

الشغل و الطاقة الوضع الثقالية

Le travail et l'énergie potentielle.

الأستاذ: الدلاحي محمد (السنة الأولى علوم تجريبية)

Vidéo

I. مفهوم الطاقة الوضع الثقالية:

نشاط 1 : السقوط الحر

نحدر جسما صلبا (S) كتلته m من نقطة A بدون سرعة بدئية ارتفاعه Z_A بالنسبة لسطح الأرض. فسقط ليصل إلى نقطة B أنسوبها Z_B .

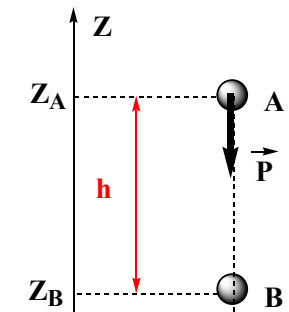
حدد تعبير شغل وزن الجسم (S) بدلالة Z_B و Z_A .

نهمل : دافعة أرخميدس
احتكاكات مع الهواء

□ استثمار :

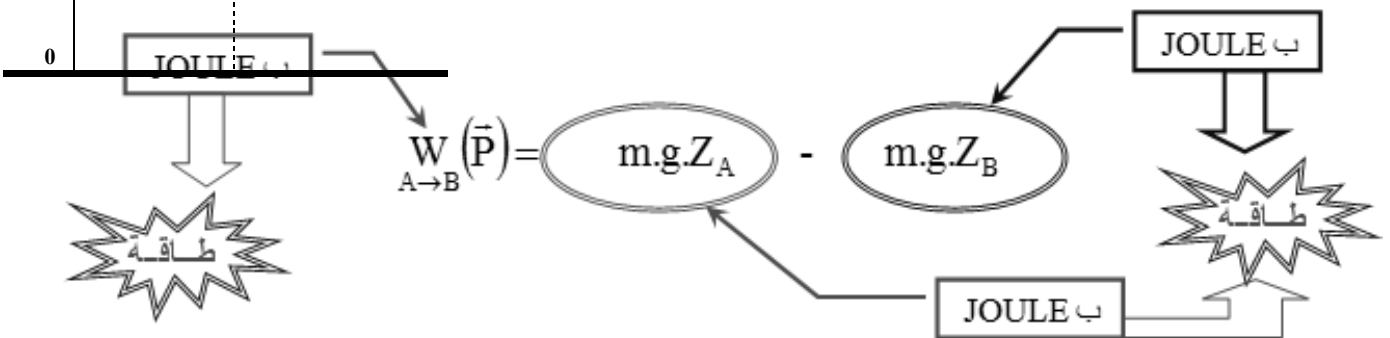
- المجموعة المدروسة : { الجسم (S) }
- جرد القوى المطبقة على الجسم (S) :

سقوط الحر : القوة الوحيدة هي الوزن \vec{P}



شغل وزن الجسم أثناء انتقاله من A إلى B :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot (Z_A - Z_B)$$



□ تعبير طاقة الوضع الثقالية

حسب العلاقة السابقة فإن كل من mgZ_B و mgZ_A يعبران عن طاقة تسمى بالطاقة الوضع الثقالية

□ تعريف :

طاقة الوضع الثقالية في مجال الثقالة هي الطاقة التي يتوفر عليها الجسم نتيجة موضعه بالنسبة لسطح الأرض و هي ناتجة عن التأثير البيني الحاصل بينه و بين الأرض .

□ صيغتها :

$$E_{PP}(Z) = +m.g.Z + C$$

$$E_{PP}(Z) = +m \cdot (g) \cdot (Z) + C$$

طاقة الوضع الثقالية

□ الحالة المرجعية : تحديد الثابتة C

❖ تمهيد :

نعتبر الدالة العددية $f(x)$ المعرفة على R بما يلي : $f(x) = 3x + C$
أحسب $f(2)$ اذا علمت أن $f(1) = 0$

$$f(2) = 3 \times 2 + C$$

لنحسب C:

$$f(1) = 3 \times 1 + C = 0 \Rightarrow C = -3$$

$$f(2) = 3 \times 2 - 3 = 3$$

$$f(2) = 3$$

❖ تحديد الثابتة C

لتحديد الثابتة C ، نختار حالة خاصة (مستوى أفقي معين) نسميها الحالة المرجعية. حيث نسد فيها لطاقة الوضع الثقالية قيمة منعدمة $E_{PP}(Z_{ref})=0$. حيث Z_0 هو أنسوب الحالة المرجعية.

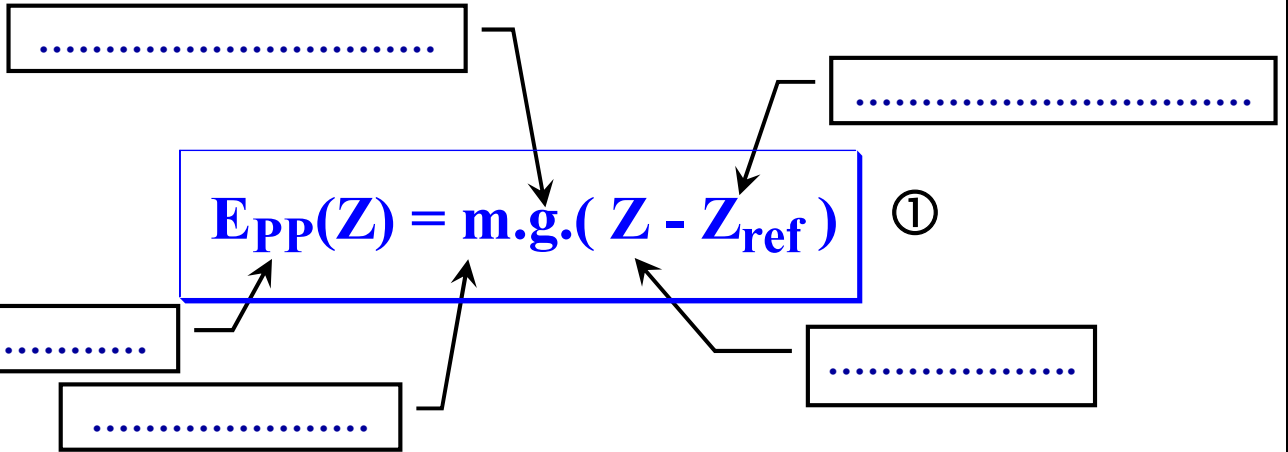
$$E_{pp}(z) = mgz + C \text{ لدينا}$$

$$C = - m.g.Z_{ref} \text{ أي } m.g.Z_{ref} + C=0 \text{ فإن } E_{PP}(Z_{ref})=0 \text{ بما أن}$$

$$E_{PP}(Z)=m.g.Z - m.g.Z_{ref} \text{ ومنه}$$

$$E_{PP}(Z) = m.g.(Z - Z_{ref})$$

وهكذا يصبح تعبير طاقة الوضع الثقالية:



❖ ملحوظة :

□ يلاحظ من خلال العلاقة ① أن طاقة الوضع الثقالية يمكن أن تكون :

$Z > Z_{ref}$: طاقة الوضع الثقالية موجبة

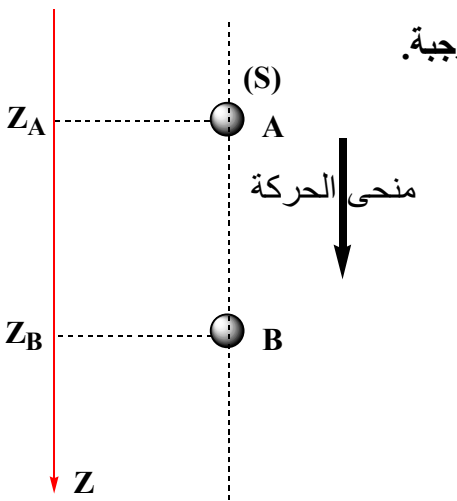
$Z < Z_{ref}$: طاقة الوضع الثقالية سالبة

$Z = Z_{ref}$: طاقة الوضع الثقالية منعدمة

□ طاقة الوضع الثقالية تبقى ثابتة خلال الانتقال الأفقي المستقيمي.

□ طاقة الوضع الثقالية مقدار جبري بينما الطاقة الحركية تكون دائما موجبة.

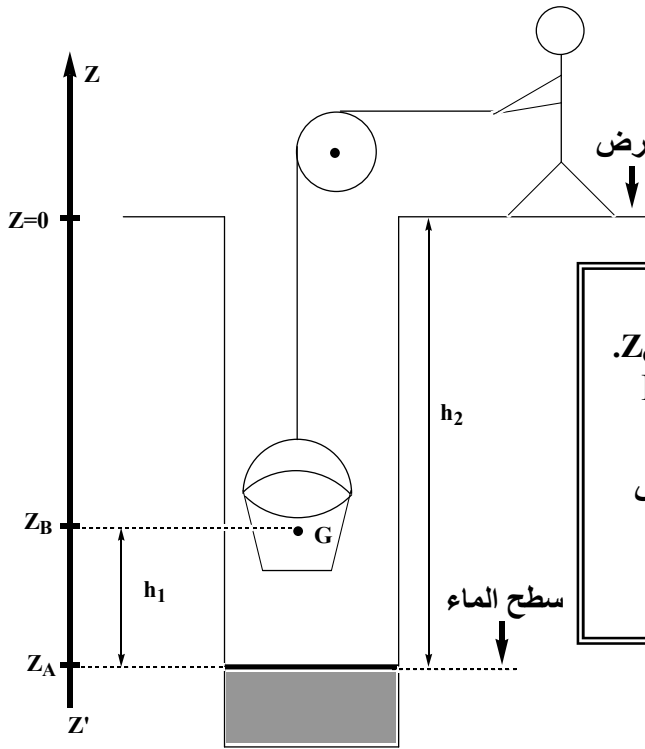
□ في حالة ما اذا كان المحور (ZZ') نحو الأسفل :



$$E_{PP}(Z) = - m.g.(Z - Z_{ref}) \text{ ②}$$

انتباه : منحى المحور نحو الأسفل

□ تطبيق 1:



أوجد في كل حالة :
 1- تعبير الطاقة الوضع الثقالية لدلو، كتلته m ، بالموضع ذي الانسوب Z_G .
 2- أحسب الطاقة الوضع الثقالية لدلو بكل من الموضعين A و B
 الحالة 1 : الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى سطح الأرض
 الحالة 2 : الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى سطح الماء

$g = 10 \text{ N/kg} ; h_1 = 3 \text{ m} ; h_2 = 10 \text{ m} ; m = 10 \text{ kg}$

جواب :

1- الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى سطح الأرض

$E_{PP} = 0$ عند $Z_{ref} = 0$

$E_{PP}(Z_G) = m.g.(Z_G - Z_{ref}) \Rightarrow E_{PP}(Z_G) = m.g.Z_G$

2-

الطاقة الوضع الثقالية لدلو في الموضع A

$Z_G = Z_A = -h_2$
 $E_{PP}(Z_A) = m.g.Z_A = -m.g.h_2$

ت ع

$E_{PP}(Z_A) = -10 \times 10 \times 10 = -10^3 \text{ J}$

$E_{PP}(Z_A) = -10^3 \text{ J}$

الطاقة الوضع الثقالية لدلو في الموضع B

$Z_G = Z_B = -(h_2 - h_1)$
 $E_{PP}(Z_B) = m.g.Z_B = -m.g.(h_2 - h_1)$

$E_{PP}(Z_B) = -10 \times 10 \times 7 = -7.10^2 \text{ J}$

$E_{PP}(Z_B) = -7.10^2 \text{ J}$

ت ع

-1 الحالة 2 : الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى سطح الماء

$$E_{PP} = 0 \quad \text{عند} \quad Z_{ref} = -h_2 = -10$$

$$E_{PP}(Z_G) = m.g.(Z_G + 10)$$

$$Z_G = Z_A = -h_2$$

-2 الطاقة الوضع الثقالية لدلو في الموضع A

$$E_{PP}(Z_A) = m.g.(Z_A + 10)$$

ت ع

$$E_{PP}(Z_A) = 10 \times 10 \times (-10 + 10) = 0$$

هذا الجواب مقبول لأن الحالة المرجعية هي مستوى سطح الماء

$$E_{PP}(Z_A) = 0 \text{ J}$$

$$Z_G = Z_B = -(h_2 - h_1) = -7$$

الطاقة الوضع الثقالية لدلو في الموضع B

$$E_{PP}(Z_B) = m.g.(Z_B + 10)$$

ت ع

$$E_{PP}(Z_B) = 10 \times 10 \times 3 = 3.10^2 \text{ J}$$

$$E_{PP}(Z_B) = 3.10^2 \text{ J}$$

.II. تغير الطاقة الوضع الثقالية:

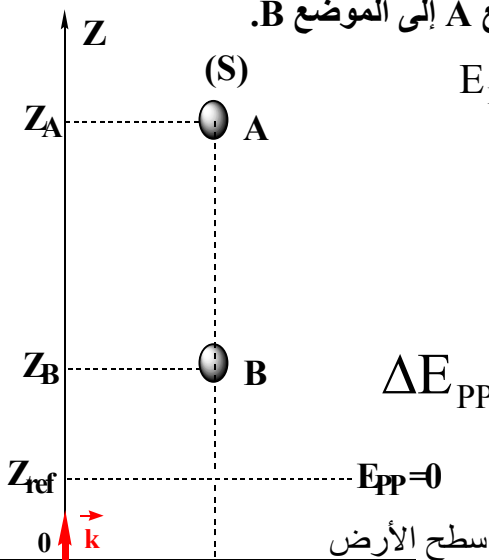
لتكن ΔE_{PP} تغير الطاقة الوضع الثقالية عندما ينتقل الجسم (S) من الموضع A إلى الموضع B.

$$E_{PP}(A) = m.g.Z_A - m.g.Z_{ref} \quad E_{PP}(B) = m.g.Z_B - m.g.Z_{ref}$$

$$\Delta E_{PP} = E_{PP}(B) - E_{PP}(A)$$

$$\Delta E_{PP} = m.g.Z_B - m.g.Z_{ref} - m.g.Z_A + m.g.Z_{ref}$$

$$\Delta E_{PP} = m.g.(Z_B - Z_A)$$



نلاحظ أن ΔE_{PP} تغير الطاقة الوضع الثقالية لا يتعلق بالحالة المرجعية التي يتم اختيارها فهو يتعلق بالحالة البدئية والحالة النهائية

III. العلاقة بين تغير الطاقة الوضع الثقالية و شغل الوزن

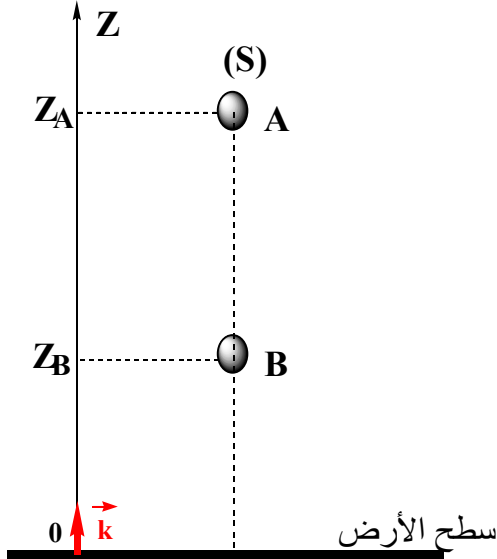
تغير الطاقة الوضع الثقالية عندما ينتقل الجسم من A إلى B:

$$\Delta E_{PP} = m.g.(Z_B - Z_A)$$

تعبير شغل الوزن عندما ينتقل الجسم من A إلى B:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m.g.(Z_A - Z_B)$$

$$\Delta E_{PP} = - W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$$



□ تطبيق 2 :

1- تعبير الطاقة الوضع الثقالية للجسم (S)، كتلته m ، بدلالة X_G و m و g و α .

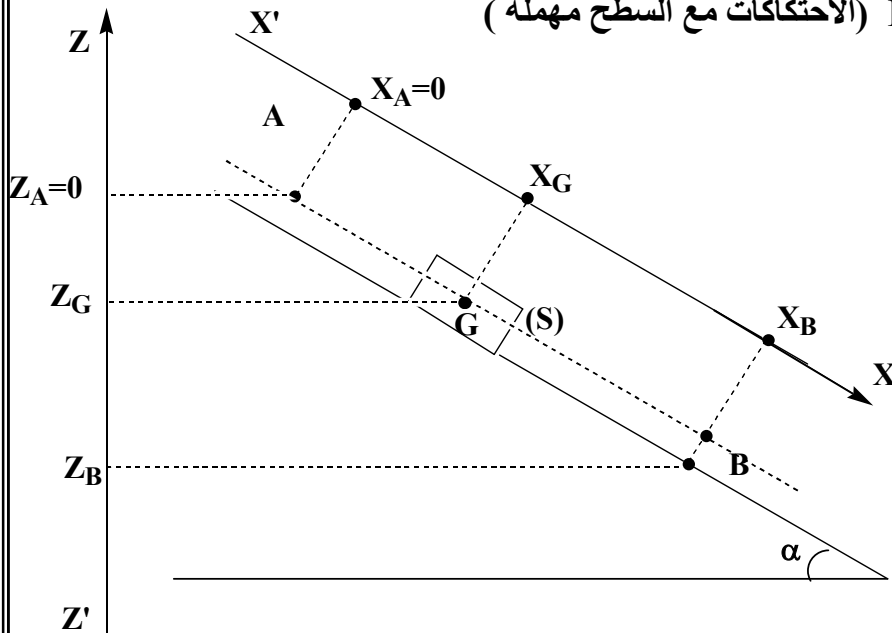
2- نأخذ $m = 1 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ N/kg}$; $\alpha = 30^\circ$; $AB = 1 \text{ m}$

1-2 أحسب ΔE_{PP} بين الموضعين A و B .

2-2 الجسم (S) ينطلق من الموضع A بدون سرعة بدئية أحسب

ΔE_C بين الموضعين A و B (الاحتكاكات مع السطح مهملة)

استنتج.

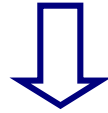


الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى الأفقي المار من A

جواب :

1- الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى الأفقي المار من A

1- الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية مستوى الأفقي المار من A



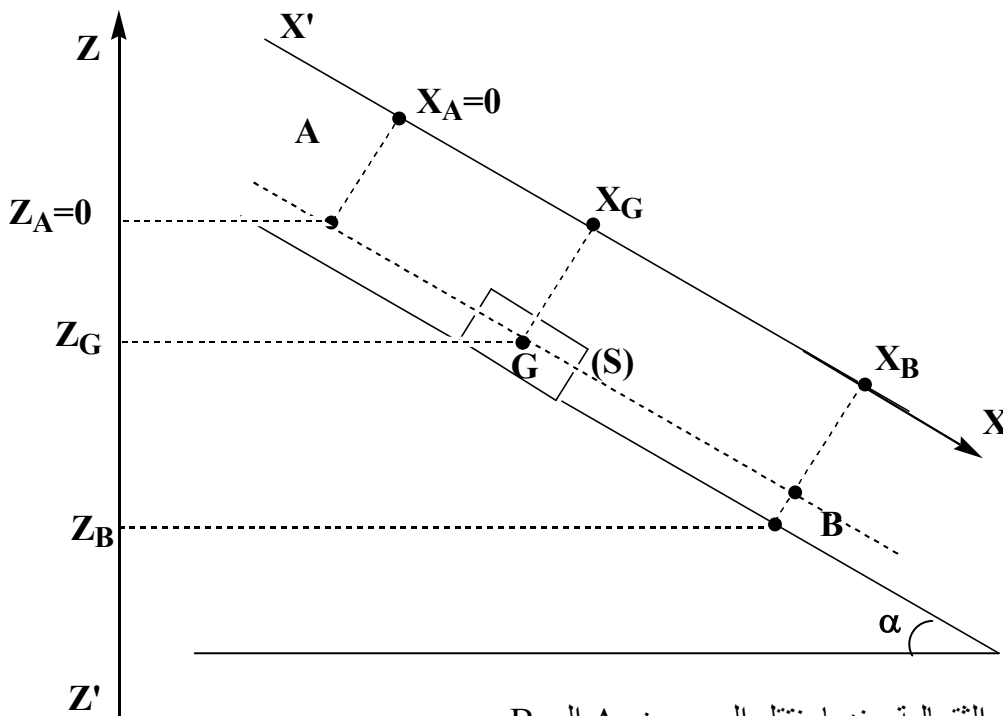
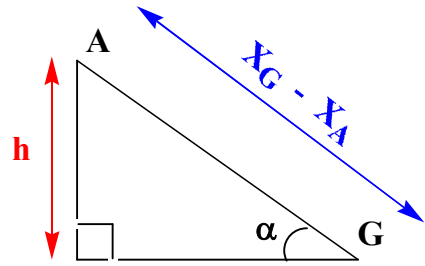
$$E_{PP} = 0 \text{ عند } Z_{ref} = Z_A = 0$$



$$E_{PP}(Z_G) = m.g.(Z_G - Z_{ref}) \Rightarrow E_{PP}(Z_G) = m.g.Z_G$$

$$Z_G < 0 ; Z_G = -h \quad h = (X_G - X_A).sin(\alpha) = X_G.sin(\alpha)$$

$$E_{PP}(Z_G) = -m.g.X_G.sin(\alpha)$$



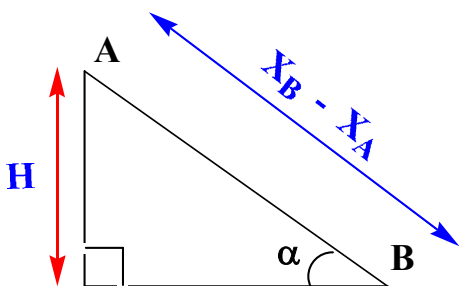
1-2 / تغير الطاقة الوضع الثقالية عندما ينتقل الجسم من A إلى B:

$$\Delta E_{PP} = m.g.(Z_B - Z_A) ; \quad Z_A = 0 ; Z_B = -H$$

$$\Delta E_{PP} = -m.g.H$$

$$H = (X_B - X_A).sin(\alpha) = AB.sin(\alpha)$$

$$\Delta E_{PP} = -m.g.AB.sin(\alpha)$$



$$\Delta E_{PP} = -1 \times 10 \times 1 \times \sin(30) = -5$$

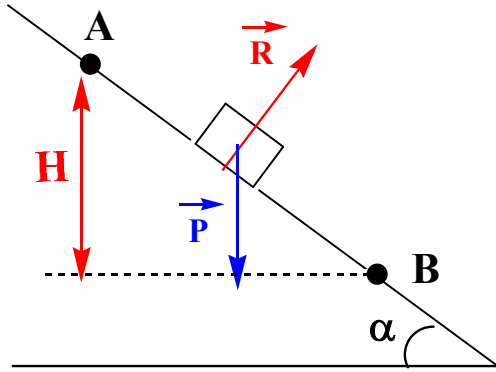
ت.ع :

$$\Delta E_{PP} = -5 \text{ J}$$

$$\Delta E_C = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R}) = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot H$$

2-2 / و.ط.ح

استنتاج :



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

تمرين تطبيقي:

يمثل الشكل جانبه مقطعا رأسيا لسكة تنتقل عليها عربة ألعاب ترفيهية كتلتها $m = 65 \text{ kg}$.

نأخذ المستوى الأفقي المار من النقطة C مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.

1- احسب قيمة طاقة الوضع الثقالية للعربة بالمواضع A و B و D.

2- احسب تغير طاقة الوضع الثقالية للعربة خلال انتقالها من:

❖ B إلى A ❖ A إلى D ❖ C إلى B ❖ C إلى D

