ماذا يجب أن أعرف حتى أقول: إني استوعبت هذا الدرس

1 - يجب أنْ أعرف أن للطاقة الداخلية عدّة مركبات، من بينها المركّبة الحرارية.
2 - يجب أن أفرّق بين الحرارة ودرجة الحرارة.
3 - يجب أن أعرف مصدر الطاقة الداخلية لجملة.
4 - يجب أن أعرف كيفية حساب التحويل الحراري عندما تتغير درجة حرارة الجملة بدون تغير حالتها الفيزيائية.
5 - يجب أن أعرف كيفية حساب التحويل الحراري عند تحوّل الحالة الفيزيائية للمادة.
6 - يجب أن أعرف أن الحرارة تنتقل من الجسم الساخن نحو الجسم البارد ولا تضيع الطاقة عند هذا التحوّل.
7 - يجب أن أعرف معنى المكافئ المائي لمسعر.
8 - يجب أن أعرف أن السعة الحرارية الكتلية لمادة لا تتعلق بكتلة المادة، أما السعة الحرارية تتعلق بالكتلة.

الدرس

1 - الحرارة ودرجة الحرارة:

لا تحتوي الجملة على الحرارة ولا على العمل، بل الحرارة والعمل هما وسيلتان لانتقال الطاقة. لكن مجازا نقول أنّ جملة تكتسب أو تفقد الحرارة، ونقصد الطاقة التي اكتسبتها أو فقدتها عبر الوسيلة التي هي الحرارة.

خذْ هذا المثال لكي تثبّت هذه الفكرة:

نترك إناء تحت المطر لمدة معيّنة، ونسأل هذا السؤال: **كم من المطر يوجد في الإناء؟** هذا السؤال ليس في محلّه، بل يجب أن نقول: **كم يوجد من الماء في الإناء؟** لأن المطر هي فقط الوسيلة التي نقلت الماء من السحُب إلى الإناء.

- يُمكن لجملة أن تحوّل الحرارة بدون أن تتغيّر درجة حرارتها (مثلا انصهار الجليد).
- يُمكن أن تتغير درجة حرارة جملة بدون أن تتبادل الحرارة (مثلا تمدّد غاز في إناء عازل للحرارة).

الحرارة هي شكل من أشكال الطاقة، تنتقل من جملة إلى جملة أخرى عند اختلاف درجتي حرارة الجملتين.
درجة الحرارة هي مقياس للحالة الحرارية للجملة أو الجسم، وتعبّر عن الطاقة الحركية لحبيبات المادة. وحدتها في جملة الوحدات الدولية هي الكيلفن $(Kelvin)$ والرمز هو K ، وهناك وحدات أخرى هي الدرجة المئوية $(C°)$ والفهرنهايت $(F°)$.

جسمان من مادّتين مختلفتين لهما نفس الكتلة، إذا ارتفعت دجة حرارتهما بنفس القيمة فإنهما لا يكتسبان نفس كميّة الحرارة.

2 - الطاقة الداخلية لجملة:

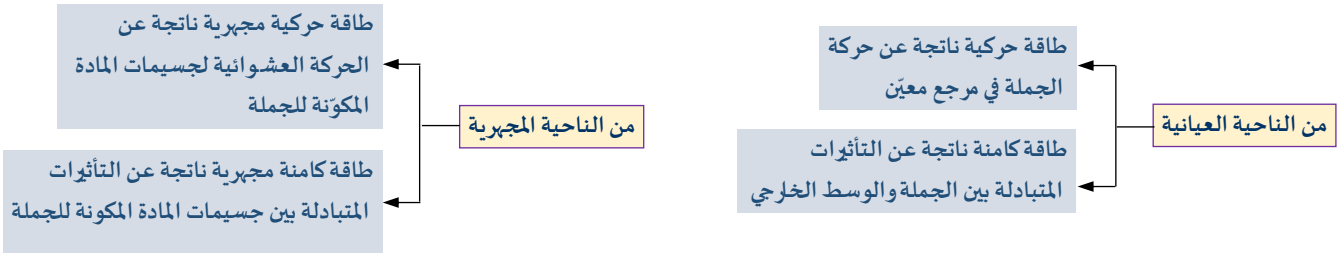
الطاقة الداخلية لجملة هي مجموع الطاقات المجهرية لهذه الجملة. تتوزّع الطاقة الداخلية على عدّة مركّبات (الكسرة تحت الكاف)، منها المركّبة الحرارية، والتي تميّز الجزء من الطاقة الداخلية المرتبط مباشرة بدرجة الحرارة. وهذه الطاقة هي:

الطاقة الحركية الحرارية: الجزء من الطاقة الداخلية المرتبط بالاهتياج الحراري.

الطاقة الكامنة الحرارية: الجزء المرتبط بالتفاعلات بين الجسيمات (القوى التي تؤثر بها الجسيمات عن بعضها البعض)

إن فعل قوة في جملة لا يؤدّي دوما إلى حركة هذه الجملة، بل يُمكن أن:

- يُشوّه الجملة
- يُغيّر ضغط الجملة
- يغيّر درجة حرارة الجملة
- يغيّر الحالة الفيزيائية للجملة



الطاقة الكلية لجملة هي: $E_t = E_c + E_p + U$

U هي الطاقة الداخلية

تتناسب الطاقة الداخلية لجملة مع كمية مادة الجملة، وهي غير قابلة للقياس لعدم توفّر مرجع ننسب له طاقة داخلية معدومة، حيث يمكن فقط قياس التغيّر في الطاقة الداخلية ΔU .

كيف تتغيّر الطاقة الداخلية لجملة؟

تتغيّر الطاقة الداخلية لجملة بواسطة العمل وانتقال الحرارة وكمية المادة.

- خلط الماء بملعقة
- إدخال قطعة معدنية ساخنة في ماء بارد
- خلط الماء البارد مع الماء الساخن

ملاحظة: نزع الطاقة الداخلية لجملة معناه أن درجة حرارة الجملة تؤول إلى $0K$.

3 - التحويلات الحرارية:

عندما تنتقل الطاقة الحرارية Q بين جملة والوسط الخارجي، تكون: • $Q > 0$ عندما تتلقى الجملة الحرارة • $Q < 0$ عندما تتخلى الجملة عن الحرارة

التحويل الحراري عندما لا تتغير الحالة الفيزيائية للجملة:

عندما يكتسب جسم أو يفقد الحرارة وتتغيّر درجة حرارته من T_1 إلى T_2 فإن كمية هذه الحرارة تتناسب مع:

- كتلة الجسم m
- التغيّر في درجة الحرارة $\Delta T = T_2 - T_1$
- نوع المادة

$$Q = mc\,(T_2 - T_1) \qquad (1)$$

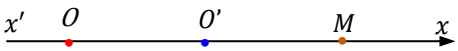
c: السعة الحرارية الكتلية، وهي التي تميّز نوع المادة.

الوحدات: Q : الجول (J) ، m : الكيلوغرام (kg) ، T_1 ، T_2 : الكيلفن (K) أو الدرجة المئوية $(°C)$ ، c : $J.kg^{-1}.K^{-1}$

ملاحظة:

لا فرق إنْ استعملنا درجة الحرارة بـ الكلفن (K) أو بالدرجة المئوية $(°C)$ ، لأن الفرق هو نفسه. إنّ المسافة بين التدريجات كلها متساوية سواء في السلم الكلفيني أو المئوي، أيْ $(1°C = 1K)$، لكنّ المرجعين مختلفان في السلم الكلفيني والسلّم المئوي.

مثال بسيط: محور $x'x$ مدرج بالـ cm ، نعيّن عليه مبدأين O و O'



فاصلة النقطة M في المحور $x'Ox$ تختلف عن فاصلتها في المحور $x'O'x$ ، أما المسافة $1\ cm$ هي نفسها في كل محور. وهذا يماثل ما نتكلّم عنه بالنسبة للسلّمين الكلفيني والمئوي، حيث أن قيمة درجة الحرارة بـ K تختلف عن قيمتها بـ $°C$، لكن $(1°C = 1K)$ في مرجعين مختلفين.

نعبّر عن الجداء $mc = C$ بالسعة الحرارية، وهي تتعلق بكتلة الجسم ونوع مادته وتُقاس بـ $J.K^{-1}$

سؤال:

في أية حالة تشعر بالدفء؟ هل لما تجلس أمام قطعة من الألمنيوم كتلتها $500\ kg$ ودرجة حرارتها $60\ °C$ ، أم عندما تجلس أمام إبرة درجة حرارتها $400\ °C$ ؟ بدون شك الكل يوافق على الاختيار الأول، ومن ذلك نستنتج أن كمية الحرارة لا تتعلق فقط بدرجة الحرارة وإنما كذلك بكتلة الجسم.

ملاحظة:

السعة الحرارية الكتلية تتعلق بنوع المادة فقط مهما كانت كتلتها، لكن السعة الحرارية تتعلق بنوع المادة وكتلتها.

نعطي قيم السعة الحرارية الكتلية لبعض المواد مقاسة بـ $kJ.kg^{-1}.K^{-1}$ ، حيث kJ معناها كيلو جول: $1\,kJ = 1000\,J$

المادة	الماء سائل	الجليد	الألمنيوم
c	4,18	2,1	0,89

التحويل الحراري عندما تتغير الحالة الفيزيائية للمادة:

يمتص الجليد كمية من الحرارة Q وهو في الدرجة $0\,°C$ ويتحوّل إلى سائل، مع المحافظة على درجة الحرارة.

نسمّي هذه الكمية من الحرارة التي امتصها حرارة تغيير الحالة الفيزيائية. تتناسب هذه الكمية من الحرارة مع كتلة الجليد. $Q = Lm$

حيث: L هي السعة الكتلية لتغيير الحالة الفيزيائية.

Q : (J)

m : كتلة المادة (kg)

L : $J.kg^{-1}$

طاقة التماسك هي الطاقة التي تقدّمها أو تأخذها جملة لكي تتغير الحالة الفيزيائية لها، أي الطاقة اللازمة لتكوين أو انفصال الروابط بين جزيئات المادة.

هذه الطاقة تكافئ تحويلا حراريا قدره $Q = Lm$

نرمز بـ : L_f للسعة الكتلية للانصهار و L_v للسعة الكتلية للتبخر.

مثلا الماء يبدأ التجمد في الدرجة $0°C$ بعد ما كان سائلا، ويبدأ الانصهار في الدرجة $0°C$ كذلك بعدما كان صلبا.

تحتاج كمية من الماء (m) إلى كمية حرارة قدرها Q لكي تنصهر، أي $Q = mL_f$

نفس الكمية وهي سائلة تحتاج إلى كمية حرارة Q لكي تتجمد، أي $Q = -mL_f$

ونفس الشيء بالنسبة للتبخر والتميع باستعمال L_v .

4 - طاقة التفاعل الكيميائي:

خلال تفاعل كيميائي تتحطّم بعض الروابط بين ذرات المتفاعلات وتتشكّل روابط جديدة بين ذرات النواتج.

ليكن التفاعل التالي: $A-H + B-OH \rightarrow H_2O + A-B$

نلاحظ أن الرابطتين بين H و A وبيْن B و OH انفصمتا لتكوين الرابطة بين A و B و الروابط في جزيء الماء.

لكي نحطّم (نفصم) رابطة نحتاج على الأقل إلى طاقة هي طاقة الربط (التماسك) في جملة المتفاعلات.

نسمّي طاقة الربط الطاقة اللازمة لكي نحطم الروابط في 1 mol من الجزيئات AB إلى الذرتين A و B .

مثلا:

يملك غاز الهيدروجين H_2 طاقة تماسك قدرها $436\,kJ.mol^{-1}$ ، ويملك البروم Br_2 طاقة تماسك قدره $193\,kJ.mol^{-1}$ ، ومنه جزيء الهيدروجين أكثر استقرارا من جزيء البروم.

تملك جملة المتفاعلات طاقة U_1

تملك جملة النواتج طاقة U_2

إذا كان $U_2 - U_1 > 0$ يكون التفاعل ماصا للحرارة من الوسط الخارجي، أمّا إذا كان $U_2 - U_1 < 0$ يكون التفاعل ناشرا للحرارة للوسط الخارجي.

5 - المسعر

المسعر هو إناء مجهّز بحيث أن محتواه لا ينشر الحرارة للوسط الخارجي ولا يأخذ منه.

نسمّي المخلاط والمحرار لواحق المسعر، ونعطي لهذه الجملة، أي (المسعر والمخلاط والمحرار) سعة حرارية كتلية واحدة نسميها السعة الحرارية الكتلية للمسعر مع لواحقه.

ملاحظة:

إذا كان المسعر يحتوي على مقاومة مسخنة، تُضاف هذه الأخيرة للواحق المسعر.

أ ب ج

المسعر مع لواحقه

أ : الإناء العازل للحرارة - ب: المخلاط والمسخّن ، ج: المحرار

المكافئ المائي للمسعر

نضع مثلا كمية من الماء داخل مسعر درجة حرارتها T_1 ، وعندما يتم التوازن الحراري يصبح للمسعر ولواحقه والماء الموجود فيه نفس درجة الحرارة T_2 .
فلكي نحسب التحويل الحراري من الماء إلى المسعر ولواحقه يجب علينا أن نعرف نوع مادة كل لاحقة لكي نحدد سعتها الحرارية الكتلية وكذلك مادة المسعر.
فلكي نختصر العملية كلها نعتبر الجملة (المسعر مع اللواحق) كمية من الماء تنشر أو تكتسب نفس كمية الحرارة التي تنشرها أو يكتسبها المسعر مع لواحقه ونسمي هذه الكمية المكافئ المائي للمسعر، هذه الكمية من الماء نرمز لها بـ μ وحدتها kg .
وبالتالي تصبح السعة الكتلية للمسعر $C = \mu c$ ، حيث c هي السعة الحرارية الكتلية للماء وهو سائل.

تطبيق:

احسب كمية الحرارة التي تحول قطعة من الجليد كتلتها $m = 1\,kg$ في درجة الحرارة $T_1 = -20°C$ إلى درجة التبخّر التام $T_2 = 100°C$.

المعطيات:

L_v	L_f	c_v (الماء بخار)	c (الماء سائل)	c_s (الجليد)
$2{,}3 \times 10^6 J.kg^{-1}$	$3{,}3 \times 10^5\ J.kg^{-1}$	$1930\ J.kg^{-1}.K^{-1}$	$4187\ J.kg^{-1}.K^{-1}$	$2{,}1 \times 10^3\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

الحل:

كمية الحرارة اللازمة هي: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$ (1)

Q_1 هي كمية الحرارة التي تنقل كمية الجليد من درجة الحرارة $(-20°C)$ إلى درجة الحرارة $(0°C)$ دون أن تبدأ في الانصهار.

Q_2 هي كمية الحرارة التي تُحوّل كمية الجليد إلى سائل في درجة حرارة ثابتة (تغيير الحالة الفيزيائية).

Q_3 هي كمية الحرارة التي تنقل كمية الماء السائل من درجة الحرارة $(0°C)$ إلى درجة الحرارة $(100°C)$ بدون أن يتحول إلى بخار.

Q_4 هي كمية الحرارة التي تجعل كمية الماء تتبخّر في درجة حرارة ثابتة $(100°C)$

$$Q_1 = m\,c_s(0 - T_1) = 1 \times 2{,}1 \times 10^3 \times (0 + 20) = 42 \times 10^3\ J$$

$$Q_2 = L_f\,m = 3{,}3 \times 10^5 \times 1 = 3{,}3 \times 10^5\ J$$

$$Q_3 = m\,c(T_2 - 0) = 1 \times 4187 \times (100 - 0) = 4{,}2 \times 10^5\ J$$

$$Q_4 = L_v\,m = 2{,}3 \times 10^6 \times 1 = 2{,}3 \times 10^6\ J$$

بالتعويض في العلاقة (1): $Q = (42 + 330 + 420 + 2300) \times 10^3 \approx 3{,}1 \times 10^6\ J$

Guezouri Abdelkader, ancien élève de l'école normale supérieure.
Site: www.guezouri.org
Chaine Youtube : www.guezouri.org → Physianet Guezouri
Tél: 07 73 34 31 76
FB : Abdelkader Guezouri ... https://www.facebook.com/Aek.guezouri
Page FB: Guezouri_Physique
Blog FB: Akhbar El-lil

كتاب الوريد للأستاذ قزوري في جزأين... أطلبه من ديوان المطبوعات المدرسية لولايتك، حيث تجد هنا نقط البيع www.onps.dz
.. خذْ الوريد، فلا تحتاج إلى مزيد للمزيد، إنّه الوحيد الفريد، فإذا كنتَ تائها فاليوم بصرك حديد، وعن الشعوذة بعيد...