الدرس الثاني : تطبيقات قوانين نيوتن على الحركات

1 ـ شرح حركة كوكب أو قمر إصطناعي :

1 ـ شروط الحصول على حركة دائرية : تكون الجملة المادية في حالة حركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها الابتدائية غير معدومة وكانت خاضعة لقوة مركزية (قوة عمودية على شعاع السرعة) .

2 ـ الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الإصطناعية :

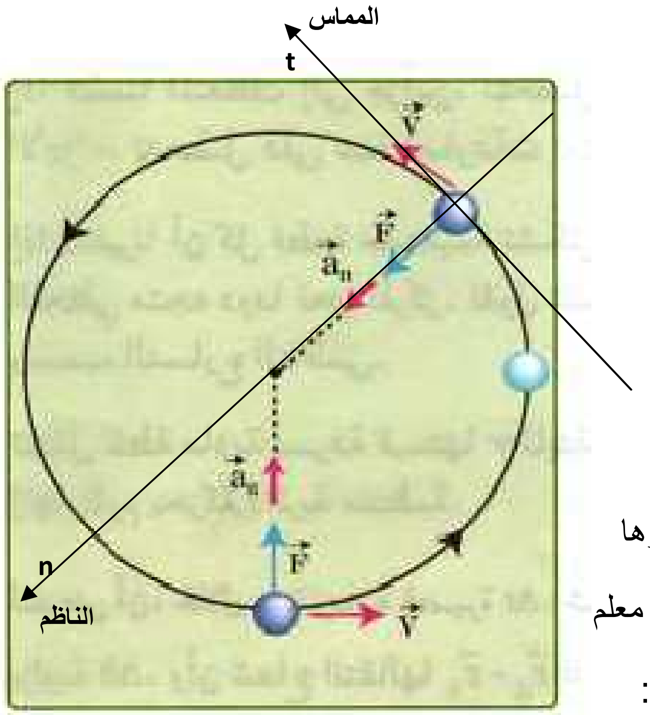
ـ العلاقة بين السرعة الزاوية ω والسرعة الخطية v :

$$v = \omega . r$$

v : قيمة شعاع السرعة الخطية (m/s)

ω : السرعة الزاوية (rad/s)

r : نصف قطر المسار الدائري (m)



3 ـ شعاع التسارع :

نعتبر نقطة مادية تقوم بحركة دائرية منتظمة نصف قطر مسارها الدائري هو r ، بسرعة ثابتة v ، وبتسارع $\vec{a}$ يعطى في معلم فريني $(\vec{t} \ , \vec{n})$ بالعلاقة : $\vec{a} = a_t\vec{t} + a_n\vec{n}$ حيث :

a : تسارع الحركة (m/s^2) . و a_n : التسارع الناظمي للحركة (m/s^2) . و a_t : التسارع المماسي للحركة (m/s^2) .

$$a = a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \ \text{،} \quad a_t = \frac{dv}{dt} \ \text{،} \quad \text{طويلته هي :} \ a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

بما أن السرعة ثابتة :

$$\left(v = cte \Rightarrow a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \ , \ a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r\right)$$

إذن :

$$a = a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

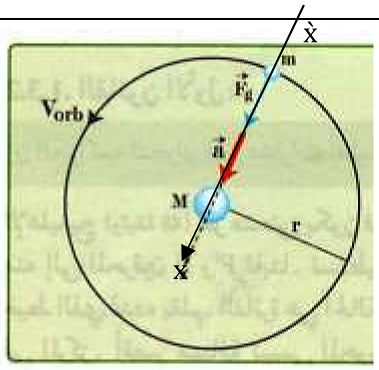
4 ـ دور الحركة :

الدور : هو المدة الزمنية اللازمة لإنجاز دورة واحدة ونرمز له بالرمز T ويعطى بالعلاقة : $\boldsymbol{T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}}$

5 ـ القمر الإصطناعي الجيو مستقر : هو قمر يدور مع الأرض في نفس جهة دورانها ، وله نفس دور الأرض حول محورها (يعتبر ساكنا بالنسبة للأرض) .

6 ـ السرعة المدارية و الدور المداري :

نعتبر نقطة مادية (S_1) كتلتها m تدور حول جسم مستقر (S_2) كتلته M بسرعة شعاعها $\vec{V}$ تبعد عن مركز الجسم بمسافة r .



جسم كتلته m في مدار حول جسم مركزي كتلته M.

* الجملة (m) : القوى الخارجية المؤثرة على (m) هي $\vec{F}$ قوة التجاذب.

* بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \;\Rightarrow\; \vec{F} = m\vec{a}$

* باسقاط العلاقة الشعاعية على المحور الناظمي $X\grave{X}$ وأخذ القيم الجبرية

نجد : $\boldsymbol{F = ma_n} \quad \Leftrightarrow \quad \boldsymbol{F = m\frac{v^2}{r}}$ ....(1)

لدينا قانون الجذب العام :

$\boldsymbol{F = G\frac{m.M}{r^2}}$ ....(2)

من (1) و (2) نجد :

● السرعة المدارية : $V = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$

$\boldsymbol{G}$: ثابت التجاذب الكوني ، $G = 6{,}67 \times 10^{-11} N.m^2.Kg^{-2}$

● الدور المداري : $\boldsymbol{T = \frac{2\pi r}{V} \;\Rightarrow\; T = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} \;\Leftrightarrow\; T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}}$

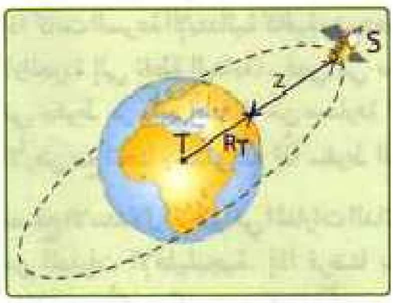
7 ـ السرعة المدارية ودور الكواكب :

بنفس الطريقة نستخرج السرعة المدارية و الدور للكواكب التي تدور حول الشمس .

● السرعة المدارية : $V = \sqrt{\frac{G.M_S}{r}}$ ، ● الدور المداري : $\boldsymbol{T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_S}}}$

M_S : كتلة الشمس (Kg) ، r : البعد بين مركز الكوكب ومركز الشمس (m)

8 : السرعة المدارية ودور الأقمار الإصطناعية :



وثيقة 47 : حركة القمر الإصطناعي (S) مدروسة في المرجع المركزي الأرضي.

باستعمال العلاقات السابقة نستخرج السرعة المدارية والدور للأقمار الإصطناعية التي تدور حول الأرض .

- السرعة المدارية : $V = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$
- الدور المداري : $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$

حيث : $r = R_T + Z$: البعد بين القمر الإصطناعي ومركز الأرض (m)،

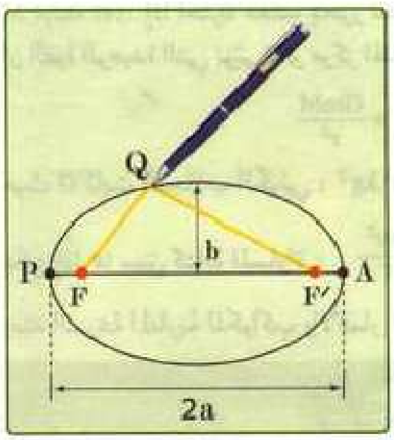
R_T : نصف قطر الأرض (m) ،

Z : البعد بين القمر الإصطناعي وسطح الأرض (m) ،

M_T : كتلة الأرض (Kg) .

ملاحظة : إن كتلة الكواكب أو الأقمار الإصطناعية لا تؤثر على السرعة المدارية أو الدور .

9 ـ قوانين كبلر :

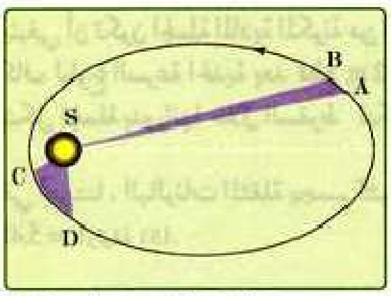


وثيقة 48 : يمثل F و F' محرقا إهليج طول محوره الكبير 2a وطول محوره الصغير 2b.

أ ـ القانون الأول (قانون المدارات) :

إن الكواكب تتحرك وفق مدارات إهليلجية (قطوع ناقصة) تمثل الشمس إحدى محرقيها . حيث :

- $2a$: طول المحور الكبير
- $2b$: طول المحور الصغير
- نسمي النقطة P بنقطة الرأس الأقرب $(Perihelie)$
- نسمي النقطة A بنقطة الرأس الأبعد $(aphelie)$



خلال مجالات زمنية متساوية، المساحتان الممسوحتان SAB و SCD متساويتان.

ب ـ القانون الثاني (قانون المساحات) :

إن المستقيم الرابط بين مركز الشمس ومركز الكوكب يمسح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية .

ملاحظة : تكون سرعة الكوكب أصغر لما يكون في الوضع A وتكون أعظمية لما يكون في الوضع P

جـ ـ القانون الثالث (قانون الدور الفلكي) :

مربع الدور المداري لكوكب يتناسب طردا مع مكعب البعد المتوسط (نصف طول المحور الكبير) للمدار الإهليلجي ونكتب :

$$K = \frac{T^2}{a^3} \quad T^2 = Ka^3 \Rightarrow$$

K : ثابت صالح لكل الكواكب ومستقل عن كتلة الكوكب .

الثابت بالنسبة للكواكب التي تدور حول الشمس :

من علاقة الدور المداري : $T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM_S}}$ يكون : $K = \frac{4\pi^2}{GM_S}$

الثابت K بالنسبة للقمر والأقمار الإصطناعية التي تدور حول الأرض :

$K = \frac{4\pi^2}{GM_T}$ ⇨ $T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM_T}}$

2 ـ دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء :

2 ـ 1 ـ دراسة حركة السقوط الحقيقي لجسم صلب في الهواء (عمل مخبري)

التجربة : نترك أربع بالونات مربوطة مثقلة

بجسم كتلته $m = 19\text{g}$ وحجم $v = 5{,}4L$:

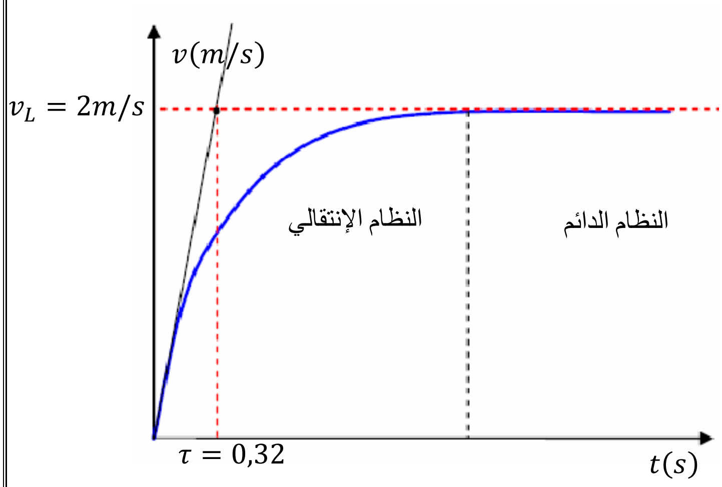
** عند القيام بالتجربة وتسجيل النتائج بواسطة

برنامج مناسب نجد المنحنى $v = f(t)$

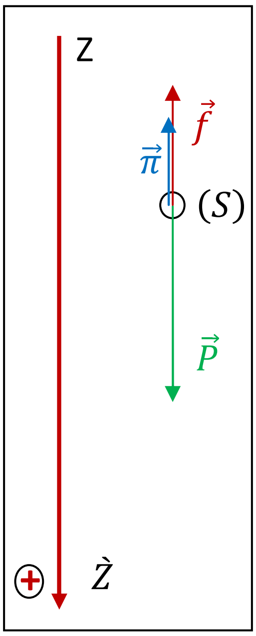
ـ نميز في هذا المنحنى نظامين (انتقالي و دائم)

بحيث نجد السرعة الحدية : $v_L = 2m/s$.

الزمن المميز : $\tau = 0,32$



2 ـ 2 ـ القوى المؤثرة على جسم صلب : القوى هي :



** الثقل : قوة تأثير الأرض $\vec{P} = m\,.\vec{g}$

** دافعة أرخميدس : يخضع لها كل جسم مغمور في مائع (هواء ، سائل)

قيمتها تساوي ثقل المائع المزاح : $\vec{\pi} = \rho_f . V_S . \vec{g}$

- ρ_f : الكتلة الحجمية للمائع (kg/m^3) .

- V_S : حجم الجسم الصلب المتحرك (m^3) .

- g : تسارع الجاذبية الأرضية (m/s^2) .

** قوى الاحتكاك $\vec{f}$: قوة مقاومة الهواء للجسم الساقط تزداد بزيادة السرعة .

ـ في حالة السرعة الضعيفة $f = k\,.v$ ـ وفي حالة السرعات الكبيرة $f = \grave{k}\,v^2$ بحيث k ، $\grave{k}$ ثابتان .

2 - 3 - تطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم الصلب (المعادلة التفاضلية للحركة) :

- الجملة المدروسة : (الكرية)
- مرجع الدراسة : المرجع السطحي الأرضي نعتبره غاليليا ونزوده بمعلم خطي متجها نحو الأسفل $(o, \vec{k})$
- القوى الخارجية المطبقة على الكرية هي : $\vec{P}$ ثقل الكرة ، $\vec{\pi}$ دافعة أرخميدس ، $\vec{f}$ قوة الإحتكاك
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{\pi} + \vec{f} = m.\vec{a}$$

بإسقاط العلاقة الشعاعية على محور الحركة وأخذ القيم الجبرية نجد :

$$P - \pi - f = m\,a$$

لدينا : $a = \frac{dv_z}{dt} \Rightarrow m\frac{dv_z}{dt} = m\,g - \rho_f.V_S.g - f$

و هي المعادلة التفاضلية : $m\frac{dv_z}{dt} = m\,g - \rho_f.V_S.g - f$

1- إذا كانت $f = k.v$ تصبح المعادلة التفاضلية :

$$m\frac{dv_z}{dt} = m\,g - \rho_f.V_S.g - kv \Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho_f.V_s}{m}\right)$$

وهي من الشكل : $\frac{dv}{dt} + bv = c$ حلها من الشكل : $v = \frac{mg}{k}\left(1 - \frac{\rho_f.V_s}{m}\right)\left(1 - e^{-\frac{k}{m}t}\right)$

في هذه الحالة تكون عبارة السرعة الحدية : $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v_{lim} = \frac{mg}{k}\left(1 - \frac{\rho_f.V_S}{m}\right)$

ويكون الثابت المميز للحركة (ثابت الزمن) : $\boldsymbol{\tau = \frac{m}{k}}$

2 - إذا كانت $f = \grave{k}v^2$ تصبح المعادلة التفاضلية :

$$m\frac{dv_z}{dt} = m\,g - \rho_f.V_S.g - \grave{k}v^2 \Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{\grave{k}}{m}v^2 = g\left(1 - \frac{\rho_f.V_S}{m}\right)$$

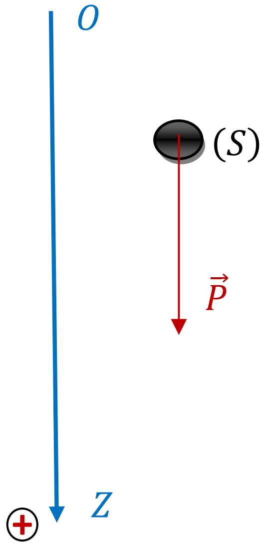
فهي من الشكل : $\frac{dv}{dt} + bv^2 = c$

في هذه الحالة عبارة السرعة الحدية : $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v_{lim} = \sqrt{\frac{mg}{\grave{k}}\left(1 - \frac{\rho_f.V_S}{m}\right)}$

ويكون الثابت المميز للحركة (ثابت الزمن) : $\boldsymbol{\tau = \sqrt{\frac{m}{\grave{k}.a_0}}}$ حيث a_0 هوتسارع الحركة عند اللحظة $t = 0$

2 - 4 - دراسة حركة السقوط الحر لجسم صلب في الهواء بإهمال قوى الاحتكاك :

أ - قانون السقوط الحر : إن السقوط في الفراغ غير مرتبط بالكتلة في غياب مقاومة الهواء ، كل الأجسام تسقط بالتسارع نفسه ، مهما كان حجمها أو شكلها .



ب - حركة مركز عطالة جسم في سقوط حر :

** الدراسة التحريكية : بعد تمثيل القوى وبإهمال قوى الاحتكاك وإهمال $\vec{\pi}$ أمام $\vec{P}$

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (S) نجد :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\,.\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{P} + \cancel{\vec{\pi}} + \cancel{\vec{f}} = m.\vec{a}$$

وبالإسقاط على محور الحركة :

$$P = m\,a \quad \Rightarrow m.\mathrm{g} = m\,.a \Rightarrow \quad a = \mathrm{g} \;\ldots\ldots\ldots.(1)$$

إذن $a =$ ثابت ← ومنه فالحركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

** الدراسة التحليلية : يجب تحديد الشروط الابتدائية $(t = 0)$

لما : $t = 0$ ← $\{ v_0 = 0 \text{ ، } z_0 = 0\}$

** **معادلة السرعة** : $v(t) = \int a\,(t).\,dt$ بمكاملة العلاقة (1) نجد : $v(t) = \mathrm{g}\,.t + c_1$.

نحدد c_1 من الشروط الابتدائية بحيث : $v(0) = \mathrm{g} \times 0 + c_1 \Rightarrow c_1 = 0$

ومنه معادلة السرعة : $v(t) = \mathrm{g}\,.t \;\ldots\ldots\ldots.\; (2)$

** **معادلة المسافة** : $Z(t) = \int v(t).\,dt$ بمكاملة العلاقة (2) نجد : $z(t) = \frac{1}{2}\mathrm{g}\,.t^2 + c_2$.

نحدد c_2 من الشروط الابتدائية بحيث : $z(0) = \frac{1}{2}\mathrm{g} \times 0^2 + c_2 \Rightarrow c_2 = 0$

ومنه معادلة المسافة : $z(t) = \frac{1}{2}\mathrm{g}\,.t^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (3)$

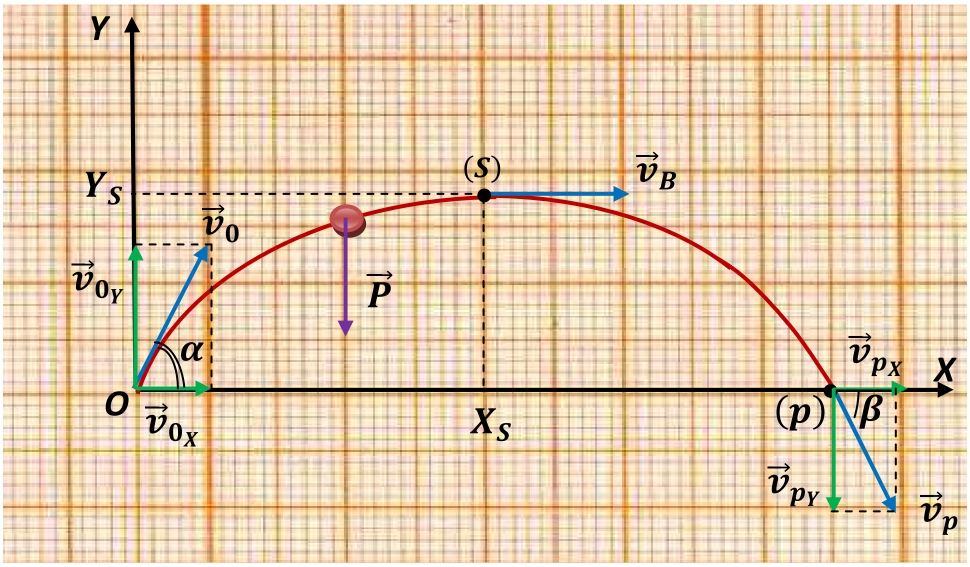
3 - تطبيـــــــــــقات :

3 - 1 - تطبيق القانون الثاني لنيوتن :

3 - 1 - 1 - حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية :

نقذف جسم بسرعة ابتدائية $(\vec{v}_0)$ كما هو موضح في الشكل ، نختار معلما $(o, \vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k})$ بحيث يكون متواجدا في المستوي (XOY) .

نحدد الشروط الابتدائية :



. $\{v_{0x} = v_0 cosa \,, v_{0y} = v_0 sina\}$ ، $\{\ x_0 = 0 \,,\ y_0 = 0\}$

- الجملة المخصصة للدراسة (الكرية) .

- مرجع الدراسة سطحي أرضي نعتبره غاليليا .

- القوى الخارجية المؤثرة في الجملة : قوة الثقل $\vec{P}$.

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\vec{P} = m\vec{a}$ ⇨ $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ بالإسقاط :

** على المحور $\overrightarrow{OX}$: $0 = ma_x$ ⇨ $a_x = 0$ ……………(1)

حركة مستقيمة منتظمة $v_x = cte$

معادلة السرعة : من العلاقة (1) ← $v_x(t) = v_{x0} = v_0 cosa$ … … … … … (2)

معادلة المسافة : من العلاقة (2) ← $x(t) = v_0 cosa\ \ t$ … … … … … (3)

** على المحور $\overrightarrow{OY}$: $-P = ma_y$ ⇨ $-mg = ma_y$ → $a_y = -g$ … … … . . $(\acute{1})$

حركة مستقيمة متغيرة بانتظام $a_y = cte$.

معادلة السرعة : من العلاقة $(\acute{1})$ ← $v_y(t) = -g\,t + v_0 sina$ ……………. $(\acute{2})$.

معادلة المسافة : من العلاقة $(\acute{2})$ ← $y(t) = -\frac{1}{2}g\,t^2 + v_0 sina\ \ t$ ………….$(\acute{3})$.

** معادلة المسار : $\big(y(t)$ بدلالة $x(t)\big)$: من العلاقة (3) ← $t = \dfrac{x(t)}{v_0 cosa}$.

بالتعويض في العلاقة $(\acute{3})$ ← $y(t) = -\dfrac{g}{2v_0^2 cos^2\alpha}x^2(t) + tan\,\alpha\,.\,x(t)$.

** الذروة (B) : $\leftarrow$ $v_y(S) = 0$

من العلاقة $(\acute{2})$ $\leftarrow$ $v_y(S) = -g\,t + v_0 sin\alpha = 0$ $\leftarrow$ $t_S = \dfrac{v_0 sin\alpha}{g}$.

يعطي : $\{ cos\alpha . sin\alpha = \dfrac{sin2\alpha}{2} \}$

بالتعويض في (3) و $(\acute{3})$ نجد إحداثيات الذروة (S) : $S: \left(\dfrac{v_0^2}{2g} sin2\alpha \ , \ \dfrac{v_0^2}{2g} sin^2\alpha\right)$

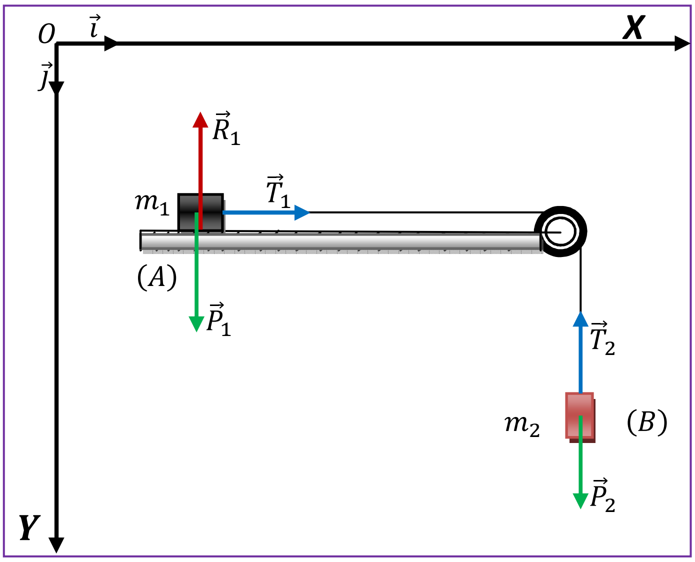
** المدى (P) : $\leftarrow$ في هذه الحالة $Y(P) = 0$

من العلاقة $(\acute{3})$ $\leftarrow$ $y(P) = -\frac{1}{2} g\,t^2 + v_0 sin\alpha \ t = 0$.

وبنفس الطريقة نجد إحداثيات المدى (P) : $P : \left(\dfrac{v_0^2}{g} sin2\alpha \ , \ 0\right)$

3 - 1 - 2 - الحركة على مستوى أفقي :

** تطبيق :



يتحرك جسم (A) كتلته m_1 ومركز عطالته G_1 من السكون على مستوى أفقي دون احتكاك بتأثير السقوط للجسم (B) الذي كتلته m_2 ومركز عطالته G_2 . الجسمان مربوطان بخيط مهمل الكتلة و غير قابل للامتطاط ويمر على محز بكرةثابتة مهملة الكتلة بامكانها الدوران دون احتكاك حول محور أفقي كما في الشكل المجاور .

المطلوب إيجاد :

1 - عبارة تسارع كل من مركز العطالة G_1 ، G_2 بدلالة m_1 ، m_2 ، g واستنتاج طبيعة الحركة للجسمين (A) ، (B) .

2 - عبارة توتر الخيط بدلالة m_1 ، m_2 ، g حيث g : تسارع الجاذبية الأرضية .

الحـــل :

1 - عبارة تسارع كل من G_1 ، G_2 بدلالة m_1 ، m_2 ، g :

- نختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا ونزوده بمعلم $(O, \vec{i}\ , \vec{j}\ )$
- الجملة (A) :

الأستاذ : داهل محمد الطاهر

- القوى الخارجية المطبقة على (A) هي : $\vec{P}_1$ الثقل ، $\vec{T}_1$ توتر الخيط ، $\vec{R}_1$ فعل المستوي .

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على G_1 : $\sum \vec{F}_{ext} = m_1\vec{a} \Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{T}_1 + \vec{R}_1 = m_1\vec{a}$

- باسقاط العلاقة الشعاعية على المحور OX وأخذ القيم الجبرية : $T_1 = m_1 a$ ....(1)

- الجملة (B) :

- القوى الخارجية المطبقة على (A) هي : $\vec{P}_2$ الثقل ، $\vec{T}_2$ توتر الخيط .

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على G_2 : $\sum \vec{F}_{ext} = m_2\vec{a} \Rightarrow \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2\vec{a}$

- باسقاط العلاقة الشعاعية على المحور OY وأخذ القيم الجبرية : $m_2 g - T_2 = m_2 a$ .... (2)

بما أن البكرة مهملة الكتلة : $T_1 = T_2$ قوتان داخليتان

بجمع (1) و (2) نجد : $m_2 g = (m_1 + m_2)\, a \Rightarrow a = \dfrac{m_2 g}{m_1 + m_2}$

- استنتاج طبيعة الحركة للجسمين (A) و (B) :

المسار مستقيم ، $a \times v > 0 \Leftarrow a = cte > 0$ و $v > 0$

ومنه حركة الجسمين (A) و (B) مستقيمة متسارعة بانتظام .

2 - عبارة توتر الخيط بدلالة m_1 ، m_2 ، g :

$$T_1 = m_1 a \Rightarrow T = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} g$$

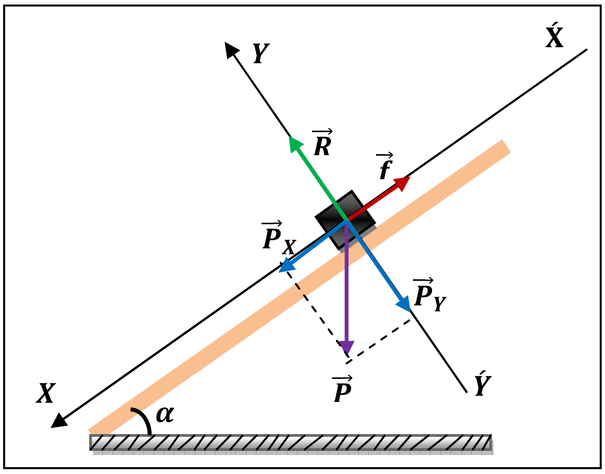
3 - 1 - 3 - الحركة على مستوي مائل :

**** تطبيق :**

ينزلق جسم صلب (S) كتلته m ومركز عطالته G ابتداء من السكون على طول خط الميل الأعظم لمستوي مائل يصنع الزاوية α ، نفرض أن قوى الاحتكاك تكافئ قوة وحيدة ثابتة توازي المستوي وتعاكس جهة الحركة .

** أوجد عبارة تسارع مركز العطالة G بدلالة :

$\boldsymbol{m}$ ، $\mathbf{g}$ ، $\boldsymbol{f}$ ، $\boldsymbol{\alpha}$



الحـــل :

عبارة تسارع مركز العطالة G بدلالة : $\boldsymbol{m}$ ، $\mathbf{g}$ ، $\boldsymbol{f}$ ، $\boldsymbol{\alpha}$

* الجملة (S) :

- نختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا ونزوده بمعلم $(O,\vec{\imath}\ ,\vec{\jmath}\ )$

- القوى الخارجية المطبقة على (S) هي : $\vec{P}$ الثقل ، $\vec{f}$ قوة الاحتكاك ، $\vec{R}$ فعل المستوي .

لدينا : $P_X = Psin\alpha$ و $P_Y = Pcos\alpha$

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على G : $\vec{P} + \vec{f} + \vec{R} = m\,\vec{a} \Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$

- باسقاط العلاقة الشعاعية و أخذ القيم الجبرية نجد :

على المحور $X'X$: $P_X - f = m\,a \Rightarrow Psin\alpha - f = m\,a \Leftrightarrow mg\,sin\alpha - f = m\,a$ ....(1)

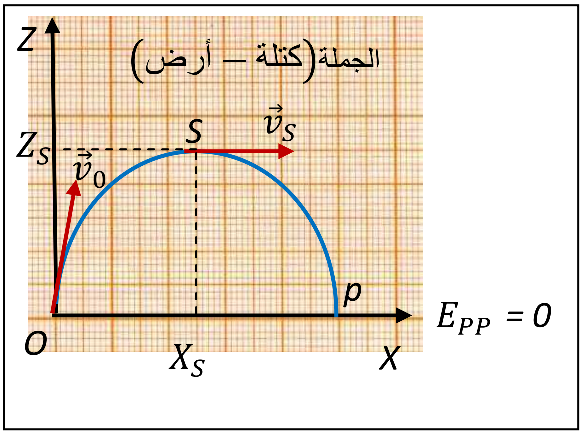
على المحور $Y'Y$: $R - P_Y = 0 \Rightarrow R - Pcos\alpha = 0$ ....(2)

من (1) نجد : $a = g\,sin\alpha - \frac{f}{m}$

ومنه حركة الجسم (S) مستقيمة متغيرة بانتظام .

ملاحظة : في غياب الاحتكاك : $a = g\,sin\alpha$

3 - 1 - 4 - تطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة :



** مثال طاقة قذيفة : نختار المعلم المناسب وكذلك الجملة المناسبة (كتلة – أرض) .

- الطاقة الحركية : $E_C = \frac{1}{2} m\,v^2$

- الطاقة الكامنة الثقلية : $E_{PP} = m\,g\,z$

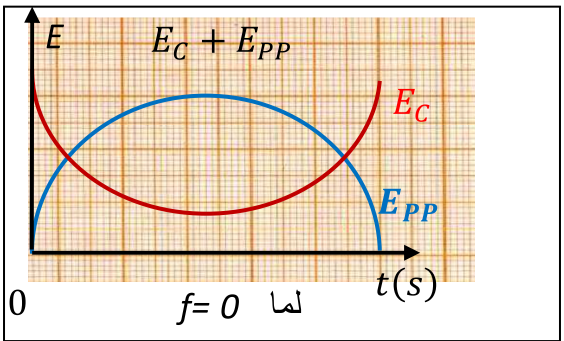
في حقل منتظم للجاذبية g طاقة الجملة : $E = E_C + E_{PP}$

ومنه : $E = \frac{1}{2}mv^2 + m\,g\,z$

** لما $Z = 0 \rightarrow E(0) = \frac{1}{2}mv^2$

** عند الذروة $(v_X = v_0 cos\alpha\ ,\ v_Z = 0)$:

$E(S) = \frac{1}{2}mv_0^2cos^2\alpha + mgv_Z$



بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة : $E(0) = E(S)$ ومنه $\frac{1}{2}\cancel{m}v_0^2cos^2\alpha + \cancel{m}gZ_S = \frac{1}{2}\cancel{m}v_0^2$

$Z_S = \frac{v_0^2 sin^2\alpha}{2g}$

- في حالة وجود قوى احتكاك نجد : $E(S) = E(0) - |W_m|$

4 ـ حدود ميكانيك نيوتن :

4 ـ 1 ـ النسبية بين غاليلي وانشتاين : يبقى ميكانيك نيوتن صالحا للتطبيق على الأجسام التي لها سرعات أقل بكثير من سرعة الضوء ، بحيث يقوم على أساس أن زمن ملاحظة الظاهرة يوافق تماما زمن حدوثها ، وهذا لا يحدث في العالم اللامتناهي الكبر والصغر .

مثلا : قوة التجاذب الميكانيكي والكهربائي بين بروتون وإلكترون بحيث :

$$\begin{cases} F_g = G\dfrac{m_p.m_e}{d^2} \\ F_e = K.\dfrac{|e|.|-e|}{d^2} \end{cases} \Longleftarrow \boxed{\dfrac{F_g}{F_e} = 4{,}4 \times 10^{-40}}$$

** قوة التجاذب الميكانيكي F_g تكون ضعيفة جدا أمام قوة التجاذب الكهربائي فيمكن إهمالها في العالم الميكروسكوبي.

4 ـ 2 ـ حدود ميكانيك نيوتن :

4 ـ 2 ـ 1 ـ طاقة الجملة (كوكب ـ قمر) : عند توازن قمر صناعي حول الأرض تكون سرعته $v = \sqrt{g.r}$

فيصبح له طاقة حركية $E_C = \frac{1}{2}mv^2$ بحيث تزداد بزيادة ارتفاعه r .

4 ـ 2 ـ 2 ـ طاقة الجملة (بروتون ـ الكترون) : حسب ميكانيك نيوتن يمكن للإلكترون أن يرسم حول النواة مدارات مختلفة مما يعطي الجملة طاقات حركية مختلفة ، إلا أن الدراسات التجريبية لطيف ذرة الهيدروجين تبين أن أطياف الإصدار والامتصاص تكون ذات أطوال موجات محدودة تماما ، مما يبين أن الطاقة مكممة ولا يمكن أن تكون مستمرة.

** عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة يظهر الميكانيك النسبي وميكانيك الكم ، إذا ميكانيك نيوتن يكتمل بتدعيم ميكانيك الكم لتفسير بعض الظواهر .

4 ـ 3 ـ تفسير بعض الظواهر الفيزيائية :

4 ـ 3 ـ1 ـ مفهوم الفوتون : تفسر الأطياف الذرية بأن الضوء ذو طبيعة جسيمية موجية ، فالضوء وحيد اللون يتكون من حبيبات من الطاقة (كمات) تدعى الفوتونات (لا كتلة ولا شحنة) ، بحيث طاقة الفوتون $E = h\nu = \frac{h.C}{\lambda}$

h : ثابت بلانك ($h = 6{,}62 \times 10^{-34}$) ، ν : تواتر الإشعاع ، λ :طول الموجة

4 ـ 3 ـ2 ـ فرضية بور وسويات الطاقة : تدور الإلكترونات في الذرة على **مدارات معينة (مكممة) تدعى المدارات المستقرة (سويات الطاقة) ، عندما تقفز الإلكترونات من سوية طاقة إلى سوية طاقة أدنى فإنها تشع كما واحدا تعطى طاقته بالفرق بين طاقتي السويتين :** $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$

** وعند الإمتصاص يكون العمل عكسي .