

الشغل وطاقة الوضع الثقالية - الطاقة الميكانيكية

I - طاقة الوضع الثقالية

(1) مفهوم طاقة الوضع الثقالية

لقد تعرفنا في السابق على شكل من أشكال الطاقة وهي الطاقة الحركية التي يمتلكها جسم نتيجة حركته وستعرف فيما يلي على شكل آخر من أشكال الطاقة وهي طاقة الوضع الثقالية. طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب هي الطاقة التي يمتلكها هذا الجسم نتيجة موضعه بالنسبة للأرض (أي في مجال الثقالة).

(2) تعبير طاقة الوضع الثقالية

طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب كتلته m تتعلق بكتلة الجسم وشدة الثقالة والارتفاع الذي يوجد به الجسم .

$$E_{pp} = m.g.z + C$$

E_{pp} : طاقة الوضع الثقالية بالجول : (J) Energie potentielle de pesenteur

g : شدة الثقالة ب : (N/kg)

z : انسوب مركز قصور الجسم .

C : ثابتة تحدد من خلال الحالة المرجعية .

إذا اعتبرنا كحالة مرجعية : $E_{pp} = 0$ عند $z = 0$

$$C = 0 \leftarrow 0 = m.g.0 + C$$

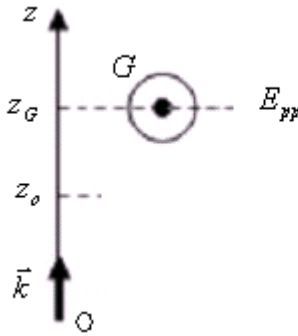
$$E_{pp} = m.g.z$$

وإذا اعتبرنا كحالة مرجعية : $E_{pp} = 0$ عند $z = z_0$

$$C = -m.g.z_0 \leftarrow 0 = m.g.z_0 + C$$

وفي هذه الحالة يصبح تعبير طاقة الوضع الثقالية كما يلي :

$$E_{pp} = m.g.z - m.g.z_0 \quad \text{أي} \quad E_{pp} = m.g.(z - z_0)$$



ملحوظة :

- طاقة الوضع الثقالية تبقى ثابتة خلال انتقال أفقي $z = C^{te}$.

- تعتبر طاقة الوضع الثقالية مقدار جبري عكس الطاقة الحركية.

- تتناسب طاقة الوضع الثقالية اضطرادا مع فرق الارتفاع الذي قطعه الجسم خلال حركته.

(3) تغير طاقة الوضع الثقالية

عند انتقال الجسم من موضع G_1 إلى موضع G_2 أنسوباها على التوالي z_1 و z_2 فإن طاقة الوضع للجسم تتغير بالقيمة :

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

$$= m.g.(z_2 - z_1)$$

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

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

استنتاج : يساوي تغير طاقة الوضع الثقالية لجسم مقابل شغل وزنه $\Delta E_{pp} = -W\vec{P}$

- في حالة $z_1 > z_2$ فإن $z_2 - z_1 < 0$ و $\Delta E_{pp} < 0$ الجسم يفقد طاقة الوضع الثقالية خلال نزوله.

- في حالة $z_1 < z_2$ فإن $z_2 - z_1 > 0$ و $\Delta E_{pp} > 0$ الجسم يكتسب طاقة الوضع الثقالية خلال صعوده .

I - الطاقة الميكانيكية

(1) تعريف الطاقة الميكانيكية

الطاقة الميكانيكية لجسم صلب في لحظة معينة تساوي مجموع طاقته الحركية وطاقة وضعه الثقالية في هذه اللحظة ، ونرمز إليها ب : E_m ووحدتها الجول : (J).

E_m : الطاقة الميكانيكية ووحدتها الجول : (J).

E_c : الطاقة الحركية ووحدتها الجول : (J).

E_{pp} : طاقة الوضع الثقالية ووحدتها الجول : (J).

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

(1) حالة السقوط الحر لجسم صلب .

(2) انحفاظ الطاقة الميكانيكية

نعتبر جسما صلبا كتلته m في حالة سقوط حر تحت تأثير وزنه \vec{P} .

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم بين الموضعين G_1 و G_2 :

$$\Delta E_{c_{G_1 \rightarrow G_2}} = \Sigma W\vec{F}_{G_1 \rightarrow G_2}$$

$$\Delta E_{c_{G_1 \rightarrow G_2}} = W\vec{P}_{G_1 \rightarrow G_2} \quad \text{أي} :$$

$$(1) \quad \Delta E_{c_{G_1 \rightarrow G_2}} = m.g.(z_1 - z_2) \quad \text{إذن} :$$

$$E_{pp1} = m.g.z_1 + C \quad \text{ولدينا طاقة الوضع للجسم في الموضع } G_1 :$$

$$E_{pp2} = m.g.z_2 + C \quad \text{ولدينا طاقة الوضع للجسم في الموضع } G_2 :$$

ومنه نغير طاقة الوضع للجسم بين الموضعين G_1 و G_2 :

$$\begin{aligned}\Delta E_{pp} &= E_{pp2} - E_{pp1} \\ &= m.g.z_2 + C - (m.g.z_1 + C) \\ &= m.g.z_2 + C - m.g.z_1 - C \\ &= m.g.z_2 - m.g.z_1 \\ &= m.g.(z_2 - z_1)\end{aligned}$$

وبالتالي : $(2) \quad \Delta E_{pp} = m.g.(z_2 - z_1)$

ومن خلال الحالتين (1) و (2) نستنتج أن : $\Delta E_{c_{G_1 \rightarrow G_2}} = -\Delta E_{pp_{G_1 \rightarrow G_2}}$

$$E_{c2} - E_{c1} = -(E_{pp2} - E_{pp1}) \quad \text{أي :}$$

$$E_{c2} - E_{c1} = E_{pp1} - E_{pp2} \quad \Leftarrow$$

$$E_{c2} + E_{pp2} = E_{c1} + E_{pp1} \quad \text{ومنه :}$$

$$E_{m2} = E_{m1} \quad \text{أي :}$$

إذن الطاقة الميكانيكية للجسم قد انحفظت بين الموضعين (1) و (2).

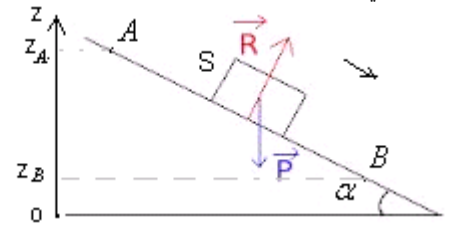
ب) انحفاظ الطاقة الميكانيكية في حالة انزلاق جسم صلب بدون احتكاك فوق مستوى مائل :

نعتبر خيالا في حالة انزلاق بدون احتكاك فوق نضد هوائي مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي .

الخيال S بخضغ للقوى التالية :

\vec{P} وزن الخيال .

\vec{R} القوة المقرونة بتأثير سطح التماس وهي \perp على سطح التماس.



ينزلق الخيال من A إلى B .

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الخيال من A إلى B :

$$\Delta E_{c_{A \rightarrow B}} = \Sigma W \vec{F}_{A \rightarrow B}$$

ولدينا : $W \vec{R}_{A \rightarrow B} = 0$

$$\Delta E_{c_{A \rightarrow B}} = W \vec{P}_{A \rightarrow B} + W \vec{R}_{A \rightarrow B}$$

$$\Delta E_{c_{A \rightarrow B}} = W \vec{P}_{A \rightarrow B} \quad \text{إذن :}$$

$$= -\Delta E_{pp_{A \rightarrow B}}$$

$$E_{c(B)} - E_{c(A)} = E_{pp(A)} - E_{pp(B)} \quad \Leftarrow$$

$$E_{c(B)} + E_{pp(B)} = E_{c(A)} + E_{pp(A)}$$

$$E_{m(B)} = E_{m(A)}$$

إذن الطاقة الميكانيكية للجسم قد انحفظت بين الموضعين A و B .

نقول أن الوزن \vec{P} قوة محافظة، لأنه رغم اشتغاله خلال الحركة انحفظت الطاقة الميكانيكية (أي لم تتبدد).

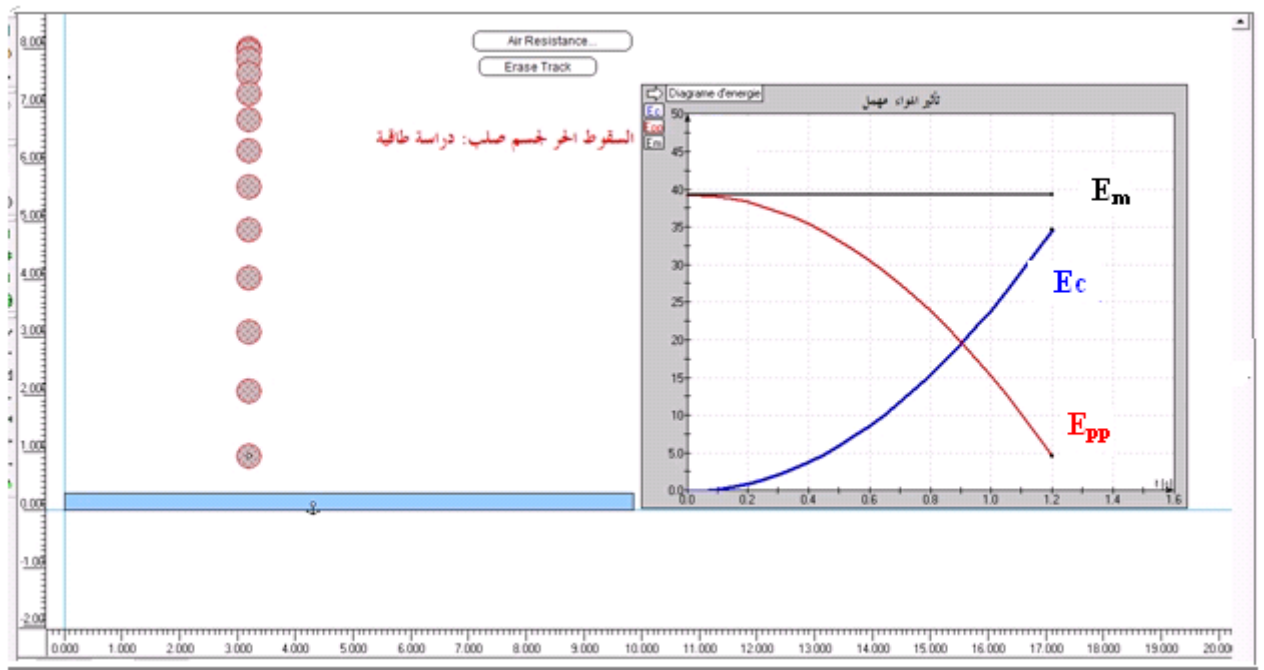
3) الإبراز التجريبي لانحفاظ الطاقة الميكانيكية :

بواسطة كاميرا رقمية نقوم بتصوير كرية في حركة سقوط حر تم تحريرها بدون سرعة بدنية . ونعتبر نقطة انطلاق الكرية أصلا للتواريخ . وباستعمال برنم (برنامج معلوماتي) أفيمكا يتم استغلال الشريط المحصل عليه بواسطة الكاميرا الرقمية فنحصل على جدول القياسات الذي نرسله إلى البرنم المجدول والراسم للمنحنيات (ريغريسي) الذي يمكن من حساب لسرعة v للكرية وقيم E_{pp} و E_c ثم المجموع $E_{pp} + E_c$.

E_c (J)	E_{pp} (J)	E_m (J)
0.106325	2.505672	2.611996
0.169648	2.42483	2.594479
0.340475	2.322715	2.66319
0.425299	2.178052	2.603351
0.623222	2.016369	2.639591
0.890948	1.820648	2.711596
1.132167	1.586634	2.718801
1.361899	1.322836	2.684735
1.701195	1.03351	2.734705
1.980408	0.710145	2.690552

هذه هي القيم
النسبة للكتلة $m=200\text{ g}$

بواسطة نفس البرنم نقوم بخط المنحنيات $E_c = f(t)$ و $E_{pp} = g(t)$ و $h(t) = f(t) + g(t)$ في نفس المعلم فنحصل على المبيان التالي :



تبرز هذه الدراسة التجريبية انحفاظ الطاقة الميكانيكية للكرية خلال سقوطها $E_m = E_c + E_{pp}$

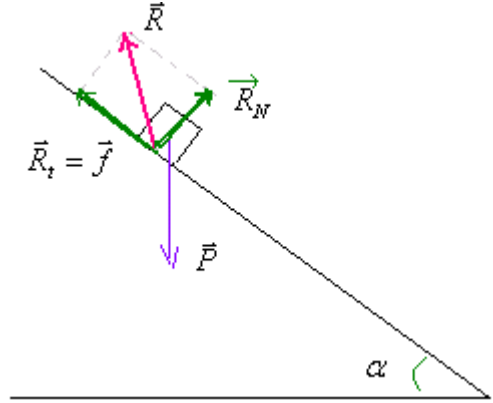
(3) عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية : (وجود الاحتكاك)

نعتبر جسما صلبا في حالة انزلاق فوق مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي ، لكن في هذه الحالة التماس يتم باحتكاك .

الجسم يخضع للقوى التالية :

\vec{P} : وزن الجسم .

\vec{R} : القوة المطبقة من طرف سطح التماس وهي مائلة في عكس منحى الحركة لأن التماس يتم باحتكاك .



في هذه الحالة يمكن تفكيك القوة \vec{R} إلى مركبتين ،

- مركبة مماسية $R_f = f$ قوة الاحتكاك
- ومركبة منظمية R_N

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم من A إلى B :

$$\Delta E_{C_{A \rightarrow B}} = \sum W \vec{F}_{A \rightarrow B} \quad \text{لدينا}$$

$$\Delta E_{C_{A \rightarrow B}} = W \vec{P}_{A \rightarrow B} + W \vec{R}_{A \rightarrow B}$$

$$\dots = -\Delta E_{pp_{A \rightarrow B}} + W \vec{R}_{A \rightarrow B} \quad \text{أي :}$$

$$W \vec{R}_{A \rightarrow B} = W \vec{R}_N + W \vec{f}$$

$$\Delta E_m = W \vec{f}_{A \rightarrow B} \quad \text{أي :} \quad \Delta E_C + \Delta E_{pp} = W \vec{f}_{A \rightarrow B} \quad \Leftarrow \quad \Delta E_C = -\Delta E_{pp} + W \vec{f}_{A \rightarrow B} \quad \text{إن :}$$

$$E_{m(B)} < E_{m(A)} \quad \text{يعني أن :} \quad \Delta E_m < 0 \quad \Leftarrow \quad W \vec{f}_{A \rightarrow B} < 0 \quad \text{ولدينا :}$$

نقول أن قوى الاحتكاك غير محافظة لأنه خلال اشتغالها لا تحتفظ الطاقة الميكانيكية وتناقصها يساوي شغل قوى الاحتكاك .

ويعزى تناقص الطاقة الميكانيكية إلى تبدد جزء من الطاقة الميكانيكية بسبب الاحتكاك على شكل طاقة حرارية بحيث : $W \vec{f}_{A \rightarrow B} = -Q$

=====

التوجيهات المتعلقة بهذا الدرس

المقرر:

- طاقة الوضع الثقالية.
- طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب في تأثير بيني مع الأرض - الحالة الخاصة لأجسام بجوار الأرض.
- علاقة شغل وزن جسم بتغير طاقة الوضع الثقالية.
- تحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية والعكس.
- الطاقة الميكانيكية لجسم صلب.
- تعريف الطاقة الميكانيكية.
- انحفاظ الطاقة الميكانيكية: حالة السقوط الحر لجسم صلب - حالة انزلاق جسم صلب بدون احتكاك على سطح مائل.
- انحفاظ الطاقة. العلاقة $Q = -\Delta E_m$
- عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية وتأويله.

الكفايات المستهدفة :

- ❖ معرفة تعبير طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب ووحدتها.
- ❖ تطبيق علاقة شغل الوزن بتغير طاقة الوضع الثقالية.
- ❖ معرفة تعبير الطاقة الميكانيكية.
- ❖ معرفة تحول طاقة الوضع الثقالية إلى حركية والعكس.
- ❖ تحليل عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية. معرفة استغلال العلاقة بين تغير الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتكاك : $\Delta E_m = -Q$.

التوجيهات

- يقتصر بالنسبة لطاقة الوضع الثقالية على أجسام في تأثير بيني مع الأرض: الحالة الخاصة لأجسام بجوار الأرض ويتوصل إلى تعبيرها انطلاقاً من شغل وزن جسم.
- تبرز ضرورة تحديد الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية. ويقتصر بالنسبة لشعيتي (ع ت) على الوضعيات التي تكون فيها الثابتة منعدمة ($c=0$).
- تعرف الطاقة الميكانيكية ويتطرق إلى انحفاظها في الحالات التي يكون فيها وزن الجسم هو القوة الوحيدة التي تنجز شغلاً، ويفسر عدم انحفاظها بوجود الاحتكاك لتقديم العلاقة $Q = -\Delta E_m$ المعبرة عن تحول جزء من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية حيث $W(\vec{F}_{\text{احتكاك}}) = -Q$. وعند الإبراز التجريبي لعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية يجب تجنب النقص المفرط لصيبب هواء معصفة النضد الهوائي.

المحتوى	أنشطة مقترحة	معارف ومهارات
3.2. الشغل وطاقة الوضع الثقالية. - طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب في تأثير بيني مع الأرض - الحالة الخاصة لأجسام بجوار الأرض. - علاقة شغل وزن جسم بتغير طاقة الوضع الثقالية. - تحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية والعكس.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ اعتماد أمثلة من المحيط المعيشي للتعلم (ة) أو وثائق وبرنام لتقديم مفهوم طاقة الوضع الثقالية. ▪ إبراز تدبير طاقة الوضع الثقالية انطلاقاً من شغل وزن جسم. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ معرفة تدبير طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب ($E_{pp}=mgz+c$) ووحدتها. ▪ استغلال تدبير طاقة الوضع الثقالية. ▪ معرفة وتطبيق علاقة شغل وزن جسم صلب بتغير طاقة وضعه الثقالية.
3.3. الطاقة الميكانيكية لجسم صلب. - تعريف الطاقة الميكانيكية. - انحفاظ الطاقة الميكانيكية: حالة السقوط الحر لجسم صلب - حالة انزلاق جسم صلب بدون احتكاك على سطح مائل. - انحفاظ الطاقة. - عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية وتأويله. العلاقة $\Delta E_m = -Q$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ الإبراز التجريبي لانحفاظ الطاقة الميكانيكية في حالة: <ul style="list-style-type: none"> ○ السقوط الحر لجسم صلب ○ حركة إزاحة مستقيمة لجسم صلب خاضع فقط لوزنه وتأثير السطح. ▪ الإبراز التجريبي لعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية في حالة حركة إزاحة مستقيمة لجسم صلب باحتكاك. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ معرفة تدبير الطاقة الميكانيكية ووحدتها. ▪ معرفة تحول طاقة الوضع الثقالية إلى الطاقة الحركية والعكس. ▪ تحليل عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية. ▪ معرفة استغلال العلاقة بين تدبير الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتكاك ($\Delta E_m = -Q$).

قال عمر بن عبد العزيز رحمه الله: "إن الليل والنهار يعملان فيك فاعمل فيهما "