الشغل وطاقة الوضع الثقالية
الطاقة الميكانيكية

I-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 :

$$E_{PP} = m.g.z + cte$$

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

حيث cte تحدد من خلال الحالة المرجعية .

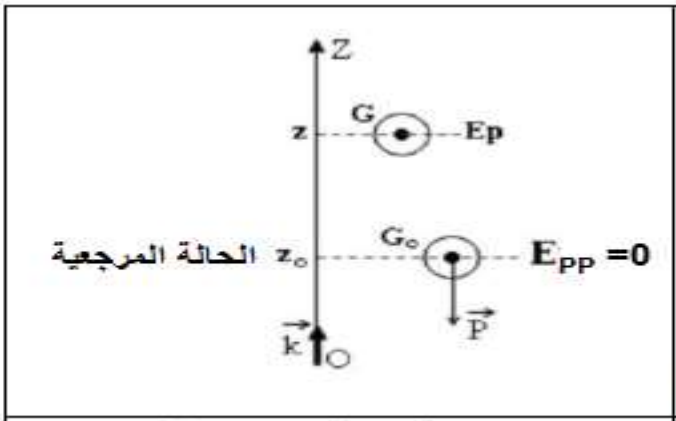
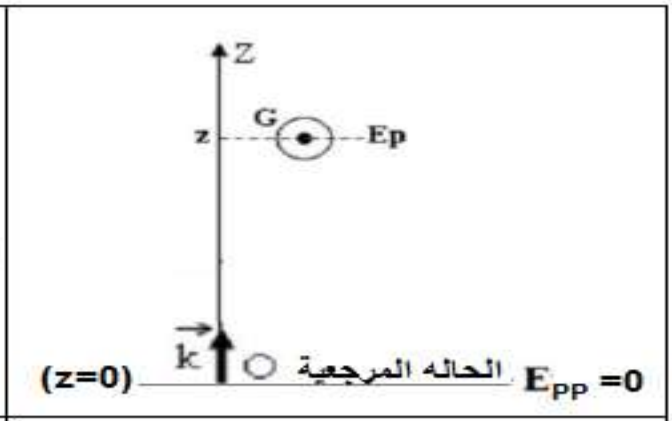
الحالة المرجعية هي الحالة التي نختارها حيث نسند لطاقة الوضع القيمة $E_{PP} = 0$.

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

$$E_{PP} = m.g.z + cte$$
$$0 = m.g.z_0 + cte$$
$$cte = -m.g.z_0$$
$$E_{PP} = m.g.z - m.g.z_0$$
$$E_{PP} = m.g(z - z_0)$$

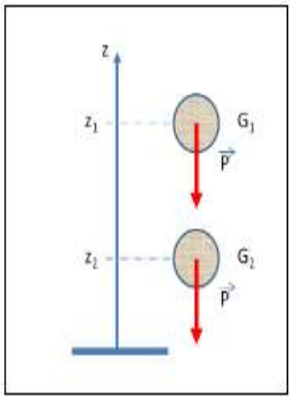
- تعبير طاقة الوضع الثقالية باعتبار الحالة المرجعية عند أصل محور الأناسيب $z = 0$.

عند $z = 0$ يكون $E_{PP} = 0$ ومنه $cte = 0$ أي : $E_{PP} = m.g.z$

	
$E_{PP} = m.g(z - z_0)$	$E_{PP} = m.g.z$

3-تغير طاقة الوضع الثقالية :

عندما يتنتقل 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 :



$$\Delta E_{PP} = E_{PP2} - E_{PP1}$$

$$\Delta E_{PP} = m.g(z_2 - z_1)$$

شغل وزن الجسم خلال الإنتقال من G_1 الى G_2 هو :

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

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

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 :

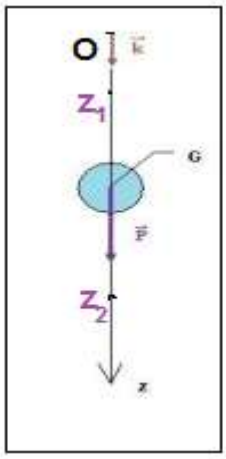
$$E_m = E_C + E_{PP}$$

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 :

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

نعلم أن :

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

وبالتالي نكتب :

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

أي:

$$\Delta E_m = 0$$

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

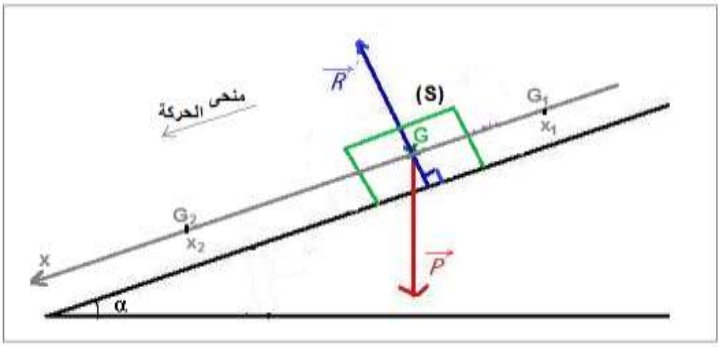
خلاصة :

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_2أفصوله 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 :

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

نعلم أن :

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

وبالتالي نكتب :

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

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

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

3-عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

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

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

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

$$\Delta E_m = W(\vec{f})_{G_1 \to G_2} = -f.G_1G_2 < 0$$

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

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 :

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

خلاصة :

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