شغـل قـوة ثـــابـتة و شغـل قـوة عزمها ثـــابـت و القــدرة

Travail d’une force constante et le travail d’une force de moment constant et La puissance

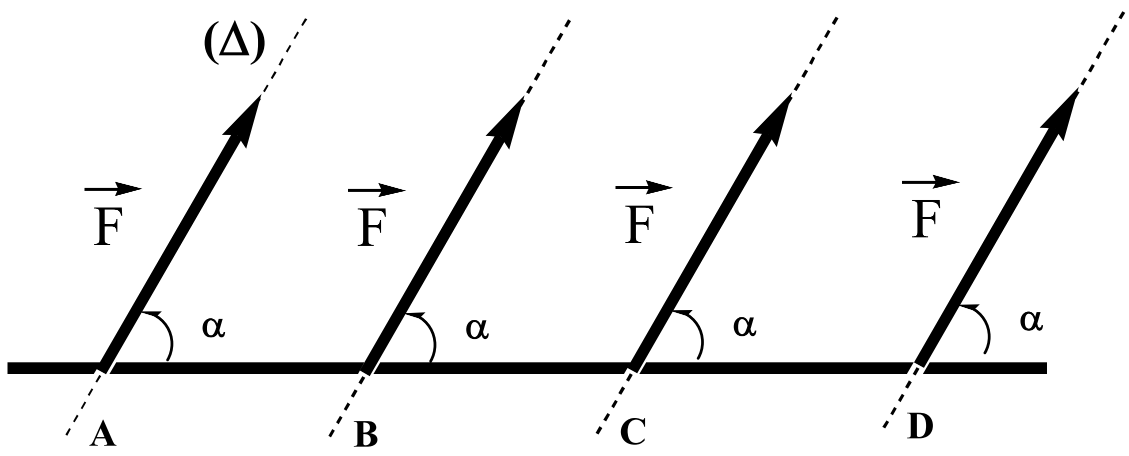
Vidéo

I) شـغل قـوة ثـابـتة:

1) شـغل قـوة ثـابـتة في الازاحة مستقيمية :

❑ تعريف قوة ثابتة :

تكون القوة $\vec{F}$ ثابتة عند ما يكون خط تأثيرها و منحاها و شدتها ثابتة.



- ✓ نقطة تأثير تنتقل من A الى D
- ✓ خط تأثير القوة $\vec{F}$ ثابت
- ✓ شدة القوة $\vec{F}$ ثابتة : نفس طول

❑ شـغـل قـوة ثـابـتة في الازاحة مستقيمية :

❖ مفهوم شغل قوة :

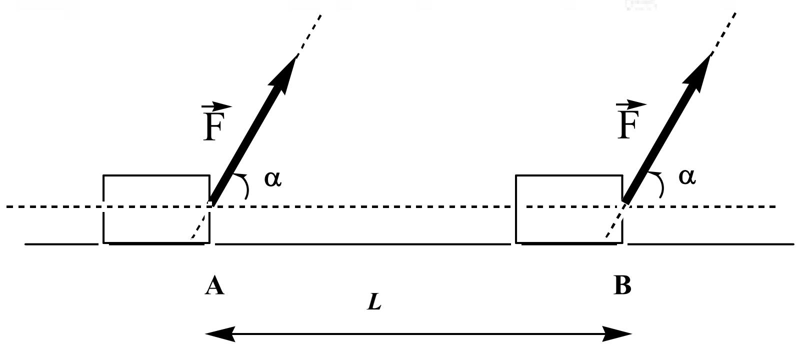
نقول إن قوة مطبقة على جسم ما تشتغل (أي أن لها شغلا) إذا انتقلت نقطة الجسم ، أو غيرت حركته أو غيرت خصائصه الفيزيائية .

❖ تعريف :

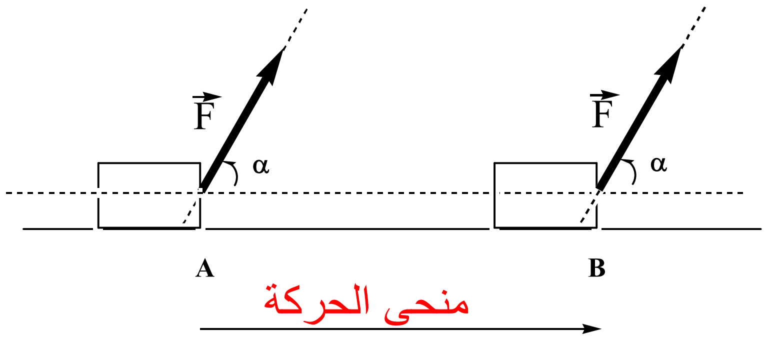
يساوي شغل قوة ثابتة $(M,\vec{F})$ عند الإنتقال المستقيمي لنقطة تأثيرها M بين الموضعين A و B ، الجداء السلمي لمتجهة القوة $\vec{F}$ و متجهة الإنتقال $\overline{AB}$:

$$\underset{A\to B}{W}(\vec{F})=\vec{F}.\overline{AB}=F.AB.\cos(\widehat{\vec{F},\overline{AB}})$$ أي $$\underset{A\to B}{W}(\vec{F})=F.L.\cos\alpha$$

وحدة الشغل: يعبر عن الشغل في النظام العالمي للوحدات (S.I) بالجول JOULE الذي يرمز له ب J .



❑ خــلاصة :



$$\underset{A \to B}{W}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha)$$

$$\underset{A \to B}{W}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha)$$

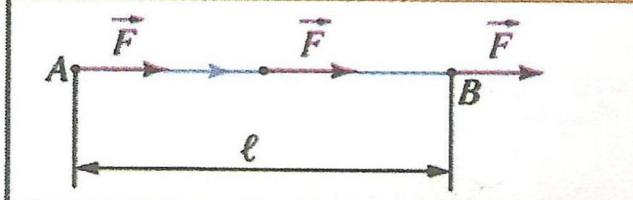
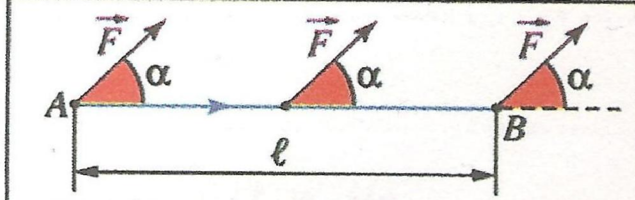
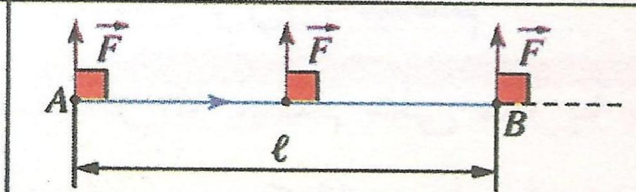
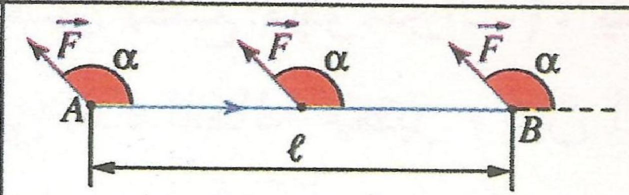
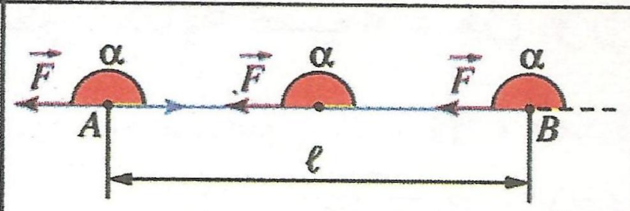
شغل قوة (J)

المسافة المقطوعة (m)

شدة القوة (N)

!

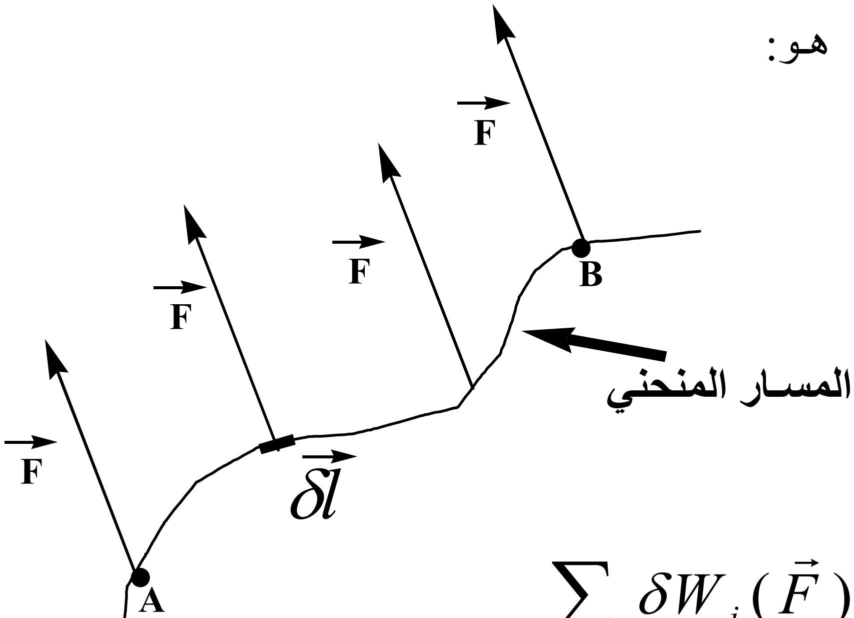
❑ ملـحـوظـة:

$\alpha = 0$		$W_{A\to B}(\vec{F}) = +F\ell$ الشغل محرك
$0 < \alpha < 90°$		$W_{A\to B}(\vec{F}) = F\ell\cos\alpha$ $W_{A\to B} > 0$ الشغل محرك
$\alpha = 90°$		$W_{A\to B}(F) = 0$ الشغل منعدم
$90° < \alpha < 180°$		$W_{A\to B}(\vec{F}) = F\ell\cos\alpha$ $W_{A\to B} < 0$ الشغل مقاوم
$\alpha = 180°$		$W_{A\to B}(\vec{F}) = -F\ell$ الشغل مقاوم

2) شـغل قـوة ثـابـتة في الازاحة منحنية :

نقسم المسـار المنحني إلى أجـزاء لا متناهية في الصـغر نعتـبرها مستقيمية,

فيكـون **الشـغل الجـزئي** أثنـاء انتقـال جـزئي متجـهته δl_i هـو:



$$\delta W_i(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{\delta l_i}$$

الشـغل الكـلي للقـوة هـو مجمـوع الأشـغال الجـزئية :

$$\sum \delta W_i(\vec{F}) = \sum \vec{F}.\overrightarrow{\delta l_i} = \vec{F}.\sum \overrightarrow{\delta l_i}$$

للشـغل بـذلك نفـس التعـبير:

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

II) شـغـل مجمـوعة قـوى:

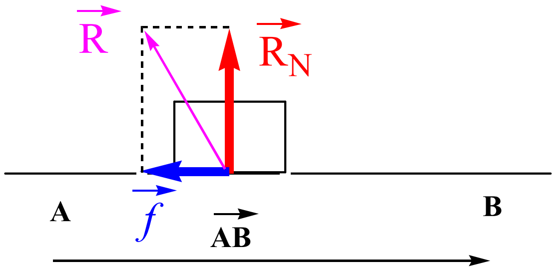
▪ تعبير الشغل :

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

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

$$W_{A\to B}=\vec{F}_1.\overrightarrow{AB}+\vec{F}_2.\overrightarrow{AB}+....+\vec{F}_n.\overrightarrow{AB}=\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}_1\right)+\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}_2\right)+....+\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}_n\right)$$

▪ تطبيق : شغل القوة $\vec{R}$ تأثير السطح.



شغل القوى $\vec{R}$ خلال انتقال $\overrightarrow{AB}$ هو: $W_{A\to B}\left(\vec{R}\right)=\vec{R}.\overrightarrow{AB}$

وبما أن: $\vec{R}=\vec{f}+\vec{R}_N$ فإن :

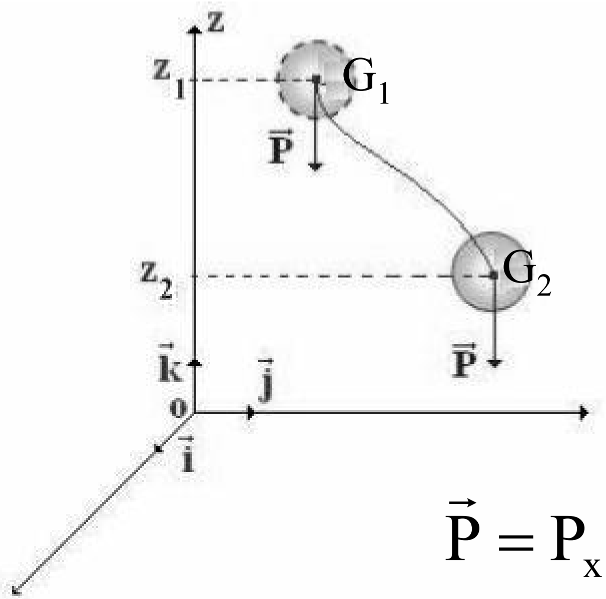
$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right)=\left(\vec{f}+\vec{R}_N\right).\overrightarrow{AB}=\vec{f}.\overrightarrow{AB}+\vec{R}_N.\overrightarrow{AB}$$

$$\boxed{\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right)=\underset{A\to B}{W}\left(\vec{f}\right)+\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_N\right)}$$

III) تطبيقات :

1) شغل القوة $\vec{P}$ وزن جسم.

■ الحالة 1:



$$\underset{G1 \to G2}{W}(\vec{P}) = \vec{P}\,.\,\overrightarrow{G_1G_2} \qquad (1)$$

$$\overrightarrow{G_1G_2} = (x_2 - x_1).\vec{I} + (y_2 - y_1).\vec{J} + (z_2 - z_1).\vec{K}$$

$$\vec{P} = P_x.\vec{I} + P_y.\vec{J} + P_z.\vec{K}$$

حيث تصبح العلاقة ①

$$\underset{G_1 \to G_2}{W}(\vec{P}) = -m.g.\vec{K}(z_2 - z_1).\vec{K}$$

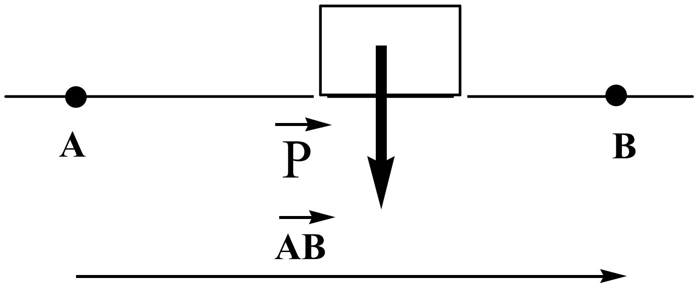
$$\underset{G_1 \to G_2}{W}(\vec{P}) = m.g.(z_1 - z_2) = m.g.h$$

$$\boxed{\underset{G_1 \to G_2}{W}(\vec{P}) = m.g.h}$$

استنتـاج :

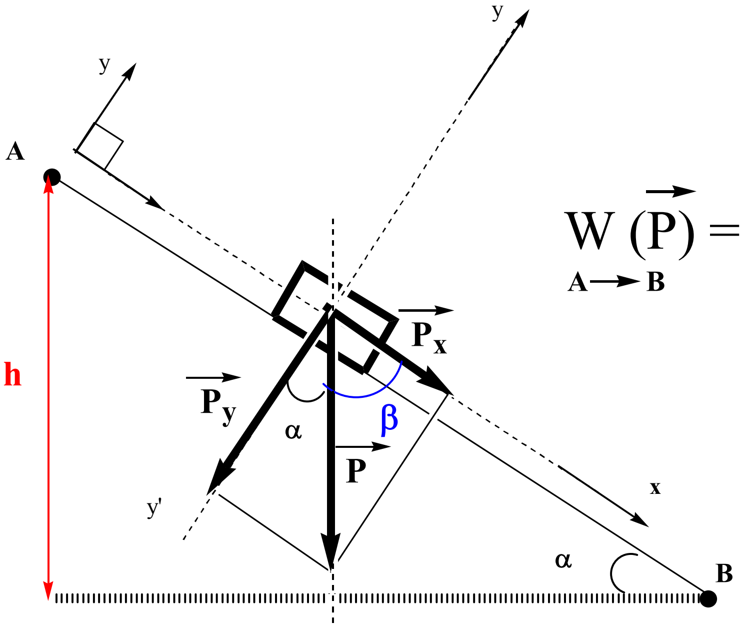
- لا يرتبط شغل وزن جسم إلا بالأنسـوبين z_1 و z_2 للمـوضعين البـدئي و النـهـائي لمركـز قصـور الجسـم
- عند نـزول الجسـم يكـون شغل الـوزن محـركـا: $W(\vec{P})_{G_1\to G_2} > 0$ $\boxed{W_{G_1\to G_2}(\vec{P}) = m.g.h}$
- عند صعـود الجسـم يكـون شغل الـوزن مقـاومـا: $W(\vec{P})_{G_1\to G_2} < 0$ $\boxed{W_{G_1\to G_2}(\vec{P}) = -m.g.h}$

▪ الحـالة 2: المستوى الأفقي



$$W_{A\to B}(\vec{P}) = \vec{P}\cdot\vec{AB} = P\,.\,AB\,.\,\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$$

▪ الحالة 3: المستوى المائل (الطريقة 1) :



$$W_{A\to B}(\vec{P}) = \vec{P}\cdot\vec{AB} = P \cdot AB \cdot \cos(\beta) =$$

$$\sin(\alpha) = \frac{h}{AB} \Rightarrow h = AB.\sin(\alpha)$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h$$

$$h = AB.\sin(\alpha)$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot AB \cdot \sin(\alpha)$$

▪ الحالة 3: المستوى المائل (الطريقة 2) :

بذلك فـإن شغل القـوى $\vec{P}$ خلال انتقـال $\overrightarrow{AB}$ هـو:

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

وبمـا أن: $\vec{P} = \vec{P}x + \vec{P}y$ فـإن :

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = (\vec{P}x + \vec{P}y).\overrightarrow{AB} = \vec{P}x.\overrightarrow{AB} + \underbrace{\vec{P}y.\overrightarrow{AB}}_{=0}$$

فـإن :

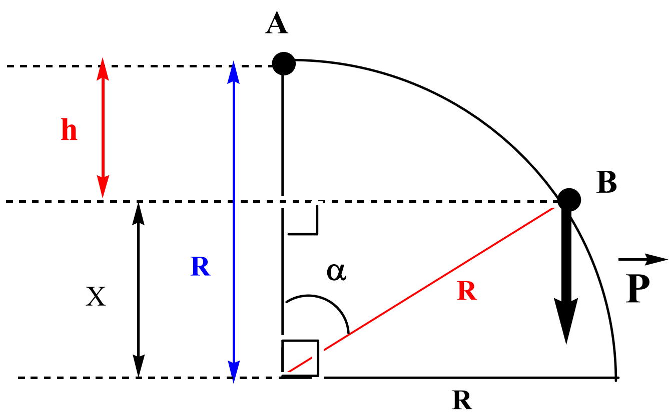
$$W_{A\to B}(\vec{P}) = \vec{P}x.\overrightarrow{AB} = Px \times AB \times Cos(0) = Px \times AB$$

$$\sin(\alpha) = \frac{Px}{P} \Longrightarrow Px = P.\sin(\alpha)$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = m \,.\, g \,.\, AB \,.\, \sin(\alpha)$$

▪ الحالة 4: المستوى الدائري

نشاط تطبيقي: تحديد فرق الارتفاع بين نقطتين



فرق الارتفاع بين النقطتين A و B

$$W_{A \to B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h$$

$$h = R - X \qquad X = R \cdot \cos(\alpha)$$

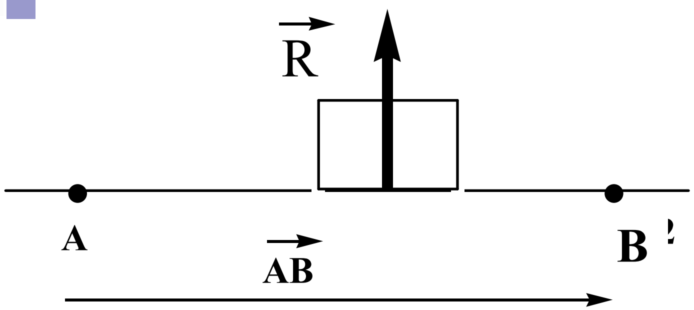
اذن :

$$\boxed{h = R \cdot (1 - \cos(\alpha))}$$

$$\boxed{W_{A \to B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot R \cdot (1 - \cos(\alpha))}$$

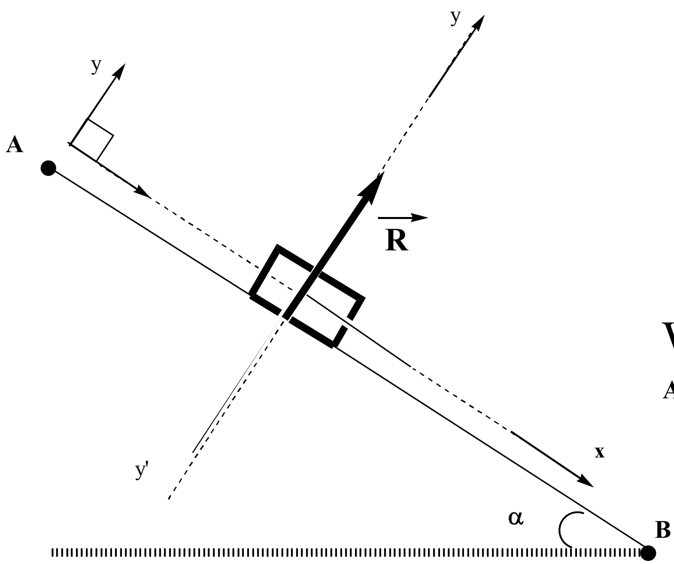
2) شغل القوة $\vec{R}$ تأثير السطح.

1-4) الحركة بدون احتكاك.



▪ الحالة 1: المستوى الأفقي

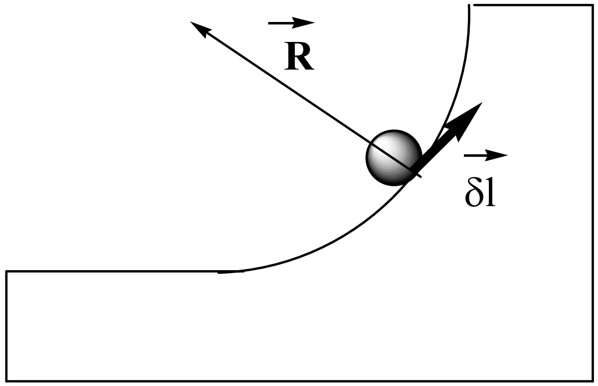
$$W_{A\to B}(\vec{R}) = \vec{R}\,.\,\vec{AB} = R\,.\,AB\,.\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$$



▪ الحالة 2: المستوى المائل

$$W_{A\to B}(\vec{R}) = \vec{R}\,.\,\vec{AB} = R\,.\,AB\,.\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$$

▪ الحالة 3: المستوى المنحني



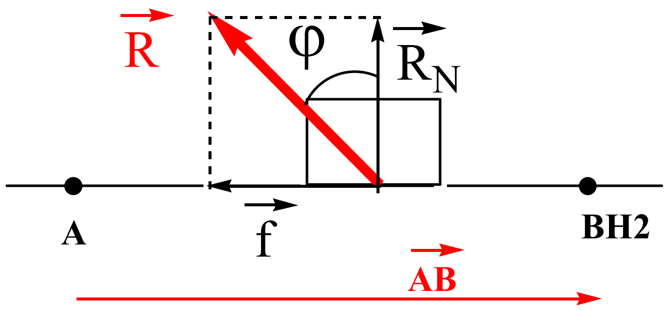
$$\underset{A \to B}{W}(\vec{R}) = \vec{R} \cdot \vec{AB} = 0$$

2-4) الحركة بالأحتكاك

زاوية الاحتكاك

معامل الاحتكاك

$$k = \tan(\varphi) = \frac{f}{R_N}$$



▪ الحالة 1: المستوى الأفقي

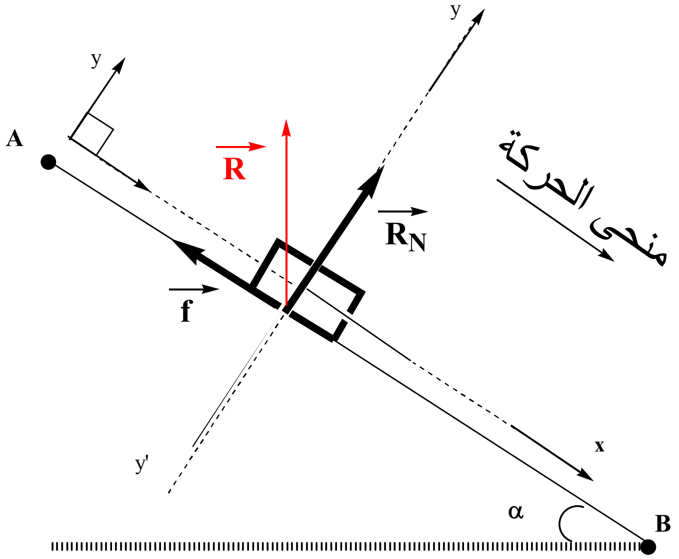
$$\underset{A \to B}{W}(\vec{R}) = \vec{R} \cdot \vec{AB} = (\vec{R_N} + \vec{f}) \cdot \vec{AB}$$

$$\underset{A \to B}{W}(\vec{R}) = \vec{R_N} \cdot \vec{AB} + \vec{f} \cdot \vec{AB} = -f \cdot AB$$

شغل مقاوم

$$\underset{A \to B}{W}(\vec{R}) = -f \cdot AB$$

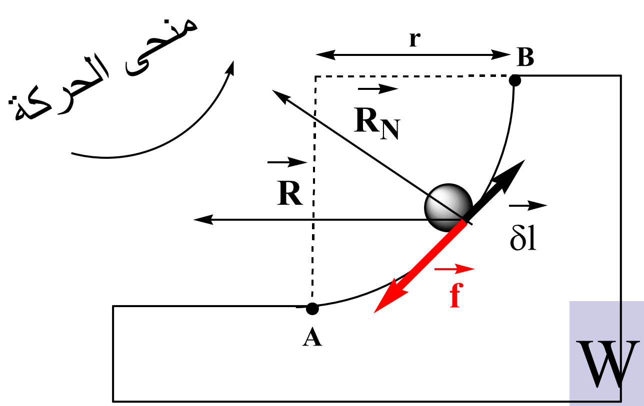
▪ الحالة 2: المستوى المائل



نفس البرهان

$$\underset{A \to B}{W}(\vec{R}) = -f \cdot AB$$

▪ الحالة 3: المستوى المنحني



نفس البرهان

$$\underset{A \to B}{W}(\vec{R}) = -f \cdot \overset{\frown}{AB} = -f \cdot r.\theta$$

IV) شغل عزم قوة ثابتة :

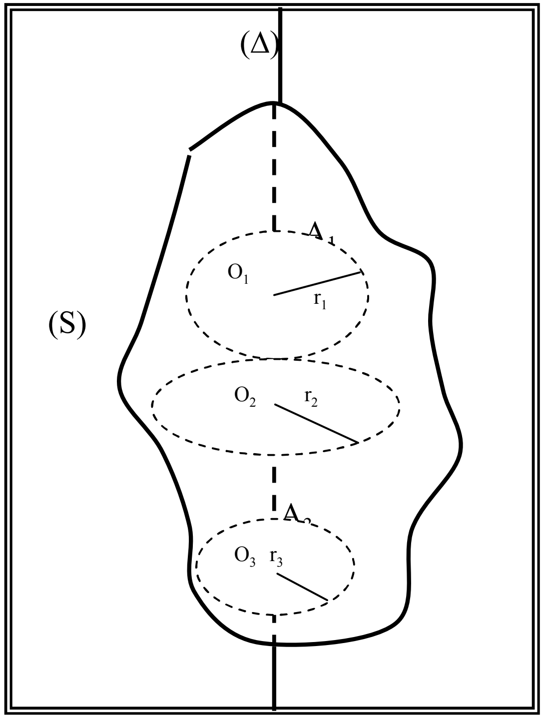
شغل قوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت (Δ)هو جداء عزم القوة في زاوية الدوران $\Delta\theta$:

عزم القوة (N.m)

$$W\left(\vec{F}\right) = M\left(\vec{F}\right).\Delta\theta$$

الشـغـل (J)

زاوية الدوران (rad)



V) قـــدرة قـــوة :

1) جسم صلب في إزاحة

❑ **القدرة المتوسطة :**

تعريف: تساوي القدرة المتوسطة لقوة, خارج شغل هذه القوة W و المدة الزمنية اللازمة Δt لإنجاز هذا الشغل :

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

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

❑ **القدرة اللحظية:**

إذا أنجزت قوة $\vec{F}$ شغلا جزئيا δW خلال مدة زمنية جد قصيرة δt فإن القدرة اللحظية لهذه القوى هي:

$$P = \frac{\delta W}{\delta t}$$

السرعة الخطية
m/s

$$\delta W = \vec{F}.\vec{\delta l} \Rightarrow P = \vec{F}.\frac{\overrightarrow{\delta.l}}{\delta.t} \Rightarrow P = \vec{F}.\vec{V}$$

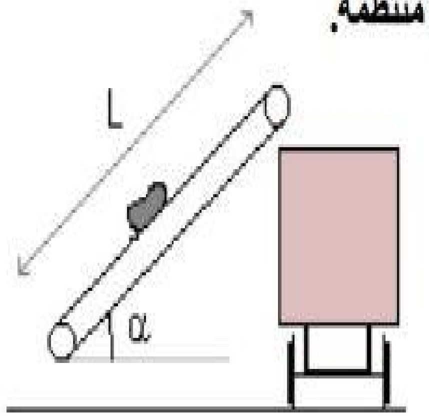
ملحوظة :

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

$$\underbrace{\overbrace{W}^{\text{الشغل (J)}}}_{\text{الشغل (Wh)}} = \underbrace{\overbrace{P}^{\text{القدرة (W)}}}_{\text{القدرة (W)}} . \underbrace{\overbrace{\Delta t}^{\text{المدة الزمنية (s)}}}_{\text{المدة الزمنية (h)}}$$

تطبـيق:

لشحن معدن في عربة نقل نستعمل شريطا متحركا طوله $L = 20\ m$ ومائلا بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للسطح الأفقي (أنظر الشكل)



1) أجرد القوى المطبقة على المعدن ذو الكتلة $m = 5\ Kg$ والذي يتحرك وفق إزاحة مستقيمية منتظمة.

2) نقرن بقوى الاحتكاك المطبقة من طرف الشريط على المعدن قوة $\vec{f}$ موازية للشريط

وشدتها ثابتة . أحسب شدة القوة f .

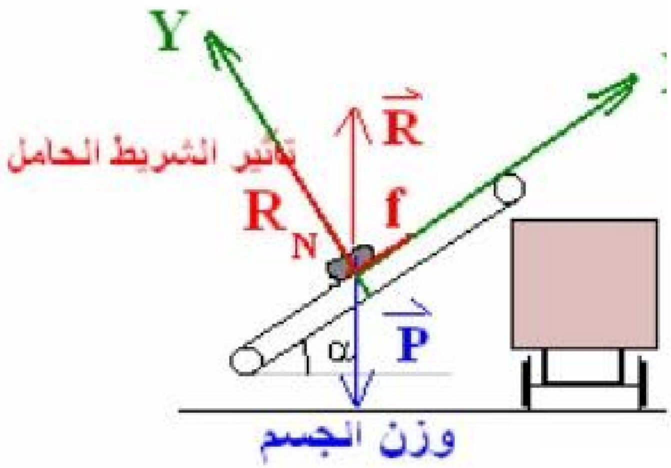
3) أحسب شغل القوة $\vec{f}$ خلال الانتقال طول الشريط

4) حدد قدرة القوة $\vec{f}$ علما أن " سرعة شحن " العربة هي 2,5Tonnes خلال دقيقة واحدة

جواب:

1) تخضع المجموعة المدروسة لقوتين وبما أن الحركة مستقيمية منتظمة فإن القوتان لهما نفس الشدة ونفس الاتجاه ومنحيان متعاكسان

(مبدأ القصور $\vec{R}+\vec{P}=\vec{0}$)



2) حساب شدة القوة المقرونة بالاحتكاك

لدينا : $\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$

الإسقاط على المحور (o,x)

$$P_x + R_x = 0$$

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

$$f = P\sin\alpha$$

ت.ع :

$$f = 25\,N$$

جواب:

3) قدرة القوة f نعلم أن قدرة قوة خلال إزاحة مستقيمية : $P = f.L.\Delta t$ (قدرة ضائعة)
لنحدد المدة اللازمة لشحن 5Kg طول الشريط نعلم أن نقل $2.5.10^3$ Kg يتطلب دقيقة واحدة ومنه نستنتج مدة شحن 5kg

$$2,5.10^3\,Kg \rightarrow 1mn = 60s$$

$$5Kg \rightarrow \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{5.60}{2,5.10^3} = 120.10^{-3}\,s = 0,12s$$

استنتاج القدرة $P = 25.20.0,12 = 60W$

2) جسم صلب في دوران :

القدرة الحظية لقوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت

هو خارج شغل القوة على المدة الزمنية المستغرقة Δt :

الشغل (J)

$$P = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}$$

القدرة (W)

المدة الزمنية (s)

$$P = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t} \quad ; \quad W(\vec{F}) = \mathcal{M}(\vec{F}) \times \Delta\theta$$

$$P = \frac{\mathcal{M}(\vec{F}) \times \Delta\theta}{\Delta t} = \mathcal{M}(\vec{F}) \times \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \mathcal{M}(\vec{F}) \times \omega$$

(N.m) عزم القوة

$$\boxed{P = \mathcal{M}(\vec{F}).\omega}$$

(W) القدرة

(rad/s) سرعة الزاوية

Fin