

شغل و قدرة قوة

تمرين 1

شغل القوة \vec{F} يساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة و متجهة الانتقال:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = Fd \cos(\vec{F}, \vec{AB})$$

في الحالة 2	في الحالة 1
$(\vec{F}, \vec{AB}) = 18^\circ$	$(\vec{F}, \vec{AB}) = 0$
$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = Fd \cos 18^\circ$	$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = Fd \cos 0^\circ$
ت.ع. $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 2000 \times 300 \times 0,951$	ت.ع. $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 2000 \times 300 \times 1$
$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 5,7.10^5 J$	$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 6.10^5 J$

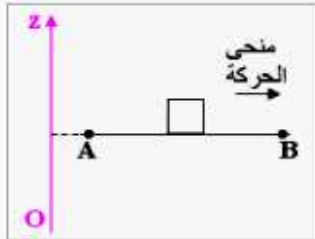
نلاحظ أن شغل القوة أكبر في الحالة 1 حيث تطبق القوة في اتجاه و منحى الانتقال.

تمرين 2

شغل وزن جسم صلب في مجال الثقالة المنتظم لا يتعلق بشكل المسار بل فقط بالموضعين البدئي A و النهائي B. باختيار محور (Oz) رأسي و موجه نحو الأعلى، تعبير شغل الوزن هو:

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

- حالة المسار الأفقي:

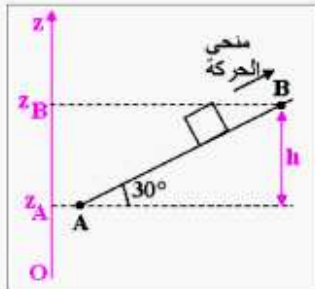


$$z_B = z_A$$

$$z_A - z_B = 0 \quad \text{أي:}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = 0 \quad \leftarrow$$

- حالة المسار المائل:



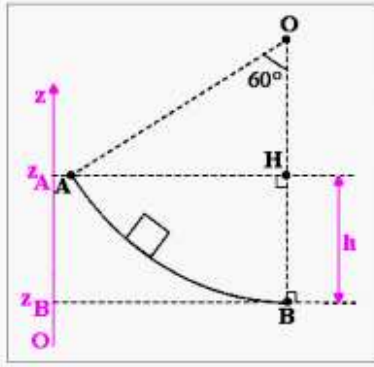
$$z_A - z_B = -h = -AB \cdot \sin \alpha$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -mg \cdot AB \cdot \sin \alpha \quad \leftarrow$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -10 \times 10 \times 1 \times \sin 30^\circ \quad \text{ت.ع.}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -50 J$$

في هذه الحالة للوزن شغل مقاوم.



- حالة المسار الدائري:

$$z_A - z_B = +h$$

$$h = OB - OH = r - r \cos \theta$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = +mgr.(1 - \cos \theta) \leftarrow$$

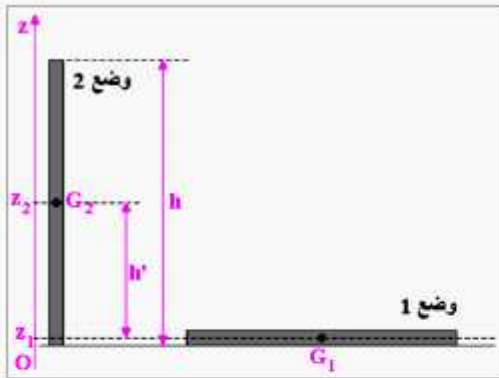
$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = +10 \times 10 \times 1 \times (1 - \cos 60^\circ) \text{ ت.ع.}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = +50 \text{ J}$$

في هذه الحالة للوزن شغل محرك.

تمرين 3

شغل وزن العمود في مجال الثقالة المنتظم لا يتعلق بشكل المسار بل فقط بالموضعين البدني 1 و النهائي 2 لمركز قصور العمود. باختيار محور (Oz) رأسي و موجه نحو الأعلى، تعبير شغل وزن



$$\text{العمود هو: } W_{1 \rightarrow 2}(\vec{P}) = mg(z_1 - z_2)$$

$$\text{حيث: } z_1 - z_2 = -h'$$

بإهمال قطر العمود أمام ارتفاعه لدينا:

$$h' = \frac{h}{2} \text{ (تطبق مع مركز التماثل)}$$

$$\text{وبالتالي: } W_{1 \rightarrow 2}(\vec{P}) = -mg \frac{h}{2}$$

بإهمال مقاومة الهواء و باعتبار الرافعة تحرك العمود بسرعة ثابتة فإن حسب مبدأ القصور شدة القوة التي تطبقها الرافعة على العمود مساوية لوزنه. والشغل المحرك الذي تنجزه الرافعة هو إذن:

$$W = +mg \frac{h}{2}$$

لتكن Δt مدة إنجاز هذا الشغل، قدرة الرافعة لإنجاز هذا الشغل هي: $\mathcal{P} = \frac{W}{\Delta t}$

$$\mathcal{P} = \frac{mgh}{2\Delta t} \text{ وبالتالي:}$$

$$\mathcal{P} = \frac{190 \times 10 \times 6}{2 \times 60} \text{ ت.ع.}$$

$$\mathcal{P} = 95 \text{ W} \leftarrow$$

تمرين 4

1- صيبب الماء اللازم نظريا:
إذا لم تؤخذ بعين الاعتبار القدرة المبددة بفعل قوى الاحتكاك، فإن القدرة النافعة \mathcal{P} تساوي القدرة المستهلكة \mathcal{P}_a أي قدرة وزن الماء الذي يسقط ويدير العنفتر مردود نظري يساوي 100%:

$$\mathcal{P} = \mathcal{P}_a = \frac{W(P)}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t}$$

حيث m كتلة الماء الذي يسقط خلال المدة Δt .

ثم باعتبار العلاقة بين الكتلة والكتلة الحجمية: $m = \rho V$ حيث V حجم الماء الذي يسقط خلال المدة Δt .

$$\mathcal{P} = \frac{\rho Vgh}{\Delta t} \quad \text{نستنتج:}$$

$$\mathcal{D} = \frac{V}{\Delta t} \quad \text{وعلما أن صيبب الماء هو:}$$

$$\mathcal{D} = \frac{\mathcal{P}}{\rho gh} \quad \text{فإن بالتالي:}$$

ت.ع. نحول الميغاواط إلى الواط: $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

$$\mathcal{D} = 13,33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \leftarrow \mathcal{D} = \frac{1,2 \cdot 10^8}{1000 \times 10 \times 900}$$

$$\mathcal{D} = 800 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \leftarrow \mathcal{D} = 13,33 \times 60 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \quad \text{أي:}$$

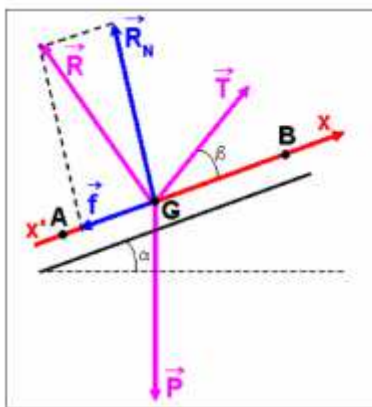
2- الصيبب الفعلي:

$$\mathcal{P}_a = \frac{100}{80} \mathcal{P} \quad \text{أي:} \quad \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_a} = \frac{80}{100}$$

$$\mathcal{D}' = \frac{100}{80} \times \mathcal{D} \quad \text{نستنتج:}$$

$$\mathcal{D}' = 1000 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \leftarrow \mathcal{D}' = \frac{100}{80} \times 800 \quad \text{ت.ع.}$$

تمرين 5



1- جرد القوى المطبقة على المتزلج و لوازمه وتمثيل متجهاتها:

تخضع المجموعة (متزلج+لوازمه) لثلاث قوى وهي:

- وزنه الممثل بالمتجهة \vec{P} ,

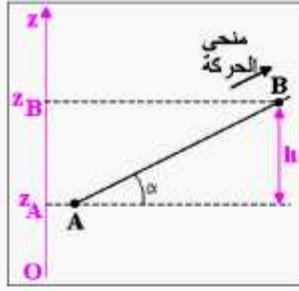
- تأثير سطح التماس (السطح الجليدي) الممثل بالمتجهة \vec{R} والتي

لها مركبتان: قوة الاحتكاك \vec{f} والمركبة المنظمية \vec{R}_N ,

- قوة السحب التي يطبقها الحبل والمثلة بالمتجهة \vec{T} .

2- شغل كل من الوزن وقوة الاحتكاك:

- شغل الوزن من A إلى B هو:



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

$$z_A - z_B = -h = -AB \cdot \sin \alpha$$

وباعتبار:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -mg \cdot AB \cdot \sin \alpha$$

نستنتج:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -80 \times 10 \times 1500 \times \sin 20^\circ$$

ت.ع.

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = -4,1 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- شغل قوة الاحتكاك من A إلى B هو: $W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{AB}$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = f \cdot AB \cdot \cos \pi$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = -f \cdot AB$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = -30 \times 1500$$

ت.ع.

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = -4,5 \cdot 10^4 \text{ J}$$

3 شغل قوة السحب:

في معلم أرضي حركة G مركز قصور الجسم المدرس (المتزلج و لوازمه) مستقيمة و منتظمة. باعتبار المعلم الأرضي غاليليا فإن حسب مبدأ القصور مجموع القوى منعدم:

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$$

وبالإسقاط على المحور (x'x) نستنتج العلاقة:

$$-mg \sin \alpha - f + T \cos \beta = 0$$

$$T = \frac{mg \sin \alpha + f}{\cos \beta}$$

ومنها نستنتج شدة قوة السحب:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = \vec{T} \cdot \vec{AB}$$

شغلها هو:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = T \cdot AB \cdot \cos \beta$$

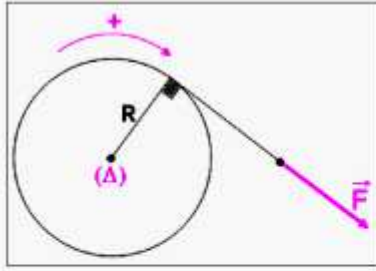
$$W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = (mg \sin \alpha + f) \cdot AB$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = (80 \times 10 \times \sin 20 + 30) \times 1500$$

ت.ع.

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = +4,5 \cdot 10^5 \text{ J}$$

تمرين 6



- شغل القوة \vec{F} عند إنجاز الأسطوانة 20 دورة:
 باعتبار الأسطوانة في دوران فإن تعبير شغل القوة المطبقة
 عليها هو:
 $W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$
 حيث $M_{\Delta}(\vec{F})$ عزم القوة \vec{F} بالنسبة لمحور الدوران و $\Delta\theta$ زاوية
 الدوران.

$$M_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot R$$

لدينا:

$$\Delta\theta = 2\pi n \text{ مع } n \text{ عدد الدورات}$$

و

$$W(\vec{F}) = 2\pi n \cdot F \cdot R$$

نستنتج:

$$W(\vec{F}) = 2\pi \times 20 \times 100 \times 5 \cdot 10^{-2}$$

ت.ع.:

$$W(\vec{F}) = 628,3 \text{ J}$$

تمرين 7

قدرة المحرك هي: $\mathcal{P} = M_c \cdot \omega$

حيث M_c عزم المزدوجة المحركة و ω السرعة الزاوية لمحرك.

ليكن N عدد الدورات في الدقيقة، لدينا العلاقة: $\omega = \frac{2\pi N}{60} \text{ (rad s}^{-1}\text{)}$

$$\mathcal{P} = M_c \cdot \frac{2\pi N}{60}$$

نستنتج:

$$\mathcal{P} = 150 \times \frac{2 \times \pi \times 3600}{60}$$

ت.ع.:

$$\mathcal{P} = 5,6 \cdot 10^4 \text{ W}$$

$$(\mathcal{P} = 56 \text{ kW} = 76 \text{ ch})$$

تمرين 8

1- شغل القوة \vec{F} عند إنجاز الملفاف 25 دورة:

$$W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$$

باعتبار منحنى الدوران منحنى موجيا لدينا: $M_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot R$

$$\Delta\theta = 2\pi n \text{ مع } n \text{ عدد الدورات}$$

و

$$W(\vec{F}) = 2\pi n \cdot F \cdot R$$

نستنتج:

$$W(\vec{F}) = 2\pi \times 25 \times 200 \times 35 \cdot 10^{-2}$$

ت.ع.:

$$W(\vec{F}) = 1,1 \cdot 10^4 \text{ J}$$

2- الارتفاع الأقصى الذي تصله الحمولة (S):

- جرد القوى:

أنظر الشكل جانبه (لم يمثل وزن أسطوانة الملفاف

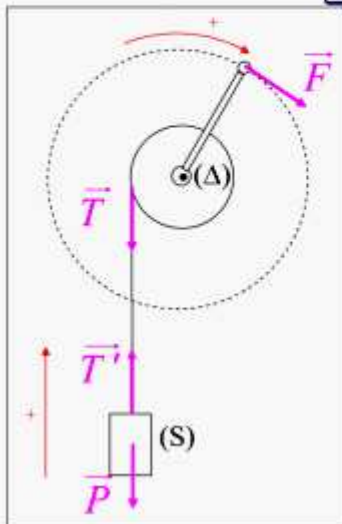
وتأثير محور الدوران عليها لأن عزميهما منعدمان).

- العلاقة بين القوى المطبقة على الأسطوانة:

باعتبارها في دوران منتظم فإن: $M_{\Delta}(\vec{F}) = -M_{\Delta}(\vec{T})$

$$W(\vec{F}) = -W(\vec{T})$$

أي:



- العلاقة بين القوى المطبقة على الحمولة (S):

باعتبارها في إزاحة مستقيمة منتظمة فإن: $\vec{T}' = -\vec{P}$

ثم باعتبار كتلة الحبل مهملة وحسب مبدأ التأثيرات البينية، لدينا: $\vec{T}' = -\vec{T}$

نستنتج العلاقة التالية: $\vec{T} = \vec{P}$

وبالتالي: $W(\vec{F}) = -W(\vec{P})$

وباعتبار أن شغل وزن الحمولة هو: $W(\vec{P}) = -mgh$

نخلص إلى العلاقة: $W(\vec{F}) = mgh$

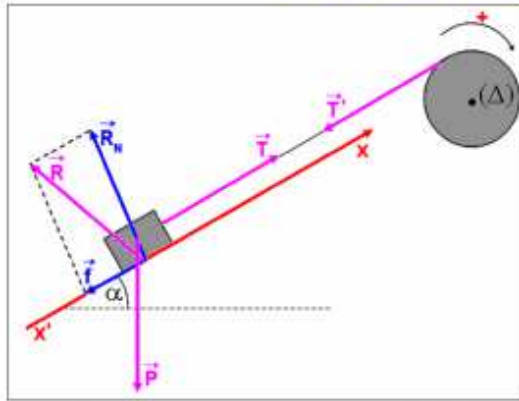
$$h = \frac{W(\vec{F})}{mg}$$

ومنها نستنتج الارتفاع الذي تصعد به الحمولة:

$$h = 7,3 \text{ m} \quad \leftarrow \quad h = \frac{1,1 \cdot 10^4}{150 \times 10} \quad \text{ت.ع.}$$

تمرين 9

1- جرد القوى المطبقة على كل من الحمولة والأسطوانة وتمثيل متجهاتها:



أنظر الشكل جانبه لم يمثل وزن الأسطوانة وتأثير محور الدوران عليها لأن عزميهما منعدمان، بالإضافة لهذه القوى تخضع الأسطوانة للمزدوجة المحركة المطبقة من طرف المحرك.

2- شدة القوة التي يطبقها الحبل على الحمولة:

باعتبار حركة مركز قصور الحمولة

مستقيمة منتظمة فإن حسب مبدأ القصور:

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$$

وبالإسقاط على المحور (x'x) نستنتج العلاقة:

$$-P \sin \alpha - f + T = 0$$

ومنها نستنتج شدة القوة التي يطبقها الحبل على الحمولة:

$$T = 700 \text{ N} \quad \leftarrow \quad T = 1000 \times \sin 30 + 200 \quad \text{ت.ع.}$$

3- عزم المزدوجة المحركة التي يطبقها المحرك على الأسطوانة:

باعتبار دوران الأسطوانة منتظما فإن مجموع عزوم القوى منعدم: $M_c + M_\Delta(\vec{T}') = 0$

نستنتج عزم المزدوجة المحركة: $M_c = -M_\Delta(\vec{T}')$

$$M_c = -(-T' \cdot R)$$

ثم حسب مبدأ التأثيرات البينية: $T' = T$ (كتلة الحبل مهملة)

$$M_c = T \cdot R$$

وبالتالي:

$$M_c = 140 \text{ N.m} \quad \leftarrow \quad M_c = 700 \times 20 \times 10^{-2} \quad \text{ت.ع.}$$

4- قدرة المحرك:

$$\mathcal{P} = M_c \cdot \omega$$

قدرة المحرك هي:

حيث ω السرعة الزاوية للأسطوانة والتي ترتبط بالسرعة الخطية v للحمولة بالعلاقة التالية: $\omega = \frac{v}{R}$

$$\mathcal{P} = M_c \cdot \frac{v}{R}$$

نستنتج:

$$\mathcal{P} = 140 \times \frac{0,5}{20 \times 10^{-2}}$$

ت.ع.:

$$\mathcal{P} = 350 \text{ W}$$