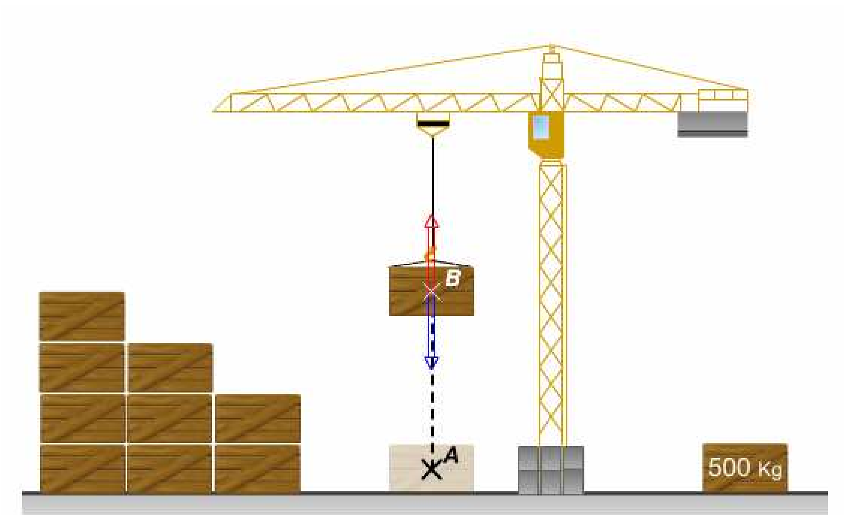
مادة العلوم الفيزيائية

الفيزياء

شغل و قدرة قوة



السنة الأولى من سلك البكالوريا

الأستاذ: نور الدين فرنان

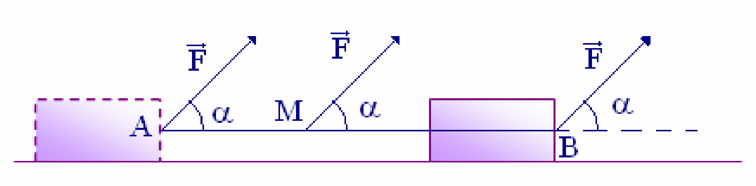
I-مفهوم شغل القوة

نقول إن قوة مطبقة على جسم ما تشتغل، إذا انتقلت نقطة تأثيرها، و غيرت حركة هذا الجسم أو غيرت خصائصه الفيزيائية.

II-شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة Travail d’une force constante appliquée à un solide en translation

القوة الثابتة هي التي تحتفظ بنفس الإتجاه، نفس المنحى و نفس الشدة طيلة الحركة.

1- حالة الانتقال المستقيمي لنقطة تاثير القوة



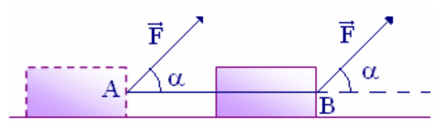
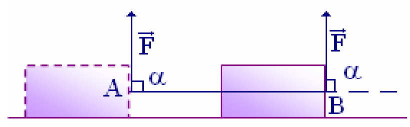
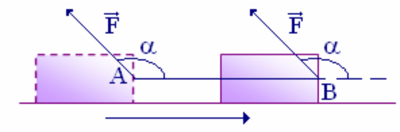
تعريف: يساوي شغل قوة ثابتة $(M,\vec{F})$ عند الإنتقال المستقيمي لنقطة تأثيرها M بين الموضعين A و B ، الجداء السلمي لمتجهة القوة $\vec{F}$ و متجهة الإنتقال $\overrightarrow{AB}$:

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

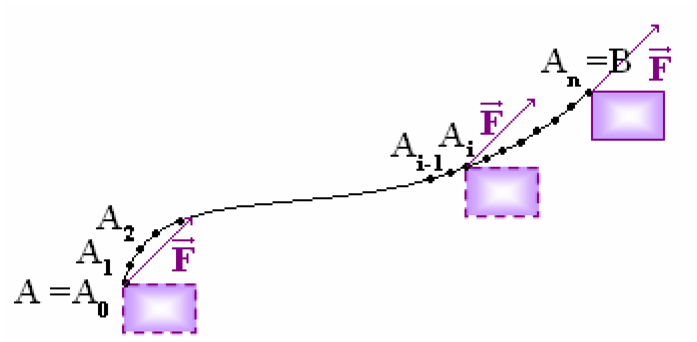
وحدة الشغل: يعبر عن الشغل في النظام العالمي للوحدات (S.I) بالجول JOULE الذي يرمز له ب J .

طبيعة شغل قوة ثابتة:

لدينا $\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = F.L.\cos\alpha$ حيث $L>0$ و $F>0$.

		
$0 \le \alpha < 90^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$90^\circ < \alpha \le 180^\circ$
$\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) > 0 \Leftarrow \cos\alpha > 0$	$\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = 0 \Leftarrow \cos\alpha = 0$	$\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) < 0 \Leftarrow \cos\alpha < 0$
نقول إن الشغل محرك moteur	نقول إن الشغل منعدم	نقول إن الشغل مقاوم résistant

2- حالة الإنتقال المنحني لنقطة تأثير القوة.



نقسم المسار المنحني إلى أجزاء صغيرة جدا يمكن اعتبارها مستقيمية.

نعبر عن الشغل الجزئي الذي تنجزه القوة $\vec{F}$ خلال انتقال جزئي متجهته $\vec{\delta l_i}$ بالعلاقة: $\delta W_i(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{\delta l_i} = \vec{F}.\overrightarrow{A_iA_{i+1}}$

حيث $\vec{\delta l_i} = \overrightarrow{A_iA_{i+1}}$

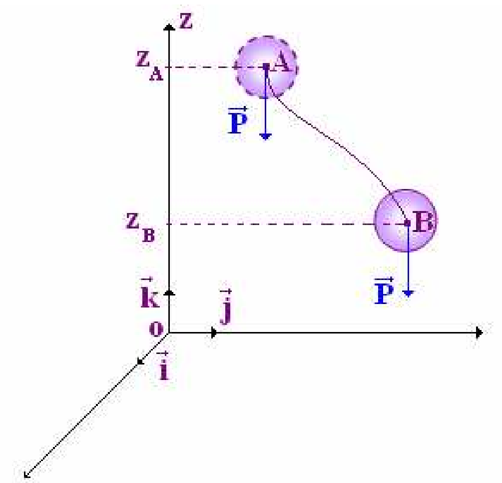
إذن شغل القوة $\vec{F}$ عند انتقال نقطة تأثيرها من A إلى B هو مجموع الأشغال الجزئية:

أي $\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = \sum \delta W_i(\vec{F}) = \sum \vec{F}.\vec{\delta l_i} = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$ إذن $\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$

خلاصة: لا يرتبط شغل قوة ثابتة بمسار نقطة تأثيرها، بل يرتبط فقط بموضعها البدئي و موضعها النهائي.

$$\boxed{\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}}$$

III- شغل وزن الجسم



بالنسبة لانتقال لا يتجاوز بعض الكيلومترات، يمكن اعتبار وزن جسم قوة ثابتة.

نعبر عن شغل وزن الجسم عند انتقال مركز قصوره G من A إلى B بما يلي:

$$\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) = \vec{P}.\overrightarrow{G_AG_B}$$

نختار معلم متعامد ممنظم $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ حيث oz محور رأسي و موجه نحو الأعلى.

لدينا $\overrightarrow{G_AG_B}\left|\begin{array}{l} x_B - x_A \\ y_B - y_A \\ z_B - z_A \end{array}\right.$ و $\vec{P}\left|\begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ -mg \end{array}\right.$

إذن $\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) = -mg(z_B - z_A)$ و منه $\boxed{\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)}$

خلاصة: لا يرتبط شغل وزن جسم إلا بالأنسوب z_A للموضع البدئي، و بالأنسوب z_B للموضع النهائي لمركز قصور الجسم.

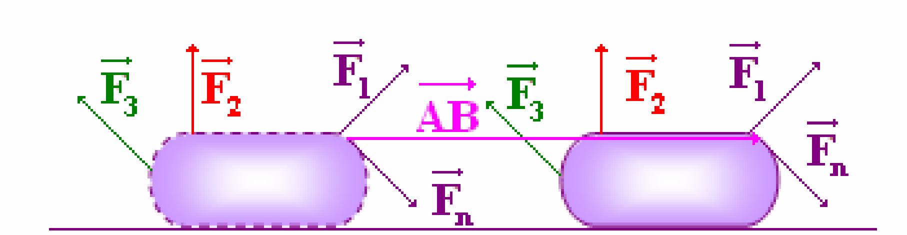
ملحوظة:

- يتعلق تعبير شغل وزن الجسم بمنحى المحور oz، إذا تم اختيار المحور موجه نحو الأسفل يصبح هذا التعبير:

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

- عند انتقال الجسم نحو الأسفل: $\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) > 0$ شغل محرك.
- عند انتقال الجسم نحو الأعلى: $\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) < 0$ شغل مقاوم

IV- شغل مجموعة من قوى ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمة



لدينا الجسم في إزاحة $\Leftarrow$ $\overrightarrow{A_1B_1} = \overrightarrow{A_2B_2} = \cdots = \overrightarrow{A_nB_n} = \overrightarrow{AB}$

ومنه $\underset{A\to B}{W}(\vec{F_1}) + \underset{A\to B}{W}(\vec{F_2}) + \cdots + \underset{A\to B}{W}(\vec{F_n}) = \vec{F_1}.\overrightarrow{A_1B_1} + \vec{F_2}.\overrightarrow{A_2B_2} + \cdots + \vec{F_n}.\overrightarrow{A_nB_n} = (\vec{F_1} + \vec{F_2} + \cdots + \vec{F_n}).\overrightarrow{AB}$

إذن $\underset{A\to B}{W}(\vec{F_1}) + \underset{A\to B}{W}(\vec{F_2}) + \cdots + \underset{A\to B}{W}(\vec{F_n}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$ حيث $\vec{F} = (\vec{F_1} + \vec{F_2} + \cdots + \vec{F_n})$

خلاصة: يساوي شغل مجموعة قوى ثابتة $\vec{F_1},\vec{F_2},\cdots,\vec{F_n}$ مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمية الجداء السلمي لمجموع متجهات القوى $\vec{F}$ و متجهة الانتقال $\overrightarrow{AB}$.

V- قدرة قوة

1- القدرة المتوسطة

لحساب القدرة المتوسطة لقوة نستعمل العلاقة:

$$P_m = \frac{W_{A\to B}(\vec{F})}{\Delta t}$$

وحدة القدرة في النظام العالمي للوحدات هي الواط (W) . $1W = 1J.s^{-1}$

2- القدرة اللحظية

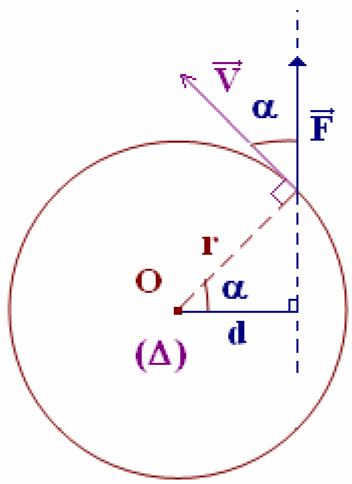
لحساب القدرة اللحظية نستعمل العلاقة:

$$P = \frac{\delta W}{\delta t} \quad \Leftarrow \quad P = \frac{\delta W}{\delta t} = \vec{F}.\frac{\vec{\delta l}}{\delta t} = \vec{F}.\vec{V}$$

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

VI- قدرة وشغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت

1- حساب القدرة



لدينا $P = \vec{F}.\vec{V}$ إذن $P = F.V.\cos\alpha$

بما أن $\cos\alpha = \frac{d}{r}$ فإن $P = F.V.\frac{d}{r} = F.d.\frac{V}{r}$

لدينا $v = r.\omega$ إذن $P = \underbrace{F.d}_{M_\Delta(\vec{F})}.\omega$

الجداء $F.d$ هو عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة للمحور (Δ) .

إذن

$$\underset{W}{\underset{\downarrow}{P}} = \underset{N.m}{\underset{\downarrow}{M_\Delta(\vec{F})}}.\underset{rad/s}{\underset{\downarrow}{\omega}}$$

2- تعبير الشغل

خلال مدة جد قصيرة δt لدينا: $P = \frac{\delta W}{\delta t}$ أي $\delta W = P.\delta t$

حيث $P = M_\Delta(\vec{F}).\omega$ ومنه $\delta W = M_\Delta(\vec{F}).\underbrace{\omega.\delta t}_{\delta\theta}$

إذن $\delta W = M_\Delta(\vec{F}).\delta\theta$

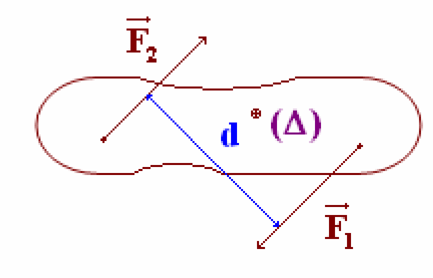
عند دوران الجسم بزاوية معينة $(\Delta\theta = \delta\theta_1 + \delta\theta_2 + \cdots + \delta\theta_n)$، يكون الشغل الذي تنجزه القوة $\vec{F}$ هو مجموع الشغال الجزئية.

$$W(\vec{F}) = \sum \delta W = \sum M_\Delta(\vec{F}).\delta\theta$$

بما أن $M_\Delta(\vec{F})$ ثابت فإن $\underset{J}{\underset{\downarrow}{W(\vec{F})}} = \underset{N.m}{\underset{\downarrow}{M_\Delta(\vec{F})}}.\underset{rad}{\underset{\downarrow}{\Delta\theta}}$

VII- شغل مزدوجة عزمها ثابت.

تذكير: $M_\Delta(\vec{F_1},\vec{F_2}) = \pm F.d$



حيث $F = F_1 = F_2$ و d المسافة التي تفصل بين خطي تأثير القوتين.

يكون الشغل الجزئي المنجز من طرف المزدوجة أثناء دوران جزئي بالزاوية $\delta\theta$:

$$\delta W = M_\Delta(\vec{F}_1, \vec{F}_2).\delta\theta$$

بما أن العزم ثابت فإن الشغل المنجز أثناء الدوران $\Delta\theta$ هو $W = \sum M_\Delta(\vec{F}_1, \vec{F}_2).\delta\theta = M_\Delta(\vec{F}_1, \vec{F}_2).\Delta\theta$

إذن $W = M_\Delta(\vec{F}_1, \vec{F}_2).\Delta\theta$