

1 - مكتسبات قبلية :

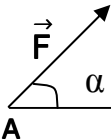
1 - 1 - مبدأ انحفاظ الطاقة :

* نص مبدأ انحفاظ الطاقة :

الطاقة لا تستحدث و لا تزول، إذا اكتسبت جملة ما طاقة أو فقدتها فان هذه الطاقة تكون بالضرورة قد أخذتها من جملة (أو جمل) أخرى أو قدمتها لها .

* معادلة انحفاظ الطاقة :

الطاقة الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلية - الطاقة المقدمة = الطاقة النهائية للجملة



$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

1 - 2 - عمل قوة ثابتة :

$W_{AB}(\vec{F})$: عمل القوة \vec{F} (J) ، القوة المطبقة (N) ، AB ، الانتقال (m) ، α ، الزاوية المحصورة بين \vec{F} و \vec{AB}

* لما يكون $W_{AB}(\vec{F}) > 0$ يسمى عملا محركا . * لما يكون $W_{AB}(\vec{F}) < 0$ يسمى عملا مقاوما .

1 - 3 - عمل ثقل جسم :

$$W(\vec{P}) = P \cdot h \quad \text{حيث} \quad P = m g$$

* $W(\vec{P})$: عمل ثقل جسم (J) ، ثقل الجسم (N) ، m : كتلة الجسم (kg) ، g : الجاذبية الارضية ($m s^{-2}$)

* لما يكون الجسم نازلا يكون $W(\vec{P}) > 0$ ومنه $W(\vec{P}) = + P \cdot h$

* لما يكون الجسم صاعدا يكون $W(\vec{P}) < 0$ ومنه $W(\vec{P}) = - P \cdot h$

1 - 4 - الطاقة الكامنة :

1 - 4 - 1 - الطاقة الكامنة الثقالية :

* $E_{pp} = + mgh$ إذا كان الجسم فوق المستوي المرجعي .

* $E_{pp} = - mgh$ إذا كان الجسم تحت المستوي المرجعي .

* E_{pp} : الطاقة الكامنة الثقالية (J) ، h : ارتفاع الجسم (m) .

1 - 7 - الطاقة الحركية :

* الطاقة الحركية الانسحابية :

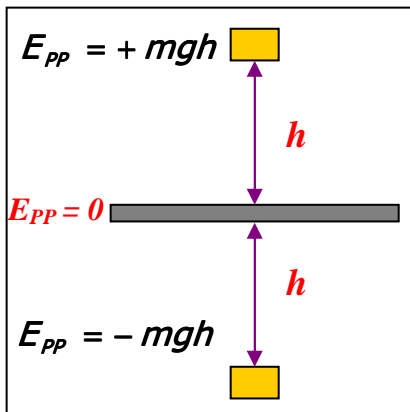
$$E_C = \frac{1}{2} m v^2$$

* E_C : الطاقة الحركية للجسم (J) ، V : سرعة الجسم (m / s)

$$E = E_C + E_p$$

1 - 8 - طاقة الجملة (الطاقة الميكانيكية) :

1 - 9 - الوحدات الدولية :



| الرمز | الاسم | المقدار الأساسي |
|-------|------------|----------------------|
| m | المتر | الطول |
| kg | الكيلوغرام | الكتلة |
| s | الثانية | الزمن |
| A | الأمبير | شدة التيار الكهربائي |
| K | الكلفن | درجة الحرارة |
| mol | المول | كمية المادة |
| cd | الكانديلا | الشدة الضوئية |

2 - ميكانيكا نيوتن :

2 - 1 - مفاهيم أساسية في الميكانيك :

2 - 1 - 1 - المراجع و المعالم :

* المراجع : هو جسم صلب أو مجموعة أجسام تدرس حركة الجملة بالنسبة له و يرتبط بمعلمين.

أ - معلم المسافة : $(o, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ أو (o, \vec{i}, \vec{j}) أو (o, \vec{i}) حسب الحركة.

ب - معلم الزمن : مبدأ الأزمنة يختار لحظة بداية الحركة.

* المراجع الغاليلية (العطالية) :

تعريف : المراجع الغاليلي هو كل مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة.

* أمثلة عن المراجع الغاليلية (المراجع العملية)

أ - المراجع الهيليومركزي : ب - المراجع الجيومركزي ج - المراجع السطحي الأرضي

2 - 2 - مفهوم التسارع :

• شعاع التسارع الوسطي \vec{a}_m : هو النسبة بين تغير شعاع السرعة اللحظية $\Delta \vec{V}$ و المجال الزمني Δt و نكتب : $\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$

حيث a_m ثابت خلال Δt

* شعاع التسارع اللحظي \vec{a} : هو مشتق شعاع السرعة اللحظية بالنسبة للزمن و نكتب : $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{d\vec{V}}{dt}$

ملاحظة :

1 - حامل شعاع السرعة اللحظية يكون مماسيا للمسار و جهته جهة الحركة .

2 - حامل شعاع التسارع يكون كفي و جهته جهة تقعر المسار .

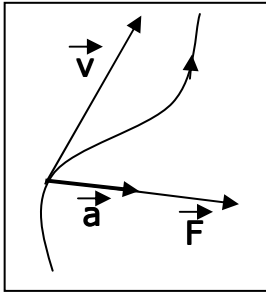
3 - إذا كان $\vec{a} \cdot \vec{V} > 0$ فان الحركة متسارعة بانتظام .

4 - إذا كان $\vec{a} \cdot \vec{V} < 0$ فان الحركة متباطئة بانتظام .

5 - إذا كان $\vec{a} \cdot \vec{V} = 0$ و $\vec{V} \neq 0$ فان الحركة منتظمة .

6 - إذا كان $\vec{a} \perp \vec{V}$ فان الحركة دائرية منتظمة .

7 - حامل شعاع محصلة القوى الخارجية المطبقة على جملة هو حامل شعاع التسارع واتجاهه باتجاه شعاع التسارع.



| | | | |
|---------------------|---|--|-------------------------------|
| $\vec{a} = \vec{0}$ | \vec{a} و \vec{V} في اتجاهين متعاكسين | \vec{a} و \vec{V} في اتجاهين مختلفين | \vec{a} و \vec{V} عموديين |
| حركة مستقيمة منتظمة | حركة متسارعة بانتظام | حركة متباطئة بانتظام | حركة دائرية منتظمة |

2 - 3 - القوانين الثلاثة لنيوتن :

2 - 3 - 1 - القانون الأول لنيوتن (مبدأ العطالة) :

« يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة اذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية »

في مرجع غاليلي مركز العطالة G لجملة شبه معزولة

1 - يبقى ساكنا إذا كان ساكنا.

2 - يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة إذا كان متحركا.

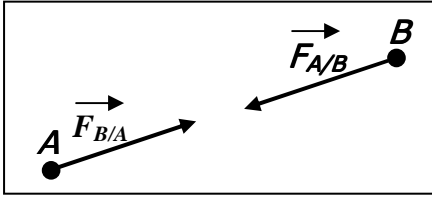
2 - 3 - 2 - القانون الثاني لنيوتن (نظرية مركز العطالة) :

في مرجع غاليلي يكون المجموع الشعاعي لجميع القوى الخارجية المطبقة على جملة مادية يساوي في كل لحظة جداء كتلتها في شعاع

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

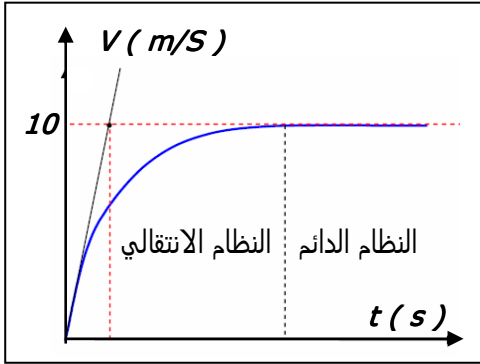
مركز عطاتها و نكتب :

2 - 3 - 3 - القانون الثالث لنيوتن (مبدأ الفعلين المتبادلين) :



إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساويها في الشدة و لهما نفس الحامل و متعاكستان في الاتجاه ونكتب :

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



3 - دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء :

3 - 1 - دراسة حركة السقوط الحقيقي لجسم صلب في الهواء :

3 - 1 - 1 - تطور سرعة كرية بدلالة الزمن:

نترك كرية كتلتها m تسقط دون سرعة ابتدائية في الهواء لقد سمحت دراسة حركة سقوطها من رسم المنحنى كما في الشكل. يبين الشكل البياني وجود نظامين

- * النظام الانتقالي : تكون فيه السرعة تتزايد بشكل سريع ثم تتناقص مع مرور الزمن.
- * النظام الدائم : تكون فيه قيمة السرعة ثابتة حيث تبلغ قيمتها الحدية.

* السرعة الحدية : $V_{lim} = 10 \text{ m/s}$

* الزمن المميز τ : هو فاصلة نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند المبدأ مع الخط المقارب.

* ملاحظة : سقوط الأجسام الصلبة في السوائل يشبه سقوطها في الهواء.

3 - 1 - 2 - القوى المؤثرة على الجسم الصلب :

* ثقل الجسم : هو قوة جذب الأرض للجسم هي قوة شاقولية تتجه

نحو الأسفل قيمتها متناسبة مع كتلة الجسم m ونكتب : $\vec{P} = m \vec{g}$

P : قيمة الثقل (N) ، m : كتلة الجسم (Kg) ،

g : تسارع الجاذبية الأرضية ($m \cdot s^{-2}$) .

* دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$: كل جسم مغمور في مائع (هواء أو سائل) يخضع لقوة شاقولية تتجه نحو الأعلى تسمى دافعة أرخميدس قيمتها تساوي ثقل المائع المزاح

و نكتب : $\vec{\pi} = m_{fluide} \cdot \vec{g} = \rho V_s \vec{g}$

ρ : الكتلة الحجمية للمائع ($Kg \cdot m^{-3}$) ، V_s : حجم الجسم الصلب (m^3) ، g : تسارع الجاذبية الأرضية ($m \cdot s^{-2}$)

* قوة الاحتكاك \vec{f} : قوة شاقولية اتجاهها عكس جهة الحركة قيمتها تتعلق بقيمة السرعة .

أ - إذا كانت قيمة السرعة ضعيفة نكتب : $f = K V$

f : قيمة قوة الاحتكاك (N) ، K : معامل الاحتكاك ($N \cdot s / m$) ، V : سرعة الجسم (m / s) .

ب - إذا كانت قيمة السرعة كبيرة نكتب : $f = K V^2$

3 - 1 - 3 - المعادلة المعادلة التفاضلية للحركة :

* الجملة (الكرية) * تختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا و نزوده بمعلم خطي متجهها نحو الأسفل ($0, \vec{k}$) .

* القوى الخارجية المطبقة على الكرية هي : \vec{P} : ثقل الكرية ، $\vec{\pi}$: دافعة أرخميدس ، \vec{f} : قوة الاحتكاك .

* بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{\pi} + \vec{f} = m \vec{a}$

باسقاط العلاقة الشعاعية و اخذ القيم الجبرية نكتب : $P - \pi - f = m a \Rightarrow m \frac{dV}{dt} = m g - \rho V_s g - f$

وهي المعادلة التفاضلية للحركة .

1 - إذا كانت $f = K V$ تصح المعادلة التفاضلية :

$$m \frac{dV}{dt} = m g - \rho V_s g - K V \Rightarrow \frac{dV}{dt} + \frac{K}{m} V = g \left(1 - \frac{\rho V_s}{m} \right)$$

$$\frac{dV}{dt} + b V = C$$

وهي من الشكل

$$\frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V_{lim} = \frac{g(m - \rho V_s)}{K}$$

في هذه الحالة تكون عبارة السرعة الحدية :

ملاحظة : لما $f = KV$ فان $\tau = \frac{m}{K}$: الزمن المميز .

2 - اذا كانت $f = KV^2$ تصيح المعادلة التفاضلية :

$$m \frac{dV}{dt} = m g - \rho V_s g - K V^2 \Rightarrow \frac{dV}{dt} + \frac{K}{m} V^2 = g \left(1 - \frac{\rho V_s}{m} \right)$$

$$\frac{dV}{dt} + b V^2 = C$$

هي من الشكل

$$\frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V_{lim} = \sqrt{\frac{g(m - \rho V_s)}{K}}$$

في هذه الحالة عبارة السرعة الحدية :

3 - 2 - دراسة حركة السقوط الحر لجسم صلب في الهواء :

* **السقوط الحر** : نقول عن جسم صلب انه يقوم بحركة سقوط حر في مرجع أرضي اذا كان خاضعا لقوة جذب الارض له فقط (ثقله فقط)

* **قانون السقوط الحر** : غياب القوى المقاومة كل الأجسام تسقط بنفس التسارع مهما كان حجمها أو شكلها

- 1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أكتب المعادلة التفاضلية لحركة الكرة .
- 2 - اكتب المعادلات الزمنية للحركة (التسارع ، السرعة ، الفاصلة) .

الأجوبة :

1 - ايجاد المعادلات التفاضلية لحركة الكرة :

* الجملة (الكرة) * نختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا و نزوده بمعلم $(0, \vec{k})$

* القوى الخارجية المطبقة على الكرة هي : \vec{P} : ثقل الكرة .

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

- بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحاور (OZ) و أخذ القيم الجبرية نجد :

$$a_z = \frac{dV_z}{dt} = g$$

وهي المعادلة التفاضلية لحركة الكرة

2 - كتابة المعادلات الزمنية للحركة (التسارع ، السرعة ، الفاصلة) .

* المعادلة الزمنية للتسارع : $a_z = f(t) = g$

* المعادلة الزمنية للسرعة $V_z = f(t)$:

$$V_z(t) = gt + C_1 \quad \text{بالتكامل نجد} \quad a_z = \frac{dV_z}{dt} = g$$

$$V_z(t) = gt \quad \text{و منه} \quad V_z(0) = C_1 = 0 \quad \text{لما} \quad t = 0$$

* المعادلة الزمنية للفاصلة $Z = f(t)$:

$$Z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + C_2 \quad \text{بالتكامل نجد} \quad V_z(t) = \frac{dz}{dt} = gt$$

$$Z(t) = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{و منه} \quad Z = C_2 = 0 \quad \text{لما} \quad t = 0$$

• **ملاحظة** : في الحالة العامة نكتب :

$$Z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + V_{OZ}(t) + Z_0 \quad . \quad V_z(t) = gt + V_{OZ}$$

4 - تطبيقات :

4 - 1 - تطبيق القانون الثاني لنيوتن :

4 - 1 - 1 - حركة القذيفة :

* تطبيق : نغذف في اللحظة $t = 0$ s كرة كتلتها m بسرعة ابتدائية \vec{V}_0 يصنع شعاعها زاوية α مع المستوى الافقي المار من نقطة القذف .

لقد سمحت دراسة حركتها من رسم مسار مركز عطالتها

$Y = f(x)$ فتحصلنا على المنحنى المقابل :

* الشروط الابتدائية : عند اللحظة $t_0 = 0$ فان :

$$Y(t_0) = 0 \quad , \quad X(t_0) = 0$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha \quad , \quad V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

* نهمل قوى الاحتكاك و دافعة أرخميدس .

1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

أكتب المعادلات التفاضلية لحركة الكرة .

2 - استنتج طبيعة حركة الكرة على كل المحور

و اكتب المعادلات الزمنية للحركة (التسارع ، السرعة ، الفاصلة) .

3 - أكتب معادلة مسار الكرة $Y = f(x)$.

4 - عرف الذروة و أوجد عبارتها الحرفية بدلالة g, α, V_0 .

5 - عرف المدى و أوجد عبارتها الحرفية بدلالة g, α, V_0 .

الأجوبة :

1 - ايجاد المعادلات التفاضلية لحركة الكرة :

الجملة (الكرة)

* نختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا و نزوده بمعلم (o, \vec{i}, \vec{j})

* القوى الخارجية المطبقة على الكرة هي : \vec{P} : ثقل الكرة ، $\vec{\pi}$: دافعة أرخميدس مهملة ، \vec{f} : قوة الاحتكاك مهملة

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

- بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحاور (OX) (OY) و أخذ القيم الجبرية نجد :

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

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

وهي المعادلات التفاضلية لحركة الكرة

2 - استنتج طبيعة حركة الكرة على كل المحور و ايجاد المعادلات الزمنية للحركة (التسارع ، السرعة ، الفاصلة) .

**** على المحور OX :**

* لدينا $a_x = 0$ ومنه حركة القذيفة على المحور OX هي حركة مستقيمة منتظمة .

* المعادلة الزمنية للتسارع : $a_x = f(t)$

* المعادلة الزمنية للسرعة : $V_x = f(t)$

لدينا : $a_x = \frac{dV_x}{dt} = 0$ بالتكامل نجد : $V_x(t) = C_1$

لما $t = 0$ فان : $V_x(0) = C_1 = V_0 \cos \alpha$ ومنه $V_x(t) = V_0 \cos \alpha$

* المعادلة الزمنية للفاصلة : $X = f(t)$

لدينا $V_x(t) = \frac{dX}{dt} = V_0 \cos \alpha$ بالتكامل نجد $X(t) = V_0 \cos \alpha t + C_2$

لما $t = 0$ فان : $X(0) = C_2 = 0$ ومنه $X(t) = V_0 \cos \alpha t$

**** على المحور OY :**

* لدينا $a_y = -g = cst$ ومنه حركة القذيفة على المحور OY هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

* المعادلة الزمنية للتسارع : $a_y = f(t)$

$$a_y(t) = -g$$

* المعادلة الزمنية للسرعة : $V_y = f(t)$

لدينا : $a_y = \frac{dV_y}{dt} = -g$ بالتكامل نجد : $V_y(t) = -gt + C'_1$

لما $t = 0$ فإن $V_y(0) = C'_1 = V_0 \sin \alpha$ ومنه $V_y(t) = -gt + V_0 \sin \alpha$

* المعادلة الزمنية للفاصلة : $Y = f(t)$

لدينا $V_y(t) = \frac{dY}{dt} = -gt + V_0 \sin \alpha$ بالتكامل نجد $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin \alpha t + C'_2$

لما $t = 0$ فإن $y(0) = C'_2 = 0$ ومنه $Y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin \alpha t$

3 - معادلة المسار : $Y = f(x)$ لدينا

$X(t) = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{X}{V_0 \cos \alpha} \dots\dots (1)$

لدينا :

$Y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin \alpha t \dots\dots\dots (2)$

نعوض (1) في (2) نجد : $Y = -\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} X^2 + \tan \alpha X$

4 - تعريف الذروة و إيجاد عبارتها الحرفية بدلالة g, α, V_0

* تعريف الذروة : هي أعظم ارتفاع يبلغه الجسم الصلب .

* عند الذروة يكون شعاع السرعة أفقياً أي :

$V_y = 0 \Rightarrow V_y(t_s) = -gt_s + V_0 \sin \alpha = 0 \Rightarrow t_s = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \dots\dots (1)$

لدينا $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin \alpha t \dots\dots\dots (2)$

بتعويض (1) في (2) نجد : $Y_s = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

* إيجاد عبارة الذروة بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة :

- الجملة (كرية + أرض)

- الحصيلة الطاقوية بين الوضعين (1) و (2)

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة نكتب :

$E_{C_1} + E_{PP_1} = E_{C_2} + E_{PP_2} \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mV^2 + mgY$

$V_{OY} = 0 \Rightarrow V = V_x = V_0 \cos \alpha$ حيث عند الذروة :

ومنه :

$\frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}mV_0^2 \cos^2 \alpha + mgz_s \Rightarrow gY_s = \frac{1}{2}V_0^2(1 - \cos^2 \alpha) \Rightarrow Y_s = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

5 - تعريف المدى و إيجاد عبارتها الحرفية بدلالة g, α, V_0

* تعريف المدى : هو أقصى مسافة أفقية يقطعها الجسم الصلب بين موضع القذف و موضع السقوط .

عند المدى تكون : $Y = 0$ تعطى : $2 \cos \alpha \sin \alpha = \sin 2\alpha$

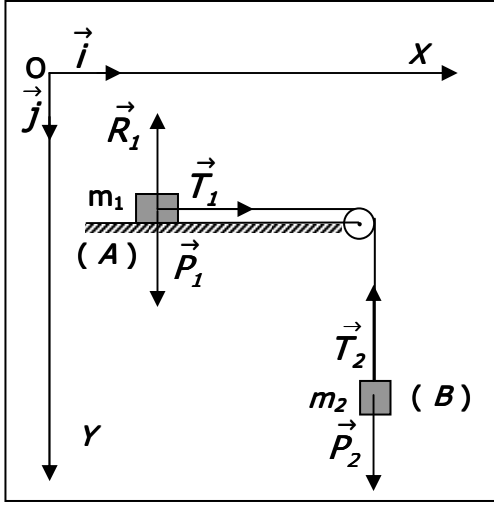
$-\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} X^2 + \tan \alpha X = 0 \Rightarrow X(-\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} X + \tan \alpha) = 0$

$X \neq 0 \Rightarrow -\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} X + \tan \alpha = 0 \Rightarrow X_p = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

4 - 1 - 2 - الحركة على مستوى أفقي :

* تطبيق :

يتحرك جسم (A) كتلته m_1 و مركز عطالته G_1 ابتداء من السكون على مستوى أفقي دون احتكاك بتأثير السقوط الشاقولي للجسم (B) كتلته m_2 و مركز عطالته G_2 الجسمان مربوطان بخيط مهمل الكتلة بإمكانها الدوران دون احتكاك حول محور أفقي كما في الشكل المطلوب ايجاد :



- 1 - عبارة تسارع كل من مركز العطالة G_1 ، G_2 بدلالة m_1 ، m_2 ، g و استنتاج طبيعة الحركة للجسمين (A) ، (B) .
- 2 - عبارة توتر الخيط بدلالة m_1 ، m_2 ، g .

* الحل :

- 1 - عبارة تسارع كل من G_1 ، G_2 بدلالة m_1 ، m_2 ، g .
- * نختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا و نزوده

بمعلم $(o, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

* الجملة (A) :

- القوى الخارجية المطبقة على (A) هي :

\vec{P}_1 : الثقل ، \vec{T}_1 : توتر الخيط ، \vec{R} : فعل المستوى .

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على G_1 :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_1 \vec{a} \Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{T}_1 + \vec{R} = m_1 \vec{a}$$

- بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحور OX و أخذ القيم الجبرية :

* الجملة (B) :

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

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

- بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحور OY و أخذ القيم الجبرية نجد :

$$m_2 g - T_2 = m_2 a$$

$$T_1 = T_2$$

بما أن البكرت مهمل الكتلة :

$$m_2 g = (m_1 + m_2) a \Rightarrow$$

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$$

نجمع (1) و (2) نجد :

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

المسار مستقيم ، $a = cte$ و $V > 0 \Rightarrow a \times v > 0$ و منه حركة الجسمين (A) و (B) مستقيمة متسارعة بانتظام

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

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

4 - 1 - 3 - الحركة على مستوى مائل :

* تطبيق :

ينزلق جسم صلب (S) كتلته m و مركز عطالته G ابتداء من السكون على طول خط الميل الاعظم لمستوى مائل يضع الزاوية α ، نفرض ان قوى الاحتكاك تكافئ قوة ثابتة توازي المستوى و تعاكس جهة الحركة .

* أوجد عبارة تسارع مركز العطالة G بدلالة m ، f ، g ، α :

* الحل :

عبارة تسارع مركز العطالة G بدلالة m ، f ، g ، α :

* الجملة (S) :

- نختار المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره غاليليا و نزوده بمعلم (o, \vec{i}, \vec{j})

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

$$P_y = P \cos \alpha \quad P_x = P \sin \alpha \quad \text{لدينا :}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{R} = m \vec{a} \quad \text{: تطبيق القانون الثاني لنيوتن على } G$$

- بإسقاط العلاقة الشعاعية و أخذ القيم الجبرية نجد :

$$P_x - f = m a \Rightarrow P \sin \alpha - f = ma \Leftrightarrow mg \sin \alpha - f = ma \quad \dots (1)$$

$$R - P_y = 0 \Rightarrow R - P \cos \alpha = 0 \quad \dots (2)$$

على المحور $x'x$:
على المحور $y'y$:

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

5 - شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي :

1-5 - الحركة الدائرية المنتظمة :

1-1-5 - تعريف :

تكون الجملة المادية في حركة دائرية منتظمة اذا كان مسارها دائريا و شعاع سرعتها الخطية ثابت القيمة ومتغير المنحى (الحامل) و الجهة و خاضعة لقوة جاذبة مركزية .

$$v = \omega \cdot r \quad \text{2-1-5 - العلاقة بين السرعة الزاوية } \omega \text{ و السرعة الخطية } v :$$

V : قيمة شعاع السرعة الخطية (m/s)
 ω : السرعة الزاوية (rad/s)
 r : نصف قطر المسار الدائري (m)

3-1-5 - شعاع التسارع :

نعتبر نقطة عادية تقوم بحركة دائرية منتظمة نصف قطر مسارها الدائري هو r ، بسرعة ثابتة v ، و بتسارع \vec{a} يعطي في معلم فريني (\vec{t}, \vec{n}) بالعلاقة : $\vec{a} = a_t \vec{t} + a_n \vec{n}$: تسارع الحركة (m/s^2) .
 a_n : التسارع النظامي للحركة (m/s^2) .
 a_t : التسارع المماسي للحركة (m/s^2) .

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

$$(v = cte \Rightarrow a_t = \frac{dv}{dt} = 0 , \quad a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r) \Rightarrow a = a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \quad \text{لدينا :}$$

4-1-5 - دور الحركة :

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{* الدور : هو المدة الزمنية اللازمة لانجاز دورة واحدة و نرمز له بالرمز } T \text{ و يعطى بالعلاقة :}$$

2-5 - الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب و الأقمار الاصطناعية :

1-2-5 - القمر الاصطناعي الجيو مستقر : هو قمر يدور مع الأرض في نفس جهة دورانها ، وله نفس دور الأرض حول محورها (يعتبر ساكنا بالنسبة للأرض)

2-2-5 - 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

- الجملة (m) - القوى الخارجية المؤثرة على (m) هي قوة التجاذب .

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \vec{a} \quad \text{- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :}$$

- بإسقاط العلاقة الشعاعية على المحور $X'X$ و أخذ القيم الجبرية نجد :

$$F = m a_n \Leftrightarrow F = m \frac{v^2}{r} \quad \dots (1)$$

لدينا قانون الجذب العام :

$$F = G \frac{m M}{r^2} \quad \dots (2) \quad \text{من (1) و (2) نجد :}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2} \quad \text{،} \quad \text{ثابت التجاذب الكوني } G \quad v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \text{* السرعة المدارية :}$$

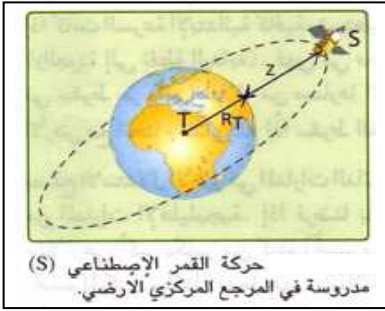
$$T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} \Leftrightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} \quad * \text{ الدور المداري :}$$

5 - 2 - 3 - السرعة المدارية و دور الكواكب :

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_S}} \quad * \text{ الدور المداري :} \quad V = \sqrt{\frac{GM_S}{r}} \quad * \text{ السرعة المدارية :}$$

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



5 - 2 - 4 - السرعة المدارية و دور الأقمار الاصطناعية :

باستعمال العلاقات السابقة نستخرج السرعة المدارية و الدور للأقمار الاصطناعية التي تدور حول الارض.

$$V = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} \quad * \text{ السرعة المدارية :}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM_T}} \quad * \text{ الدور المداري :}$$

$r = R + Z$: البعد بين القمر الاصطناعي ومركز الأرض (m) ،

R : نصف قطر الأرض (m) ،

Z : البعد بين القمر الاصطناعي و سطح الأرض (m) ،

M_T : كتلة الأرض (Kg)

ملاحظة : ان كتلة الكواكب أو الأقمار الاصطناعية لا تؤثر على السرعة المدارية أو الدور

5 - 3 - قوانين كبلر :

أ - القانون الأول (قانون المدارات) :

إن الكواكب تتحرك وفق مدارات اهليلجية (قطع ناقص) تمثل الشمس إحدى محرقها .

* $2a$: طول المحور الكبير ، $2b$: طول المحور الصغير

* نسمي النقطة P بنقطة الرأس الأقرب (perihelie) .

* نسمي النقطة A بنقطة الرأس الأبعد (aphelie) .

ب - القانون الثاني (قانون المساحات) :

إن المستقيم الرابط بين مركز الشمس و مركز الكوكب يسمح بمساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية .

ملاحظة : تكون سرعة الكوكب اصغر لما يكون في الوضع A و تكون اعظمية لما

يكون في الوضع P

ج - القانون الثالث (قانون الدور الفلكي) :

مربع الدور المداري لكوكب يتناسب طرذا مع مكعب البعد المتوسط

(نصف طول المحور الكبير) للمدار الاهليلجي و نكتب :

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

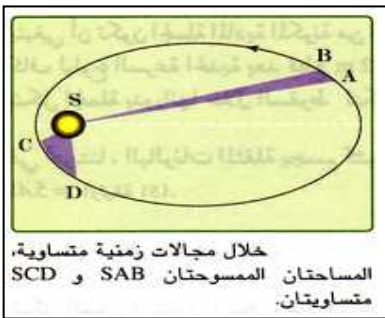
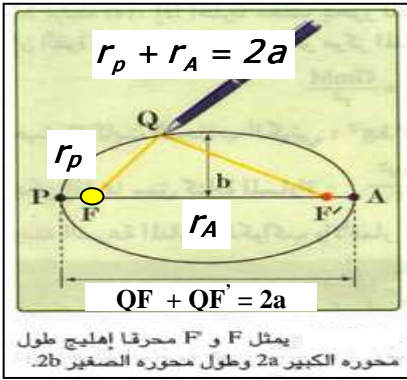
K : ثابت صالح لكل الكواكب و مستقل عن كتلة الكوكب .

* **الثابت K بالنسبة للكواكب التي تدور حول الشمس :**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_S}} \Rightarrow K = \frac{4\pi^2}{GM_S} \quad \text{لدينا الدور المداري :}$$

* **الثابت K بالنسبة للقمر و الأقمار الاصطناعية التي تدور حول الأرض :**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{GM_T}} \Rightarrow K = \frac{4\pi^2}{GM_T} \quad \text{لدينا الدور المداري :}$$



6 - حدود ميكانيك نيوتن :

ان للميكانيك الكلاسيكي أي ميكانيك نيوتن حدودا فهو يسمح لنا بدراسة التطور الزمني للجملة على المستوى الماكروسكوبي (العياني) ولكن تظهر في تطبيقه نقائص عندما يستعمل لتفسير ظواهر فيزيائية على المستويين اللامتناهيين في الكبر وفي الصغر .

1 - 6 - فرضية انشتاين :

افترض انشتاين ان الكم الطاقوي عبارة عن كمية من الطاقة تحملها جسيمات ذات كتلة وشحنة مهملين و تتحرك بسرعة الضوء في الفراغ تدعى هذه الجسيمات الفوتونات .

$$E = hv = h \frac{C}{\lambda}$$

حيث تحمل كل جسيمة كمية من الطاقة الاشعاعية قدرها :

E : الطاقة الاشعاعية (ج) . h : ثابت بلانك $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ j.s}$.
 $f = \nu$: تواتر الاشعاع الضوئي (HZ) . C : سرعة الضوء في الخلاء (m / s) .
 λ : طول موجة الاشعاع في الخلاء (m) .

2 - 6 - مستويات الطاقة :

1 - 2 - 6 - الاطياف الذرية :

أ - **أطياف الانبعاث** : وهي الاطياف التي نحصل عليها عندما يصدر الجسم ضوءا .
 ب - **أطياف الامتصاص** : وهي الاطياف التي نحصل عليها عندما يمتص الجسم ضوءا .

2 - 2 - 6 - تفسير الاطياف الذرية :

* فرضيات نيلزبور :

1 - تتحرك الالكترونات في الذرة في مدارات دائرية معينة (مكعبة)
 تكون فيها الذرة المستقرة ويتميز كل مدار بطاقة معينة تسمى سوية الطاقة .
 2 - ان انتقال الالكترون من سوية الطاقة الى سوية طاقة أخرى يصاحبه امتصاص او فقدان طاقة على شكل اشعاعات ضوئية وحيدة اللون طاقته هي :

$$E_m - E_n = hv$$

E_m : الطاقة عند السوية العليا (j) ، E_n : الطاقة عند السوية السفلى (j)

3 - 2 - 6 - سويات الطاقة في ذرة الهيدروجين :

انالقيم الممكنة للطاقة في ذرة الهيدروجين بالالكترون فولط . تعطى بالعلاقة :

$$E = - \frac{13,6}{n^2}$$

E : طاقة ذرة الهيدروجين عند السوية n

n : العدد الكمي الرئيسي يأخذ القيم 1 , 2 , 3 , ∞

والشكل يمثل مختلف سويات الطاقة في ذرة الهيدروجين .

* من أجل $n = 1$ $E = -13.6 \text{ ev}$ تكون الذرة في حالتها الاساسية

* من أجل $n = \infty$ ، $E = 0$ الالكترون ينفصل على الذرة (الذرة تتشرد)

* من أجل $n = 1$ ∞ فان $E = -13.6 \text{ ev}$ الذرة تكون مثارة .

* نتيجة :

1 - ان طاقة الذرة (الكترون - بروتون) مكعبة عكس طاقة الجملة (كوكب - قمر) غير مكعبة .

2 - ان تكميم سويات الطاقة يسمح بتفسير أطياف الامتصاص و الانبعاث في الذرات .

ملاحظة : تعطى أطوال موجات الاشعاع الضوئي كما هو مبين في المخطط :

