

## الشغل والطاقة الحركية Le travail et l'énergie cinétique

### 1- الطاقة الحركية :

#### 1- الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة :

تسمى الطاقة الحركية الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة ، كتلته  $m$  وسرعته  $v$  بالنسبة لجسم مرجعي ، المقدار :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

(J) ← (kg) ← (m.s<sup>-1</sup>)

وحدة الطاقة الحركية في النظام العالمي للوحدات هي الجول (J) .

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

تساوي الطاقة الحركية الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت ( $\Delta$ ) ، بسرعة زاوية  $\omega$  ، المقدار :

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

(J) ← (kg.m<sup>2</sup>) ← (rad.s<sup>-1</sup>)

حيث  $J_{\Delta}$  عزم قصور الجسم بالنسبة للمحور ( $\Delta$ ) وهو مقدار يتعلق بكيفية توزيع كتلة الجسم حول المحور ( $\Delta$ ) . وحدته

في النظام العالمي للوحدات (kg.m<sup>2</sup>) .

صيغ عزم القصور لبعض الأجسام المتجانسة :

الجسم	قرص	حلقة	أسطوانة	ساق	ساق	كرة
عزم القصور $J_{\Delta}$	$J_{\Delta} = \frac{1}{2} m \cdot r^2$	$J_{\Delta} = m \cdot r^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{2} m \cdot r^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{12} m l^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{3} m l^2$	$J_{\Delta} = \frac{2}{5} m \cdot r^2$

## II-مبرهنة الطاقة الحركية :

### 1-حالة جسم صلب في حركة فوق مستوى مائل :

نطلق حاملا ذاتيا كتلته  $m = 0,7 \text{ kg}$  ، بدون سرعة بدئية ، من أعلى منضدة هوائية مائلة بزاوية  $\alpha = 10^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي . فينزلق بدون احتكاك .  
نسجل مواضع مركز قصوره  $G$  من خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية  $\tau = 60 \text{ ms}$  .  
نحصل على التسجيل التالي :



$G_0G_1$	$G_1G_2$	$G_2G_3$	$G_3G_4$	$G_4G_5$	$G_5G_6$	$G_6G_7$
0,3 cm	0,9 cm	1,5 cm	2,1 cm	2,7 cm	3,3 cm	3,9 cm

- دراسة التسجيل :

- 1-أحسب السرعة اللحظية للحامل الذاتي  $V_3$  عند الموضع  $G_3$  .
- 2- أحسب السرعة اللحظية للحامل الذاتي  $V_5$  عند الموضع  $G_5$  .
- 3-أحسب الطاقة الحركية للحامل الذاتي في الموضعين  $G_3$  و  $G_5$  .
- 4-أجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي أثناء انزلاقه .
- 5-أكتب تعبير شغل كل قوة عندما ينتقل مركز قصور الحامل الذاتي بين الموضعين  $G_3$  و  $G_5$  . استنتج  $\sum W_{G_3 \rightarrow G_5}(\vec{F})$  مجموع أشغال هذه القوى بين الموضعين  $G_3$  و  $G_5$  .
- 6-قارن  $\sum W_{G_3 \rightarrow G_5}(\vec{F})$  و  $\Delta E_C = E_{C5} - E_{C3}$  تغير الطاقة الحركية للحامل الذاتي بين الموضعين  $G_3$  و  $G_5$  .  
ماذا تستنتج ؟  
نعطي :  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

## التصحيح :

حساب السرعة اللحظية باستعمال علاقة التآطير التقريبية :  $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$  مع  $t_{i+1} - t_{i-1} = 2\tau$

$$v_3 = \frac{G_2G_4}{2\tau} = \frac{3,6 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad : v_3 \text{ عند الموضع } v_3$$

$$v_5 = \frac{G_4G_6}{2\tau} = \frac{6,0 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad : v_5 \text{ عند الموضع } v_5$$

3- حساب الطاقة الحركية  $E_{C3}$  و  $E_{C5}$  :

$$E_{C3} = \frac{1}{2} m \cdot v_3^2 = \frac{1}{2} \times 0,7 \times 0,3^2 = 3,15 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad : \text{في الموضع } G_3$$

$$E_{C5} = \frac{1}{2} m \cdot v_5^2 = \frac{1}{2} \times 0,7 \times 0,5^2 = 8,75 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad : \text{في الموضع } G_5$$

4- جرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي أثناء انزلاقه على المنزدة :

•  $\vec{R}$  : تأثير المنزدة الهوائية

•  $\vec{P}$  : وزن الحامل الذاتي

5- تعبير شغل كل قوة :

$$W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{R}) = \vec{R} \cdot \overrightarrow{G_3G_5} = 0$$

لأن  $\overrightarrow{G_3G_5} \perp \vec{R}$

$$W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{P}) = m \cdot g(z_3 - z_5)$$

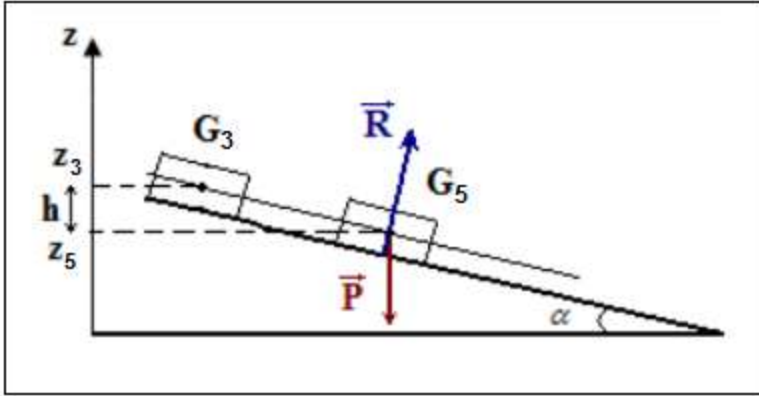
نضع :  $h = z_3 - z_5$  مع  $\sin \alpha = \frac{h}{G_3G_5}$

$$W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{P}) = m \cdot g \cdot G_3G_5 \cdot \sin \alpha \quad : \text{إذن}$$

$$W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{P}) = 0,7 \times 9,8 \times 4,8 \cdot 10^{-2} \sin(10^\circ) = 5,71 \cdot 10^{-2} \text{ J} \quad : \text{ت.ع.}$$

ومنه مجموع أشغال القوى هو :

$$\sum W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{F}) = W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{R}) + W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{P}) = 5,71 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$



6-تغير الطاقة الحركية :

$$\Delta E_C = E_{C5} - E_{C3} = 8,75.0^{-2} - 3,15.0^{-2} = 5,60.10^{-2} J$$

نستنتج أن :

$$\Delta E_C \approx \sum W_{G_3 \rightarrow G_5} (\vec{F})$$

2-نص مبرهنة الطاقة الحركية :

في معلم غاليلي ، يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة أو في دوران حول محور ثابت بين لحظتين ، المجموع الجبري لأشغال كل القوى المطبقة على هذا الجسم بين هاتين اللحظتين.

$$\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1} = \sum_i W_{1 \rightarrow 2} (\vec{F}_i)$$

في حالة الإزاحة :

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

في حالة الدوان :

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