

# الدراسة الطاقية للمجموعات الميكانيكية

## I. الشغل وسيلة لانتقال الطاقة

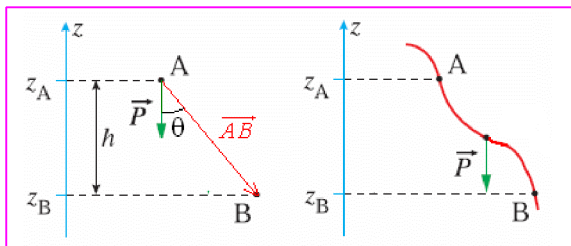
### 1- شغل قوة ثابتة

\* تذكير:

حالة الدوران	حالة الإزاحة
$W_{AB}(\vec{F}) = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$ <p><math>\Delta\theta</math> تغير الأضلاع الزاوي (زاوية الدوران)،  <math>\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})</math> عزم القوة <math>\vec{F}</math>.</p>	$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overline{AB}$ <p><math>\overline{AB}</math> متجهة الانتقال.</p> <p>تعبير 1: <math>W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos\theta</math>  مع: <math>\theta = (\vec{F}, \overline{AB})</math></p> <p>تعبير 2: في معلم ديكارتي <math>(O, x, y, z)</math>:  <math>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)</math></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



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

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

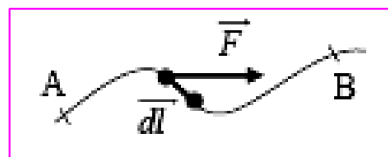
$$W_{AB}(\vec{P}) = mg \cdot (z_A - z_B) \quad \text{فإن:}$$

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:

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta\theta$$

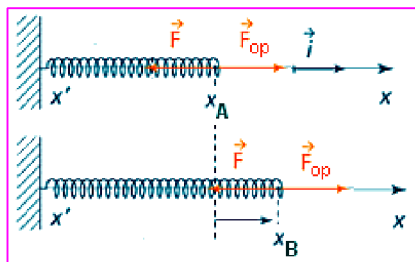
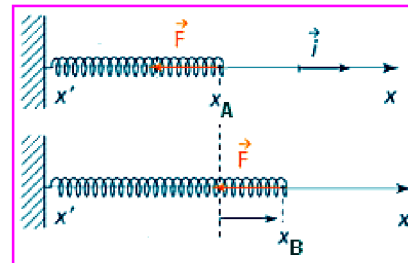
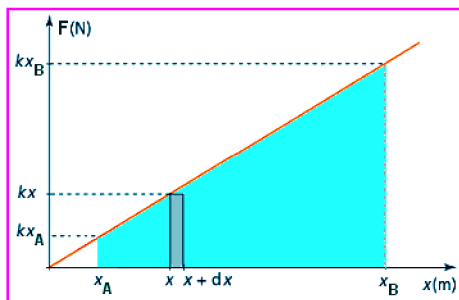
و في حالة الدوران:

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{\ell}$$

في حالة الإزاحة:

**\*مثالان: شغل القوة المرنة و شغل مزدوجة اللي**

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



**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 للي	طاقة الوضع المرنة	طاقة الوضع الثقالية
$E_{pt} = \frac{1}{2} C\theta^2 + Cte$ <p><math>\theta</math> الأضول الزاوي للجسم المرتبط بسلك اللي.</p>	$E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2 + Cte$ <p><math>x</math> أضول الجسم المرتبط بالناض</p>	$E_{pp} = mgz + cte$ <p><math>z</math> أنسوب مركز القصور للجسم.</p>

ملحوظة

$Cte$  ثابتة تتعلق باختيار 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 الثقالية 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

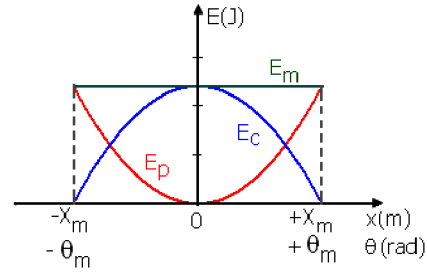
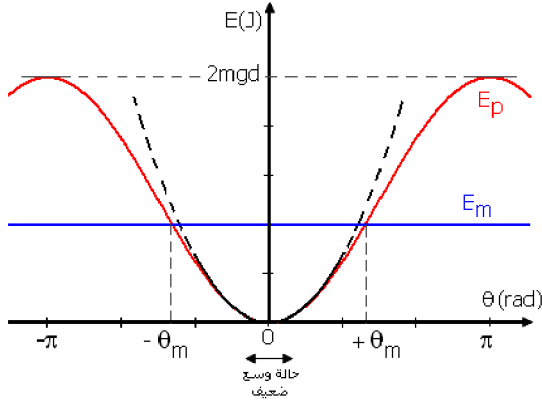
الطاقة الميكانيكية لمجموعة تساوي مجموع طاقتها الحركية و طاقتها للوضع :

$$E_m = E_c + E_p$$

تعريف

#### 2- الطاقة الميكانيكية لمجموعات متذبذبة

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



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

