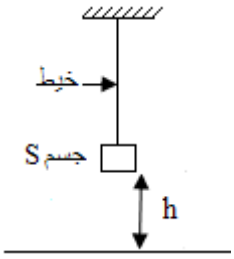
Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

الشغل وطاقة الوضع الثقالية
Travail et énergie potentielle de pesanteur

I ـ طاقة الوضع الثقالية

1 ـ مفهوم طاقة الوضع الثقالية

أ ـ مثال:



عندما يحترق الخيط يسقط الجسم تحت تأثير وزنه نقول إن الجسم يختزن طاقة تتعلق بموضعه في مجال الثقالة تسمى طاقة الوضع الثقالية.

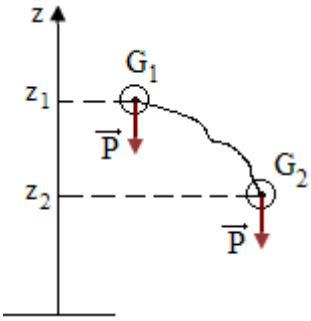
ب ـ تعريف:

طاقة الوضع الثقالية لجسم في مجال الثقالة هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة موضعه بالنسبة للأرض.

2 ـ صيغة طاقة الوضع الثقالية

نعتبر جسما صلبا في سقوط حر في مجال الثقالة، شغل وزن الجسم: $W_{G_1 \to G_2}(\vec{P}) = mg(z_1 - z_2)$

$= mgz_1 - mgz_2$



نلاحظ أن شغل وزن الجسم يظهر كفرق لحدين:

- ✓ mgz_1 الذي يمثل طاقة الوضع الثقالية بالنسبة للجسم (S) عند الأنسوب z_1؛
- ✓ mgz_2 الذي يمثل طاقة الوضع الثقالية بالنسبة للجسم (S) عند الأنسوب z_2.

نرمز لطاقة الوضع الثقالية بـ E_{PP} .

بصفة عامة نعرف طاقة الوضع الثقالية بالعلاقة :

$$E_{pp} = mgz + C$$

J ← J

Kg N/Kg m

حيث: C ثابتة اعتباطية تتعلق بالحالة المرجعية؛

z أنسوب مركز قصور الجسم.

لدينا: $W_{G_1 \to G_2}(\vec{P}) = mgz_1 - mgz_2$

$E_{PP1} = mgz_1 + C \Leftrightarrow mgz_1 = E_{PP1} - C$

$E_{PP2} = mgz_2 + C \Leftrightarrow mgz_2 = E_{PP2} - C$

إذن: $W_{G_1 \to G_2}(\vec{P}) = E_{PP_1} - E_{PP_2}$

3 ـ الحالة المرجعية:

نسمي الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية الحالة التي نختارها اعتباطا حيث نُسند لطاقة الوضع الثقالية لجسم صلب في مجال الثقالة القيمة $E_{PP} = 0$.

الحالة المرجعية I	الحالة المرجعية II	الحالة المرجعية III
$E_{pp} = mgz + C$	$E_{pp} = mgz + C$	$E_{pp} = mgz + C$
عند ح م : $E_{PP} = 0$	عند ح م : $E_{PP} = 0$	عند ح م : $E_{PP} = 0$
$z = 0$	$z = -z_0$	$z = z_0$
$0 = mg \times 0 + C$	$0 = -mgz_0 + C$	$0 = mgz_0 + C$
أي: $C = 0$	أي: $C = mgz_0$	أي: $C = -mgz_0$
$E_{pp} = mgz$	$E_{pp} = mg(z + z_0)$	$E_{pp} = mg(z - z_0)$

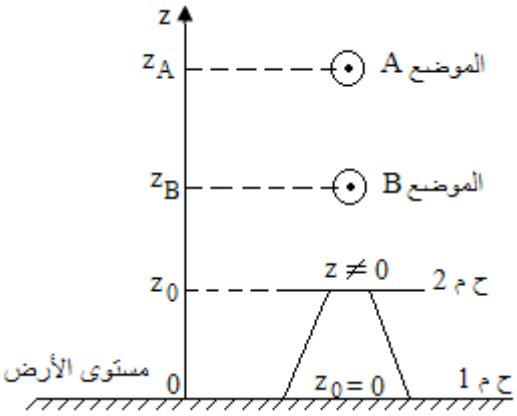
يمكن لطاقة الوضع الثقالية لجسم صلب في مجال الثقالة أن تكون موجبة أو سالبة حسب موضع الجسم بالنسبة للحالة المرجعية.

- ➢ إذا وُجد الجسم فوق الحالة المرجعية فإن $E_{PP} > 0$ ؛
- ➢ إذا وُجد الجسم تحت الحالة المرجعية فإن $E_{PP} < 0$.

II ـ تغير طاقة الوضع الثقالية

نعتبر سقوطا حرًا لجسم صلب، ونقوم بتحديد تغير طاقة الوضع الثقالية بين موضعين A و B بالنسبة لحالتين مرجعيتين مختلفتين.

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع



✓ **الحالة المرجعية الأولى:**

$E_{PP} = 0$ عند سطح الأرض $(z_0 = 0)$

$$E_{pp} = mgz$$

$E_{pp_A} = mgz_A$ و $E_{pp_B} = mgz_B$

$$\Delta E_{pp} = E_{PP_B} - E_{PP_A} = mg(z_B - z_A)$$

✓ **الحالة المرجعية الثانية:**

$E_{PP} = 0$ عند مستوى الطاولة $(z_0 \neq 0)$

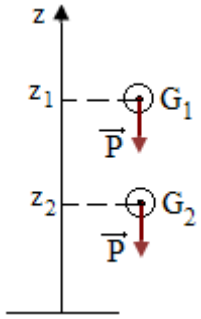
$$E_{PP} = mg(z - z_0)$$

$E_{pp_A} = mg(z_A - z_0)$ و $E_{pp_B} = mg(z_B - z_0)$

$$\Delta E_{pp} = E_{PP_B} - E_{PP_A} = mg(z_B - z_A)$$

نلاحظ إذن أن تغير طاقة الوضع الثقالية لا يتعلق بالحالة المرجعية بل يتعلق فقط بالحالة البدئية والحالة النهائية.

III - علاقة تغير طاقة الوضع الثقالية لجسم في مجال الثقالة بشغل وزن الجسم



$$E_{PP1} = mgz_1 - mgz_0$$

$$E_{PP2} = mgz_2 - mgz_0$$

تغير طاقة الوضع الثقالية بين الموضعين G_1 و G_2 :

$$\Delta E_{pp} = E_{PP_2} - E_{PP_1} = mgz_2 - mgz_1 = mg(z_2 - z_1)$$

لدينا: $W_{G_1 \to G_2}(\vec{P}) = mg(z_1 - z_2)$

نستنتج إذن: $W_{G_1 \to G_2}(\vec{P}) = -\Delta E_{PP}$

عند انتقال الجسم في مجال الثقالة تتغير طاقة الوضع الثقالية لهذا الجسم بقدر شغل وزنه.

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

الطاقة الميكانيكية لجسم صلب
Energie mécanique d'un solide

I ـ مفهوم الطاقة الميكانيكية

1 ـ حالة انزلاق جسم صلب فوق مستوى مائل بدون احتكاك

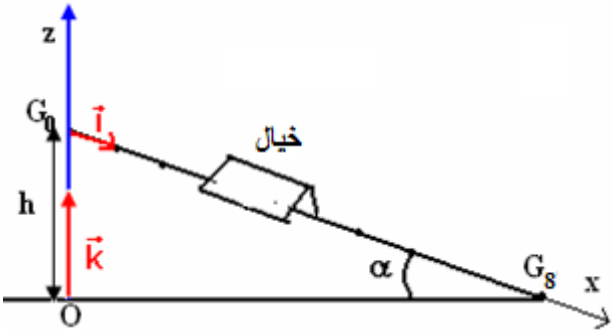
أ ـ نشاط تجريبي:

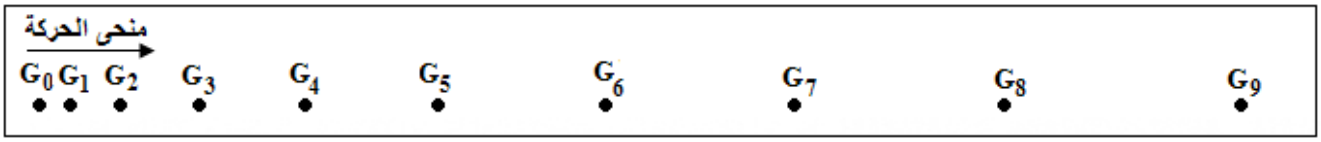
العدة التجريبية:

نضد هوائي، خيال، ورق التسجيل، مولد الشرارات.

المناولة:

* نميل النضد الهوائي بزاوية $\alpha = 6°$ بالنسبة للمستوى الأفقي
* نطلق الخيال ذا الكتلة m، من أعلى نقطة من النضد الهوائي بدون سرعة بدئية، ونسجل مواضع نقطة منه في مدد زمنية متساوية ومتتالية قيمتها $\tau = 60ms$.
* تبرز الوثيقة أسفله، بالسلم الحقيقي، مثالا لجزء من التسجيل المحصل عليه:





ب ـ استثمار:

1 ـ اجرد القوى المطبقة على الخيال أثناء حركته، أي منها تشتغل؟

2 ـ احسب سرعة الخيال V_i في الموضع G_i بحيث $0 < i < 9$، واستنتج قيم الطاقة الحركية للخيال الموافقة.

3 ـ نعتبر طاقة الوضع الثقالية E_{pp} للخيال منعدمة في المستوى الأفقي الذي يمر بالنقطة G_8 ، حيث أنسوب هذه النقطة هو $z = 0$ ، احسب قيم E_{pp} بالنسبة للمواضع G_i.

4 ـ دون في جدول ، بالنسبة لمختلف المواضع G_i $(0 < i < 9)$ ، قيم E_c ، قيم E_{pp} وقيم المجموع $E_c + E_{pp}$. نعطي : $g = 9,8\ N/Kg$ ، $m = 250g$.

5 ـ مثل المنحنيات: $E_c = f(t)$ ، $E_{pp} = f(t)$ ، $E_c + E_{pp} = f(t)$. ماذا تستخلص؟

---

1 ـ جرد القوى:

- ✓ $\vec{P}$: وزن الخيال؛
- ✓ $\vec{R}$: تأثير النضد الهوائي.

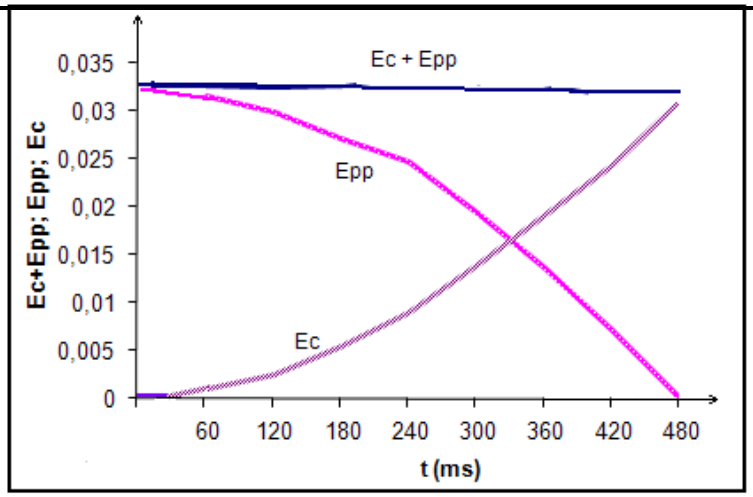
القوة التي تشتغل هي القوة $\vec{P}$ ، أما شغل القوة $\vec{R}$ فمنعدم لغياب الاحتكاك.

باقي الأجوبة فستدون في الجدول التالي:

$E_C + E_{PP}$	$E_{PP} = mgZ(J)$	$E_C = \frac{1}{2}mV^2(J)$	V (m/s)	Z (m)	موضع النقطة G_i المتحركة	t (s)
					G_1	
					G_2	
					G_3	
					G_4	
					G_5	
					G_6	
					G_7	
					G_8	

5 ـ تمثيل المنحنيات: $E_c = f(t)$ ، $E_{pp} = f(t)$ ، $E_c + E_{pp} = f(t)$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع



خلاصة:

يلعب المقدار $E_c + E_{pp}$ دورا مهما في الميكانيك، نسمي هذا المقدار الطاقة الميكانيكية ونعبر عنه بالرمز: E_m .

2 ـ تعريف:

تساوي الطاقة الميكانيكية لجسم صلب عند كل لحظة وفي معلم معين مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع الثقالية،

أي: $\mathbf{E_m = E_C + E_{pp}}$.

وحدة الطاقة الميكانيكية في SI هي الجول: J

3 ـ انحفاظ الطاقة الميكانيكية

من خلال نتائج الجدول السابق، يتبين أن $\mathbf{E_m = E_C + E_{pp} = C^{te}}$.

❖ نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم أثناء انزلاقه فوق مستوى مائل بدون احتكاك بين موضعين A و B :

$$\Delta E_C = \Sigma \underset{A\to B}{W}(\vec{F})$$
$$= \underset{A\to B}{W}(\vec{P}) + \underset{A\to B}{W}(\vec{R})$$

عند انعدام الاحتكاك: $\underset{A\to B}{W}(\vec{R}) = 0$

وبالتالي: $\boxed{E_{C_B} - E_{C_A} = \underset{A\to B}{W}(\vec{P})}$ (1)

❖ حسب تغير طاقة الوضع الثقالية: $\boxed{\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) = -\Delta E_{PP}}$ (2)

من (1) و (2) يتبين أن:

$$E_{C_B} - E_{C_A} = -\Delta E_{PP}$$
$$E_{C_B} - E_{C_A} = -\left(E_{PP_B} - E_{PP_A}\right)$$
$$= E_{PP_A} - E_{PP_B}$$
$$E_{C_B} + E_{PP_B} = E_{C_A} + E_{PP_A}$$

إذن: $\boxed{E_{m_A} = E_{m_B}}$

نقول في غياب الاحتكاك، قوة التماس قوى مُحافظية لكونها لا تغير الطاقة الميكانيكية.

ملحوظة:

نفس النتيجة نحصل عليها عند حالة السقوط الحر لجسم صلب خاضع لتأثير وزنه فقط، حيث الوزن قوة محافظية:

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

II ـ عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية

1 ـ تغير الطاقة الميكانيكية

ينزلق جسم صلب (S) فوق مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي، التماس بين الجسم (S) والسطح المائل يتم باحتكاك.

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين اللحظتين t_1 و t_2 نجد: $\Delta E_C = \underset{G_1\to G_2}{W}(\vec{P}) + \underset{G_1\to G_2}{W}(\vec{R})$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

لدينا: $W_{G_1\to G_2}(\vec{P}) = -\Delta E_{PP}$

وبالتالي: $\Delta E_C = -\Delta E_{pp} + W_{G_1\to G_2}(\vec{R})$

ومنه: $\Delta E_C + \Delta E_{pp} = W_{G_1\to G_2}(\vec{R})$ أي: $\boxed{\Delta E_m = W_{G_1\to G_2}(\vec{R})}$

$W_{G_1\to G_2}(\vec{R}) < 0$ وبالتالي $\Delta E_m < 0$ ومنه $E_{m\ 2} < E_{m\ 1}$ (تتناقص الطاقة الميكانيكية).

الطاقة الميكانيكية للجسم لا تنحفظ، نقول إن قوى الاحتكاك قوى غير محافظية.

لدينا: $\vec{R} = \overrightarrow{R_N} + \overrightarrow{R_T}$

$= \overrightarrow{R_N} + \vec{f}$

$W_{G_1\to G_2}(\vec{R}) = W_{G_1\to G_2}(\overrightarrow{R_N}) + W_{G_1\to G_2}(\vec{f})$ ⟸

ومنه: $W_{G_1\to G_2}(\overrightarrow{R_N}) = 0$ $\boxed{W_{G_1\to G_2}(\vec{R}) = W_{G_1\to G_2}(\vec{f})}$

وبالتالي فإن: $\boxed{\Delta E_m = W_{G_1\to G_2}(\vec{f})}$

$W_{G_1\to G_2}(\vec{f})$ هو شغل القوة المكافئة لقوى الاحتكاك أثناء الانتقال.

يساوي تغير الطاقة الميكانيكية لجسم صلب في انزلاق باحتكاك على مستوى مائل شغل قوى الاحتكاك.

2 ـ تعليل:

خلال حركة الجسم (S) فوق المستوى المائل باحتكاك، تتناقص الطاقة الميكانيكية وينتج عن هذا التناقص، ارتفاع درجة حرارة سطحي التماس إذ يتحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية **Q** : $W_{G_1\to G_2}(\vec{f}) = -Q$

ومنه: $\boxed{\Delta E_m = -Q}$