

الدراسة الطاقية للمجموعات الميكانيكية

I. الشغل وسيلة لانتقال الطاقة

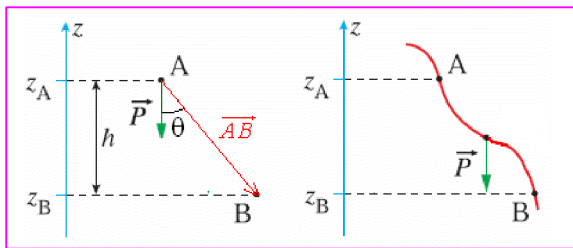
1- شغل قوة ثابتة

* تذكير:

| حالة الدوران | حالة الإزاحة |
|--|---|
| $W_{AB}(\vec{F}) = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$ <p>$\Delta\theta$ تغير الأضلاع الزاوي (زاوية الدوران)، $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ عزم القوة \vec{F}.</p> | $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overline{AB}$ <p>\overline{AB} متجهة الانتقال.</p> <p>تعبير 1: $W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos\theta$ مع: $\theta = (\vec{F}, \overline{AB})$</p> <p>تعبير 2: في معلم ديكارتي (O, x, y, z): $W_{AB}(\vec{F}) = F_x \cdot (x_B - x_A) + F_y \cdot (y_B - y_A) + F_z \cdot (z_B - z_A)$</p> |

| | | | |
|---|--------------------------|--|---|
| $W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB$ شغل محرك | $\cos 0 = 1$ | | $\alpha = 0$ |
| $0 < W_{AB}(\vec{F}) < F \times AB$ شغل محرك | $0 < \cos \alpha < 1$ | | $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ |
| $W_{AB}(\vec{F}) = 0$ شغل منعدم | $\cos \frac{\pi}{2} = 0$ | | $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ($\alpha = 90^\circ$) |
| $-F \times AB < W_{AB}(\vec{F}) < 0$ شغل مقاوم | $-1 < \cos \alpha < 0$ | | $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ |
| $W_{AB}(\vec{F}) = -F \times AB$ شغل مقاوم | $\cos \pi = -1$ | | $\alpha = \pi$ ($\alpha = 180^\circ$) |

* مثال: شغل وزن جسم



$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overline{AB} = P \cdot AB \cdot \cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{h}{AB} = \frac{z_A - z_B}{AB} \quad \text{وبما أن:}$$

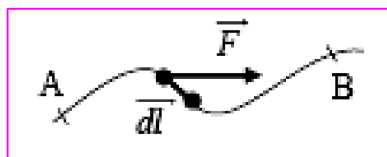
$$W_{AB}(\vec{P}) = mg \cdot (z_A - z_B) \quad \text{فإن:}$$

وحدة الشغل هي الجول (J)

2- شغل قوة غير ثابتة

* تعريف:

- الشغل الجزئي: في حالة الإزاحة: $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{\ell}$ و في حالة الدوران: $\delta W = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) \cdot \delta\theta$

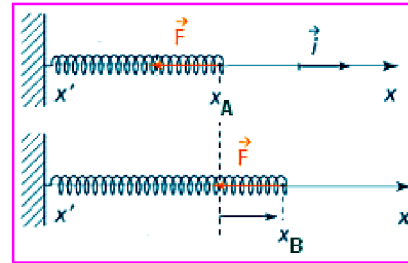
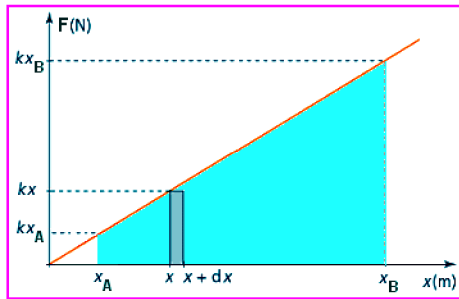


- الشغل الكلي: يساوي مجموع الأشغال الجزئية:

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta\theta \quad \text{و في حالة الدوران:} \quad W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{\ell} \quad \text{في حالة الإزاحة:}$$

*مثالان: شغل القوة المرنة و شغل مزدوجة اللي

| تعبير الشغل الكلي | تعبير الشغل الجزئي | القوة المرنة |
|---|--|---|
| $W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{1}{2} k (x_B^2 - x_A^2)$ مقابل مساحة شبه المنحرف | $dW = -k x dx$ مقابل مساحة المستطيل | $\vec{F} = -k x \vec{i}$ |
| $W_{AB} = -\frac{1}{2} C (\theta_B^2 - \theta_A^2)$ | $dW = -C \theta d\theta$ | مزدوجة اللي عزمها: $\mathcal{M}_T = -C \theta$ |



ملحوظة هامة:

القوة المرنة أو قوة الارتداد هي القوة التي يطبقها النابض على الجسم المرتبط به عند استطالته أو انضغاطه. في حالة اعتبار القوة \vec{F}_{op} المطبقة على النابض فإن شغلها هو:

$$W_{AB}(\vec{F}_{op}) = \frac{1}{2} k (x_B^2 - x_A^2)$$

لأن حسب القانون الثالث لنيوتن (مبدأ التأثيرات المتبادلة): $\vec{F}_{op} = -\vec{F}$

II. الطاقة الحركية

1- تعبير الطاقة الحركية

| حالة الدوران | حالة الإزاحة |
|---|---------------------------|
| $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \dot{\theta}^2$ | $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ |

2- مبرهنة الطاقة الحركية

في معلم غاليلي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة أو في دوران يساوي المجموع الجبري لأشغال القوى الخارجية المطبقة عليه:

$$\Delta E_c = E_{c_2} - E_{c_1} = \sum_{1 \rightarrow 2} W_{F_{ext}}$$

نص المبرهنة

III. طاقة الوضع

1- تعريف عام

طاقة الوضع لمجموعة هي الطاقة التي تتوفر عليها بفعل تأثيراتها البينية مع جسم خارجي. و هي طاقة كامنة يمكنها أن تتحول إلى شكل من أشكال الطاقة عن طريق الشغل أو الانتقال الحراري أو الإشعاع.

تعريف

2- أمثلة لطاقة الوضع

| طاقة الوضع التثاقلية | طاقة الوضع المرنة | طاقة الوضع للي |
|----------------------------|----------------------------------|--|
| $E_{pp} = mgz + cte$ | $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2 + Cte$ | $E_{pt} = \frac{1}{2}C\theta^2 + Cte$ |
| z أنسوب مركز القصور للجسم. | x أفصول الجسم المرتبط بالناض | θ الأفصول الزاوي للجسم المرتبط بسلك اللي. |

ملحوظة

Cte ثابتة تتعلق باختبار الحالة المرجعية حيث نعتبر طاقة الوضع منعدمة. في حالة اختيار الموضع $z = 0$ أو $x = 0$ أو $\theta = 0$ مرجعا لطاقة الوضع فإن: $Cte = 0$

3- تغير طاقة الوضع

| | |
|-------------------------------|---|
| $\Delta E_{pp} = -W(\vec{P})$ | • تغير طاقة الوضع التثاقلية يساوي مقابل شغل وزن الجسم |
| $\Delta E_{pe} = -W(\vec{F})$ | • تغير طاقة الوضع المرنة يساوي مقابل شغل القوة المرنة |
| $\Delta E_{pt} = -W_T$ | • تغير طاقة الوضع للي يساوي مقابل شغل مزدوجة اللي |

IV. الطاقة الميكانيكية

1- تعريف

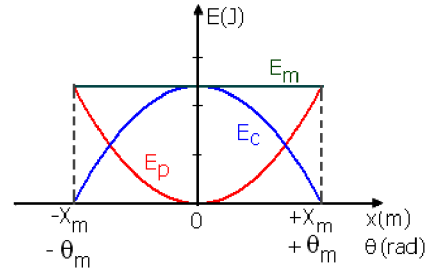
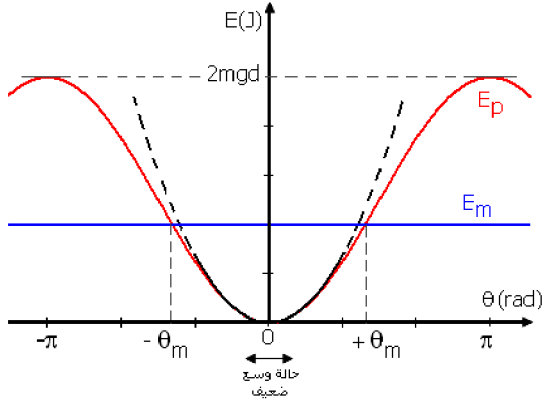
الطاقة الميكانيكية لمجموعة تساوي مجموع طاقتها الحركية و طاقتها للوضع :

$$E_m = E_c + E_p$$

تعريف

2- الطاقة الميكانيكية لمجموعات متذبذبة

| النواس الوازن | | نواس اللي | النواس المرن الأفقي | تعبير الطاقة الميكانيكية |
|---|---|---|---|--------------------------|
| حالة وسع ضعيف | الحالة العامة | | | |
| $E_m = \frac{1}{2}J_{\Delta}\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}mgd\theta^2$ و في حالة احتكاكات مهملة: | $E_m = \frac{1}{2}J_{\Delta}\dot{\theta}^2 + mgd(1 - \cos\theta)$ و في حالة احتكاكات مهملة: $E_m = Cte$ | $E_m = \frac{1}{2}J_{\Delta}\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}C\theta^2$ و في حالة احتكاكات مهملة: $E_m = \frac{1}{2}C\theta_m^2 = Cte$ | $E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ و في حالة احتكاكات مهملة: $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2 = Cte$ | |



مخططات
الطاقة

3- انحفاظ أو عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية

- في حالة احتكاكات مهملة (خمود مهمل) تنحفظ الطاقة الميكانيكية، نقول أن المجموعة محافظة: $\Delta E_m = 0$ (مبيان 1)
- في حالة خمود غير مهمل تتناقص الطاقة الميكانيكية و تتحول تدريجيا إلى طاقة حرارية بفعل شغل قوى الاحتكاك: $\Delta E_m = W_f < 0$ (مبيان 2)

تعريف

