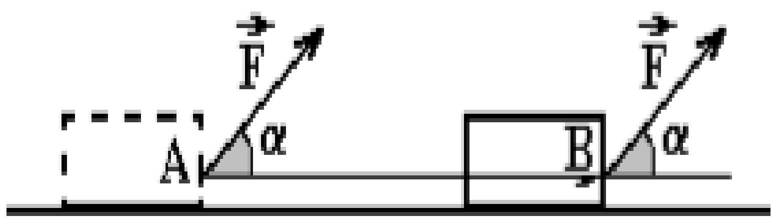
الشغل والقدرة

1- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة :

1.1- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمية :

*تعريف :



نقول ان قوة ثابتة إذا احتفظت بنفس المميزات أثناء حركة جسم .
شغل قوة ثابتة $\vec{F}$ مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمية يساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة ومتجهة انتقال نقطة تأثيرها .

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.\cos\alpha$$

$\overrightarrow{AB}$ متجهة انتقال نقطة تأثير القوة $\vec{F}$ بين الموضعين A و B .

هام :

يمكن التعبير أيضا عن الشغل بدلالة أحداثيات متجهة القوة $\vec{F}$ ومتجهة الانتقال $\overrightarrow{AB}$ في معلم متعامد ممنظم (Oxy)

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F_x(x_B - x_A) + F_y.(y_B - y_A)$$

*وحدة الشغل :

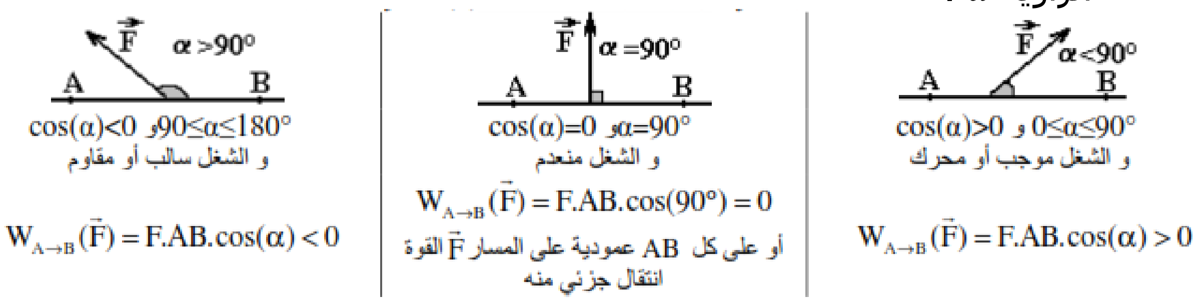
- وحدة الشغل في النظام العالمي للوحدات هي الجول ويرمزله ب (J)
- الجول هو الشغل الذي تبذله قوة ثابتة شدتها 1N عند انتقال نقطة تأثيرها بمتر واحد بحيث : 1J=1N.m

*الشغل المحرك والشغل المقاوم :

حسب تعبير الشغل :

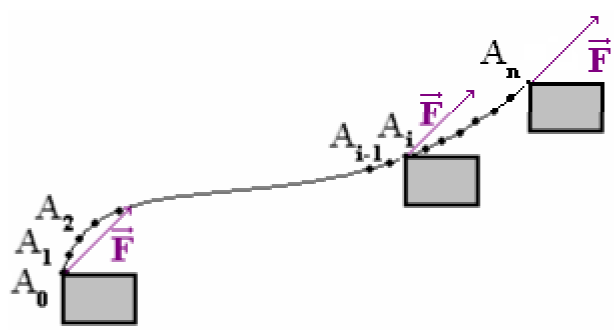
$$W_{A\to B}(\vec{F})=\vec{F}.\overrightarrow{AB}=F.AB.\cos\alpha$$

شغل قوة $\vec{F}$ مقدار جبري وإشارته مرتبطة فقط بقيمة $\cos\alpha$ أي بقيمة الزاوية α .



1.2- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة منحنية :

- الجسم (S) في إزاحة منحنية أي أن مسار حركة نقطة M من الجسم منحني (غير مستقيمي).
- نقسم المسار الى أجزاء مستقيمية $\overrightarrow{\delta l}$ متناهية في الصغر $\overrightarrow{A_0A_1}$ و $\overrightarrow{A_1A_2}$ و .... $\overrightarrow{A_{n-1}A_n}$



- الشغل الجزئي الذي تنجزه القوة $\vec{F}$ خلال الانتقال $\overrightarrow{\delta l}$ هو :

$$\delta M(\vec{F})=\vec{F}.\overrightarrow{\delta l}$$

- الشغل الكلي بين النقطتين A_0 و A_n يساوي مجموع الاشغل الجزئية بين هاتين النقطتين :

$$W_{A\to B}(\vec{F})=\sum\delta M(\vec{F})=\sum\vec{F}.\overrightarrow{\delta l}=\vec{F}\sum\overrightarrow{\delta l}$$

$$W_{A\to B}(\vec{F})=\vec{F}(\overrightarrow{A_0A_1}+\overrightarrow{A_1A_2}+\cdots+\overrightarrow{A_{n-1}A_n})$$

$$W_{A\to B}(\vec{F})=\vec{F}.\overrightarrow{A_0A_n}$$

استنتاج :

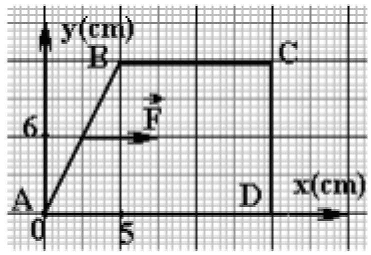
شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة منحنية مستقل عن المسار المتبع ميساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة ومتجهة نقطة انتقال نقطة تأثيها بين الموضعين البدئي والنهائي .

تطبيق :

تنتقل نقطة تأثير قوة ثابتة شدتها F=15N وفق المسار ABCD .

1- أحسب شغل القوة $\vec{F}$ خلال كل انتقال وبطريقتين مختلفتين .

2- أحسب شغل القوة خلال الانتقال من A الى D .

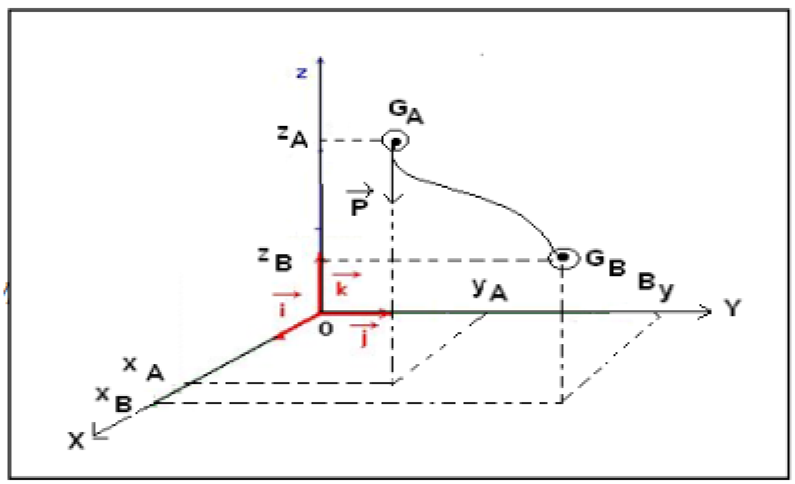


3.1- شغل وزن الجسم :

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{AB}$$

نختار معلما متعامدا ممنظما حيث المحور Oz رأسي موجه نحو الاعلى ونحدد الاحداثيات المتجهتين : $\vec{P}$ و $\overrightarrow{AB}$:

$$\vec{P}\begin{pmatrix} P_x = 0 \\ P_y = 0 \\ P_z = 0 \end{pmatrix} \quad و \quad \overrightarrow{AB}\begin{pmatrix} x_B - x_A \\ y_B - y_A \\ z_B - z_A \end{pmatrix}$$



نحصل على :

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = P_x.(x_B - x_A) + P_y.(y_B - y_A) + P_z.(z_B - z_A)$$

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

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

استنتاج :
شغل وزن الجسم مستقل عن المسار المتبع ومرتبط بالانسوب z_A للموضع البدئي والأنسوب z_B للموضع النهائي لمركز قصور الجسم .
عند نزول الجسم يكون شغل الوزن محركا $W_{A\to B}(\vec{P}) > 0$:
عند صعود الجسم يكون شغل الوزن مقاوما $W_{A\to B}(\vec{P}) < 0$
ملحوظة :
تعبير شغل وزن الجسم مرتبط بمنحى المحور Oz ، إذا تغير منحاه نحو الاسفل يصبح تعبير الشغل :

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

2-شغل مجموعة من القوى في حالة إزاحة مستقيمية :

2.1- تعبير الشغل :

شغل مجموعة قوى ثابتة $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$,$\vec{F}_3$,....... $\vec{F}_n$ مطبقة على جسم صلب في ازاحة ، يساوي الجداء السلمي لمجموع متجهات القوى ومتجهة الانتقال :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots + \vec{F}_n).\overrightarrow{AB}$$

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$$

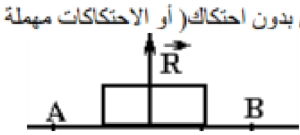
بحيث: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots + \vec{F}_n = \sum \vec{F}_i$ مجموع متجهات القوى المطبقة على الجسم الصلب .

2.2- تطبيق شغل قوى الاحتكاك :

لدينا $\vec{R} \neq \vec{0}$ القوة المكافئة لقوة التماس الموزعة

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = \vec{R}.\overrightarrow{AB} = R.AB.\cos(\vec{R},.\overrightarrow{AB})$$

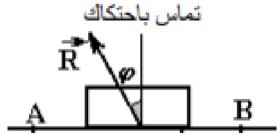
تماس بدون احتكاك(أو الاحتكاكات مهملة).



$\vec{R}$: عمودية على السطحين المتماسين $(\varphi=0)$

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = \vec{R}.\overrightarrow{AB} = 0$$

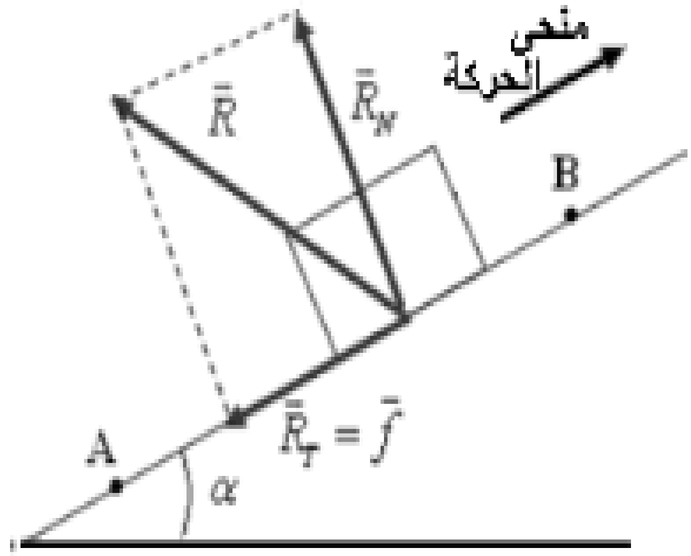
تماس باحتكاك



$\vec{R}$: غير عمودية على السطحين المتماسين $(\varphi\neq0)$
ومنحاها معاكس لمنحى الحركة

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = \vec{R}.\overrightarrow{AB} = R.AB.\cos(\varphi + \frac{\pi}{2}) = -R.AB.\sin(\varphi) < 0$$

هام شغل قوى الاحتكاك دائما سالب .



$$\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T = \vec{R}_N + \vec{f}$$

$\vec{R}$: القوة التي يطبقها المستوى المائل

$\vec{R}_N$:المركبة الرأسية وهي تحول دون انغراز الجسم في السطح

$\vec{R}_T = \vec{f}$: الركبة الأفقية وهي تقاوم الانزلاق وتمثل قوة الاحتكاك بين الجسم وسطح التماس .

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = \vec{R}.\overrightarrow{AB} = (\vec{R}_N + \vec{f}).\overrightarrow{AB} = \vec{R}_N.\overrightarrow{AB} + \vec{f}.\overrightarrow{AB}$$

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = 0 + \vec{f}.\overrightarrow{AB} = f.AB.\cos\pi = -f.AB < 0$$

3- قدة قوة :

3.1- جسم صلب في إزاحة :

أ- القدرة المتوسطة:

*تعريف :

تساوي القدرة المتوسطة لقوة ، خارج شغل هذه القوة W والمدة الزمنية Δt اللازمة لانجازهذا الشغل :

$$P_m = \frac{W}{\Delta t}$$

وحدة القدرة في النظام العالمي للوحدات هي : الواط (Watt) رمزها W .

ب- القدرة اللحظية :

إذا انجزت قوة $\vec{F}$ شغلا δW خلال مدة زمنية جد قصيرة δt ، فإن القدرة اللحظية لهذه القوة هي : $P = \frac{\delta W}{\delta t}$

بما أن : $\delta W = \vec{F}.\vec{\delta l}$ فإن : $P = \vec{F}.\frac{\vec{\delta l}}{\delta t}$

نستنتج : $P = \vec{F}.\vec{V}$

حيث $\vec{V}$ متجهة السرعة اللحظية لنقطة تأثير القوة $\vec{F}$.

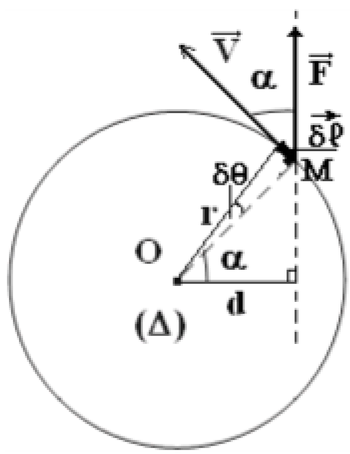
ملحوظة :

يمكن حساب شغل قوة $\vec{F}$ لها قدرة ثابتة بالعلاقة: $W = P.\Delta t$

يمكن استعمال الوحدة كيلو واط ساعة (kWh) لحساب هذا الشغل .

3.2- جسم صلب في دوران :

أ- القدرة اللحظية :



القدرة اللحظية للقوة $\vec{F}$ هي:

$$P = \vec{F}.\vec{V}$$

$$P = F.V.\cos\alpha$$

نعلم أن : $M_\Delta(\vec{F}) = F.R\cos\alpha$ و $V = R.\omega$

وبالتالي نحصل على :

$$P = F.R\cos\alpha\,.\,\omega$$

أي:

$$P = M_\Delta(\vec{F}).\omega$$

ب- شغل قوة عزمها ثابت :

تعبير الشغل الجزئي :

$$\delta W = P.\delta t$$

$$\delta W = M_{\Delta}.\omega.\delta t$$

$$\delta W = M_{\Delta}.\delta\theta$$

الشغل الكلي :

$$W = \sum \delta W = \sum M_{\Delta}.\delta\theta$$

بما أن القوة عزمها ثابت فإن :

$$W = M_{\Delta} \sum \delta\theta$$

$$W = M_{\Delta}.\Delta\theta$$

خلاصة :

يساوي شغل قوة عزمها M_{Δ} ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت Δ ، جداء عزمها وزاوية الدوان $\Delta\theta$:

$$W(\vec{F})_{\theta 1 \to \theta 2} = M_{\Delta}.\Delta\theta$$

ج- شغل مزدوجة قوتين :

قوتان $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ تكونان مزدوجة قوتين إذا كان :

- مجموع متهاتها منعدم $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$
- خطي تأثيرهما متوازيين (مختلفين)
- يميزها عزم ثابت بالنسبة لأي محور دوران عودي على مستواها .

عزم مزدوجة قوتين يساوي مجموع عزم القوى المكونة للمجموعة :

$$M_C = M\left(\frac{\vec{F}_1}{\Delta}\right) + M\left(\frac{\vec{F}_2}{\Delta}\right) = \pm F.d$$

شغل عزم مزدوجة قوتين عزمها ثابت :

$$W(\vec{F}_{/\Delta})_{1 \to 2} = M_C.\Delta\theta$$