $\sum\overrightarrow{F_{ext}}=\overrightarrow{F_{T/S}}=m_S\overrightarrow{a_G}$ بالإسقاط على المحور الناظمي نجد : $F_{T/S}=m_Sa_N$ ومنه

$\left(a_N=\frac{v^2}{R_T+h}\right)$ حيث $G\frac{m_sM_T}{(R_T+h)^2}=m_sa_G=a_N$

إذننكتب : $a_G=a_N=G\frac{M_T}{(R_T+h)^2}=\frac{v^2}{(R_T+h)}$

ومنه نجدعبارة السرعة : $\boxed{v=\sqrt{G\frac{M_T}{(R_T+h)}}}$

حساب قيمة السرعة :

لدينا العبارة $v=\sqrt{\frac{GM_T}{(R_T+h)}}$ ت ع نجد :

$v=\sqrt{\frac{6.67\times10^{11}\times6\times10^{24}}{(6380+35800)10^3}}$ نجد

$\boxed{v=3080.24m/s}$ الأستاذ خالد سعيدي للعلوم الفيزيائية

4.أ.إيجاد عبارة الدور للقمر الاصطناعي :

لدينا : $v=\sqrt{\frac{GM_T}{(R_T+h)}}$ حيث $T=\frac{2\pi(R_T+h)}{v}$

بالتعويض نجد : $\boxed{T=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{GM_T}}}$

قيمةالدور: $T=2\times3.14\sqrt{\frac{(6380+35800)^3\times10^9}{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}}$

نجد : $\boxed{T=85996.54s\approx24h}$

ب- نعم يمكن اعتبار القمر الاصطناعي جيو مستقر .

التعليل : لأن جهة دورانه هي نفسها جهة دوران الأرض ودوره يساوي دور الأرض حول نفسها .

5. القانون الثالث لكيبلر: يتناسب مربع الدور للقمر مع مكعب البعد بين مركزي الأرض والقمر $\frac{T^2}{r^3}=k$.

برهان العلاقة :

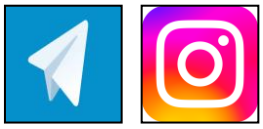
لدينا العلاقة $T=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{GM_T}}$ بالتربيع نجد:

ومنه $T^2=4\pi^2\frac{(R_T+h)^3}{GM_T}$

$\frac{T^2}{(R_T+h)^3}=\frac{4\pi^2}{GM_T}=k=Cte$:

حساب قيمة الثابت : ت ع $\boxed{\frac{4\pi^2}{GM_T}=k=10^{-13}}$

من أسباب النجاح ...بر الوالدين



الأستاذ خالد سعيدي للعلوم الفيزيائية

