الميكانيك والطاقة — الوحدة 01

مقاربة كيفية لطاقة جملة وانحفاظها

ملخّص الدرس

الأستاذ تيب حكيم

السنة الثانية ثانوي — علوم تجريبية

ملخّص الدرس

ملخّص الدرس

مقاربة كيفية لطاقة جملة وانحفاظها

1. مدخل لدراسة الطاقة

مفهوم الطاقة

الطاقة في الفيزياء **مقدار كمّي** تُقاس به شدّة التفاعلات بين الأجسام وشدّة الظواهر الفيزيائية، ويختلف التعبير عنها باختلاف التحويلات التي تحدث.

مفهوم الجملة

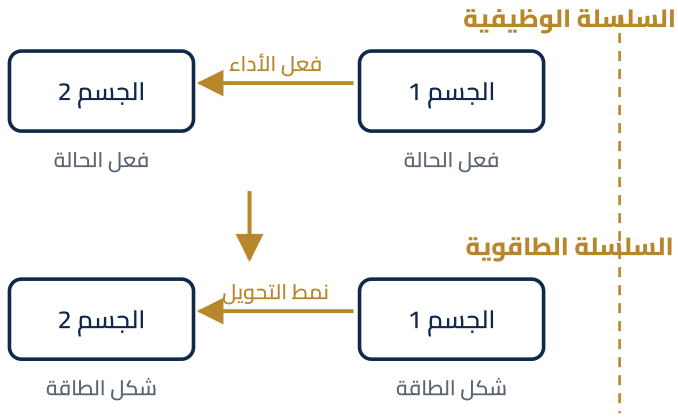
الجملة هي **جسم، أو جزء من جسم، أو مجموعة أجسام** نختارها بأنفسنا قصد دراستها. كلّ ما هو خارج الجملة يُسمّى **الوسط الخارجي أو المحيط**.

تنبيه أساسي : أشكال الطاقة التي تملكها جملة ما تتعلّق باختيارنا للجملة. فالطاقة الكامنة الثقالية مثلا لا تُنسب إلى الجسم وحده، بل إلى الجملة **(جسم + أرض)**.

2. السلسلة الوظيفية والسلسلة الطاقوية

السلسلة الوظيفية تمثيل رمزي يُبيّن كيفية الحصول على الفعل النهائي في تركيب ما، باستعمال **أفعال الأداء** (ما يؤدّيه جسم في جسم آخر) و**أفعال الحالة** (حالة كلّ جسم ودوره).

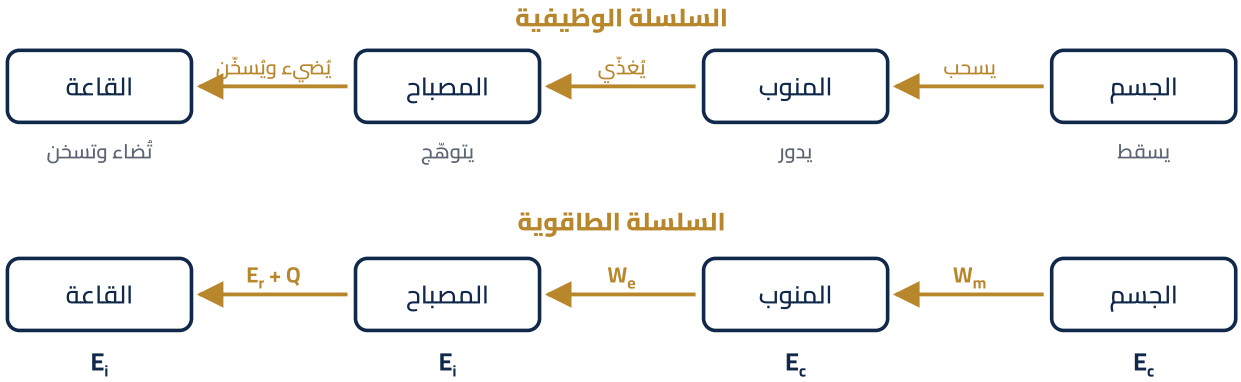
السلسلة الطاقوية تطوير لهذا النموذج : نُعوّض فيها أفعال الأداء **بأنماط تحويل الطاقة**، وأفعال الحالة **بأشكال الطاقة**.



من السلسلة الوظيفية إلى السلسلة الطاقوية

اصطلاح الأسهم

نرمز للتحويل الطاقوي **المفيد** بين جملتين بسهم **متّصل**، وللتحويل **غير المفيد** (الضائع) بسهم **متقطّع**.



مثال : إشعال مصباح بواسطة سقوط جسم

3. أشكال الطاقة

في هذه الوحدة ندرس أربعة أشكال للطاقة :

شكل الطاقة	الرمز	الجملة التي تملكها	تتعلّق بـ
الطاقة الحركية	E_c	كلّ جسم متحرّك في مرجع معيّن	سرعة الجسم وكتلته (تزداد بازدياد كلّ منهما)
الطاقة الداخلية	E_i	كلّ جسم (الحركة العشوائية لدقائقه)	درجة حرارة الجسم وطبيعته وكتلته
الطاقة الكامنة المرونية	E_{pe}	نابض أو جسم مرن مشوَّه	مقدار التشوّه (انضغاطا كان أم استطالة)
الطاقة الكامنة الثقالية	E_{pp}	الجملة **(جسم + أرض)**	كتلة الجسم وارتفاعه عن المرجع المختار

ثلاثة أخطاء يجب تجنّبها

- الطاقة الكامنة الثقالية **ليست للجسم وحده** : هي طاقة الجملة **(جسم + أرض)**، لأنّها ناتجة عن التجاذب بين الجسم والأرض. إذا اخترنا الجملة (جسم) فقط، فليس لها طاقة كامنة ثقالية، وإنّما تتبادل الطاقة مع الأرض عبر **عمل قوة الثقل W_m**.
- رمز الطاقة الكامنة الثقالية هو E_{pp} ورمز الطاقة الكامنة المرونية هو E_{pe} : لا يجوز الخلط بينهما.
- النابض يخزّن طاقة كامنة مرونية سواء كان **منضغطا أو مستطيلا** ؛ وهي معدومة في **حالة الراحة** (الطول الطبيعي l_0) فقط.

4. أنماط تحويل الطاقة

تنتقل الطاقة من جملة إلى أخرى وفق **أربعة أنماط** لا غير :

نمط التحويل	الرمز	متى يتحقّق ؟	مثال
تحويل ميكانيكي	W_m	بواسطة **عمل قوة** (دفع، سحب، الثقل، قوة نابض...)	رافعة ترفع خشبة
تحويل كهربائي	W_e	عندما يمرّ **تيار كهربائي** في دارة	عمود يغذّي مصباحا
تحويل حراري	Q	بين جملتين متلامستين بينهما **فرق في درجة الحرارة**	مقاومة تسخّن الماء
تحويل إشعاعي	E_r	بواسطة **إشعاع كهرومغناطيسي** (ضوء، أشعة...)	الشمس تغذّي خلية شمسية

خطأ شائع حول التحويل الحراري

التحويل الحراري **لا يتحقّق** «**عندما تتغيّر درجة حرارة الجسم**» ؛ تغيّر درجة الحرارة هو **النتيجة**، أمّا **السبب** فهو وجود **فرق في درجة الحرارة** بين جملتين متلامستين.

5. استطاعة التحويل

تعريف

استطاعة التحويل هي **السرعة التي يحدث بها تحويل الطاقة** من شكل إلى آخر أو من جملة إلى أخرى.

$$P = \Delta E / \Delta t$$

الرمز	المدلول	الوحدة في الجملة الدولية
P	استطاعة التحويل	الواط **(W)**
ΔE	الطاقة المحوَّلة	الجول **(J)**
Δt	مدّة التحويل	الثانية **(s)**

وحدة عملية : الكيلوواط ساعي

$$1\ \text{kWh} = 1000\ \text{W} \times 3600\ \text{s} = 3{,}6 \times 10^{6}\ \text{J}$$

تُستعمل في فواتير الكهرباء. للتحويل من الجول إلى الكيلوواط ساعي نقسّم على $3{,}6 \times 10^{6}$.

مثال محلول

جملة تتبادل مع الوسط الخارجي تحويلا ميكانيكيا قدره $W_m = 8\ \text{kJ}$ بين اللحظتين $t_1 = 0\ \text{min}$ و $t_2 = 20\ \text{min}$.

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 20\ \text{min} = 20 \times 60 = 1200\ \text{s}$$

$$P = \Delta E / \Delta t = 8 \times 10^{3} / 1200 \approx 6{,}7\ \text{W}$$

6. مبدأ انحفاظ الطاقة

نصّ المبدأ

«الطاقة لا تُستحدث ولا تزول، فإذا اكتسبت جملةٌ ما طاقةً أو فقدتها، فإنّ هذه الطاقة تكون بالضرورة قد أُخذت من جملة (أو جمل) أخرى أو قُدّمت لها.»

بين لحظتين t_1 و t_2، تُكتب معادلة الانحفاظ :

الطاقة الابتدائية + الطاقة المستقبَلة − الطاقة المقدَّمة = الطاقة النهائية

$$E_1 + E_{\text{مستقبَلة}} - E_{\text{مقدَّمة}} = E_2$$

الطاقة المستقبَلة هي التي تأخذها الجملة من الوسط الخارجي، و**الطاقة المقدَّمة** هي التي تفقدها لصالحه.

الجملة المعزولة طاقويّا

إذا كانت الجملة **لا تتبادل أيّ طاقة** مع الوسط الخارجي نقول عنها إنّها **معزولة طاقويّا**، وتصبح معادلة الانحفاظ :

$$E_1 = E_2$$

أي أنّ الطاقة الكلّية للجملة تبقى ثابتة، وإن تحوّلت من شكل إلى آخر داخلها.

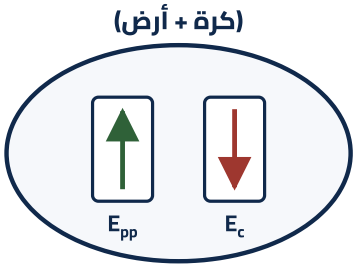
7. الحصيلة الطاقوية

الحصيلة الطاقوية **تمثيل رمزي لتغيّر طاقة جملة** بين حالة ابتدائية وحالة نهائية. نمثّل فيها :

- **الجملة** بفقاعة مكتوب اسمها فوقها ؛
- **كلّ شكل من أشكال الطاقة المتغيّرة** بعمود داخل الفقاعة، بداخله سهم يبيّن هل تزداد هذه الطاقة أم تنقص ؛
- **الطاقة المستقبَلة** بسهم داخل إلى الفقاعة، و**الطاقة المقدَّمة** بسهم خارج منها ؛
- التحويل **الضائع** بسهم **متقطّع**.

عدد الأعمدة

عدد الأعمدة داخل الفقاعة يساوي عدد **أشكال الطاقة المتغيّرة** للجملة **(E_c, E_i, E_{pp}, E_{pe})** بين الحالة الابتدائية والحالة النهائية. وإذا لم يتغيّر شكل من الأشكال، إمّا أن نحذف عموده أو نرسمه **عمودا فارغا** بدون سهم.



جملة معزولة : لا يوجد أي سهم خارجي

حصيلة طاقوية لكرة تصعد : الطاقة الحركية تنقص والطاقة الكامنة الثقالية تزداد

منهجية إنجاز حصيلة طاقوية

1. **حدّد الجملة** بدقّة، واكتب اسمها بين قوسين. هذا هو القرار الذي يحكم كلّ ما بعده.
2. **حدّد الحالة الابتدائية والحالة النهائية** (اللحظتان أو الموضعان).
3. **أحصِ أشكال الطاقة** التي تملكها الجملة، واحذف منها ما لا يتغيّر.
4. **ارسم الفقاعة** بعمود لكلّ شكل متغيّر، وسهمًا للأعلى إن ازداد وللأسفل إن نقص.
5. **ارسم أسهم التبادل** مع الوسط الخارجي : داخلة لما تستقبله، خارجة لما تقدّمه، متقطّعة لما يضيع. إن كانت الجملة معزولة فلا سهم خارجي.
6. **اكتب معادلة الانحفاظ** انطلاقا من الرسم.

8. التحويل الحراري والتوازن الحراري

التوازن الحراري

تكون جملة في **توازن حراري** إذا كانت جميع أجسامها في **نفس درجة الحرارة**.

إذا لم تكن الجملة متوازنة حراريا، يحدث **تحويل حراري Q** من الجسم **الساخن** نحو الجسم **البارد** : تنقص الطاقة الداخلية للجسم الساخن فتنخفض درجة حرارته، وتزداد الطاقة الداخلية للجسم البارد فترتفع درجة حرارته. يتواصل هذا التحويل إلى

أن تتساوى درجتا الحرارة، فيتوقّف : نقول عندئذ إنّ الجملة بلغت **التوازن الحراري**.

9. التفسير المجهري لدرجة الحرارة

درجة الحرارة

تتحرّك الأفراد الكيميائية (ذرات، جزيئات، شوارد) المكوّنة للمادة حركةً **عشوائية غير منتظمة** ودائمة. **درجة الحرارة** هي المقدار الذي نقيس به **شدّة هذه الحركة المجهرية** : كلّما كانت هذه الحركة أشدّ كانت درجة الحرارة أكبر.

المركّبة الحرارية للطاقة الداخلية

هي **الطاقة** المخزّنة في جملة ما والمرتبطة بـ**الطاقة الحركية المجهرية** الناتجة عن الحركة غير المنتظمة لدقائقها.

الفرق بين «الحرارة» و«درجة الحرارة»

- **الحرارة Q** ليست مقدارا تملكه المادة ولا تُخزَّن فيها : هي **تحويل للطاقة** يحدث بين جملتين بينهما فرق في درجة الحرارة. لذلك نقول «تحويل حراري» ولا نقول «الحرارة المخزَّنة».
- الذي تخزّنه المادة هو **الطاقة الداخلية** E_i.
- **درجة الحرارة** مقياس لشدّة الحركة المجهرية، وليست هي الحركة نفسها.

بطاقة الرموز

ما يجب حفظه في هذه الوحدة

أشكال الطاقة (ما تملكه الجملة وتخزّنه)		
E_c	الطاقة الحركية	لكلّ جسم متحرّك في مرجع معيّن
E_i	الطاقة الداخلية	مرتبطة بالحركة المجهرية للدقائق
E_{pp}	الطاقة الكامنة الثقالية	للجملة **(جسم + أرض)**
E_{pe}	الطاقة الكامنة المرونية	لنابض مشوَّه (منضغط أو مستطيل)
أنماط التحويل (ما يُتبادَل بين الجمل)		
W_m	تحويل ميكانيكي	بعمل قوة
W_e	تحويل كهربائي	بمرور تيار كهربائي
Q	تحويل حراري	بفرق في درجة الحرارة
E_r	تحويل إشعاعي	بإشعاع كهرومغناطيسي

العلاقات

$$P = \Delta E / \Delta t \quad (W\ ،\ J\ ،\ s)$$

$$E_1 + E_{\text{مستقبَلة}} - E_{\text{مقدَّمة}} = E_2$$

جملة معزولة : $E_1 = E_2$

$$1\ kWh = 3{,}6 \times 10^6\ J \quad \cdot \quad 1\ kJ = 10^3\ J$$

المردود

عندما تُقدّم جملة طاقة مفيدة وتضيّع جزءا منها، نعرّف المردود :

$$\eta = (E_{\text{المفيدة}} / E_{\text{الكلية}}) \times 100$$

وهو يُعبَّر عنه بالنسبة المئوية، وهو دائما **أصغر من 100 %.**