المستوى : السنة الثانية ثـانوي

الوحدة **04** **الطاقة الداخلية**

GUEZOURI A. Lycée Maraval – Oran

ماذا يجب أن أعرف حتى أقول : إني استوعبت هذا الدرس

1 - يجب أن أفرّق بين الحرارة ودرجة الحرارة .

2 - يجب أن أعرف مصدر الطاقة الداخلية لجملة .

3 - يجب أن أعرف كيفية حساب التحويل الحراري عندما تتغير درجة حرارة الجملة بدون تغير حالتها الفيزيائية .

4 - يجب أن أعرف كيفية حساب التحويل الحراري عند تحوّل الحالة الفيزيائية للمادة .

5 - يجب أن أعرف أن الحرارة تنتقل من الجسم الساخن نحو الجسم البارد ولا تضيع الطاقة عند هذا التحوّل .

6 - يجب أن أعرف معنى المكافئ المائي لمسعر .

7 - يجب أن أعرف أن السعة الحرارية الكتلية لمادة لا تتعلق بكتلة المادة ، أما السعة الحرارية تتعلق بالكتلة .

الدرس

1 - الحرارة ودرجة الحرارة

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

خذْ هذا المثال لكي تثبّت هذه الفكرة :

نترك إنـاء 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 الإنـاء ؟** لأن المطر هي فقط الوسيلة التي نقلت الماء من السحُب إلى الإنـاء .

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

الحرارة ودرجة الحرارة شيئان مختلفان

2 – الطاقة الداخلية لجملة

الطاقة الداخلية لجملة هي مجموع الطاقات المجهرية لهذه الجملة .

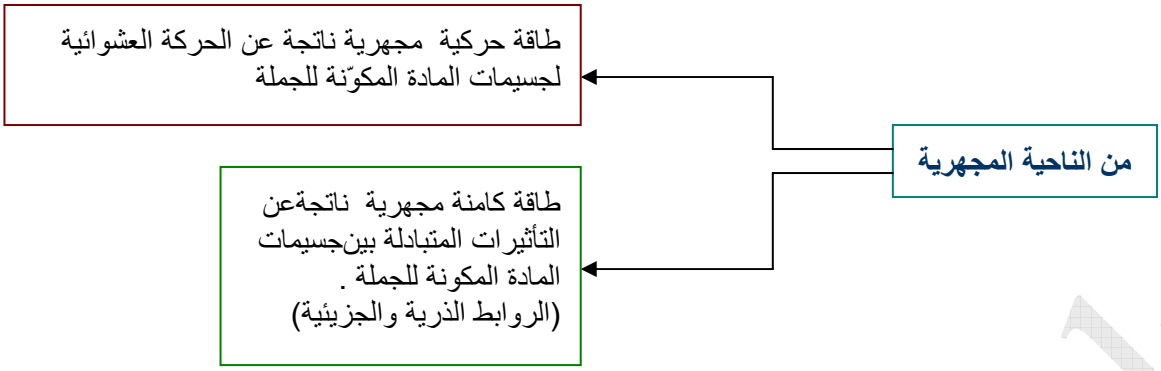
إن فعل قوّة في جملة لا يؤدّي دوما إلى حركة هذه الجملة ، بل يُمكن أن :

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

من الناحية العيانية

- طاقة حركية ناتجة عن حركة الجملة في مرجع معيّن
- طاقة كامنة ناتجة عن التأثيرات المتبادلة بين الجملة والوسط الخارجي

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM



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

حيث U هي الطاقة الداخلية

الطاقة الداخلية لجملة تتناسب 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 تبادل العمل والحرارة وكميّة 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 0 K .

3 - التحويلات الحرارية

عندما تتبادل جملة الحرارة Q مع الوسط 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 حرارتها 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

$$Q = mc(T_2 - T_1) \quad (1) \qquad \text{أو} \qquad Q = mc(\theta_2 - \theta_1) \quad (2)$$

c : السعة الحرارية الكتلية ، وهي التي تميّز نوع المادة

الوحدات : Q : Joule (J)

M : الكيلوغرام (kg)

T_2 , T_1 : (K)

θ_2 , θ_1 : (°C) ، c : $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ وهي تتعلق بنوع مادة الجسم .

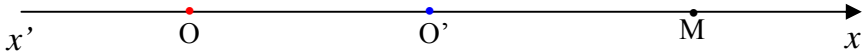
قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM
GUEZOURI A.EK

ملاحظة :

لا فرق بين استعمال العلاقة (1) أو (2) ، أي سواء عوضنا درجتي الحرارة بالـ K أو °C ، لأن الفرق هو نفسه في كلتا الحالتين .

تعريفا : $1°C = 1\ K$ ، **أي أن المسافة بين التدريجات كلها متساوية سواء في السلم الكلفيني أو المئوي .**

مثال بسيط : محور 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 أن قيمة درجة الحرارة بـ K تختلف عن قيمتها بـ °C ، لكن $1°C = 1K$.

نعبّر عن الجداء $C = mc$ 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 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

Joule (J) : Q

M : كتلة المادة kg

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

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 $Q = L\,m$

نسمي : L_f السعة الكتلية للانصهار

L_V السعة 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 $Q = L_f\,m$

نفس الكمية وهي سائلة تحتاج إلى كمية حرارة Q لكي تتجمد ، أي $Q = -L_f\,m$

ونفس الشيء بالنسبة للتبخر والتمييع باستعمال L_v .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM
GUEZOURI Aek

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 وبين 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 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 قدرها $193\ kJ\ .\ mol^{-1}$

ومنه جزيء الهيدروجين أكثر استقرارا من جزيء البروم .

جملة المتفاعلات تملك طاقة U_1

جملة النواتج تملك طاقة U_2

إذا كان $U_2 - U_1 > 0$ يكون التفاعل ماصا للحرارة من الوسط الخارجي

إذا كان $U_2 - U_1 < 0$ يكون التفاعل ناشرا للحرارة للوسط الخارجي

5 - المسعر

المسعر هو إناء مجهّز بحيث أن محتواه لا يتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي .

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

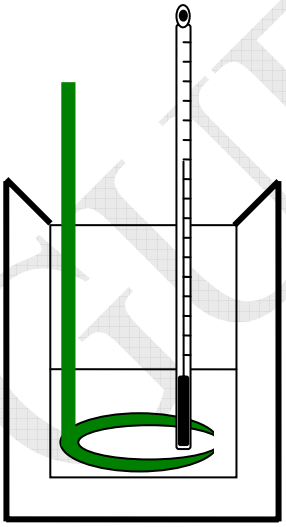
ملاحظة :

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

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 (مسعر + لواحق) كمية من الماء تتبادل نفس كمية الحرارة التي تتبادلها الجملة (مسعر + لواحق) ، 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 .



مسعر مع لواحقه

EZOURAEK

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 $-20\ °C$ إلى $0\ °C$ دون أن تبدأ في الانصهار

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

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

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

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

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

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

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

بالتعويض في (1) :

$$Q = (42 + 330 + 420 + 2300) \times 10^3$$

$$Q = 3092\ kJ$$

GUEZOURI Aek

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM