

الجزء الأول :
الشغل الميكانيكي
والطاقة
الوحدة 3
5 - 6 س

الشغل والطاقة الحركية

Travail et l'énergie cinétique

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
السلام عليكم دروسه الله وبركاته
الأولى بكالوريا
الفيزياء

1- الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة :

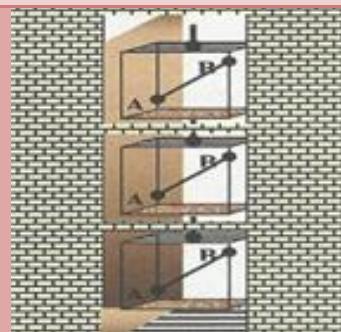
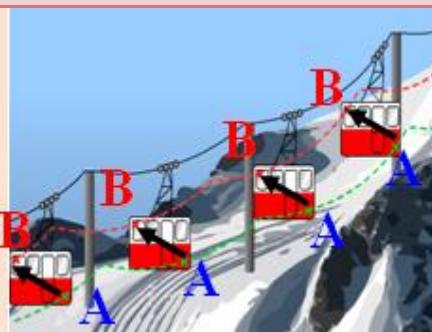
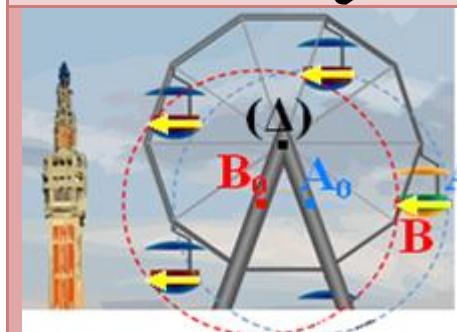
1-1- حركة الإزاحة :

نقول إن جسمًا في حركة إزاحة إذا حافظت متجهة \overrightarrow{AB} لنقطتين ما منه على نفس الاتجاه ونفس المنحى طيلة مدة الانتقال $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{Cte}$.

إزاحة دائرية : تكون مسارات كل نقطة الجسم دوائر مراكزها مختلفة ولها نفس الشعاع

إزاحة منحني : تكون مسارات كل نقطة الجسم منحنيات متوازية

إزاحة مستقيمية : تكون مسارات كل نقطة الجسم خطوطاً مستقيمية



2- حركة السقوط الحر :

نقول إن جسمًا في حركة سقوط حر إذا كان لا يخضع إلا لتأثير وزنه فقط .

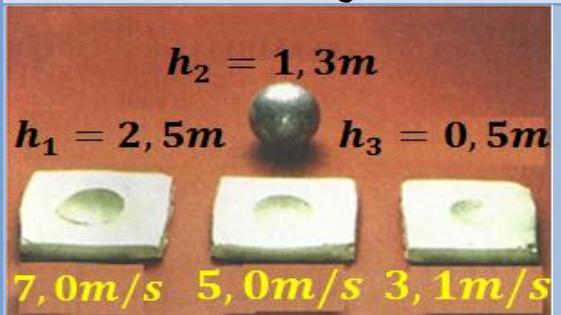
نستعمل أنبوب نيوتن للتخلص من تأثير الهواء ، فتسقط الأجسام المادية في الفراغ وفي نفس المكان ، وفق نفس الحركة .



ملحوظة :

نحرر ، من نفس الارتفاع ، ثلاثة كريات مختلفة الكتل لتسقط في كل مرة على قطعة عجينة جديدة فنلاحظ تزايد أثر الكريات على قطع العجين بسبب تزايد كتلها .

نطلق نفس الكريمة من ارتفاعات مختلفة ، لتسقط في كل مرة على قطعة عجينة جديدة فنلاحظ تزايد أثر الكريات على قطع العجين بسبب تزايد ارتفاع سقوط الكريمة .



أ- كيف تتغير قيمة السرعة التي تأخذها الكريمة مباشرة قبل اصطدامها بقطعة العجين مع تغير h ارتفاع سقوط الكريمة ؟

كلما ازدادت h كلما ازدادت V قيمة السرعة التي تأخذها الكريمة مباشرة قبل اصطدامها بقطعة العجين .

ب- قارن بين قيمة السرعة التي تأخذها الكريمة مباشرة قبل اصطدامها بقطعة العجين ودرجة تشويفه .

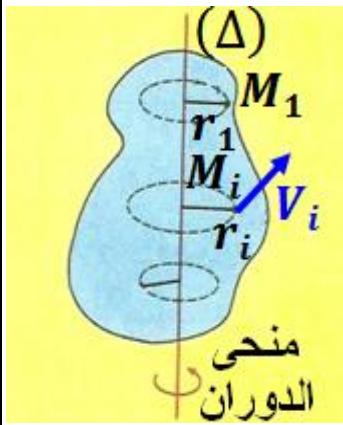
نلاحظ تزايد تشويف قطعة العجين بسبب تزايد السرعة V .

ج- قارن بين كتلة الكريمة ودرجة تشويه قطعة العجين .
نلاحظ تزايد تشويه قطعة العجين بسبب تزايد الكتلة m .

د- خلال سقوط الكريمة ينجز وزنها سغلا (\bar{P}) يجعلها تكتسب طاقة تؤدي إلى تشويه قطعة العجين .
 استنتاج ، كيفيا ، ارتباط الطاقة المكتسبة من طرف الكريمة مباشرة قبل اصطدامها بكتلتها وسرعتها .
 تتناسب الطاقة المكتسبة من طرف الكريمة اطراها مع كتلتها m وسرعتها V .

----- خلاصة -----

نسمى الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة ، كتلته m وسرعته V بالنسبة لجسم مرجعي ، المقدار : $E_C = \frac{1}{2} m \cdot V^2$ وحدتها في (ن ، ع) هي الجول J.



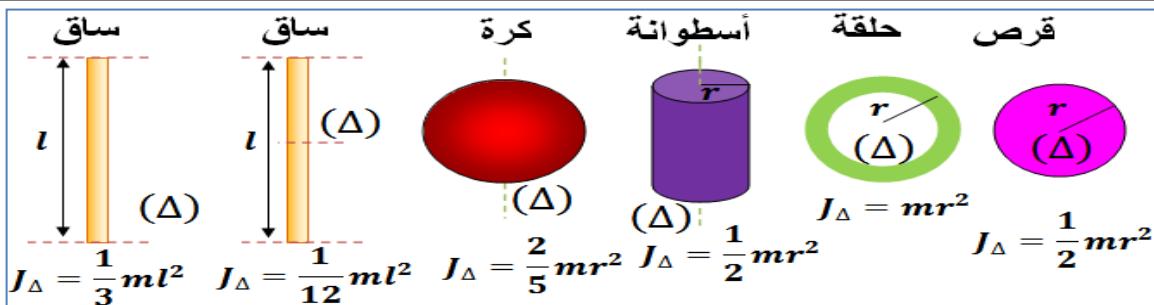
2- الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت :

نعتبر جسماً صلباً في حركة دوران حول محور ثابت (Δ) بسرعة زاوية ω .
 نعتبر نقطة M_i من الجسم الصلب ، كتلتها m_i توجد على مسافة r_i من المحور (Δ) وتدور بسرعة V_i حيث $V_i = r_i \cdot \omega$ ، فإنها تتتوفر على طاقة حركية $E_{C_i} = \frac{1}{2} m_i \cdot r_i^2 \cdot \omega^2$ أي $E_{C_i} = \frac{1}{2} m_i \cdot V_i^2$

نستنتج أن الطاقة الحركية للجسم الصلب هي $E_C = \sum E_{C_i} = \sum \frac{1}{2} m_i \cdot r_i^2 \cdot \omega^2$ نضع $J_\Delta = \sum m_i \cdot r_i^2$ يسمى عزم قصور الجسم بالنسبة للمحور (Δ) وهو يتعلق بالكتلة m_i والشعاع r_i وبتوزيع المادة المكونة له حول المحور (Δ)، ووحدته في (ن ، ع) هي $E_C = \frac{1}{2} J_\Delta \cdot \omega^2$. إذن $kg \cdot m^2$.

تعريف

تساوي الطاقة الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت (Δ) ، المقدار : $E_C = \frac{1}{2}J_{\Delta} \cdot \omega^2$ حيث (و) هي السرعة الزاوية اللحظية للجسم الصلب ، و J_{Δ} هو عزم قصوره بالنسبة للمحور (Δ) .

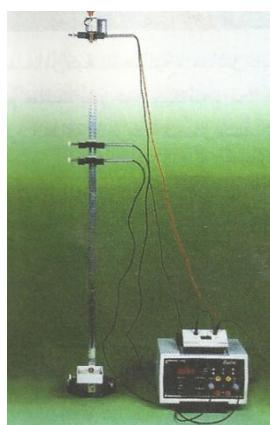


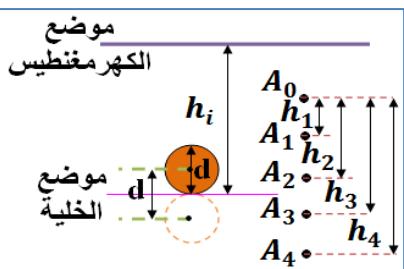
3- مبرهنة الطاقة الحركية:

3-1- حالة جسم صلب في سقوط حر بدون سرعة بدئية:

١-١-٣-نشاط :

يبقى الكهرومغناطيس الكريية (ذات الكتلة $m = 24g$) في الموضع الأعلى و عند فتح قاطع التيار تتحرك الكريية فتسقط بدون سرعة بدينية أمام المسطرة الرأسية المدرجة . يبدأ اشتغال الميقت عندما يجتاز الطرف الأسفل للكرة الشعاع الضوئي المنبعث من الخلية الكهرومغناطيسية ، ويتوقف عند اجتياز الطرف الأعلى للكرة هذا الشعاع . وبذلك يمكننا تعين المدة الزمنية Δt التي يستغرقها مرور الكريية أمام الخلية . وبالتالي يمكن حساب سرعتها بالعلاقة $V = \frac{d}{\Delta t}$ مع $d = 1,8\text{cm}$ قطر الكريية .

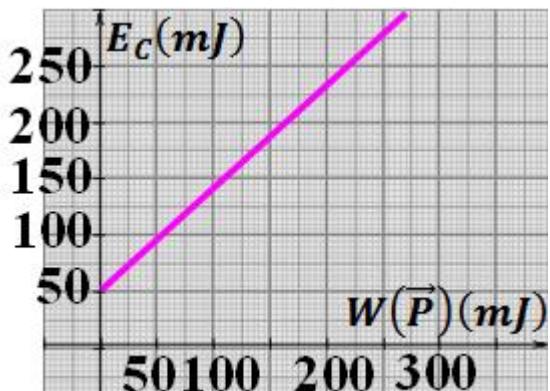




نختار النقطة M_1 بحيث تكون السرعة V_1 عند هذه النقطة غير منعدمة .
نغير ارتفاع السقوط h_i وذلك بتغيير موضع الخلية الكهرومغناطيسية .
أ- أتمم الجدول التالي بحيث $E_{C_i} = \frac{1}{2}m \cdot V_i^2$ و شغل وزن الكريمة
 $W_{A_1 \rightarrow A_i}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot A_1 A_i = m \cdot g \cdot (h_i - h_1)$ عندما ينتقل
مركز ثقلها من الموضع A_1 إلى الموضع A_i مع $g = 10 \text{ N/kg}$

A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	الموضع A_i
1,40	1,20	1,00	0,80	0,60	0,40	0,20	$h_i(m)$
3,48	3,70	4,05	4,48	5,18	6,38	8,70	$\Delta t(ms)$
5,17	4,86	4,44	4,02	3,47	2,82	2,07	$V_i(m/s)$
0,321	0,283	0,237	0,194	0,144	0,095	0,051	$E_{C_i}(J)$
0,288	0,240	0,192	0,144	0,096	0,048	0	$W_{A_1 \rightarrow A_i}(\vec{P})(J)$

ب- مثل المنحنى $E_C = f(W(\vec{P}))$ الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية للكريمة بدلالة شغل وزنها .



ج- ماذا يمثل الإحداثي عند الأصل للمستقيم المحصل عليه ؟
الإحداثي عند الأصل يمثل E_{C_1} الطاقة الحركية للكريمة عند مرورها من الموضع A_1 .

د- حدد مبيانيا قيمة المعامل الموجة للمنحنى .
المنحنى عبارة عن دالة تألفية تكتب على شكل :

$$W(\vec{P}) = 0 \text{ عند } E_C = \alpha \cdot W(\vec{P}) + \beta$$

$$E_C(0) = E_{C_1} = \alpha \times 0 + \beta = \beta$$

$$\beta = E_{C_1} = 0,051 \text{ J} \quad \text{إذن}$$

$$\text{ولدينا } E_C = W(\vec{P}) + E_{C_1} \quad \text{إذن } \alpha = \frac{E_C - E_{C_1}}{W(\vec{P})} = \frac{0,095 - 0,051}{0,048} \approx 1$$

ه- استنتاج العلاقة بين تغير الطاقة الحركية ΔE_C للكريمة وشغل وزنها .
 $\Delta E_C = W(\vec{P})$ أي $E_C - E_{C_1} = W(\vec{P})$ وبالتالي :

لدينا 2-1-3 خلاصة :

يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب أثناء سقوطه الحر وبدون سرعة بدئية ، بين لحظتين t_1 و t_2 ، شغل القوة الوحيدة (وزنه \vec{P}) المطبقة على هذا الجسم بين هاتين اللحظتين :

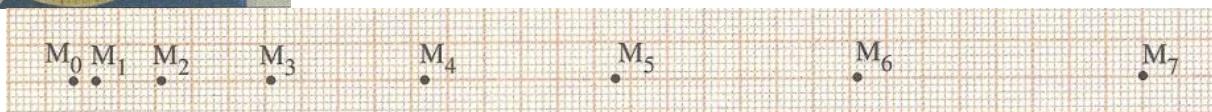
$$\Delta E_C = \frac{1}{2}m \cdot V_2^2 - \frac{1}{2}m \cdot V_1^2 = W_{1 \rightarrow 2}(\vec{P})$$

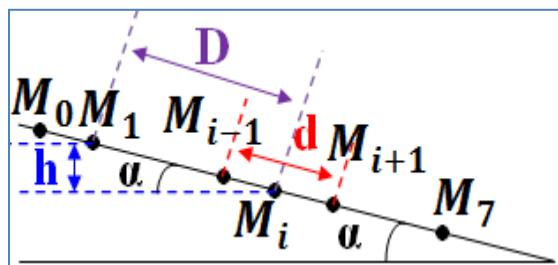
2-3 حالة جسم صلب في حركة ازاحة مستقيمية :

3-1-2-3 نشاط :

نضع حاملا ذاتيا كنته $m = 732 \text{ g} = 732 \text{ g}$ فوق منضدة مائلة بزاوية 10° بالنسبة للمستوى الأفقي .

نطلق الحامل الذاتي بدون سرعة بدئية ونسجل مواضع مركز قصوره خلال مدد زمنية متساوية ومتتالية $\tau = 60 \text{ ms}$.





نختار النقطة M_1 من المسار بحيث تكون السرعة V_1 عند هذه النقطة غير منعدمة

أ- اجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي .

المجموعة المدرستة : {الحامل الذاتي} .

جرد القوى : \vec{P} وزنه و \vec{R} تأثير السطح .

ب- احسب قيمة السرعة V_1 واستنتج الطاقة الحرارية

$$V_1 = \frac{M_0 M_1}{2\tau} = \frac{1,2 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,1 m \cdot s^{-1}$$

$$E_{C_1} = \frac{1}{2} m \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} \times 0,732 \times (0,1)^2 = 3,66 \cdot 10^{-3} J$$

ج- أوجد تعبير الطاقة الحرارية للمنتحر E_{C_1} بدلالة المسافة

$$E_{C_1} = \frac{1}{2} m \cdot V_i^2 = \frac{1}{2} m \cdot \left(\frac{M_{i-1} M_{i+1}}{2\tau} \right)^2 = \frac{1}{2} m \cdot \left(\frac{d}{2\tau} \right)^2$$

د- أوجد تعبير شغل وزن الحامل الذاتي (\vec{P}) بدلالة المسافة

$$W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_1 - z_i) = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot D \cdot \sin \alpha$$

ه- استنتاج $\sum W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{F})$ مجموع أشغال القوى التي يخضع لها الحامل الذاتي .

بما أن الاحتكاكات مهملة فإن $W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{R}) = 0$ إذن $W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{P}) = 0$ و- أتمم ملأ الجدول .

M_6	M_5	M_4	M_3	M_2	M_1	الموضع
7,2	5,9	4,7	3,6	2,4	1,2	المسافة ($1^{-2} m$)
10,4	7,1	4,5	2,4	0,9	0	المسافة ($1^{-2} m$)
131,76	88,47	56,14	32,94	14,64	3,66	$E_{C_1} (10^{-3} J)$
132,19	90,25	57,20	30,51	11,44	0	$W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{P}) (10^{-3} J)$

ز- مثل المنحنى $E_C = f(W(\vec{P}))$ و اكتب معادلته ثم استنتاج

العلاقة بين تغير الطاقة الحرارية ΔE_C و $\sum W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{F})$.

انظر جانبه ، المنحنى عبارة عن دالة تألفية تكتب على شكل :

$$W(\vec{P}) = 0 \text{ عند } E_C = \alpha \cdot W(\vec{P}) + \beta \text{ لدينا}$$

$$E_C(0) = E_{C_1} = \alpha \times 0 + \beta = \beta$$

$$\beta = E_{C_1} = 3,66 \cdot 10^{-3} J \text{ إذن}$$

$$\alpha = \frac{E_C - E_{C_1}}{W(\vec{P})} = \frac{14,64 - 3,66}{11,44} \approx 1 \text{ ولدينا}$$

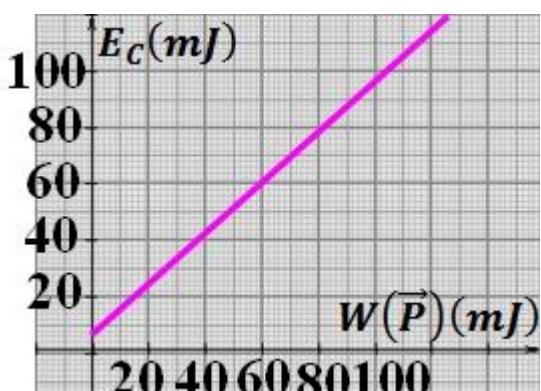
$$E_C - E_{C_1} = W(\vec{P}) \text{ أي } E_C = W(\vec{P}) + E_{C_1}$$

$$\Delta E_C = \sum W_{M_1 \rightarrow M_i}(\vec{F}) \text{ إذن } \Delta E_C = W(\vec{P})$$

وبالتالي : 2-2-3 خلاصة :

في معلم غاليلي ، يساوي تغير الطاقة الحرارية لجسم صلب في إزاحة مستقيمية بين لحظتين t_1 و t_2 ، مجموع أشغال كل القوى الخارجية المطبقة عليه بين هاتين اللحظتين . ويعبر عن هذه النتيجة في حالة انتقال مركز القصور للجسم الصلب من موضع A إلى موضع B بالعلاقة :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} m \cdot V_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot V_A^2 = \sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_{ext})$$



3-3- حالة جسم صلب في دوران حول محور ثابت :

تحقق النتيجة السابقة كذلك في حالة دوران جسم صلب حول محور ثابت ، حيث يساوي تغير الطاقة الحركية ، المجموع الجبري لأشغال كل القوى المطبقة عليه .

ويعبر عنها عندما تنتقل السرعة الزاوية للجسم من القيمة ω_1 إلى القيمة ω_2 بالعلاقة :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \omega_2^2 - \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \omega_1^2 = \sum W_{1 \rightarrow 2} (\vec{F}_{ext})$$

3-4- نص مبرهنة الطاقة الحركية :

في معلم غاليلي ، يساوي **تغير الطاقة الحركية** لجسم صلب غير قابل للتشویه في إزاحة أو دوران حول محور ثابت ، بين لحظتين t_1 و t_2 ، المجموع الجبري لأشغال كل القوى الخارجية المطبقة عليه بين هاتين اللحظتين . ويعبر عن هذه المبرهنة بالعلاقة التالية :

$$\Delta E_C = E_{C_2} - E_{C_1} = \sum W_{1 \rightarrow 2} (\vec{F}_{ext})$$

ملحوظة :

عند تطبيق مبرهنة الطاقة الحركية يجب اتباع المراحل التالية :

- تحديد المجموعة المدروسة .
- تحديد الجسم المرجعي (معلم غاليلي) .
- تحديد الحالة البدئية والحالة النهائية للانتقال .
- جرد القوى الخارجية المطبقة على المجموعة خلال الانتقال .
- حساب شغل كل قوة خلال الانتقال .
- تطبيق مبرهنة الطاقة الحركية مع اعتبار حالة حركة المجموعة (إزاحة أو دوران) .