

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 يتتوفر 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 وب g شدة الثقالة وب z أنسوب مركز قصوره في معلم $R(0, \vec{k})$ (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 0 . $E_{pp} = 0$.

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

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

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

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

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

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

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

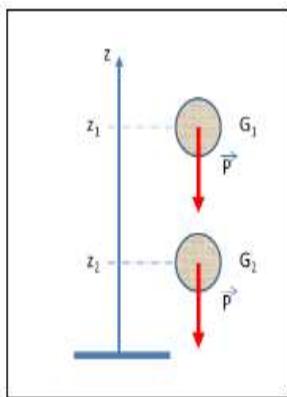
عند $z = 0$ يكون $E_{pp} = 0$ ومنه $cte = 0$ أي :

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

3-تغير طاقة الوضع الثقالية :

عندما ينتقل مركز قصور الجسم من الموضع G_1 الى الموضع G_2 أنسوبيهما 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 :

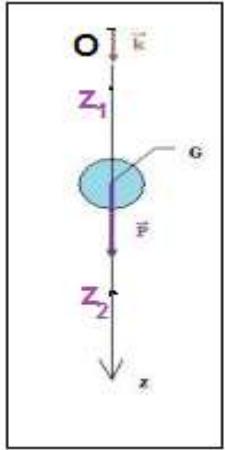
$$E_m = E_C + E_{pp}$$

وحدتها في النظام العالمي للوحدات الجول (J) .

2-احفاظ الطاقة الميكانيكية :

1-السقوط الحر :

ينتقل جسم صلب كتلته m وهو خاضع لوزنه فقط ، بين موضعين G_1 وأسويه G_2 وأسويه z_1 و 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 : يكافيء تغير الطاقة الحركية للجسم تغير طاقة وضعه الثقالية .

خلاصة :

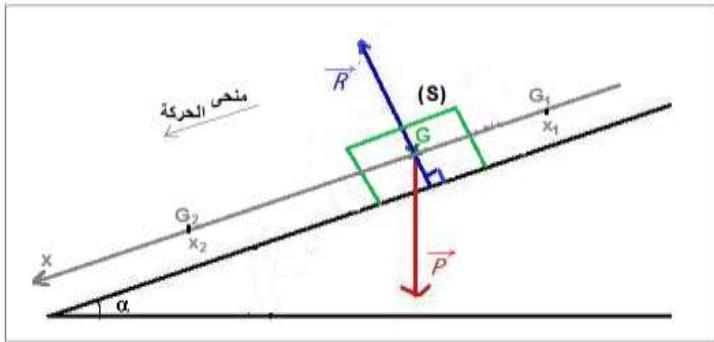
أثناء سقوط حر لجسم صلب ، تتحول طاقة حركية وضعه الثقالية الى طاقة حرارية والعكس صحيح ، في حين تبقى طاقته

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

2-انزلاق جسم صلب بدون احتكاك فوق مستوى مائل :

ينتقل مركز قصور جسم صلب كتلته m فوق مستوى مائل ، من الموضع G_1 أقصوله x_1 إلى الموضع G_2 أقصوله 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 :

ومنه :

$$\Delta E_m = 0$$

استنتاج : يكافئ تغير الطاقة الحركية تغير طاقة وضعه الثقالية .

خلاصة :

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

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

3-عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

في حالة ازلاق 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 إلى تحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية Q حيث :

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

[خلاصة](#)

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