بسم الله الرحمان الرحيم

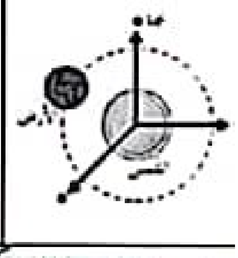
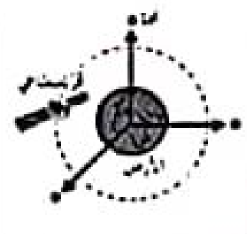
ملخص الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية

1) مقاربة تاريخية لميكانيك نيوتن:

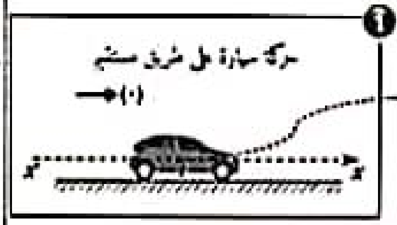
1- المراجع العطالية (الغاليلية) مدة دراسة حركة الجسم تكون قصيرة.

أ- تعريف المرجع: كل جسم صلب تنسب إليه الحركة.

ب- أنواع المراجع العطالية (الغاليلية):

• المرجع العطالي الهيليومركزي (المركزي الشمسي)	• المرجع العطالي الجيومركزي (المركزي الأرضي)	• المرجع العطالي السطحي الأرضي
هو مرجع مبدؤه مركز الشمس وله (3) محاور موجهة نحو (3) نجوم ثابتة في الفضاء. (المستعمل لدراسة حركة الكواكب حول الشمس).	- هو مرجع مبدؤه مركز الأرض وله (3) محاور موجهة نحو (3) نجوم ثابتة في الفضاء. (المستعمل لدراسة حركة الأقمار حول الأرض).	- هو مرجع مرتبط بسطح الأرض. (المستعمل لدراسة معظم الحركات على سطح الأرض التي تتم في مدة زمنية قصيرة مقارنة بمدة دوران الأرض حول نفسها).
		

ج- عناصر الحركة:



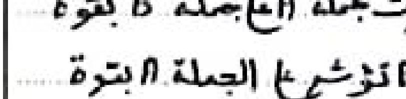
عناصر الحركة:
- الموضع: $x(t)$ (m)
- السرعة: $v(t)=\frac{dx}{dt}$ (m/s)
- التسارع: $a(t)=\frac{dv}{dt}$ (m/s²)

2) قوانين نيوتن:

- **القانون I:** في مرجع عطالي، يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة ما لم تتدخل عليه قوة خارجية لتغير حالته الحركية $\sum \vec{F}_{ext}=\vec{0}$

- **القانون II:** في مرجع عطالي، يكون مجموع القوى الخارجية المؤثرة لجملة كتلتها m متناسبا في كل لحظة مع تسارع الجملة، أي: $\sum \vec{F}_{ext}=m.\vec{a}$

- **القانون III:** 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 وتعاكسها في الجهة ولهما نفس الحامل:

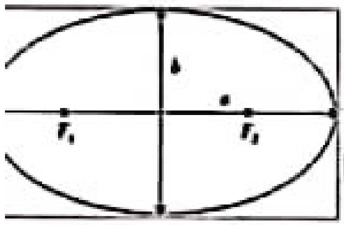


$$\vec{F}_{A/B}=-\vec{F}_{B/A}$$

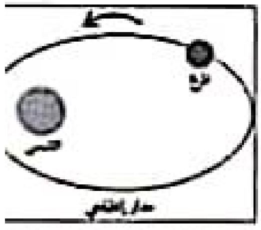
3) حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية:

1- قوانين كبلر:

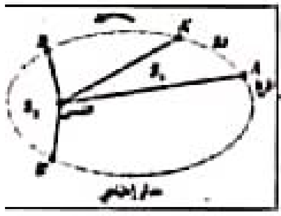
أ- الإهليلج: مدار بشكل بيضوي يتميز بمحور أعظم (2a)، ومحور أصغر (2b)، ومحرقين F_1، F_2.



ب- القانون الأول لكبلر: في مرجع هيليومركزي، تتحرك الكواكب وفق مدارات إهليلجية تمثل الشمس إحدى محرقيها.

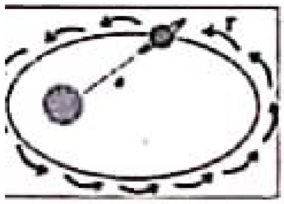


ج- القانون II: المستقيم الرابط بين الشمس وكوكب يمسح مساحات متساوية في مجالات زمنية متساوية.

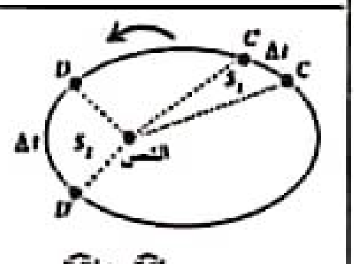
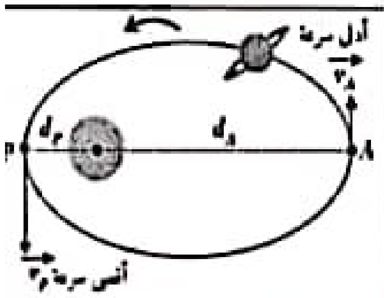


د- القانون III: مربع الدور لمدار كوكب T^2 يتناسب طرديا مع مكعب البعد المتوسط a^3 للكوكب عن الشمس أي: $\frac{T^2}{a^3}=K$ = ثابت

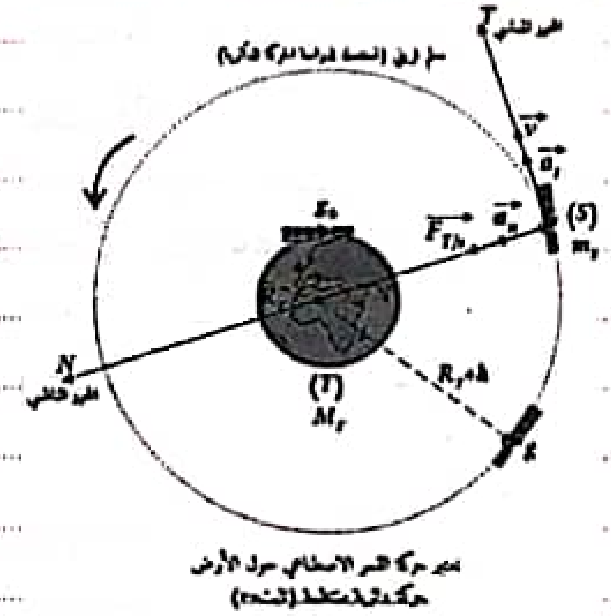
ومنه $T^2=a^3.K$ ، $K=\frac{4\pi^2}{GM_S}$



ع الدور: هو الزمن اللازم لإنجاز دورة كاملة ووحدته الثانية.

• متوسط سرعة كوكب	• نقطتا الأوج والحضيض
 $\overset{\frown}{DD'}>\overset{\frown}{CC'}$ $\Rightarrow \frac{\overset{\frown}{DD'}}{\Delta t}>\frac{\overset{\frown}{CC'}}{\Delta t}$ $\Rightarrow \boxed{v_{DD'}>v_{CC'}}$ ، السرعة = المسافة / الزمن	 • الأوج A: تمثل أبعد نقطة يصلها الكوكب. • الحضيض P: تمثل أقرب نقطة يصلها الكوكب.

ع) دراسة حركة قمر اصطناعي :



حيث :

v سرعة القمر الاصطناعي (m/s)	h ارتفاع القمر الاصطناعي (m)
a_t تسارع المماسي $=0$	M_T كتلة الأرض (kg)
a_n تسارع ناظمي (m/s^2)	m_s كتلة القمر الاصطناعي (kg)
$F_{T/s}$ قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي (N)	g الجاذبية الأرضية على ارتفاع من سطح الأرض (m/s^2)
R_T نصف قطر الأرض (m)	g_0 الجاذبية الأرضية على سطح الأرض (m/s^2)

أ- عبارة شعاع التسارع $\vec{a}$ وشدته :

$$\vec{a} = a_t.\vec{T} + a_n.\vec{N} \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \vec{a} = a_n.\vec{N}$$

- عبارة التسارع الناظمي a_n :

$$a_n = \frac{v^2}{(R_T+h)}\ (m/s^2)$$

- عبارة التسارع المماسي a_t :

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\text{ثابت})}{dt} = 0$$

$$a = \|\vec{a}\| = \sqrt{a_t^2+a_n^2} = \sqrt{0^2+a_n^2}$$

$$\Leftarrow\ a = a_n$$

ب- قانون الجذب العام (شدة قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي)

$$\vec{F}_{T/s} = G.\frac{M_T.m_s}{(R_T+h)^2}\ (N)$$

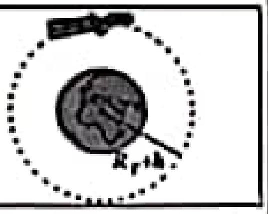
ثابت الجذب الكوني : $G = 6,67\times10^{-11}\ (SI)$

ج- عبارة الجاذبية الأرضية :

على سطح الأرض g_0 $(h=0)$	على ارتفاع من سطح الأرض g
	
$F_{T/s}(0) = G.\frac{M_T.m_s}{R_T^2}$	$F_{T/s} = G.\frac{M_T.m_s}{(R_T+h)^2}$
$\Rightarrow \cancel{m_s}.g_0 = G.\frac{M_T.\cancel{m_s}}{R_T^2}$	$\Rightarrow \cancel{m_s}.g = G.\frac{M_T.\cancel{m_s}}{(R_T+h)^2}$
$\Rightarrow \boxed{g_0 = G.\frac{M_T}{R_T^2}}\ (m/s^2)$	$\Rightarrow \boxed{g = G.\frac{M_T}{(R_T+h)^2}}\ (m/s^2)$

د- عبارة الدور :

$$T = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{2\pi.(R_T+h)}{v}\ (s)$$



هـ/ القمر الاصطناعي الجيومستقر

- تعريفه : هو قمر أثناء حركته يكون ثابت بالنسبة لنقطة من سطح الأرض.
- شروطه : - يدور في مسار دائري في مستوى خط الاستواء.
- يدور في جهة دوران الأرض.
- دوره يساوي دوران الأرض $T = 24h$.

مراحل تطبيق القانون الثاني لنيوتن

- نرسم شكل للجملة أو الجمل المدروسة.
- نحدد جهة الحركة ونضع محور موجه في نفس جهة الحركة.
- تمثيل القوى المؤثرة وتعيين الجملة المدروسة والمرجع
- نكتب بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum\vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$
- نعوض بدل $\sum\vec{F}_{ext}$ بالعبارة الشعاعية للقوى المؤثرة
- نسقط على المحور الموجه (نزيل الأشعة) ثم نبسطها.

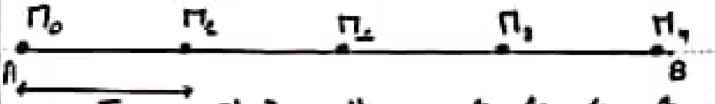
تعديو تعاز

③ تذكير حول الحركة المستقيمة :

1- الحركة المستقيمة المنتظمة $(a \times v = 0)$

. المسار مستقيم و السرعة ثابتة و التسارع معدوم .

أ- مسار الحركة المستقيمة المنتظمة :



τ زمن التصوير المتعاقب ، $v_0 = v_1 = v_2 = v_3 = v_4$

. حساب سرعة الجسم $v\,(m/s)$ عند الوضع M_3 :

$$v_3 = \frac{M_2M_4}{2\tau}\ (m/s) \rightarrow \text{ثابتة}$$

. حساب تسارع الجسم $a\,(m/s^2)$ عند الوضع M_3 :

$$a_3 = \frac{\Delta v_3}{2\tau} = \frac{v_4 - v_2}{2\tau} = 0 \rightarrow \text{معدوم}$$

ب- المعادلات الزمنية لعناصر الحركة :

الموضع (m) : $x(t) = v_0 \cdot t + x_0$

السرعة (m/s) : $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$

$$= \frac{d(v_0 \cdot t + x_0)}{dt} = v_0 \cdot \frac{dt}{dt}^{1} + \frac{\cancel{dx_0}}{dt}$$

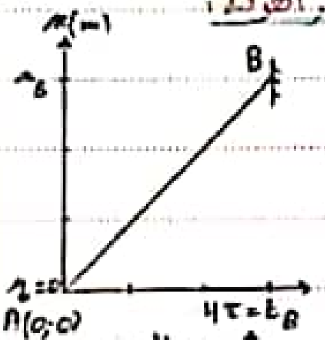
$$v(t) = v_0$$

التسارع (m/s^2) : $a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{\cancel{dv_0}^{0}}{dt}$

$$a(t) = 0$$

جـ- البيانات الممثلة لعناصر الحركة :

. بيان الوضع $x = f(t)$.



المعادلة الزمنية للوضع :

$$x(t) = v_0 \cdot t + x_0$$

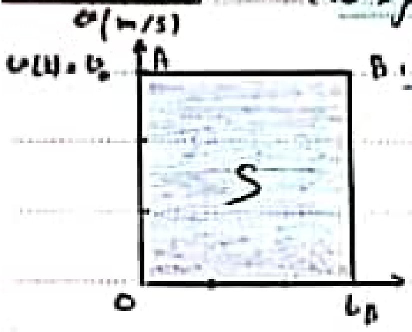
. العبارة البيانية : البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ

$y = a \cdot x \Rightarrow x(t) = a \cdot t$ ؛ a ميل البيان .

$$a = \frac{x_B - 0}{t_B - 0} = v_0\ (m/s)$$

تعديو تعاز

. بيان السرعة $v = f(t)$.



. المعادلة الزمنية للسرعة : B

$$v(t) = v_0$$

مساحة الحيز المحصور بين البيان ومحور التواصل S تمثل AB .

لذا $AB = v_0 \cdot t_B$

بيان التسارع $a = f(t)$:

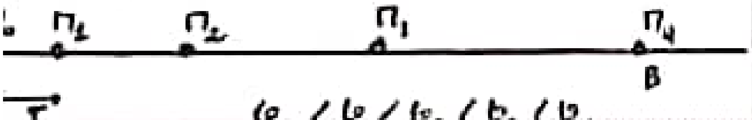
- التسارع معدوم عند كل لحظة t $\quad (a(t) = 0)$

---

2) الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام $(a \times v > 0)$:

- المسار مستقيم ، السرعة متزايدة و التسارع موجب

أ- مسار الحركة المستقيمة المتسارعة :



$$v_0 < v_1 < v_2 < v_3 < v_4$$

- حساب سرعة الجسم $v\,(m/s)$ عند الوضع M_3 :

$$v_3 = \frac{M_2M_4}{2\tau}\ (m/s) \rightarrow \text{متزايدة}$$

- حساب التسارع $a\,(m/s^2)$ عند الوضع M_3 :

$$a_3 = \frac{\Delta v_3}{2\tau} = \frac{v_4 - v_2}{2\tau}\ (+) \rightarrow \text{موجب}$$

ب- المعادلات الزمنية لعناصر الحركة :

- الموضع (m) : $x(t) = \frac{1}{2} a_0 \cdot t^2 + v_0 t + x_0$

- السرعة (m/s) : $v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$

$$= \frac{d(\frac{1}{2} a_0 \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0)}{dt}$$

$$= \frac{d(\frac{1}{2} a_0 \cdot t^2)}{dt} + \frac{d(v_0 \cdot t)}{dt} + \frac{\cancel{dx_0}^{0}}{dt}$$

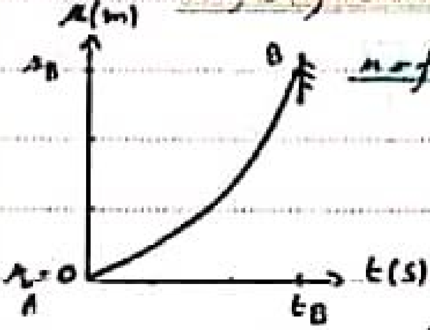
$$v(t) = \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot 2t + v_0 \cdot 1 + 0 = a_0 \cdot t + v_0$$

- التسارع (m/s^2) : $a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d(a_0 \cdot t + v_0)}{dt}$

$$a(t) = \frac{d(a_0 \cdot t)}{dt} + \frac{\cancel{dv_0}^{0}}{dt} = a_0 \cdot \frac{dt}{dt}^{1} = a_0\ (+)$$

ج- البيانات المتعلقة لعناصر الحركة :

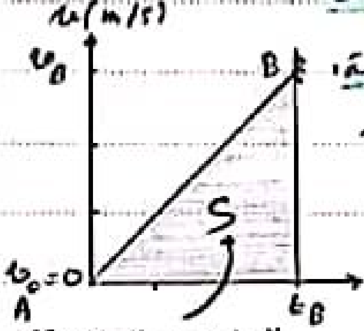
- بيان الوضع $x = f(t)$



- المعادلة الزمنية للوضع :

$$x(t) = \frac{1}{2} a_0 \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$$

- بيان السرعة $v = f(t)$



- المعادلة الزمنية للسرعة :

$$v(t) = a_0 \cdot t + v_0$$

العبارة البيانية :

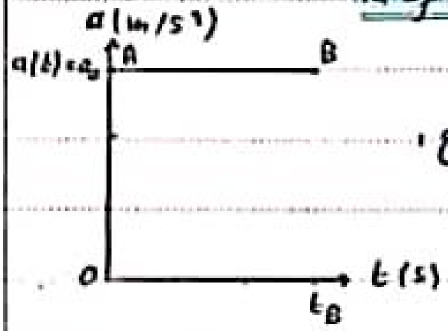
البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ : $y = a \cdot x$

$$\rightarrow v(t) = a \cdot t$$

المساحة = المسافة = S AB

$$a = \frac{v_B - 0}{t_B - 0} = a_0 \ (m/s^2)$$

- بيان التسارع $a = f(t)$



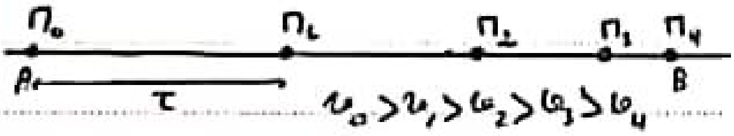
- المعادلة الزمنية للتسارع :

$$a(t) = a_0 \ (+)$$

3) الحركة المستقيمة المتباطئة بانتظام $(a \times v < 0)$

- المسار مستقيم، السرعة متناقصة، والتسارع سالب.

أ- مسار الحركة المستقيمة المتباطئة.



$$v_0 > v_1 > v_2 > v_3 > v_4$$

- حساب سرعة الجسم v (m/s) عند الوضع M_3 :

$$v_3 = \frac{M_2 M_4}{2\tau} \ (m/s) \rightarrow \text{متناقصة}$$

- حساب تسارع الجسم a (m/s^2) عند الوضع M_3 :

$$a_3 = \frac{\Delta v_3}{2\tau} = \frac{v_4 - v_2}{2\tau} \ (-) \rightarrow \text{سالب}$$

ب- المعادلات الزمنية لعناصر الحركة :

الوضع (m)

$$x(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$$

السرعة (m/s)

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

$$= \frac{d\left(\frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0\right)}{dt}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot 2t + v_0 \cdot 1 + 0$$

$$v(t) = a_0 \cdot t + v_0$$

التسارع (m/s^2)

$$a = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d(a_0 \cdot t + v_0)}{dt}$$

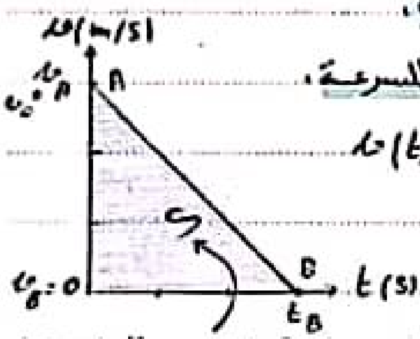
$$= a_0 \cdot \frac{dt}{dt} \Rightarrow a(t) = a_0 \ (-)$$

ج/ البيانات المتعلقة لعناصر الحركة :

- بيان الوضع $x = f(t)$:

- المعادلة الزمنية للوضع : $x(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$

- بيان السرعة $v = f(t)$:



- المعادلة الزمنية للسرعة :

$$v(t) = a_0 \cdot t + v_0$$

- العبارة البيانية :

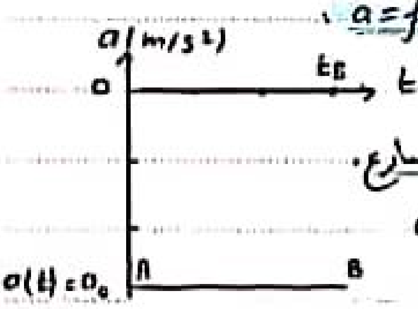
المساحة = المسافة = S AB

البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ : $y = ax + b$

$$\rightarrow v(t) = a \cdot t + b$$

$$a = \frac{0 - v_A}{t_B - 0} = a_0 \ (m/s^2)$$

- بيان التسارع $a = f(t)$:



- المعادلة الزمنية للتسارع :

$$a(t) = a_0 \ (-)$$

مدبو عمار

مخطط مختصر للحركة المستقيمة :

$a.v = 0$	$a.v > 0$	$a.v < 0$
حركة مستقيمة منتظمة	متسارعة بانتظام	متباطئة بانتظام
$x(t) = v_0 . t + x_0$	حركة متغيرة بانتظام	
بالاشتقاق :	$x(t) = \frac{1}{2} a_0 . t^2 + v_0 . t + x_0$	
$v(t) = v_0 = cte$	بالاشتقاق :	
بالاشتقاق :	$v(t) = a_0 . t + v_0$	
$a(t) = 0$	بالاشتقاق : $a(t) = a_0 = cte$	

$$\begin{cases} v(t) = \dfrac{dx(t)}{dt} \\ a(t) = \dfrac{dv(t)}{dt} \end{cases} \Rightarrow a(t) = \frac{d^2 x(t)}{dt^2}$$

- أفكار مهمة لحل التمارين - ح. مستقيمة

1) في الحركة المستقيمة لاستنتاج السرعة الابتدائية v_0 نرسم البيان ونمدده ليقطع محور التراتيب. النقطة التي يقطع فيها هي v_0.

2) إذا طلب حساب مسافة بطريقتين :

ط1) من المواضع ولا ننسى تحويل الوحدة.

ط2) نحسب مساحة الحيز المحصور تحت البيان.

3) في المعادلات الزمنية، نكتب قوانينها ثم نستعين بالمعطيات أو بما حسبناه ولا ننسى الاشتقاق.

4) اقصى ارتفاع h نحسبه بطريقتين :

ط1) الارتفاع عبارة عن مسافة نحسب المساحة المحصورة.

ط2) يمكن إيجاده من المعادلة الزمنية للموضع فنضع t_f بدل t (t_f) ونبسط حتى نصل للنتيجة.

5) لإيجاد t_f، نكتب العبارة الزمنية للموضع ثم نعوض ونشتق لنصل للعبارة الزمنية للسرعة ثم نبسط فنصل إلى t_f. يمكن الاعتماد على القانون :

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{v}$$

- أفكار مهمة لحل تمارين الأقمار :

- قوانين كبلر يمكن تطبيقها على الأقمار الاصطناعية.
- في تمارين الأقمار : دوما نقوم برسم الشكل ثم نسم كلا من الجملة المدروسة والمرجع المختار (حتى وإن لم يطلب ذلك).
- إذا طلب العبارة الشعاعية لا ننسى شعاع الوحدة، وفي الغالب يكون $\vec{n}$ (لأنه على الناظم)
- لإثبات أن الحركة دائرية منتظمة نثبت أن التسارع الناظمي ثابت (a_N = ثابت).
- إذا طرح سؤال حول ما إذا كان القانون الثالث لكبلر محقق نحسب : $\frac{T^2}{r^3} = K$ وإن كان هناك تمرين نقارن بين النتائج إن كانت متساوية فالقانون III لكبلر محقق.
- إذا طلب تفسير وجود الأرض في أحد المحرقين، بما أن القمر يدور حول الأرض وفق مسار إهليلجي فإن الأرض تكون في أحد محرقيه حسب القانون الأول لكبلر.
- لإثبات أن حركة القمر أو الكوكب نثبت أن التسارع الناظمي للقمر أو الكوكب ثابت.
- لإيجاد عبارة الجاذبية g على ارتفاع h من سطح الأرض نكتب، ديناميكيا :

$$\begin{cases} F_{T/S} = G . \dfrac{M_T . m_S}{(R_T + h)^2} \\ F_{T/S} = P = m_S . g \end{cases} \Rightarrow m_S . g = G \frac{M_T . m_S}{(R_T + h)^2}$$

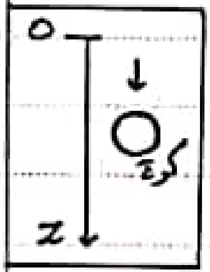
$$\Rightarrow g = G . \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

- لإيجاد قيمة الجاذبية على سطح الأرض g_0 يمكن أن نجدها انطلاقا من البيان أو من قانون الجذب العام.
- إذا ورد سؤال عن إمكانية اعتبار القمر الاصطناعي جيو مستقرا فنقوم بحساب دوره ونقارنه مع دور الأرض $T = 24h$ فإن كان مساويا له فهو جيو مستقر وإن لم يكن مساويا له فهو ليس جيو مستقرا.

معذبو عمار

I) السقوط الشاقولي.

هو سقوط الجسم شاقوليا دون سرعة إبتدائية ($v_0=0$). نحو الأسفل، حيث قوة الإحتكاك $\vec f$ مع الهواء غير مهملة.



1- القوى المؤثرة على الجسم اثناء السقوط الشاقولي.

• قوة الثقل $\vec P$: $\vec P = m.\vec g$

شدتها: $P = m.g$ (kg)

• قوة دافعة ارخميدس $\vec \pi$: $\vec \pi = -\rho_{air}.V_{جسم}.\vec g$

شدتها: $\pi = \rho_{air}.V_{جسم}.g$ (kg/m³) (m³)

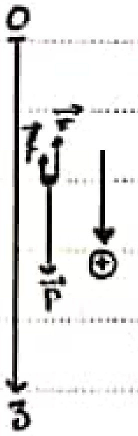
• قوة الاحتكاك مع الهواء $\vec f$:

- سرعات صغيرة: $\vec f = -K.\vec v$

شدتها: $f = K.v$ (m/s)

- سرعات كبيرة: $\vec f = -K.\vec v^2$

شدتها: $f = K.v^2$ (m/s)

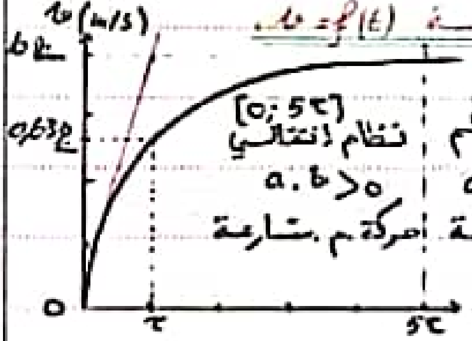


2) متى نهمل قوة دافعة ارخميدس $\vec\pi$؟

- نحسب النسبة $\frac{P}{\pi}$، اذا كانت $\frac{P}{\pi} > 50$ نهملها، ايضا عندما نجد حجمها.

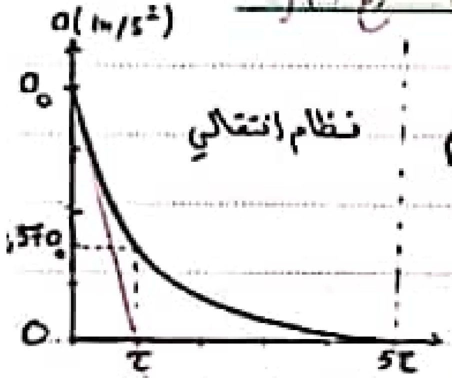
3) تطور بيان السرعة $v=f(t)$ وبيان التسارع $a=f(t)$ خلال السقوط الشاقولي.

• بيان السرعة $v=f(t)$.



- يمكن أن نستخرج من بيان السرعة $v=f(t)$:
- السرعة الحدية v_{lim}.
- ثابت الزمن τ [المماس عند $t=0$ ثم نسقط. / $v=0,63\,v_{lim}$ ثم نسقط.
- التسارع الابتدائي a_0 (ميل المماس عند $t=0$) حيث: $a_0 = \left(\frac{dv}{dt}\right)(t=0) = \frac{v_{lim}}{\tau}$ (m/s²)

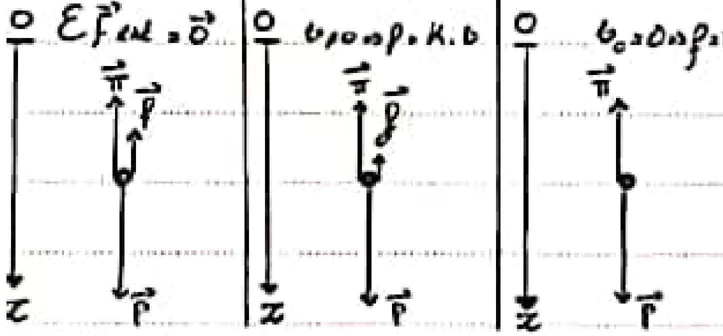
- بيان التسارع $a=f(t)$



- يمكن أن نستخرج من بيان التسارع $a=f(t)$:
- التسارع الإبتدائي a_0.
- ثابت الزمن τ [المماس عند $t=0$ ثم نسقط. / $a=0,37\,a_0$ ثم نسقط.
- التسارع النهائي a_{lim} حيث: $a_{lim} = \frac{dv_{lim}}{dt} = 0$

4) تمثيل القوى المؤثرة على الجسم خلال السقوط الشاقولي:

لحظة الإنطلاق ($t=0$) | النظام الإنتقالي | النظام الدائم



5) إيجاد عبارة شدة دافعة أرخميدس $\vec\pi$ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن.

لحظة الإنطلاق ($t=0$)

بتطبيق القانون II لنيوتن.

$\sum \vec F_{ext} = m.\vec a$

$\vec P + \vec \pi = m.\vec a$

بالإسقاط على المحور (OZ)

$P - \pi = m.a_0$

$\pi = P - m.a_0$

$\pi = m.g - m.a_0$

$\boxed{\pi = m(g - a_0)}$

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

النظام الدائم.

بتطبيق القانون II لنيوتن.

$\sum \vec F_{ext} = m.\vec a$

$\vec P + \vec f + \vec \pi = m.\vec a$

بالإسقاط على المحور (OZ)

$P - f - \pi = m.a = 0$

$P - f - \pi = 0$

$\pi = P - f$

$\boxed{\pi = m.g - K.v_{lim}}$

6) إيجاد جميع المعادلات التفاضلية الممكنة للسرعة $\vec{v}$.

أ) عدم إهمال دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

السرعات الصغيرة: $f = K.v$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v = g\left(1 - \frac{\rho_{هواء}}{\rho_{جسم}}\right)$$

السرعات الكبيرة: $f = K.v^2$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v^2 = g\left(1 - \frac{\rho_{هواء}}{\rho_{جسم}}\right)$$

ب) إهمال دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

- سرعات صغيرة $f = K.v$: $\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v = g$
- سرعات كبيرة $f = K.v^2$: $\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}.v^2 = g$

7) إيجاد جميع العبارات الممكنة للسرعة الحدية v_{lim}

أ) عدم إهمال دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

- سرعات صغيرة $f = K.v$: $v_{lim} = \frac{m.g}{K}\left(1 - \frac{\rho_{هواء}}{\rho_{جسم}}\right)$
- سرعات كبيرة $f = K.v^2$: $v_{lim} = \sqrt{\frac{m.g}{K}\left(1 - \frac{\rho_{هواء}}{\rho_{جسم}}\right)}$

ب) إهمال دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

- سرعات صغيرة $f = K.v$: $v_{lim} = \frac{m.g}{K}$
- سرعات كبيرة $f = K.v^2$: $v_{lim} = \sqrt{\frac{m.g}{K}}$

8) إيجاد جميع العبارات الممكنة للتسارع الابتدائي a_0

أ) عدم إهمال دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

- سرعات صغيرة $f = K.v$
- كبيرة $f = K.v^2$

$$a_0 = g\left(1 - \frac{\rho_{هواء}}{\rho_{جسم}}\right)$$

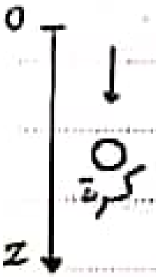
ب) إهمال دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

- سرعات صغيرة $f = K.v$
- كبيرة $f = K.v^2$

$$a_0 = g$$

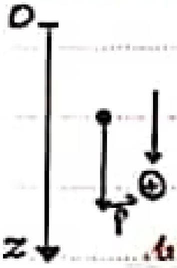
معذبو عمار

II) السقوط الحر.



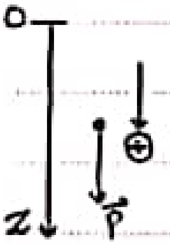
هو السقوط الذي نهمل فيه قوة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ وقوة الاحتكاك مع الهواء $\vec{f}$ حيث تؤثر على الجسم قوة الثقل $\vec{P}$ فقط.

ب) القوى المؤثرة على الجسم أثناء السقوط الحر (السقوط في الفراغ).



قوة الثقل $\vec{P}$ ونقصد $\vec{P} = m.\vec{g}$ ، شدتها: $P = m.g$

ج) إيجاد المعادلة التفاضلية للسرعة v.



الجملة المدروسة: جسم.

المرجع: عطالي سطحي أرضي.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

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

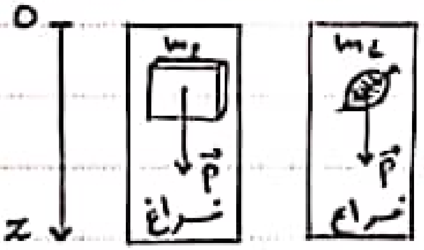
$$\vec{P} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط على المحور (OZ): $P = m.a$

$$m.g = m.\frac{dv}{dt} \Rightarrow \left(m.g = m.\frac{dv}{dt}\right)\frac{1}{m}$$

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

3) دراسة حركة السقوط الحر لريشة (m_1) وصندوق (m_2)



$(m_2 >> m_1)$

بتطبيق القانون II لنيوتن

$\sum \vec{F}_{ext} = m_1.\vec{a}_1$	$\sum \vec{F}_{ext} = m_2.\vec{a}_2$
$\vec{P} = m_1.\vec{a}_1$	$\vec{P} = m_2.\vec{a}_2$
بالإسقاط على المحور (OZ)	بالإسقاط على المحور (OZ)
$P = m_1.a_1 \Rightarrow m_1.g = m_1.a_1$	$P = m_2.a_2 \Rightarrow m_2.g = m_2.a_2$
$\Rightarrow a_1 = g$	$\Rightarrow a_2 = g$

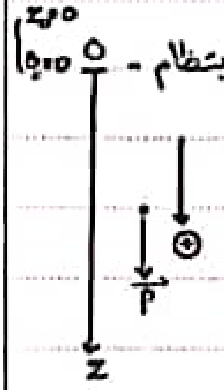
- طبيعة الحركة : لدينا $a.v>0$ ومنه :
الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

• نستنتج أن في السقوط الحر (في الفراغ) التسارع a ثابت وحولا يتعلق بالكتلة m ($a_1 = a_2 = g$)

4) المعادلات (العبارات) الزمنية لعناصر الحركة

أثناء السقوط الحر.

- الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.



• المعادلة الزمنية للوضع $z(t)$:

$$z(t) = \frac{1}{2}.a.t^2 + v_0.t + z_0$$

$$\Rightarrow z(t) = \frac{1}{2}.g.t^2$$

• المعادلة الزمنية للسرعة $v(t)$:

$$v(t) = \frac{dz(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}g.t^2\right)$$

$$= \frac{1}{2}.g.2t = g.t$$

$$\Rightarrow v(t) = g.t$$

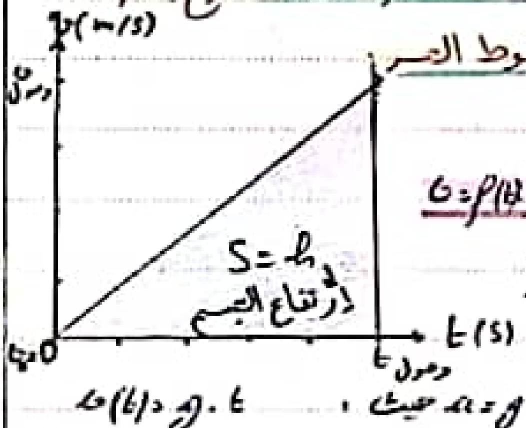
• المعادلة الزمنية للتسارع $a(t)$:

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(g.t) = g.$$

$$\Rightarrow a(t) = g$$

5) بيان تطور السرعة $v=f(t)$ والتسارع $a=f(t)$

خلال السقوط الحر



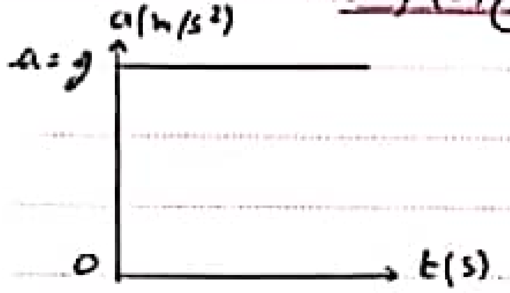
- بيان السرعة $v=f(t)$:
يمكن أن نستخرج منه:

• تسارع الجسم $a=g$ حيث: $v(t) = g.t$

. العبارة البيانية: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته $y = a.x \Rightarrow v = a.t$

$$a = g = \frac{v_{وصول} - 0}{t_{وصول} - 0} \approx 9{,}8\ (m/s)$$

- بيان التسارع $a=f(t)$:



- يمكن أن نستخرج من بيان التسارع $a=f(t)$:
- تسارع الجسم $a=g$.

6) ملاحظات هامة:

• يمكن إيجاد قيمة ارتفاع الجسم h كالآتي:

$$z(t) = \frac{1}{2}.g.t^2 \Rightarrow h(t) = \frac{1}{2}.g.t^2_{وصول}$$

• إيجاد قيمة $t_{وصول}$:

$$v(t) = g.t \Rightarrow v_{وصول} = g.t_{وصول}$$

• يمكن كذلك إيجاد قيمة $v_{وصول}$ بعلاقة معدومية الزمن:

$$v^2_{وصول} - v^2_{إنطلاق} = 2.a.h$$

$$\Rightarrow v^2_{وصول} = 2.g.h$$

ومنه $v_{وصول} = \sqrt{2.g.h}$

كل ما يخص التحليل البعدي:

• يقصد بالتحليل البعدي إيجاد وحدة مقدار في النظام الدولي للوحدات (S.I).

[مقدار ثابت] = [ثابت] = 1 ← بدون وحدة

[الزمن] = $[t] = [T] \rightarrow (S)$

[الكتلة] = $[m] = [M] \rightarrow (Kg)$

[المسافة] = $[r] = [L] \rightarrow (m)$

[شدة قوة] = $[m].[a] = [M].[L].[T]^{-2} \rightarrow \left(\frac{Kg.m}{S^2}\right)$ $(Kg.m.S^{-2})$

ملاحظة: عند جمع أو طرح مقدارين لا تتغير الوحدة

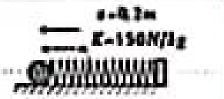
• عند ضرب مقدارين تتغير الوحدة.

مثل: $Kg.Kg = Kg^2$

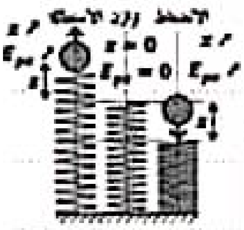
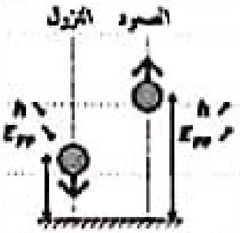
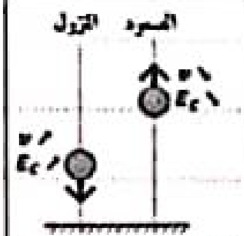
• قسمة مقدارين : تتغير الوحدة مثل: $\frac{Kg}{Kg} = 1$

③ دراسة حركة جسم صلب على المستوى الأفقي والمستوى المائل.

أ/ تذكر هام جدا.

• عبارة الطاقة الكامنة المرونية E_{pe}	• عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp}	• عبارة الطاقة الحركية E_c
$\boxed{E_{pe} = \frac{1}{2} \times K \times x^2}$ E_{pe}: الطاقة الكامنة المرونية وحدة الجول (J). K: ثابت المرونة وحدة (N/m) x: مقدار الانضغاط أو الاستطالة وحدة المتر (m)	$\boxed{E_{pp} = m \times g \times h}$ E_{pp}: الطاقة الكامنة الثقالية وحدة الجول (J) g: قيمة حقل الجاذبية على سطح الأرض، يُمثل $g = 10N/kg$ h: ارتفاع الجسم عن سطح الأرض وحدة المتر (m).	$\boxed{E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2}$ E_c: الطاقة الحركية وحدة الجول (J) m: كتلة الجسم وحدة الكيلوغرام (kg) v: سرعة الجسم وحدة (m/s)
 $x = 0,2m$ $K = 150N/kg$ $E_{pe} = \frac{1}{2} K x^2$ $\Rightarrow E_{pe} = \frac{1}{2} \times 150 \times 0,2^2$ $\Rightarrow$ [illegible]	 $m = 0,42kg$ $h = 10m/s$ $E_{pp} = m \times g \times h$ $\Rightarrow E_{pp} = 0,42 \times 10 \times 10$ $\Rightarrow$ [illegible]	 $m = 1500kg$ $v = 10m/s$ $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ $\Rightarrow E_c = \frac{1}{2} \times 1500 \times 10^2$ $\Rightarrow$ [illegible]

• وأخيرا أنصحك أن تتذكر هذا الجدول جيدا:

• الطاقة الكامنة المرونية E_{pe}	• الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp}	• الطاقة الحركية E_c
 x: مقدار الانضغاط (الاستطالة)	 h: ارتفاع الجسم	 v: سرعة الجسم

ب- كل ما يخص أعمال القوى:

• نقول عن قوة F أنها قامت بعمل إذا انتقلت نقطة تطبيقها من موضع A إلى موضع آخر B، حيث نرمز لعمل هذه القوة بـ $W_{AB}(F)$.

• عبارة عمل قوة الثقل $W_{AB}(P)$	• عبارة عمل قوة ثابتة $W_{AB}(F)$
$\boxed{W_{AB}(P) = m.g.(h_{\text{انطلاق}} - h_{\text{وصول}})}$ $W_{AB}(P)$: عمل القوة P وحدة الجول (J). m: كتلة الجسم وحدة الكيلوغرام (kg). g: قيمة حقل الجاذبية على سطح الأرض يُمثل $g = 10N/kg$ $h_{\text{انطلاق}}$: ارتفاع موضع الانطلاق وحدة المتر (m). $h_{\text{وصول}}$: ارتفاع موضع الوصول وحدة المتر (m).	$\boxed{W_{AB}(F) = F.AB.\cos(\alpha)}$ $W_{AB}(F)$: عمل القوة F وحدة الجول (J) F: شدة القوة F وحدة النيوتن (N) AB: المسافة بين الموضعين A و B وحدة المتر (m). α: هي الزاوية المباشرة المحصورة بين شعاع القوة F و AB

عمل محرك ⟸ $W_{AB}(F) > 0$

عمل مقاوم ⟸ $W_{AB}(F) < 0$

عمل معدوم (القوة لا تعمل) ⟸ $W_{AB}(F) = 0$

إيجاد وحدة بعض المقادير الفيزيائية بالتحليل البعدي.

• ثابت الجذب الكوني G حيث: $F_{T/S} = G.\frac{M_T.m_S}{(R_T+h)^2}$

$$F_{T/S} = G.\frac{M_T.m_S}{(R_T+h)^2} \Rightarrow G = F_{T/S}.\frac{(R_T+h)^2}{M_T.m_S}$$

$$\Rightarrow [G] = [F_{T/S}].\frac{[R_T+h]^2}{[M_T].[m_S]}$$

$$= [M].[L].[T]^{-2}.\frac{[L]^2}{[M].[M]}$$

$$[G] = [L]^3.[T]^{-2}.[M]^{-1}$$

إذن وحدة ثابت الجذب الكوني هي $(m^3.s^{-2}.kg^{-1})$

• ثابت الاحتكاك مع الهواء K في حالة السرعات الصغيرة، حيث: $f = K.v$

$$f = K.v \Rightarrow K = \frac{f}{v}$$

$$\Rightarrow [K] = \frac{[f]}{[v]} = \frac{[M].[L].[T]^{-2}}{[L].[T]^{-1}}$$

$$\Rightarrow [K] = [M].[T]^{-2}.[T]^{1}$$

$$[K] = [M].[T]^{-1}$$

إذن وحدة ثابت الاحتكاك K هي $(kg.s^{-1})$

• ثابت الاحتكاك مع الهواء K في حالة السرعات الكبيرة، $f = K.v^2$

$$f = K.v^2 \Rightarrow K = \frac{f}{v^2}$$

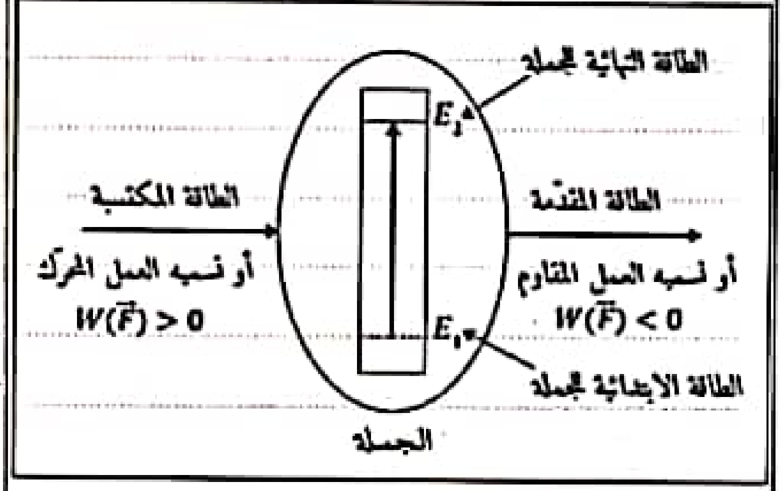
$$\Rightarrow [K] = \frac{[f]}{[v]^2} = \frac{[M].[L].[T]^{-2}}{[L]^2.[T]^{-2}}$$

$$= [M].[L].[L]^{-2}$$

$$[K] = [M].[L]^{-1}$$

إذن وحدة ثابت الاحتكاك K هي $(kg.m^{-1})$

جـ- كل ما يخص الحصيلة الطاقوية:



• يستعمل عمود واحد أو أكثر داخل الفقاعة حسب عدد أشكال الطاقات المتغيرة في الجملة.

-الجملة (جسم): عمود واحد لـ E_c.

-الجملة (جسم + أرض): عمودين لـ E_c و E_{pp}.

-الجملة (جسم + أرض + نابض): 3 أعمدة لـ E_c و E_{pp} و E_{pe}.

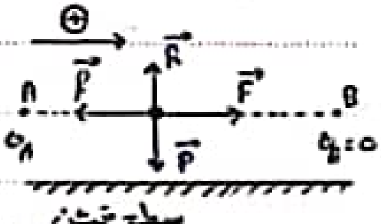
• في حالة عدم تغير شكل من أشكال الطاقة لا نرسم العمود داخل الفقاعة (الفقاعة فارغة).

• مبدأ انحفاظ الطاقة: $\boxed{E_i + \sum W(\vec F) = E_f}$

د/ دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي و المستوي المائل بالاعتماد على مبدأ انحفاظ الطاقة

1) على المستوي الأفقي

- تمثيل القوى المؤثرة.



$W_{AB}(\vec P) = 0\,(J)$

$W_{AB}(\vec R) = 0\,(J)$

$W_{AB}(\vec F) = F.AB.\cos(0)$

$= F.AB > 0$

$W_{AB}(\vec f) = f.AB.\cos(180) = -f.AB$

- تمثيل الحصيلة الطاقوية.

- مبدأ انحفاظ الطاقة -

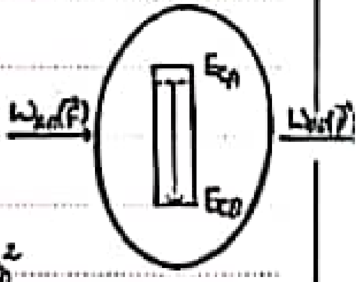
$E_{c_A} + W_{AB}(\vec F) + W_{AB}(\vec f) = E_{c_B}$ ^{0}

$\frac{1}{2}.m.v_A^2 + F.AB - f.AB = 0$

$F.AB = f.AB - \frac{1}{2}.m.v_A^2$

$F = \frac{f.AB}{AB} - \frac{1}{2}.\frac{1}{AB}.m.v_A^2$

$F = f - \frac{1}{2AB}.m.v_A^2$



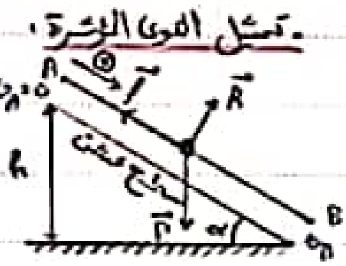
الجملة (جسم)

سعدبو عمار

سعدبو عمار

2) على المستوي المائل.

- تمثيل القوى المؤثرة.



$W_{AB}(\vec R) = R.AB.\cos(90) = 0$

$W_{AB}(\vec f) = f.AB.\cos(180)$

$= -f.AB$

$\sin\alpha = \frac{h}{AB} \Rightarrow h = \sin\alpha . AB$

- تمثيل الحصيلة الطاقوية.

- مبدأ انحفاظ الطاقة -

$E_{c_A} + E_{pp_A} + W_{AB}(\vec R) + W_{AB}(\vec f) = E_{c_B} + E_{pp_B}$

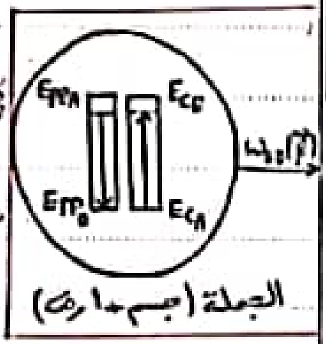
$m.g.h + 0 - f.AB = \frac{1}{2}.m.v_B^2$

$m.g(\sin(\alpha)) - f.AB = \frac{1}{2}.m.v_B^2$

$\Rightarrow v_B^2 = \frac{2}{m}(m.g.\sin(\alpha)) - \frac{2}{m}.f.AB$

$v_B^2 = 2g.\sin(\alpha) - \frac{2}{m}.f.AB$

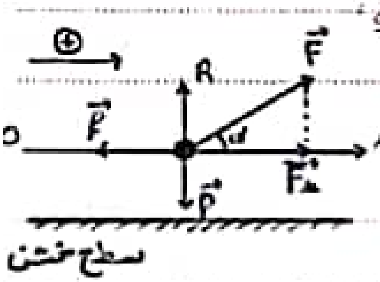
$\Rightarrow v_B = \sqrt{2g.\sin(\alpha) - \frac{2}{m}.f.AB}$



هـ- دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي و المستوي المائل بالاعتماد على القانون الثاني لنيوتن.

1) المستوي الأفقي

- تمثيل القوى المؤثرة.



$\cos(\alpha) = \frac{F_x}{F}$

$\Rightarrow F_x = F.\cos(\alpha)$

- الجملة المدروسة: جسم.

- المرجع: عطالي سطحي أرضي.

بتطبيق القانون II لنيوتن: $\sum \vec F_{ext} = m.\vec a$

$\vec P + \vec R + \vec f + \vec F = m.\vec a$

بالإسقاط على (ox): $0 + 0 - f + F_x = m.a$

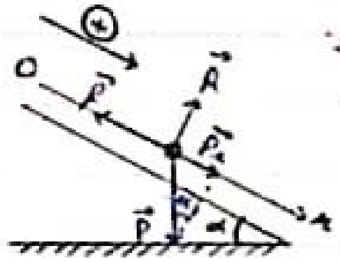
$-f + F.\cos(\alpha) = m.a$

$\Rightarrow a = \frac{F.\cos(\alpha) - f}{m} \Rightarrow a =$ ثابت

- طبيعة الحركة: بما أن a ثابت فالحركة م. متغيرة بانتظام.

- المعادلة التفاضلية للسرعة: $\boxed{\frac{dv}{dt} = \frac{F.\cos(\alpha) - f}{m}}$

- المعادلة التفاضلية للموضع: $\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F.\cos(\alpha) - f}{m}}$; $= \frac{d^2x}{dt^2}$



④ المستوى المائل:

- تمثيل القوى المؤثرة:

$$\sin(\alpha) = \frac{P_x}{P}$$

$$P_x = P.\sin(\alpha)$$

$$\Rightarrow P_x = m.g.\sin(\alpha)$$

- الجملة المدروسة: جسم.
- المرجع: عطالي سطحي أرضي.

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

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

بالإسقاط على المحور (Ox): $P_x + 0 - f = m.a$

$$m.g.\sin(\alpha) - f = m.a$$

$$a = \frac{m.g.\sin(\alpha) - f}{m} = \frac{m.g.\sin(\alpha)}{m} - \frac{f}{m}$$

$$\Rightarrow a = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} \Rightarrow a = \text{ثابت}$$

- طبيعة الحركة: بما أن a ثابت فالحركة مستقيمة متغيرة بانتظام.

- المعادلة التفاضلية للسرعة: $a = \frac{dv}{dt}$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}$$

- المعادلة التفاضلية للموضع:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}$$

✨ملخصات، دروس، تجميعات تمارين محلولة🎓Bac2022