

## الشغل وطاقة الوضع الثقالية الطاقة الميكانيكية

### 1- طاقة الوضع الثقالية :

#### 1- مفهوم طاقة الوضع الثقالية :

طاقة الوضع الثقالية لجسم ما ، في مجال الثقالة ، هي طاقة يتوفر عليها الجسم نتيجة موضعه بالنسبة للأرض . وهي ناتجة عن التأثير البيني بينه وبين الأرض .

#### 2- تعبير طاقة الوضع الثقالية :

طاقة الوضع الثقالية  $E_{pp}$  لجسم صلب تتعلق بكتلة الجسم  $m$  و ب  $g$  شدة الثقالة و ب  $z$  أنسوب مركز قصوره في معلم  $R(O, \vec{k})$  (موجه نحو الأعلى).

حيث :

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot z + cte$$

وحدة  $E_{pp}$  في النظام العالمي للوحدات هي الجول ( $J$ ) .

حيث  $cte$  تحدد من خلال الحالة المرجعية .

الحالة المرجعية هي الحالة التي نختارها حيث نسند لطاقة الوضع القيمة  $E_{pp} = 0$  .

- تعبير طاقة الوضع الثقالية باعتبار الحالة المرجعية عند الأنسوب  $z_0$  .

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot z + cte$$

$$0 = m \cdot g \cdot z_0 + cte$$

$$cte = -m \cdot g \cdot z_0$$

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot z - m \cdot g \cdot z_0$$

$$E_{pp} = m \cdot g (z - z_0)$$

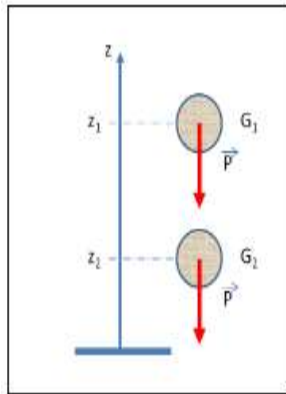
- تعبير طاقة الوضع الثقالية باعتبار الحالة المرجعية عند أصل محور الأناسيب  $z = 0$  .

عند  $z = 0$  يكون  $E_{pp} = 0$  ومنه  $cte = 0$  أي :  $E_{pp} = m \cdot g \cdot z$

<p>الحالة المرجعية <math>z_0</math> <math>E_{pp} = 0</math></p> <p><math>E_{pp} = m \cdot g(z - z_0)</math></p>	<p><math>(z=0)</math> الحالة المرجعية <math>E_{pp} = 0</math></p> <p><math>E_{pp} = m \cdot g \cdot z</math></p>
---	--

### 3-تغير طاقة الوضع الثقالية :

عندما ينتقل مركز قصور الجسم من الموضع  $G_1$  الى الموضع  $G_2$  أنسوبهما على التوالي  $z_1$  و  $z_2$  ، فإن طاقة الوضع للجسم تتغير بالقيمة :



$$\Delta E_{pp} = E_{pp2} - E_{pp1}$$

$$\Delta E_{pp} = m \cdot g(z_2 - z_1)$$

شغل وزن الجسم خلال الانتقال من  $G_1$  الى  $G_2$  هو :

$$W(\vec{P})_{G_1 \rightarrow G_2} = m \cdot g(z_1 - z_2)$$

$$\Delta E_{pp} = -W(\vec{P})$$

استنتاج : يساوي تغير طاقة الوضع الثقالية لجسم مقابل شغل وزنه .

ملحوظة :

في حالة صعود الجسم :  $z_2 > z_1$  يكون  $\Delta E_{pp} > 0$  الجسم يكتسب طاقة وضع ثقالية .

في حالة صعود الجسم :  $z_2 < z_1$  يكون  $\Delta E_{pp} < 0$  الجسم يفقد طاقة وضع ثقالية .

## II-الطاقة الميكانيكية

### 1-تعريف :

تساوي الطاقة الميكانيكية لجسم صلب ، عند كل لحظة ، في معلم معين ، مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع الثقالية لهذا الجسم :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

وحدتها في النظام العالمي للوحدات الجول (J) .

## 2-انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

### 2-1-السقوط الحر :

ينتقل جسم صلب كتلته  $m$  وهو خاضع لوزنه فقط ، بين موضعين  $G_1$  أنسوبه  $z_1$  و  $G_2$  أسوبه  $z_2$

تغير الطاقة الميكانيكية :

$$\Delta E_m = E_{m_2} - E_{m_1}$$

$$\Delta E_m = E_{C_2} + E_{PP_2} - (E_{C_1} + E_{PP_1})$$

$$\Delta E_m = E_{C_2} - E_{C_1} + E_{PP_2} - E_{PP_1}$$

$$\Delta E_m = \Delta E_C + \Delta E_{PP}$$

حسب مبرهنة الطاقة الحركية :

$$\Delta E_C = W(\vec{P})_{G_1 \rightarrow G_2}$$

نعلم أن :

$$\Delta E_{PP} = -W(\vec{P})_{G_1 \rightarrow G_2}$$

وبالتالي نكتب :

$$\Delta E_C = -\Delta E_{PP}$$

أي:

$$\Delta E_m = 0$$

استنتاج: يكافئ تغير الطاقة الحركية للجسم تغير طاقة وضعه الثقالية .

خلاصة:

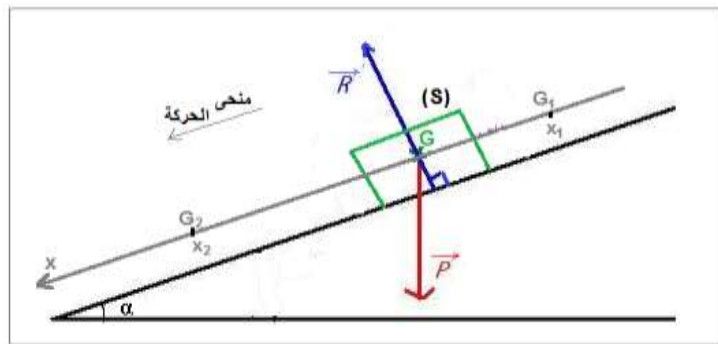
أثناء سقوط حر لجسم صلب ، تتحول طاقة وضعه الثقالية الى طاقة حركية والعكس صحيح ، في حين تبقى طاقته

الميكانيكية ثابتة :  $E_m = E_C + E_{PP} = \text{cte}$

### 2-2-انزلاق جسم صلب بدون احتكاك فوق مستوى مائل :

ينتقل مركز قصور جسم صلب كتلته  $m$  فوق مستوى مائل ، من الموضع  $G_1$  أفصوله  $x_1$  إلى الموضع  $G_2$  أفصوله  $x_2$  .

تغير الطاقة الميكانيكية :



$$\Delta E_m = E_{m_2} - E_{m_1}$$

$$\Delta E_m = E_{C_2} + E_{PP_2} - (E_{C_1} + E_{PP_1})$$

$$\Delta E_m = E_{C_2} - E_{C_1} + E_{PP_2} - E_{PP_1}$$

$$\Delta E_m = \Delta E_C + \Delta E_{PP}$$

حسب مبرهنة الطاقة الحركية :

$$\Delta E_C = W(\vec{P})_{G_1 \rightarrow G_2} + W(\vec{R})_{G_1 \rightarrow G_2}$$

نعلم أن :

$$\Delta E_{PP} = -W(\vec{P})_{G_1 \rightarrow G_2}$$

وبالتالي نكتب :

$$\Delta E_m = W(\vec{R})_{G_1 \rightarrow G_2}$$

باعتبار التماس يتم بدون احتكاك فإن :  $W(\vec{R})_{G_1 \rightarrow G_2} = 0$

ومنه :

$$\Delta E_m = 0$$

استنتاج : يكافئ تغير الطاقة الحركية تغير طاقة وضعه الثقالية .

خلاصة :

أثناء انزلاق جسم صلب بدون احتكاك فوق مستوى مائل ، تتحول طاقة وضعه الثقالية الى طاقة حركية والعكس صحيح

، في حين تبقى طاقته الميكانيكية ثابتة :  $E_m = E_C + E_{PP} = cte$

### 3-عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

في حالة انزلاق جسم صلب باحتكاك فوق مستوى مائل ، تغير الطاقة الميكانيكية يساوي شغل قوى الإحتكاك :

$$\Delta E_m = W(\vec{R})_{G_1 \rightarrow G_2} \neq 0$$

باعتبار قوى الإحتكاك مكافئة لقوة شدتها  $\vec{f}$  ثابتة نكتب :

$$\Delta E_m = W(\vec{f})_{G_1 \rightarrow G_2} = -f \cdot G_1 G_2 < 0$$

$$E_{m_2} < E_{m_1} \quad \text{ومنه} \quad \Delta E_m = E_{m_2} - E_{m_1} < 0$$

[استنتاج :](#)

تنقص الطاقة الميكانيكية للجسم أثناء الحركة بفعل قوى الإحتكاك  $\Delta E_m < 0$  .  
يرجع عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية لجسم صلب خاضع لقوى الإحتكاك الى تحول جزء من الطاقة الميكانيكية الى طاقة حرارية  $Q$  حيث :

$$Q = -W(\vec{f})_{G_1 \rightarrow G_2}$$

[خلاصة :](#)

يساوي تغير الطاقة الميكانيكية للجسم مقابل الطاقة الحرارية :  $\Delta E_m = -Q$