

الكفايات المستهدفة:

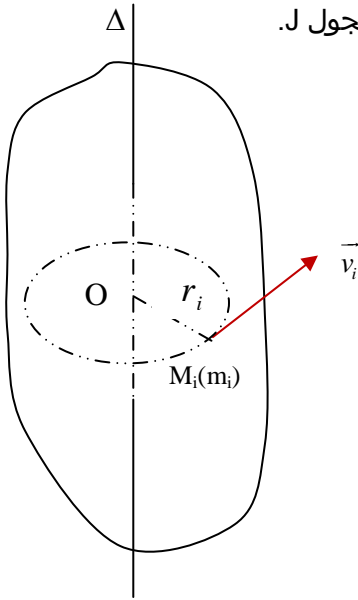
- ❖ معرفة تعبير الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة ووحدها.
- ❖ معرفة تعبير الطاقة الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت.
- ❖ معرفة وحدة عزم القصور.
- ❖ معرفة نص مبرهنة الطاقة الحركية في الحالتين :
 - إزاحة جسم صلب.
 - دوران جسم صلب حول محور ثابت.
- ❖ تطبيق مبرهنة الطاقة الحركية في الحالتين.

1- تعريف الطاقة الحركية :

1-1 حالة الإزاحة :

عند لحظة معينة وفي معلم معين ، تساوي الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة جداء نصف كتلته و مربع السرعة

لإحدى نقطه. $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ m بوحدة kg v بوحدة m/s و E_c بوحدة الجول J.



2-1 حالة الدوران :

نعتبر جسما صلبا في حالة دوران حول محور ثابت Δ ،

تعبير طاقة حركة نقطة مادية M_i كتلتها m_i وسرعتها v_i هو :

$$E_{ci} = \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

النقطة M_i تبعد عن المحور Δ بالمسافة $OM_i = r_i$.

حركة M_i دائرية ، تعبير سرعتها اللحظية $v_i = r_i \omega$.

تساوي الطاقة الحركية للجسم مجموع الطاقات الحركية للنقط M_i .

$$E_c = \sum \left(\frac{1}{2} m_i (r_i \omega)^2 \right) = \sum \left(\frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2 \right) \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} \omega^2 \sum (m_i r_i^2)$$

ω هي نفسها بالنسبة لكل النقط وهي السرعة الزاوية لدوران الجسم : $\omega = \omega_i$

$$E_c = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$$

نضع $J_\Delta = \sum m_i r_i^2$ فتصبح العلاقة كالتالي :

نسمي J_Δ عزم قصور الجسم بالنسبة للمحور Δ . وهو مقدار يتعلق بكيفية توزيع كتلة الجسم حول Δ .

وحدته في النظام العالمي للوحدات : $kg.m^2$

2- مبرهنة الطاقة الحركية :

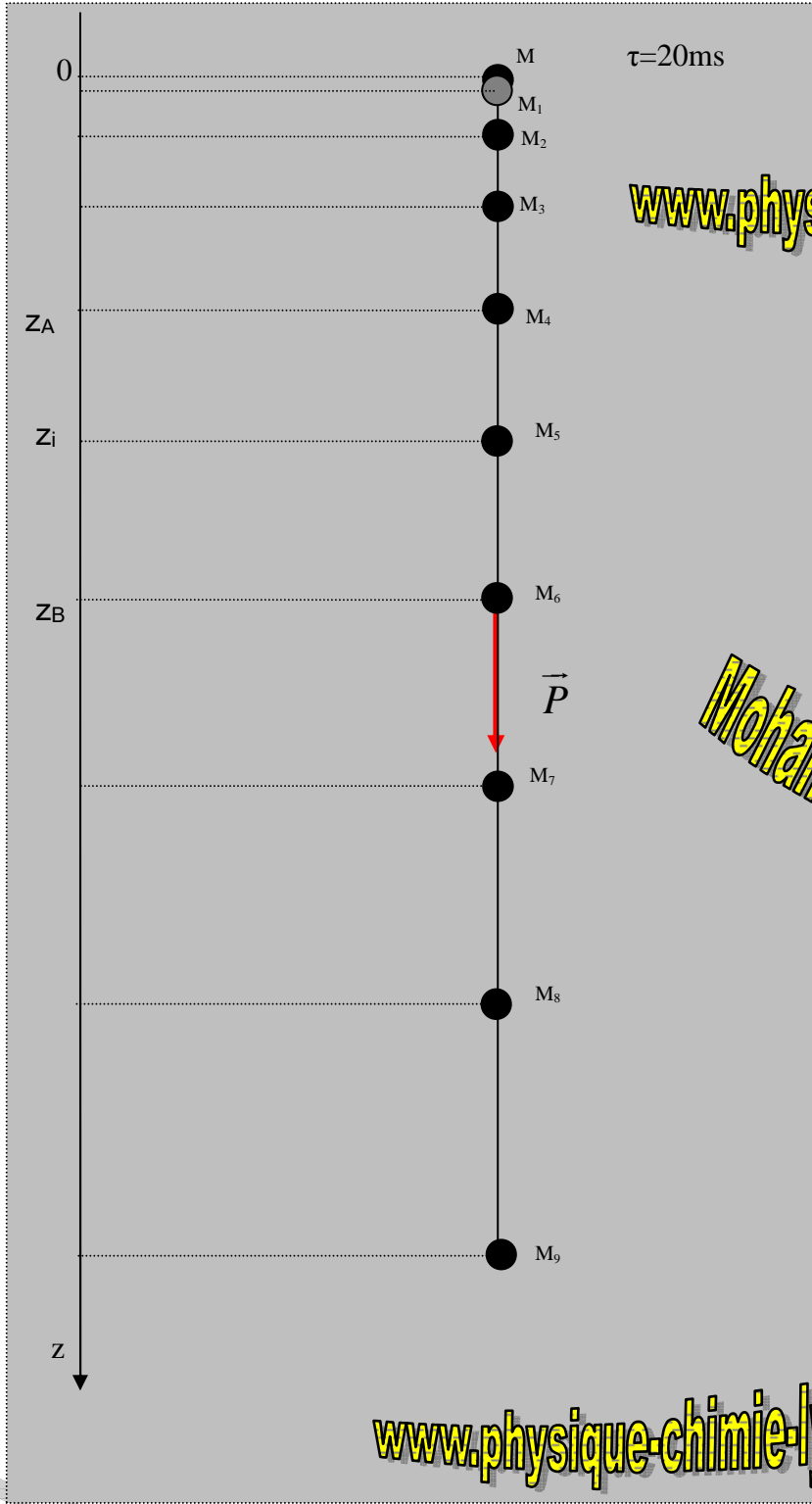
1-1 السقوط الحر :

1-1-1 تعريف :

نسمي السقوط الحر حركة جسم صلب تحت تأثير وزنه فقط.

2-1-1 تجربة :

نرسل كرية صغيرة كتلتها $m=400g$ في سقوط حر بدون سرعة بدئية من على ارتفاع معين من سطح الأرض ونأخذ لها صورا في مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 40ms$. فنحصل على الوثيقة التالية بالسلم 1/1 :



نملا الجدول التالي :

M_i	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}
z_i (cm)												
$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$ (ms ⁻¹)												
$Ec_i = \frac{1}{2}mv_i^2$ (J)												
mgz_i (J)												

نمثل المبيان ($mgz_i = Ec_i$).

3-1-1 استنتاج :

الدالة $Ec_i = f(mgz_i)$ خطية . من المبيان وبين أي وضعيتين A و B لمركز قصور الكرية يمكن كتابة العلاقة التالية :

$$Ec_B - Ec_A = mgz_B - mgz_A$$

$$Ec_B - Ec_A = mg(z_B - z_A)$$

تعبير شغل الوزن بين A و B :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -mg(z_A - z_B)$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = mg(z_B - z_A)$$

أضيفت الإشارة (-) في تعبير شغل الوزن لأن المحور Oz موجه نحو الأسفل .

$$Ec_B - Ec_A = W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$$
 نستنتج العلاقة :

في حالة السقوط الحر ، تغير الطاقة الحركية بين كل موضعي يساوي شغل وزن الجسم بين هذين الموضعين.

2-1 حركة جسم صلب على مستوى مائل :

نطلق حاملا ذاتيا كتلته $m=600g$ على طاولة مائلة بالنسبة للمستوى الأفقي.

نلاحظ أنه يقوم بحركة إزاحة مستقيمة تحت تأثير قوتين :

وزنه \vec{P} و \vec{R} تأثير الطاولة عليه بحيث $\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$. (أنظر الشكل 1)

المتجهة \vec{F} لها نفس اتجاه ونفس منحى متجهة تغير كمية

الحركة Δp . إذن \vec{F} لها نفس اتجاه ومنحى الحركة.

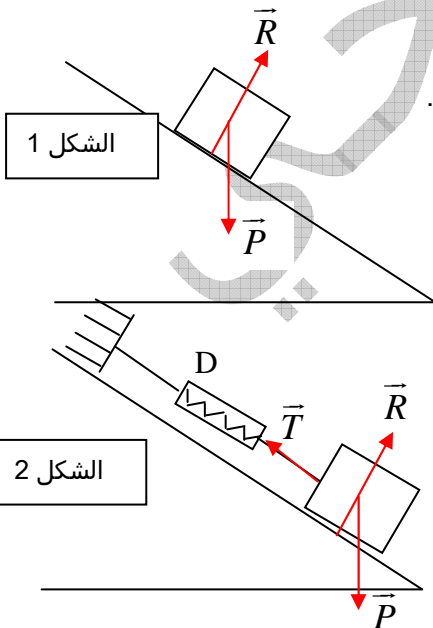
لقياس الشدة F نثبت الحامل الذاتي إلى دينامومتر D

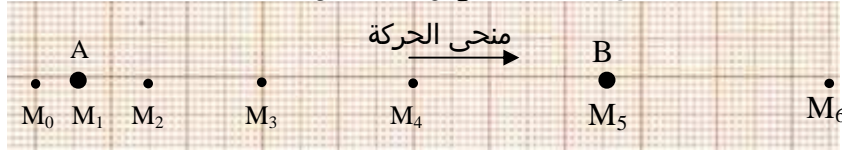
(أنظر الشكل 2). الحامل الذاتي في حالة توازن، إذن :

$$\vec{F} + \vec{T} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \quad \text{نستنتج : } F = T$$

الشدة T أو F تقرأ مباشرة على الدينامومتر.

أثناء تجربة تسجيلها ممثل في الشكل التالي حيث $\tau = 20ms$





حساب السرعتين اللحظيتين v_1 و v_2 عند النقطتين A و B :

$$v_A = \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{1,50 \cdot 10^{-2} m}{2 \times 20 \cdot 10^{-3} s} = 3,75 m/s$$

$$v_B = \frac{M_4 M_6}{2\tau} = \frac{5,5 \cdot 10^{-2} m}{2 \times 20 \cdot 10^{-3} s} = 13,75 m/s$$

فرق الطاقة الحركية بين الموضعين A و B :

$$\begin{aligned} \Delta E_c &= E_{c_B} - E_{c_A} = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 10^{-3} \cdot (13,75)^2 - \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 10^{-3} \cdot (3,75)^2 \\ \Delta E_c &= 52,5 J \end{aligned}$$

أعطى الدينامومتر قيمة $F = 7,3 N$. نفترض أن شدة F تبقى نفسها أثناء السكون والحركة.

حساب شغل القوة \vec{F} بين A و B :

$$W = \vec{F} \cdot \vec{AB} = 7,3 \times 7 \cdot 10^{-2} = 51,5 J$$

نستنتج تجريبيا العلاقة : $E_{c_B} - E_{c_A} = W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$

في حالة الحركة على سطح مائل، تغير الطاقة الحركية بين كل موضعين يساوي شغل مجموع القوى $\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$ المطبقة بين هذين الموضعين.

3-1 تعميم : نص مبرهنة الطاقة الحركية :

في حالة السقوط الحر $E_{c_B} - E_{c_A} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$ و $\sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$

نستنتج العلاقة $E_{c_B} - E_{c_A} = \sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$

في حالة الحركة على مستوى مائل : $E_{c_B} - E_{c_A} = W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$

$$\sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$$

$$\sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R})$$

نستنتج العلاقة $E_{c_B} - E_{c_A} = \sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$

يساوي فرق الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة بين الموضعين A و B لمركز قصوره مجموع

أشغال القوى الخارجية المطبقة عليه : $E_{c_B} - E_{c_A} = W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_{ext}) \Rightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_{ext})$

في حالة حركة الدوران لجسم صلب حول محور ثابت بين الوضعيتين (1) و (2) :

$$E_{c_2} - E_{c_1} = \sum W_{1 \rightarrow 2}(\vec{F}_{ext}) \Rightarrow \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega_2^2 - \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega_1^2 = \sum W_{1 \rightarrow 2}(\vec{F}_{ext})$$

حيث ω_1 و ω_2 على التوالي السرعة الزاوية البدئية والسرعة الزاوية النهائية.

شغل القوى الخارجية هو الذي يغير الطاقة الحركية للجسم.

إذا كان شغل القوى الخارجية محركا ، الطاقة الحركية تزايد، وإذا كان مقاوما فإنها تتناقص.

يتم انتقال الطاقة بسبب شغل القوى الخارجية : نقول إن الشغل الميكانيكي شكل من أشكال انتقال الطاقة.