الوحدة الثانية: المرجع الأهلي

الأقمار الصناعية:

الجملة قديم:

الجملة الميكانيكية: هي كل جسم أو جزء من جسم أو مجموعة أجسام محددة يعزلها أن تأثر أو تتأثر بقوى نختارها قصد دراسة معينة

الجسم الصلب: هو كل جسم لا يتغير شكله أثناء حركته

المرجع: هو كل جسم صلب تنسب إليه الحركة

النقطة المادية: هي كل جملة ميكانيكية يمكن إعتبار أبعادها مهملة أمام أبعاد المرجع الذي تدرس فيه الحركة

القانون الأول لنيوتن: يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة تغير من حالته الحركية

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0$$

القانون الثاني لنيوتن: المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المؤثرة على الجسم يساوي جداء كتلته في تسارع مركز عطالته

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

القانون الثالث لنيوتن: إذا أثرت الجملة A على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساويها في الشدة وتعاكسها في الإتجاه

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

المراجع العملية:

المرجع الهيليومركزي (المركزي الشمسي): هو مرجع مبدأه مركز الشمس وله 3 محاور موجهة نحو 3 نجوم نعتبرها ثابتة في الفضاء

- يدرس حركة كواكب حول الشمس

المرجع الجيومركزي (المركزي الأرضي): هو مرجع مبدأه مركز الأرض وله 3 محاور مستقيمة نحو 3 نجوم نعتبرها ثابتة في الفضاء

- يدرس حركة الأقمار الصناعية حول الأرض

المرجع السطحي (المحلي) الأرضي: مرجع مرتبط بسطح الأرض نستعمله لدراسة معظم الحركات على سطح الأرض

قوانين كبلر:

القانون الأول لكبلر

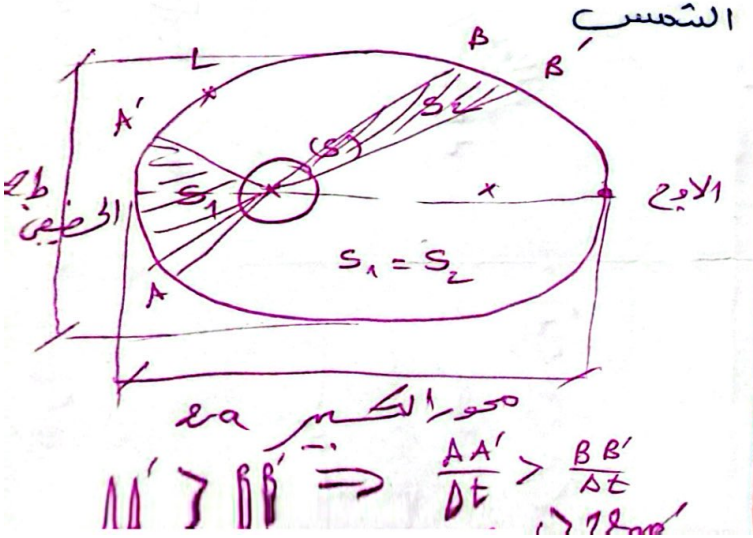
إن الكواكب تتحرك وفق مسارات إهليلجية تمثل الشمس إحدى محرقيها

القانون الثاني لكبلر

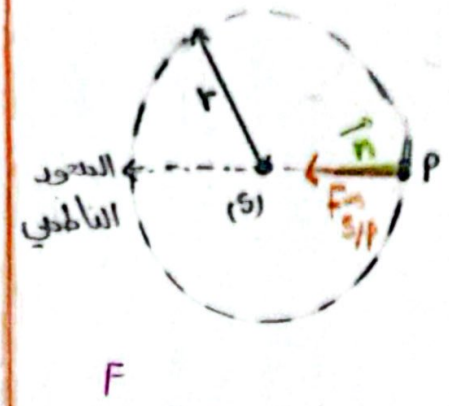
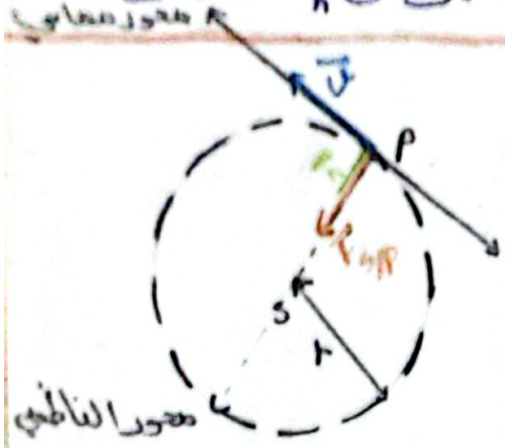
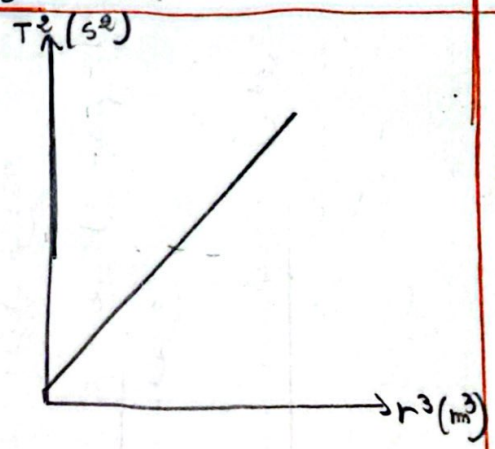
إن المستقيم الواصل بين الكوكب و الشمس يمسح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية

القانون الثالث لكبلر

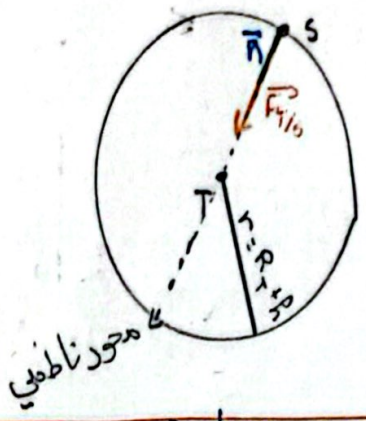
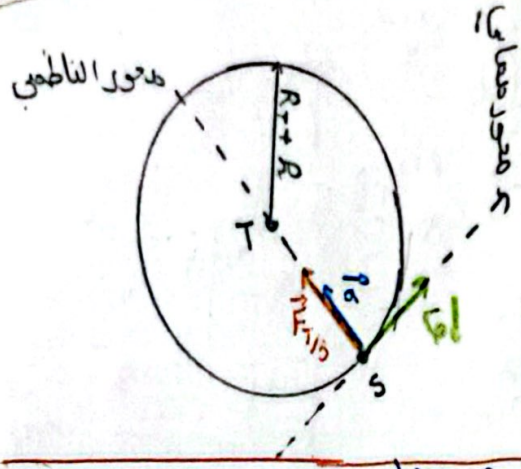
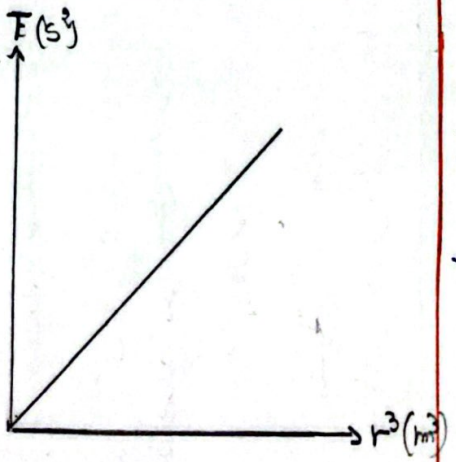
إن مربع الدور T^2 يتناسب طرديا مع مكعب البعد المتوسط a^3 للكوكب عن الشمس



$$AA' > BB' \Rightarrow \frac{AA'}{\Delta t} > \frac{BB'}{\Delta t}$$

	تمثيل شعاع $\vec{F}_{s/p}$	تمثيل شعاع $\vec{a}$ ، $\vec{a}_n$ وشعاع $\vec{v}$
رسومات توضيحية للأشعة $(\vec{F}, \vec{a}, \vec{v})$		
قوة الجذب	العبارة الشعاعية $\vec{F}_{s/p} = G \frac{M_s \cdot m_p}{r^2} \vec{n}$ (N ، kg ، m)	شدتها $F_{s/p} = G \cdot \frac{M_s m_p}{r^2}$
التسارع a	العبارة الشعاعية $\vec{a} = \vec{a}_n = \frac{G \cdot M_s}{r^2} \vec{n}$ (m/s^2 ، kg ، m)	شدتها $a = a_n = \frac{G \cdot M_s}{r^2} = \frac{v^2}{r}$ (m/s^2 ، m/s ، m)
السرعة v	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_s}{r}}$ (m/s ، kg ، m) ← إستنتاج طبيعة الحركة	الحالة 01 : - المسار دائري ثابت a ⇐ حركة دائرية منتظمة الحالة 02 : - المسار دائري v ثابت ⇐ ح دائرية منتظمة
الدور T	$T = \frac{2\pi r}{v}$ (s ، m ، m/s)	$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_s}}$
البيان الموافق لقانون جيلر الثالث		العبارة البيانية $y = K \cdot x$ $T^2 = K \cdot r^3$ (ميل) العبارة النظرية $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_s}$ $T^2 = \frac{4\pi^2}{G M_s} r^3$ $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G M_s}$ ← نستطيع إستنتاج كتلة الشمس $M_s = 2 \times 10^{30}$ kg

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

	تمثيل شعاع $\vec{F}_{T/S}$	تمثيل شعاع $\vec{a} = \vec{a}_n$ وشعاع v
رسومات توضيحية للأشعة		
قوة الجذب F	العبارات الشعاعية $\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_B}{(R_T + h)^2} \vec{n}$	شدتها $F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \, m_B}{(R_T + h)^2}$ m ، m
التسارع a	$\vec{a} = \vec{a}_n = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2} \vec{n}$	$a = \vec{a}_n = \frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)^2}$
السرعة v	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)}}$	الحالة الخاصة : - مسار دائري إذا . سرعة v أو a ثابت فإن الحركة حركة دائرية منتظمة
الدور T	$T = \frac{2\pi (R_T + h)}{v} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G \cdot M_T}}$	
البيان المرافق لقانون كبلر الثالث		العبارة البيانية $y = K \cdot x$ $T^2 = K \, r^3$ العبارة النظرية $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G M_T}$ $T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} r^3$ ⇐ يمكننا استنتاج كتلة الأرض $K = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \Rightarrow M_T = \frac{4\pi^2}{G \cdot K} \simeq 6 \times 10^{24} kg$

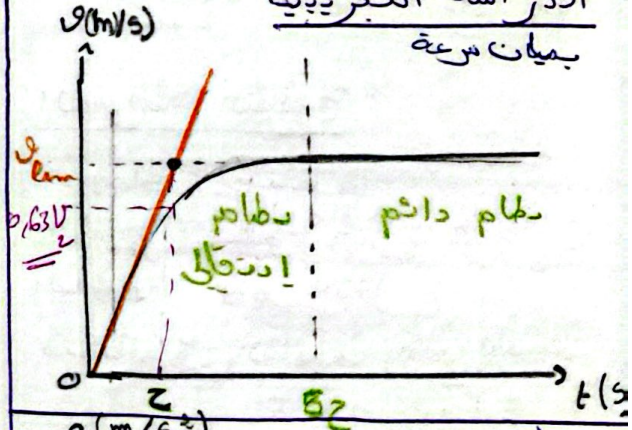
السقوط الشاقولي

تعريفه : هو سقوط الجسم شاقوليا دون سرعة إبتدائية تؤثر عليه قوى الإحتكاك مع الهواء وقوة الثقل $\vec{P}$ ودافعة آرخميدس $\vec{\pi}$

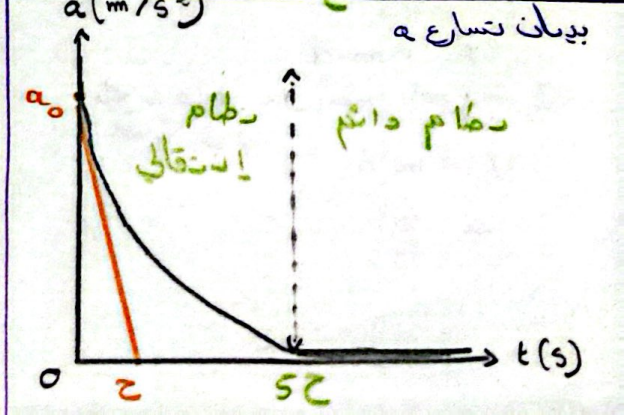
شروطه : - متجانس
- إنسيابي
- متناظم شكل

الدراسة التجريبية

بيان سرعة



بيان تسارع a



النظام الإنتقالي : $[0, 5\tau]$

- تتزايد فيه سرعة
- حركة مستقيمة متسارعة

النظام الدائم : $t > 5\tau$

- تثبت فيه السرعة
- حركة مستقيمة متناظمة

القوى الخارجية المطبقة

- **قوة الثقل**

عبارة شعاعية $\vec{P} = m\vec{g}$

الشدة $P = mg = \rho_{kg} V g$

الجهة : نحو الأسفل

- **قوة دافعة آرخميدس**

$\vec{\pi} = -\rho_{air} V \vec{g}$

$\pi = \rho_{air} V g$

شاقوليا نحو الأعلى

- **قوة الإحتكاك**

$\vec{f} = -k \vec{v}$ أو $\vec{f} = -k v^2 \vec{v}$

$f = kv$ أو $f = k.v^2$

عكس جهة الحركة

تمثيل مراحل سقوط الحر



المعادلات التفاضلية للحركة - سرعة

1- في وجود دافعة آرخميدس

سرعات صغيرة

المجملة : جسم S

المرجع : سطحي أرضي نعتبره غاليلي

القوى : $\vec{P}$ و $\vec{f}$ و $\vec{\pi}$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

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

$\vec{P} + \vec{\pi} + \vec{f} = m\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة oz

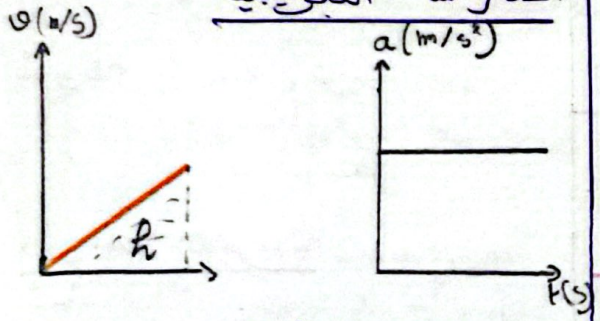
$P - \pi - f = ma$

$mg - \rho V g - kv = ma$

السقوط الحر في المستوى الأفقي

تعريفه: سقوط الجسم الصلب شاقولي وتحت تأثير قوة ثقله فقط

الدراسة التجريبية



الدراسة النظرية

المجملة: جسم صلب

المرجع: سطحي أرضي

القوى: قوة الثقل

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

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

$$\vec{p} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور الحركة oz

$$p = ma$$

$$a = g$$

ا. الارتفاع h

سرعات قديرة

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)$$

عبارة a_0:

$$a_0 = g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)$$

عبارة سرعة الحدية

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{m}{k}g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)}$$

ب. في حالة دافعة أرخميدس

$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = g$	$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g$
$a_0 = g$	$a_0 = g$
$v_{lim} = \sqrt{\frac{m}{k}g}$	$v_{lim} = \frac{m}{k}g$

$$g = \frac{\rho v g}{m} + \frac{k}{m}v = \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)$$

- عبارة a_0

لدينا في النظام المطلق

$v_0 = 0$ و $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0} = a_0$

ومنه

$$a = g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)$$

- عبارة السرعة الحدية

لدينا في النظام الدائم

$v = v_{lim}$ و $\frac{dv}{dt} = 0$

ومنه

$$\frac{k}{m}v_{lim} = g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)$$

$$v_{lim} = \frac{mg}{k}\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right)$$

ثابت الإحداثيات ح

$\tau = \frac{m}{k}$

- من عبارة v_{lim}

$$v_{lim} = \frac{m}{k}g\left(1 - \frac{\rho v}{m}\right) = \frac{m}{k}$$

ومن البيان

$$\tau = \frac{v_{lim}}{a_0} = \frac{\frac{m}{k}a_0}{a_0} = \frac{m}{k}$$

$$\frac{dv}{dt} = g$$

المعادلة الزمنية لسرعة

$$\frac{dv}{dt} = g$$

بالتكامل نجد

$$v(t) = gt + v_0$$

المعادلة الزمنية للحركة

$$\frac{d^2z}{dt^2} = v = \frac{dz}{dt} = gt$$

بالتكامل نجد

$$z(t) = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 t$$

مع أخذ بجهة الحركة (في نفس جهة (+) متعاكسين (-))

محذوفية الزمن

$$v_{\text{وصول}}^2 - v_{\text{الانطلاق}}^2 = 2g\left(h_{\text{الانطلاق}} - h_{\text{الوصول}}\right)$$

طبيعة الحركة

حركة مستقيمة متسارعة بانتظام

حساب الارتفاع h

1. من البيان: $v = f(t)$

نحسب مساحة الشكل

2. من محذوفية الزمن

إذا كانت $v_0 = 0$ و $h_0 = 0$

$$v^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

حساب المدة المستغرقة

من المعادلة الزمنية لسرعة

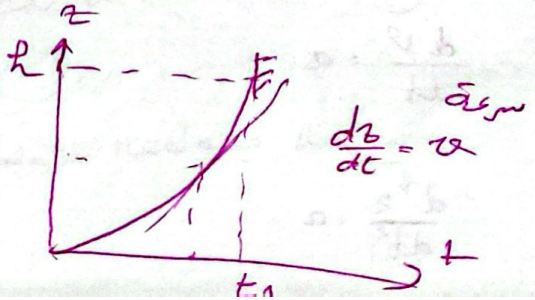
$$v(t)_A = g \cdot t_A$$

$$t_A = \frac{v(t)_A}{g}$$

من المعادلة الزمنية للموضع

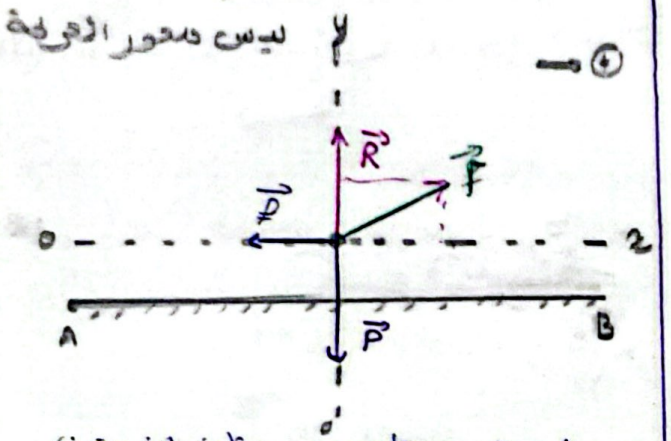
$$z(t_A) = \frac{1}{2} g t_A^2$$

$$t_A = \sqrt{\frac{2z}{g}}$$



المستوى الأفقي

ليس محور الحركة



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

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

$$\vec{P} + \vec{f} + \vec{R} + \vec{F} = ma$$

بالإسقاط على محور الحركة ox

$$F_x - f = ma$$

$$F\cos\alpha - f = ma$$

$$a = \frac{F\cos\alpha - f}{m}$$

$$\frac{dv}{dt} = a = \frac{dx^2}{dt}$$

من المحور oy: نستطيع حساب R أي على محور (oy)

$$-\vec{P} + \vec{R} + \vec{f}_y = 0$$

$$R = +P - \vec{f}_y$$

بعض الملاحظات

1. مستوى الخشن ⇐ قوة الاحتكاك $\vec{f}$ معاكسة

2.
- $S_{\text{مربع}}$ = طول الضلع × طول الضلع
- $S_{\text{المستطيل}}$ = العرض × الطول
- $S_{\text{مثلث}} = \frac{\text{الارتفاع} \times \text{القاعدة}}{2}$
- $S_{\text{شبه منحرف}} = \frac{\text{ارتفاع} \times (\text{قطر صغير} + \text{قطر كبير})}{2}$

3.
$\cos d = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$

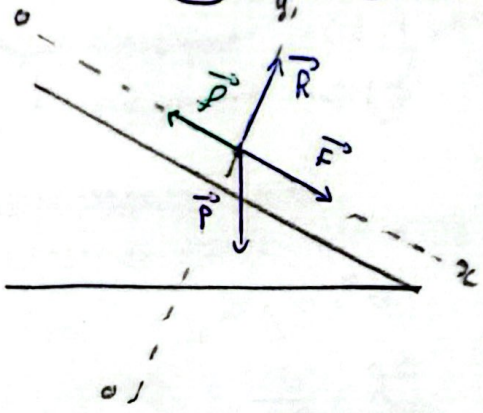
$\sin = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$

4. $AB \longrightarrow m$

$m \longrightarrow Kg$

5. تحسب المساحة في بيان السرعة فقط

مستوى مائل



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

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

$\vec{P}_y + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة oz

$P_z + -f + F = ma$

$P\sin(d) - f + F = ma$

a ثابت $a = \pm g\sin(d) + \frac{F-f}{m}$



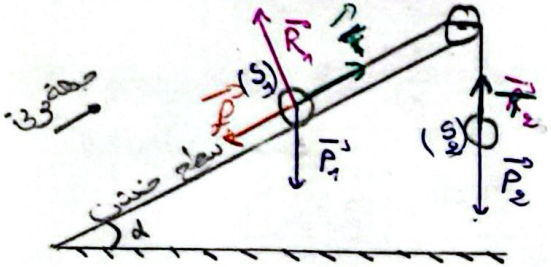
المعادلة التفاضلية للسرعة

$\frac{dv}{dt} = a$

المعادلة التفاضلية للموضع

$\frac{d^2x}{dt^2} = a$

دراسة حركة جسمين مرتبطين بخيط وبكرة



الجملة المدروسة: جسم S_1 و S_2

المرجع: سطحي أرضي عطالي

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

(S_1): $\sum \vec{F}_{ext} = m_1\vec{a}_1$

$\vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T}_1 + \vec{f} = m_1 a_1$

بالإسقاط على محور الحركة ox:

$-P_{1x} + 0 + T_1 - f = m_1 a_1$

$-P_1\sin(d) + T_1 - f = m_1 a_1$

$T_1 = ma + mg\sin(d) + f$

(S_2): $\sum \vec{F}_{ext} = m_2\vec{a}_2$

$\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2\vec{a}_2$

بالإسقاط على محور الحركة oy

$P_2 - T_2 = m_2 a_2$

$m_2 g - T_2 = m_2 a_2$



$$\frac{dv}{dt} = g$$

المعادلة الزمنية لسرعة

$$\frac{dv}{dt} = g$$

بالتكامل نجد

$$v(t) = gt + v_0$$

المعادلة الزمنية للحركة

$$\frac{d^2z}{dt^2} = a \qquad v = \frac{dz}{dt} = gt$$

بالتكامل نجد

$$z(t) = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 t$$

مع أخذ بجهة الحركة (في نفس جهة (+) متعاكسين (-))

محذوفية الزمن

$$v_{\text{وصول}}^2 - v_{\text{الانطلاق}}^2 = 2g\left(h_{\text{الانطلاق}} - h_{\text{الوصول}}\right)$$

طبيعة الحركة

حركة مستقيمة متسارعة بانتظام

حساب الارتفاع h

1. من البيان: $v = f(t)$

نحسب مساحة الشكل

2. من محذوفية الزمن

إذا كانت $v_0 = 0$ و $h_0 = 0$

$$v^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

حساب المدة المستغرقة

من المعادلة الزمنية لسرعة

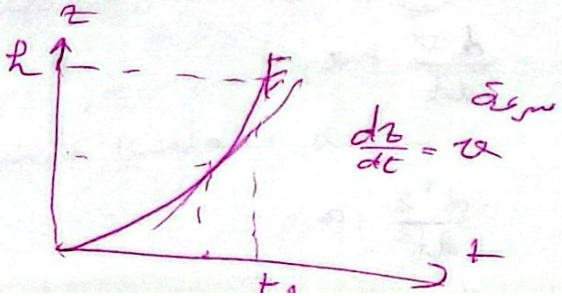
$$v(t)_A = g \cdot t_A$$

$$t_A = \frac{v(t)_A}{g}$$

من المعادلة الزمنية للموضع

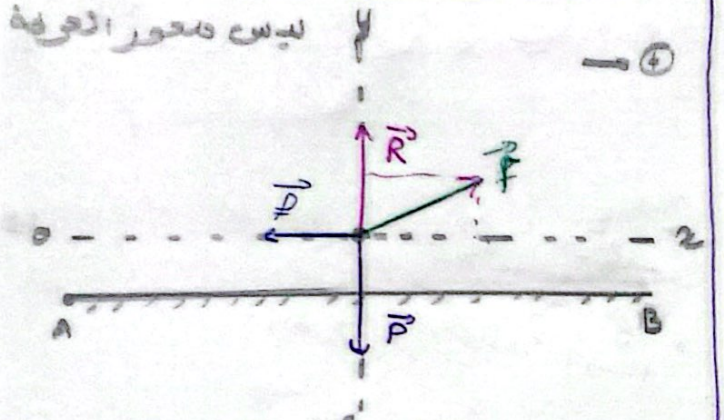
$$z(t_A) = \frac{1}{2} g t_A^2$$

$$t_A = \sqrt{\frac{2z}{g}}$$



المستوى الأفقي

ليس محور الحركة



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

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

$$\vec{P} + \vec{f} + \vec{R} + \vec{F} = ma$$

بالإسقاط على محور الحركة ox

$$F_x - f = ma$$

$$F\cos\alpha - f = ma$$

$$a = \frac{F\cos\alpha - f}{m}$$

$$\frac{dv}{dt} = a = \frac{dx^2}{dt}$$

من المحور oy: نستطيع حساب R أي على محور (oy)

$$-\vec{P} + \vec{R} + \vec{f}_y = 0$$

$$R = +P - f_y$$

$$T_2 = m_2 g - m_2 a_2$$

* عندما يكون نفس الخيط يربط جسمين أي $T_1 = T_2$

* تسارع T_1 = تسارع T_2

$$a = a_2 = a_1$$

ومنه

$$m_1 a + m_1 g \cdot \sin(\alpha) + f = m_2 g - m_2 a$$

$$m_1 a + m_2 a = m_2 g - m_1 g \sin(\alpha) - f$$

$$a(m_1 + m_2) = g(m_2 - m_1 \sin(\alpha) - f)$$

$$a = \frac{g(m_2 - m_1 \sin(\alpha) - f)}{m_1 + m_2}$$ ثابت

$v \oplus$

طبيعة الحركة

- المسار مستقيم
- $v > 0$ و a ثابت

فإن حركة: حركة مستقيمة متغيرة بإنتظام

المعادلة التفاضلية للسرعة

$$\frac{dv}{dt} = a$$

المعادلة التفاضلية للموضع

$$\frac{d^2 x}{dt} = a$$

أشكال الطاقة

الطاقة الحركية

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

E_c : J

m : kg

v : m/s

الطاقة الكامنة الثقلية

جسم + أرض

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot h$$

E_{pp} : J

m : kg

g : N/kg

h : m

الطاقة الكامنة المرونية

اهتزازات

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

k : ثابت المرونة N/m

x : مقدار الإنضغاط / الإستطالة m

تذكير حول عمل القوة

$w(R) = w(\vec{f})$

عمل قوة الجر $w(\vec{F})$

- تكون بين موضعين AB

$$w(F) = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha)$$

F : N

AB : m

$w(\vec{F}) > 0$ محرك

$w(\vec{F}) < 0$ مقاوم

$w(\vec{F}) = 0$ معدوم

عمل قوة الثقل $w(\vec{P})$

$$w(P) = m g \cdot (h_{\text{الإنطلاق}} - h_{\text{الوصول}})$$

$w(P)$: J

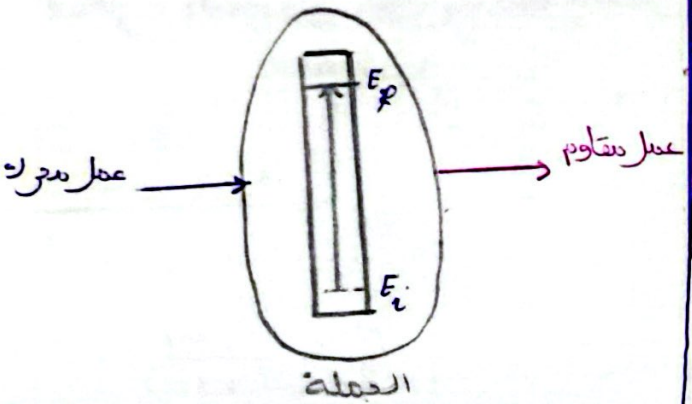
m : kg

g : N/kg

h : m

h : m

الحصيلة الطاقوية ومبدأ إنحفاظ الطاقة



- يستعمل عمود واحد أو أكثر داخل الفقاعة حسب عدد الأشكال الطاقات المتغيرة
- الجملة (جسم): عمود واحد لـ E_c
- الجملة (جسم + أرض): عمودين E_c و E_{pp}
- الجملة (جسم + أرض + نابض): 3 أعمدة E_c و E_{pp} و E_{pe}
- في حالة تغير شكل من أشكال الطاقة لا يرسم عمود داخل الفقاعة

Scanned with CamScanner

مبدأ انحفاظ الطاقة

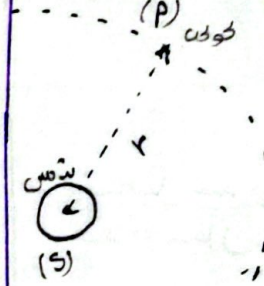
$$E_i + \sum W(\vec{F}) = E_f$$

حدود ميكانيك نيوتن :

الفعل التبادل التجاذبي والفعل التبادل الكهربائي :

النظام الكوني

الفعل التبادل التجاذبي



$$F_g = G \frac{M_S \cdot m_P}{r^2}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ S.I$$

النظام الذري



$$F_e = k \cdot \frac{|q_N| \cdot |q_e|}{r^2}$$

$$k = 9 \times 10^9\ SI$$

لماذا لا يمكن تطبيق ميكانيك النيوتن في النظام الذري ؟

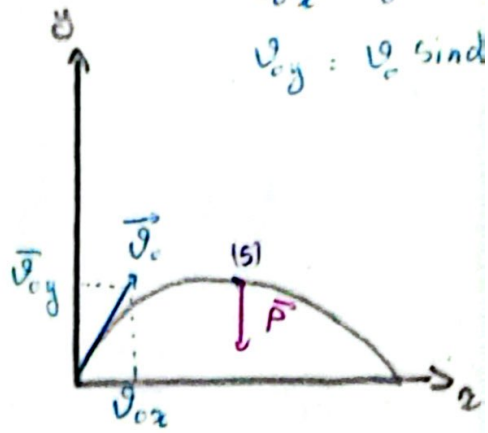
لأنه تؤدي إلى نتائج خاطئة عندما تقارب سرعة الأجسام سرعة الضوء أي يبقى يبقى صالح في سرعة أجسام أقل من 3×10^8

التبادل الطاقوي

القذيفة

$v_{0x} = v_0 \cos\alpha$

$v_{0y} = v_0 \sin\alpha$



1. لايجاد عبارة التسارع أو عبارة الحركة

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

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

على محور ox

$$0 = m a_x$$

تسارع $\boxed{a_x = 0}$

ط.ح : حركة مستقيمة منتظمة

معادلات زمنية

معادلة السرعة $\frac{dv_x(t)}{dt} = a_x = 0$

بالتكامل نجد $x(t)$:

$$\boxed{v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos\alpha}$$

$$v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = v_0 \cos\alpha$$

بالتكامل نجد

$$\boxed{x(t) = v_0 \cos\alpha\, t}$$

الذروة : هي أعلى نقطة تبلغها القذيفة

يكون عندها $v_y(t=s)$ منعدم

- يطلب تعيين زمن الوصول إليها

$$v_y(t_s) = -g\, t_s + v_{0y}$$

$$0 = -g\, t_s + v_{0y}$$

على محور oy

$$-P = m\vec{a}_y$$

$$\boxed{a_y = -g}$$

ط.ح حركة مستقيمة متغيرة بانتظام

معادلات زمنية

$$\frac{dv_y}{dt} = a_y = -g$$

بالتكامل نجد

$$\boxed{v_y(t) = -gt + v_{0y}}$$

$$v_y(t)\frac{dy(t)}{dt} = -gt + v_{0y}$$

بالتكامل نجد

$$\boxed{y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}t + h}$$

إذا وجد

معادلة المسار

$$x(t) = v_0 \cos\alpha\, t \quad \text{---} (1)$$

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin\alpha\, t \quad \text{---} (2)$$

لدينا من (1)

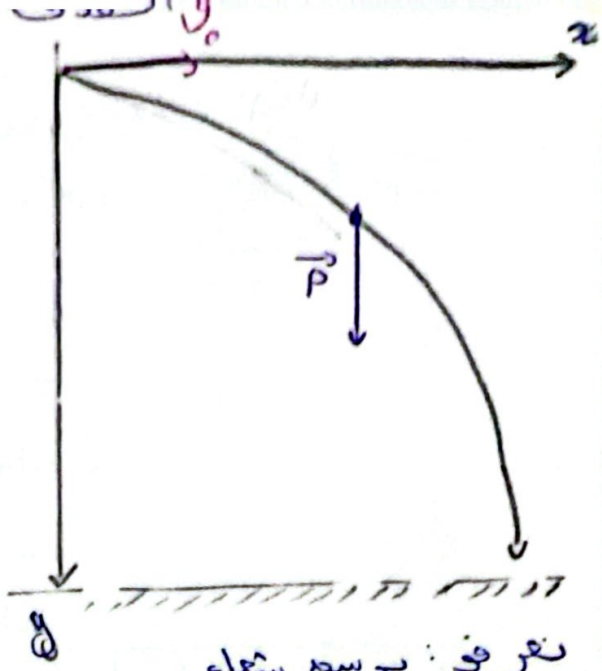
$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha} \quad (4)$$

بتعويض (4) في (2) نجد

$$y(t) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0\cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha\left(\frac{x}{v_0\cos\alpha}\right)$$

$$\boxed{y(t) = -\frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha} + \tan\alpha\, x}$$

Scanned with CamScanner



نعرف: برسم شعاع
أو جمع بينه وبين تمرين مستوٍ أفقي

$v_{0x} = v_0$

$v_{0y} = 0$

على محور (Ox)

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

$\vec{P} = m\vec{a}$

$a_x = 0$

$\frac{dv_x}{dt} = a_x = 0$

بالتكامل نجد

$v_x(t) = v_0$

$v(t) = \frac{dx}{dt}$

بالتكامل نجد

$x(t) = v_0 t$

لا توجد ذروة

نحول $g \xrightarrow{\times 10^{-2}} kg$

$cm \to m$

على محور oy

$a_y = g$

$\frac{dv_y}{dt} = a_y = g$

بالتكامل نجد

$v_y(t) = g t$

$\frac{dy(t)}{dt} = v_y(t)$

بالتكامل نجد

$y(t) = \frac{1}{2} g t^2 + \sin(\alpha) t$

معادلة المسار

$x(t) = v_0 t$ -- ①

$y(t) = \frac{1}{2} g t^2 + \sin(\alpha) t$ ②

من ① نجد

$t = \frac{x}{v_0}$ -- (٤)

بتعويض (٤) في ② نجد

$y(t) = \frac{1}{2} g \left(\frac{x^2}{v_0}\right)^2 + \tan(\alpha) x$

$$\boxed{y(t) = \frac{g}{2 v_0^2} x^2 + \tan(\alpha) x}$$

المدى: هي أكبر مسافة أفقية تقطعها القذيفة وفق المحور (Ox)

لإيجاد المدى: نعوض بإحدى نقاطه المعلومة في معادلة المسار