

شغل وقدره قوة

I - شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم في حركة إزاحية

(1) شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمة :

نقول أن قوة ثابتة إذا كانت التي تحتفظ بنفس الاتجاه ونفس المنحى خلال الحركة.

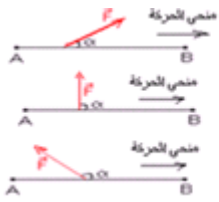


خلال الانتقال من A إلى B شغل القوة (الثابتة) \vec{F} الذي نرمز إليه ب: $W_{\vec{F}_{A \rightarrow B}}$ يساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة و متجهة انتقال نقطة تأثيرها .

$$W_{\vec{F}_{A \rightarrow B}} = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha \quad \text{مع} \quad \alpha = (\vec{F}, \vec{AB})$$

- وحدة الشغل $W_{\vec{F}_{A \rightarrow B}}$ في النظام العالمي للوحدات هي الجول الذي نرمز إليه ب: (J)

- وحدة شدة القوة F النيوتن (N) ووحدة المسافة AB المتر (m) .



الشغل $W_{\vec{F}}$ مقدار جبري تتعلق إشارته بإشارة الزاوية α .

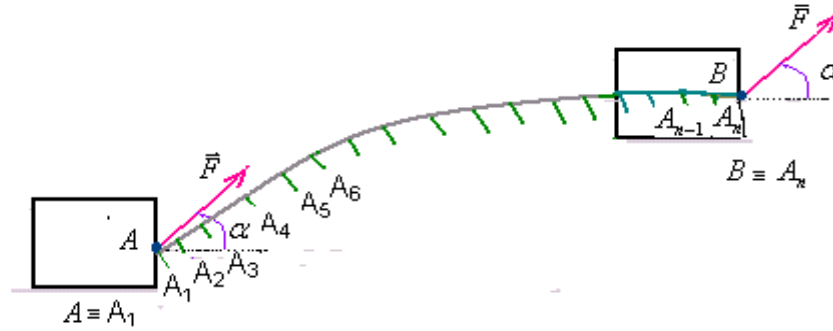
- بالنسبة ل: Travail moteur $W_{\vec{F}} > 0 \Leftrightarrow \cos \alpha > 0 \Leftrightarrow \frac{\pi}{2} > \alpha \geq 0$

- بالنسبة ل: Travail nul $W_{\vec{F}} = 0 \Leftrightarrow \cos \alpha = 0 \Leftrightarrow \cos \alpha = \frac{\pi}{2}$

- بالنسبة ل: Travail résistant $W_{\vec{F}} < 0 \Leftrightarrow \cos \alpha < 0 \Leftrightarrow \pi \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$

(2) شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة منحنية :

نجزئ المسار إلى أجزاء متناهية الصغر بحيث يمكن اعتبارها مستقيمة : $A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4, \dots, A_{n-1}A_n$ مع A_1 منطبقة مع A و A_n منطبقة مع B .



وبذلك يكون الشغل الجزئي δW للقوة \vec{F} خلال الانتقال الجزئي $\delta \vec{\ell}$: $\delta W = \vec{F} \cdot \delta \vec{\ell}$ والشغل الكلي للقوة \vec{F} من A إلى B يساوي مجموع الأشغال الجزئية :

$$\begin{aligned} W_{\vec{F}} &= \sum \delta W_{\vec{F}} \\ &= \sum \vec{F} \cdot \delta \vec{\ell}_i \\ &= \vec{F} \cdot \vec{A_1A_2} + \vec{F} \cdot \vec{A_2A_3} + \dots + \vec{F} \cdot \vec{A_{n-1}A_n} \\ &= \vec{F} \cdot (\vec{A_1A_2} + \vec{A_2A_3} + \dots + \vec{A_{n-1}A_n}) \\ &= \vec{F} \cdot \vec{A_1A_n} = \vec{F} \cdot \vec{AB} \end{aligned}$$

نستنتج أنه سواء أكان المسار مستقيماً أو منحنيًا فإن شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في حركة إزاحية يساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة و متجهة انتقال نقطة تأثيرها .

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha)$$

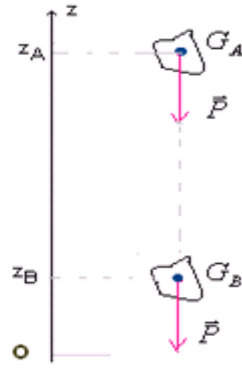
$$\alpha = (\vec{F}, \vec{AB})$$

II - شغل وزن جسم :

(1) شغل وزن جسم في حالة سقوط رأسي :

نعتبر جسماً صلباً في حالة سقوط رأسي على مقربة من سطح الأرض حيث تكون شدة الثقالة ثابتة . ونعتبر محورا رأسيًا للأناسيب (o, z) موجهاً نحو الأعلى وأصله O منطبق مع سطح الأرض .

الوزن \vec{P} قوة ثابتة
تتطابق في مركز قصور الجسم .
لتحديد شغله يمكن إذن تطبيق العلاقة السابقة.



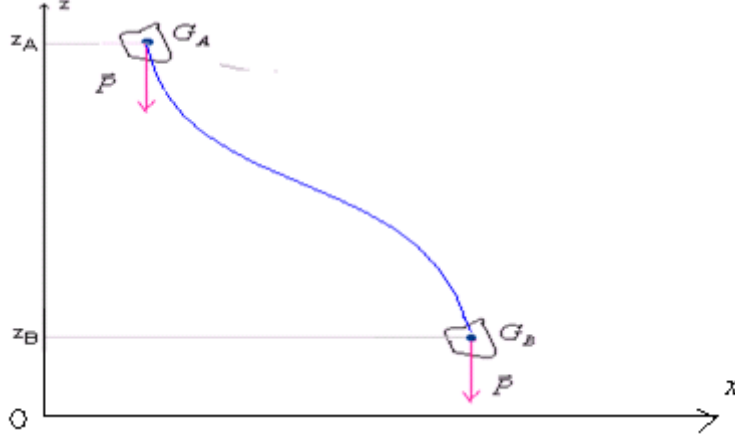
شغل الوزن \vec{P} خلال انتقال مركز قصور الجسم من نقطة A إلى نقطة B :

$$W\vec{P}_{A \rightarrow B} = \vec{P} \cdot \overrightarrow{G_A G_B} = P \times G_A G_B \times \cos 0 = P \times G_A G_B = m \cdot g(z_A - z_B)$$

لأن المسافة : $G_A G_B = (z_A - z_B)$

(2) شغل وزن جسم في حالة سقوط غير رأسي :

خلال السقوط الوزن \vec{P} قوة ثابتة ، لتحديد شغل الوزن يمكن تطبيق العلاقة السابقة.



شغل الوزن \vec{P} خلال انتقال مركز قصور الجسم من نقطة A إلى نقطة B :

$$W\vec{P}_{A \rightarrow B} = \vec{P} \cdot \overrightarrow{G_A G_B} = \begin{pmatrix} P_x \\ P_z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_B - x_A \\ z_B - z_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -P \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_B - x_A \\ z_B - z_A \end{pmatrix} = -P \cdot (z_B - z_A) = m \cdot g(z_A - z_B).$$

(3) استنتاج:

شغل وزن جسم لا يتعلق بالمسار المتبع بل يتعلق بفرق الأنسوب لمركز قصور الجسم بين نقطة الانطلاق ونقطة الوصول.

$$W\vec{P}_{A \rightarrow B} = m \cdot g(z_A - z_B)$$

◀ إذا كان $z_A < z_B$ $\Leftarrow z_A - z_B < 0$ الجسم في حالة صعود شغل الوزن مقاوم.
◀ إذا كان $z_A > z_B$ $\Leftarrow z_A - z_B > 0$ الجسم في حالة هبوط شغل الوزن محرك.

III- قدرة قوة:

(1) القدرة المتوسطة :

القدرة المتوسطة تساوي خارج الشغل المنجز والمدة الزمنية المسترقة لانجازه .

• وحدة القدرة في النظام العالمي للحدات هي الواط Watt الذي يرمز إليه ب : (W) . $P = \frac{W}{\Delta t}$

مضاعفات الواط : الكيلوات : $1kW = 10^3 W$

الميجاوات : $1MW = 10^6 W$

الجيكاوات : $1GW = 10^9 W$

ويستعمل الحصان البخاري كوحدة لقياس القدرة الذي يرمز إليه ب : (ch). ولدينا : $1ch = 736W$

(2) القدرة اللحظية :

القدرة اللحظية تساوي خارج الشغل الجزئي δW والمدة الزمنية القصيرة δt اللازمة لانجاز هذا الشغل.

$$P = \frac{\delta W}{\delta t} = \vec{F} \cdot \frac{\delta \vec{\ell}}{\delta t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$$

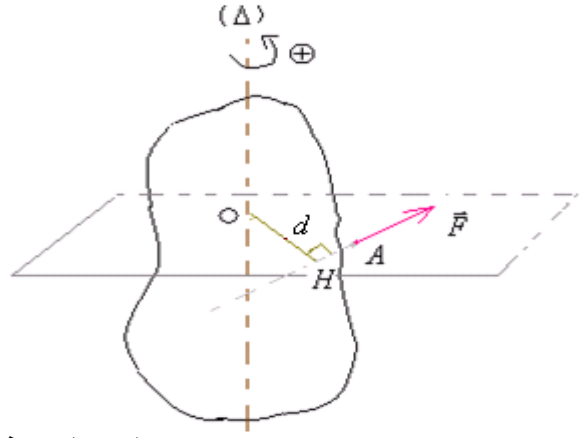
(3) قدرة قوة عزمها ثابت مطبقة جسم صلب في حالة دوران حول محور ثابت :

(أ) تذكير : عزم قوة بالنسبة لمحور الدوران :

$$M\vec{F}_\Delta = +F \cdot d$$

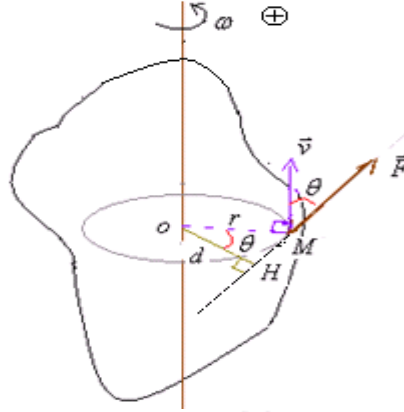
عزم القوة \vec{F} بالنسبة لمحور الدوران Δ :

d : هي المسافة العمودية الفاصلة بين
خط تأثير القوة ومحور الدوران.



(ب) قدرة قوة ذات عزم ثابت بالنسبة لمحور الدوران :

نعتبر قوة \vec{F} ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في حالة دوران بالنسبة لمحور ثابت بسرعة زاوية ω .



عزم القوة \vec{F} بالنسبة للمحور Δ : $M_{\vec{F}_\Delta} = +F.d$

ولدينا في المثلث (o, M, H) : $\cos \theta = \frac{d}{r}$ \Leftarrow $d = r \cdot \cos \theta$ ومنه : $M_{\vec{F}_\Delta} = F.r \cdot \cos \theta$

وقدرة القوة \vec{F} : $P = \vec{F} \cdot \vec{v} = F.v \cdot \cos \theta$ مع : $v = r \cdot \omega$ \Leftarrow $P = F.r \cdot \omega \cdot \cos \theta = M_{\vec{F}_\Delta} \times \omega$
القدرة اللحظية لقوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت تساوي جداء عزم هذه القوة بالنسبة لمحور الدوران
والسرعة الزاوية لدوران الجسم.

$$P = M_{\vec{F}_\Delta} \times \omega$$

P : القدرة ب (W)

M : العزم ب (N.m)

ω : السرعة الزاوية ب (rad/s)

ملحوظة : بما أن القدرة : $P = \frac{W}{\Delta t}$ \Leftarrow $W = P \cdot \Delta t = M_{\vec{F}_\Delta} \cdot \omega \cdot \Delta t$ وبما أن : $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$

فإن : $\Delta \theta = \omega \cdot \Delta t$ وبالتالي فإن : $W = M_{\vec{F}_\Delta} \cdot \Delta \theta$

شغل قوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت تعطيه العلاقة التالية :

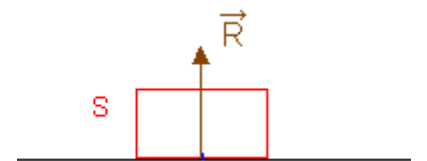
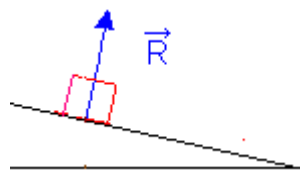
$$W = M_{\vec{F}_\Delta} \times \Delta \theta$$

N.m rad

ملحوظة :

في حالة حركة جسم صلب على مستوى أفقي (أو مائل) :

□ إذا كان التماس يتم بدون احتكاك تكون القوة \vec{R} المطبقة من طرف سطح التماس عمودية على سطح التماس ويكون شغلها منعدما .

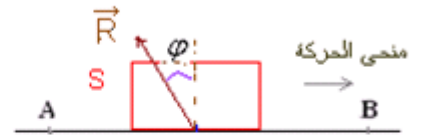


$$\vec{R} \perp \text{على سطح التماس} \Leftarrow W\vec{R} = 0$$

أو :

□ إذا كان التماس يتم باحتكاك تكون القوة \vec{R} المطبقة من طرف سطح التماس في عكس منحنى الحركة مكونة مع المنظمي زاوية φ تسمى زاوية الاحتكاك . ويكون شغلها سالبا .

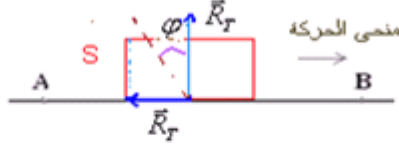
بمعرفة شدة القوة وزاوية الاحتكاك .



$$WR_{A \rightarrow B} = \vec{R} \cdot \vec{AB}$$

$$= R \cdot AB \cdot \cos\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$WR_{A \rightarrow B} = -R \cdot AB \cdot \sin \varphi$$

نفكك القوة \vec{R} إلى مركبة مماسية \vec{R}_T ومركبة منظمية \vec{R}_N 

$$\begin{aligned} WR_{A \rightarrow B} &= WR_{N, A \rightarrow B} + WR_{T, A \rightarrow B} \\ &= 0 + \vec{R}_T \cdot \vec{AB} \\ &= R_T \cdot AB \cos \pi = -R_T \cdot AB \end{aligned}$$

وبما أن : $R_T = f$ قوة الاحتكاك .

$$WR_{A \rightarrow B} = -f \cdot AB$$

التوجيهات المتعلقة بهذا الدرس :

المقرر : شغل وقدرة قوى .

- مفهوم شغل قوة - وحدة الشغل .
- شغل قوة ثابتة في حلة إزاحة أثناء النقل مستقيمي وأثناء النقل منحنى .
- شغل وزن جسم صلب في المجال المنتظم للنقل - الشغل المحرك والشغل المقاوم .
- شغل مجموعة قوى ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمة .
- شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت .
- شغل مزدوجة عزمها ثابت .
- قدرة قوة أو مجموعة قوى - وحدتها - القدرة المتوسطة والقدرة اللحظية .

التوجيهات:

- يذكر بعزم قوة بالنسبة لمحور ثابت ومتعامد مع خط تأثيرها وبعزم مزدوجة قوتين تمهيدا لتقديم مفهوم شغل قوة .

| المحتوى | أنشطة مقترحة | معارف ومهارات |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. شغل وقدرة قوى . - مفهوم شغل قوة - وحدة الشغل . - شغل قوة ثابتة في حلة إزاحة أثناء النقل مستقيمي وأثناء النقل منحنى . - شغل وزن جسم صلب في المجال المنتظم للنقل - الشغل المحرك والشغل المقاوم . - شغل مجموعة قوى ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمة . - شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت . - شغل مزدوجة عزمها ثابت . - قدرة قوة أو مجموعة قوى وحدتها - القدرة المتوسطة والقدرة اللحظية . | اعطاء وثائق أو برامج أو تجارب بسيطة لإبراز مفعول التأثيرات الميكانيكية التي يوضع لها جسم صلب (حالة قوى نقط تأثيرها تتكفل بالنسبة لمرجع). | تعرف مفعول بعض التأثيرات الميكانيكية على جسم صلب خاضع لقوى نقط تأثيرها تتكفل معرفة تمييز شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة أثناء النقل مستقيمي ومنحنى، ومعرفة وحدته . معرفة الشغل المحرك والشغل المقاوم . معرفة واستدلال تمييز شغل وزن جسم صلب في المجال المنتظم . معرفة أن شغل وزن جسم مستقل عن المسار المتبع . معرفة واستدلال تمييز شغل قوة عزمها ثابت . معرفة واستدلال تمييز شغل مزدوجة عزمها ثابت . معرفة واستدلال تمييز القدرة المتوسطة والقدرة اللحظية لقوة أو مجموعة قوى في حلة الإزاحة المستقيمة وحلة الدوران . معرفة وحدة القدرة . |

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc

Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسوننا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.

يومك يناديك ويقول لك أنا يوم جديد وعلى عملك شهيد فاغتنمي فئني لا أعود إلى يوم الوعيد.