

2. حالة جسم صلب في إزاحة مستقيمة

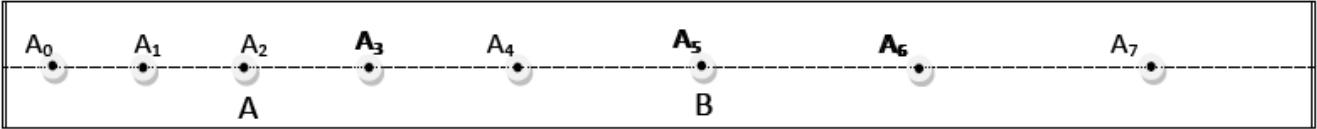
تجزئ التركيب التجريبي الممثل جانبه أنظر الشكل :

نطلق الحامل الذاتي كتلته $m=0,695\text{kg}$ من فوق المنصدة

مائلة بزاوية $\alpha = 10^\circ$ بدون سرعة بدئية وبدون احتكاك فينزلق

، ونسجل مواضع مركز قصوره G خلال مدد زمنية متتالية

ومتساوية $\tau = 40\text{ms}$ (أنظر التسجيل)



✓ أجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي

✓ أكتب تعبير شغل كل قوة عندما ينتقل مركز قصور الحامل الذاتي من الموضع M_i (A=A_2) إلى الموضع M_{i+1}

$$\sum W_{M_i \rightarrow M_{i+1}}(\vec{F}) \quad (B=A_5) \quad \text{ثم استنتج}$$

✓ أحسب الطاقة الحركية في الموضعين M_i و M_{i+1} ثم استنتج $\Delta E_c = E_c(M_{i+1}) - E_c(M_i)$

✓ قارن $\Delta E_c = E_c(M_{i+1}) - E_c(M_i)$ و $\sum W_{M_i \rightarrow M_{i+1}}(\vec{F})$ ماذا تستنتج؟

✓ عمم النتيجة

الأجوبة

يخضع الجسم S (الحامل الذاتي) إلى :

\vec{R} تأثير السطح

\vec{P} وزن الحامل الذاتي

شغل القوة \vec{R} $W(\vec{R}) = 0j$ لأن الحركة تتم بدون احتكاك
شغل \vec{P}

$$W(\vec{P}) = mgh = mgAB\sin\alpha$$

حيث $\sin\alpha = \frac{10}{91}$ و

$$W(\vec{P}) = 10,8 \cdot 10^{-2}j$$

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

حساب الطاقة الحركية في الموضعين $M_{i+1}=B$ و $M_i=A$

$$E_c(A) = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{A_1A_2}{2\tau}\right)^2 = \dots J \quad \text{عند الموضع A}$$

$$E_c(B) = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{A_4A_5}{2\tau}\right)^2 = \dots J \quad \text{عند الموضع B}$$

مقارنة $\Delta E_{c_{A \rightarrow B}} = E_c(A) - E_c(B)$ و $\sum W_{A \rightarrow B} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = mgAB\sin\alpha$

من خلال النتائج التجريبية نلاحظ أن $\Delta E_{c_{A \rightarrow B}} \approx \sum W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$

خلاصة (تعميم)

في معلم غاليلي يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة مستقيمة بين لحظتين مجموع أشغال كل القوى الخارجية المطبقة عليه بين هاتين اللحظتين .

يعبر عن هذه النتيجة في حالة انتقال مركز قصور الجسم الصلب من الموضع M_i إلى الموضع M_{i+1} بالعلاقة

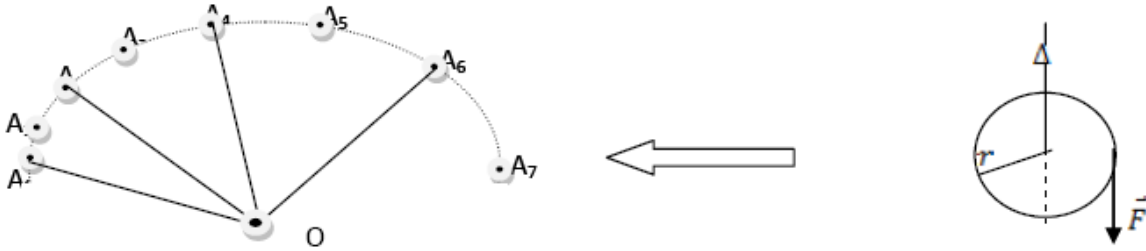
$$\Delta E_c = E_c(M_{i+1}) - E_c(M_i) = \sum W_{M_i \rightarrow M_{i+1}}(\vec{F})$$

3. حالة جسم صلب في دوران حول محور ثابت

أ. استغلال النشاط التجريبي ص 40 المسار

ينجز قرص متجانس كتلته $m=1,15kg$ و شعاعه r حركة دوران حول محور (Δ) ثابت تحت تأثير قوة \vec{F} شدتها ثابتة

$$F = 1,2N$$

أنظر الشكل (التسجيل المحصل عليه بسلم حقيقي و $T = 40ms$)

✓ ماهي طبيعة الحركة؟

✓ أجرد القوى المطبقة على القرص ثم احسب شغل كل منهما بين الموضعين A_1 و A_4 واستنتج✓ أحسب الطاقة الحركية في الموضعين A_2 و A_4 ثم استنتج $\Delta E_c = E_c(A_4) - E_c(A_2)$ ✓ قارن $\Delta E_c = E_c(A_4) - E_c(A_2)$ و $\sum W_{A_2 \rightarrow A_4}(\vec{F})$ ماذا تستنتج؟

✓ عمم النتيجة

الإجابة✓ الزاوية التي تكتسحها النقطة A خلال نفس المدة الزمنية غير ثابتة اذن الحركة دائرية غير منتظمة

✓ جرد القوى

 \vec{P} وزن القرص \vec{R} تأثير المحور \vec{F} القوة المسؤولة عن دوران القرص

✓ حساب شغل القوى المطبقة على القرص

لأن خطأ تأثيرهما يقطعان محور الدوران $W(\vec{P}) = W(\vec{R}) = 0$

$$W_{A_2 \rightarrow A_4}(\vec{F}) = \mathcal{M}_A(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$$

$\Delta\theta$ الزاوية التي تكسحها النقطة A بين الموضعين A_2 و A_4 يتم تحديدها بالاعتماد على المنقلة

$$\vec{F} \text{ عزم القوة } \mathcal{M}_A(\vec{F}) = +F \cdot r$$

✓ حساب تغير الطاقة الحركية بين الموضعين A_2 و A_4

أولا نحسب السرعة الزاوية في الموضعين A_2 و A_4 بالاعتماد على طريقة التآطير

$$w_4 = \frac{\theta_5 - \theta_3}{2\pi} \quad \text{و} \quad w_2 = \frac{\theta_3 - \theta_1}{2\pi}$$

حساب الطاقة الحركية في:

$$E_c(A_2) = \frac{1}{2} J_\Delta w_2^2 \quad \text{الموضع } A_2$$

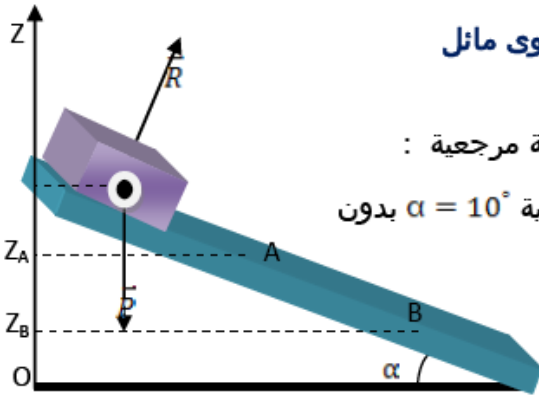
$$E_c(A_4) = \frac{1}{2} J_\Delta w_4^2 \quad \text{الموضع } A_4$$

$$\Delta E_{c_{A_2 \rightarrow A_4}} = \frac{1}{2} J_\Delta (w_4^2 - w_2^2) \quad \text{تغير الطاقة الحركية بين الموضعين } A_2 \text{ و } A_4$$

استنتاج

من خلال النتائج المحصل عليها نستنتج

$$\Delta E_c = E_c(A_4) - E_c(A_2) = \frac{1}{2} J_\Delta w_4^2 - \frac{1}{2} J_\Delta w_2^2 = \sum W_{A_2 \rightarrow A_4}(\vec{F})$$



ب. حالة جسم صلب ينزلق بدون احتكاك فوق مستوى مائل
الدراسة التجريبية

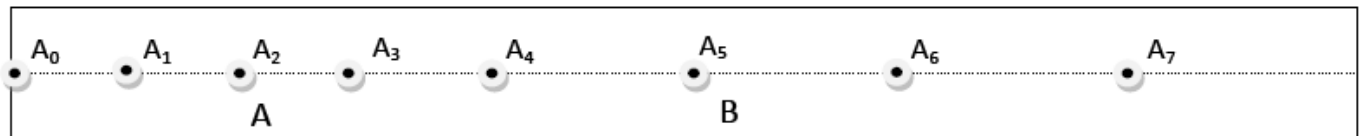
تنجز التركيب التجريبي الممثل جانبه أنظر الشكل نعتبر الموضع O كحالة مرجعية :
نطلق الحامل الذاتي كتلته $m=0,695kg$ من فوق المنصدة مائلة بزاوية $\alpha = 10^\circ$ بدون
سرعة بدئية وبدون احتكاك فينزلق ، ونسجل مواضع مركز قصوره G
خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 40ms$ (أنظر التسجيل

✓ أحسب الطاقة الحركية عند الموضعين A و B ثم استنتج $\Delta E_{cA \rightarrow B}$ ؟

✓ أحسب طاقة الوضع الثقالية عند الموضعين A و B ثم استنتج $\Delta E_{ppA \rightarrow B}$ ؟

✓ احسب الطاقة الميكانيكية عند الموضعين A و B ماذا تستنتج ؟

✓ ماذا نقول عن الطاقة الميكانيكية



الأجوبة

حساب الطاقة الحركية

عند الموضع A

$$E_{cA} = \frac{1}{2} \cdot mV_A^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{A_2 A_3}{2\tau} \right)^2 = 7,0810^{-2} J$$

عند الموضع B

$$E_c(B) = \frac{1}{2} \cdot m V_B^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{A_4 A_5}{2\tau} \right)^2 = 1,0910^{-2}$$

حساب طاقة الوضع الثقالية عند

$$E_{pp}(A) = 0,2J \quad \text{مع} \quad E_{pp}(A) = mgz_A \quad \text{الموضع A}$$

$$E_{pp}(B) = 0,11J \quad \text{مع} \quad E_{pp}(B) = mgz_B \quad \text{الموضع A}$$

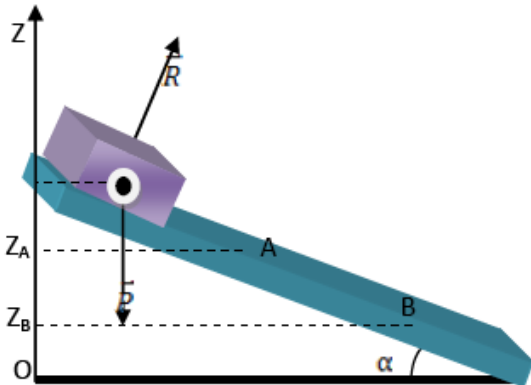
الطاقة الميكانيكية

$$E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A) \quad \text{عند الموضع A}$$

$$E_m(B) = E_c(B) + E_{pp}(B) \quad \text{عند الموضع B}$$

$$E_m(B) = E_m(A) = \text{ثابتة} \quad \text{نلاحظ}$$

استنتاج الطاقة الميكانيكية تحفظ في غياب الاحتكاكات



الدراسة النظرية

المجموعة المدروسة الحامل الذاتي

\vec{R} تأثير السطح

\vec{P} وزن الحامل الذاتي

يتنقل الحامل الذاتي من الموضع A بسرعة V_A إلى الموضع B بسرعة V_B

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين الموضعين A و B

$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum_i W_{AB}(\vec{F}_i)_{\text{ext}} = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R})$$

ما أن الاحتكاكات مهملة فإن $W(\vec{R}) = 0$

$$\Delta E_{PP_{A \rightarrow B}} = -W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) \quad \text{و نعلم أن}$$

$$E_c(B) - E_c(A) = -(E_{pp}(A) - E_{pp}(B))$$

$$E_c(B) + E_{pp}(B) = E_{pp}(A) + E_c(A)$$

و بالتالي:

$$E_m(A) = E_m(B)$$

تمرين 2 نمذجة حركة المتزحلق تتم بدون احتكاك

ينطلق متزحلق كتلته $m = 65\text{kg}$ من نقطة A بدون سرعة بدئية فوق مسار نصف دائري مركزيه I و شعاعه $R = 5\text{m}$ يوجد على ارتفاع $h = 2\text{m}$ من سطح الأرض.

باعتبار المستوى الافقي المار من النقطة B كحالة مرجعية

1 - أحسب الطاقة الميكانيكية للمتزحلق عند النقطة A و B استنتج سرعته عند النقطة B

2 - حدد موضع النقطة C التي يصلها المتزحلق بعد أن يتجاوز النقطة B

3 - بين أن حركة المتزحلق تدبذب بين موضعين قصويين اللذين يجب تحديدهما

4 - اقترح مبيانا يبين تغيرات الطاقة الحركية و طاقة الوضع الثقالية و الطاقة الميكانيكية بدلالة الزمن خلال حركة المتزحلق بين الموضعين القصويين

5 - حدد أنسوب المتزحلق الذي تتساوى فيه الطاقة الحركية و طاقة الوضع الثقالية

6 - ماهي السرعة البدئية اللازمة لكي يغادر المتزحلق السكة ويصل إلى ارتفاع $h_1 = 4\text{m}$ من النقطة C ثم استنتج سرعة السقوط على الأرض

7 - في الواقع السرعة عند النقطة B هي $V_B = 6\text{m/s}$ كيف تفسر ذلك ثم استنتج كمية الحرارة المبددة