

مقرر نظري مفصل

الميكانيك و الطاقة

الطاقة الداخلية

06

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/03/22

1- تعريف الطاقة الداخلية :

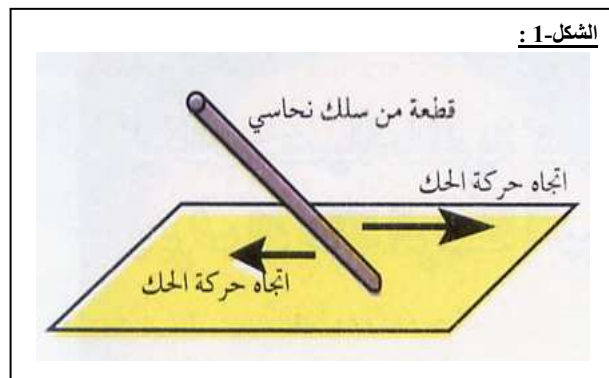
- عندما يحدث تغير في البنية الداخلية للمادة على المستوى المجهرى أو يحدث تغير في الحالة الفيزيائية (انصهار ، تجمد ،) على المستوى العياني ، أو يحدث تغير في درجة الحرارة على المستوى المجهرى ، نقول أنه حدث تغير في الطاقة الداخلية لهذه المادة .
- يرمز للطاقة الداخلية بـ E_i و وحدتها الجول .
- للطاقة الداخلية مركبتين :
- مركبة حرارية يرمز لها بـ E_{th} .
- مركبة منسوبة للحالة الفيزيائية - الكيميائية .

2- المركبة الحرارية للطاقة الداخلية :

أ- التغير في الطاقة الداخلية و التحويل الحراري :

نشاط :

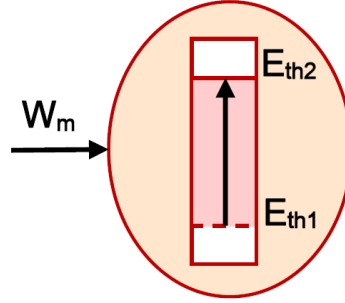
- خذ قطعة من سلك معدني ثم أدلك أحد طرفيه على سطح خشن لمدة كافية (الشكل-1) .



- 1- ألمس (بحدز) بيدك طرف السلك قبل و بعد عملية الدلك . ماذا تلاحظ ؟
- 2- هل تغيرت الطاقة الداخلية للسلك بعد عملية الدلك ؟ لماذا ؟
- 3- مثل الحصيلة الطاقوية للسلك بين بداية و نهاية الدلك .
- 4- اعط تفسيراً على المستوى المجهرى لتغير الطاقة الداخلية للسلك .

تحليل النشاط :

- 1- نلاحظ ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة السلك .
- 2- نعم بدليل ارتفاع درجة حرارة السلك .
- 3- الحصيلة الطاقوية :

4- التفسير على المستوى المجهرى لتغير الطاقة الداخلية للسلك :

بعد مرور بضع دقائق على ذلك تتعادل درجة حرارة السلك ، إذ أن الجسيمات المكونة للسلك الموجودة عند طرفه تكتسب طاقة حركية نتيجة الاحتكاكات مع السطح الخشن ، هذه الجسيمات تقدم جزءا من طاقتها الحركية للجسيمات التي تجاورها ، و بدورها هذه الأخيرة تحول جزءا من طاقتها إلى الجزيئات التي بالقرب منها ، ... و هكذا يستمر التحويل إلى أن يصبح لكل الجزيئات في المتوسط نفس الطاقة الحركية ، و تصبح لكل نقطة من السلك نفس درجة الحرارة نقول حينئذ على الجملة (سلك) أنها في حالة توازن حراري .

نتيجة :

- يدل ارتفاع درجة حرارة الجملة على تغيير طاقتها الداخلية ΔE_{th} .
- ارتفاع الطاقة الداخلية للجملة ناتج عن زيادة الطاقة الحركية المجهرية لجسيمات الجملة .
- يقاس هذا التغير في الطاقة الداخلية بقيمة التحويل الحراري Q بين الجملة و الوسط الخارجي .

ب- العوامل التي يتعلق بها التحويل الحراري :نشاط 1 : (علاقة التحويل الحراري بتغير درجة الحرارة)الجزء الأول :

ضع كمية من ماء بارد (200g مثلا) درجة حرارته $\theta_1 = 20^{\circ}C$ في وعاء و أضف له نفس الكمية من ماء ساخن درجة حرارته $\theta_2 = 60^{\circ}C$.
اعتبر الجملة المكونة من كميتي الماء معزولة حراريا أي نهمل التحويل الحراري الذي يحدث مع الوسط الخارجي (المحيط+الوعاء) .

- 1- مثل الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .
- 2- ماذا يمثل التحويل الحراري Q بين الماء البارد و الماء الساخن ؟
- 3- هل يمكنك تقدير درجة حرارة الجملة عند التوازن الحراري في هذه الحالة ؟
- 4- قس درجة حرارة الماء بعد التوازن الحراري ، ماذا تلاحظ ؟
- 5- استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .

الجزء الثاني :

أعد التجربة بأخذ نفس كمية الماء البارد السابقة (الكتلة 200g و درجة الحرارة $\theta = 20^{\circ}C$) ثم أضف لها نفس الكمية من ماء ساخن درجة حرارته $\theta_2 = 80^{\circ}C$. اعتبر دائما الجملة المكونة من كميتي الماء معزولة حراريا .

- 1- قس درجة حرارة الجملة عند التوازن الحراري في هذه الحالة ، هل لها نفس القيمة السابقة ؟
- 2- استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .
- 3- مثل الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .

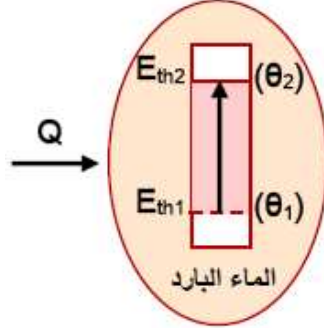
4- هل قيمة التحويل الحراري Q هي نفسها القيمة السابقة ؟

5- بماذا تتعلق قيمة التحويل الحراري ؟

تحليل النشاط :

الجزء الأول :

1- الحصيلة الطاقوية :



2- يمثل التحويل الحراري Q بين كميتي الماء مقدار التغير الحادث في الطاقة الداخلية لكل منهما (الزيادة في الطاقة الداخلية للماء البارد مساوية للنقصان في الطاقة الداخلية للماء الساخن) .

3- بما أن كميتي الماء الممزوجتين متساويتين فإن درجة حرارتهما عند بلوغ التوازن الحراري تأخذ معدل درجتي

$$\text{حارتهما الإبتدائيتين تقريبا أي : } \theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$$

4- بعد حدوث التوازن الحراري تثبت درجة حرارة الماء عند القيمة $\theta = 40^\circ\text{C}$.

5- الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الإبتدائية و الحالة النهائية هي :

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0 = 40 - 20 = 20^\circ\text{C}$$

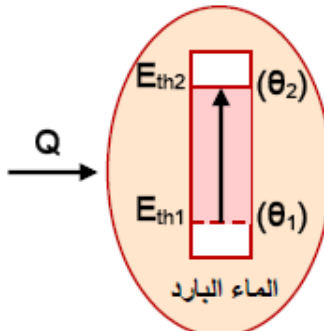
الجزء الثاني :

1- لا يكون لدرجة حرارة الماء النهائية عند بلوغ التوازن الحراري نفس القيمة السابقة $\theta = 40^\circ\text{C}$ و إنما لها قيمة مختلفة قدرها في هذه الحالة $\theta = 50^\circ\text{C}$.

2- الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الإبتدائية و الحالة النهائية :

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0 = 50 - 20 = 30^\circ\text{C}$$

3- الحصيلة الطاقوية :



4- لا يكون للتحويل الحراري في هذه الحالة نفس القيمة كما في الحالة السابقة .

5- تتعلق قيمة التحويل الحراري Q بالفرق في درجة الحرارة النهائية و الإبتدائية : $\Delta\theta = \theta - \theta_0$.

نشاط 2 : (علاقة التحويل الحراري بكمية المادة)

- أعد التجربة و خذ نفس كمية الماء البارد في نفس درجة الحرارة (الكتلة 200g و درجة الحرارة $\theta = 20^\circ\text{C}$) و أضف لها ضعف الكمية من الماء الساخن درجة حرارته $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$.

1- هل يكون للجملة نفس درجة حرارة التوازن السابقة ، الجزء الأول من النشاط السابق ؟

- 2- قس درجة حرارة الماء بعد التوازن الحراري ، ماذا تلاحظ ؟
- 3- استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .
- 4- مثل الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .
- 5- قارن بين قيمة التحويل Q لهذا النشاط و قيمته في الجزء الأول من النشاط السابق .

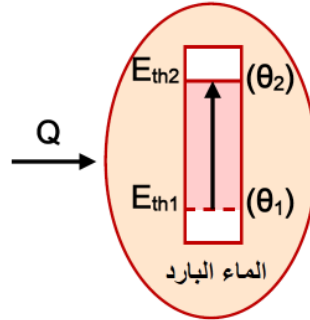
تحليل النشاط :

- 1- لا يكون للجمله نفس درجة التوازن كما هو الحال في الجزء الأول من النشاط السابق .
- 2- درجة حرارة الماء تثبت عند قيمتها النهائية بعد حدوث التوازن الحراري و تقدر في هذه الحالة تقريبا $\theta \approx 46.6^\circ\text{C}$.

- 3- الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية :

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0 = 46.6 - 20 = 26.6^\circ\text{C}$$

- 4- الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية :



- 5- بما أن كمية الماء البارد هي نفسها في الجزء الأول من النشاط السابق و كذلك في هذا النشاط بينما التغير الحادث في درجة حرارة الماء مختلفة في الحالتين (الحالة الأولى) $\Delta\theta \approx 20^\circ\text{C}$ و (الحالة الثانية) $\Delta\theta \approx 26.6^\circ\text{C}$ فإن التحويل الحراري Q غير متساوي في الحالتين .

نشاط 3 : (علاقة التحويل الحراري بنوع المادة)

- أعد التجربة و خذ نفس كمية الماء البارد في نفس درجة الحرارة (الكتلة 200g و درجة الحرارة $\theta = 20^\circ\text{C}$) و أضف لها نفس الكمية لسلك من النحاس ($m_{\text{Cu}} = 200\text{g}$) في درجة حرارة $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$ (اقترح طريقة عملية ملائمة تجعل فيها السلك في هذه الدرجة) .

- 1- قس درجة حرارة الجمله عند التوازن الحراري في هذه الحالة ، هل لها نفس القيمة التي حصلت عليها في الجزء الأول من النشاط الأول ؟

- 2- استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .

- 3- بماذا تتعلق قيمة التحويل الحراري ؟

تحليل النشاط :

- 1- عند التوازن الحراري للجمله نقيس درجة حرارتها النهائية فنجدها $\theta \approx 23.3^\circ\text{C}$ و بالتالي ليس لها نفس القيمة المقاسة في الجزء الأول من النشاط الأول .

- 2- الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية :

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0 = 23.3 - 20 = 3.33^\circ\text{C}$$

- 3- تتعلق قيمة التحويل الحراري Q بطبيعة (أو نوع) المادة المستقبلة أو الفاقدة للتحويل الحراري الحادث في الجمله المتوازنة .

نتيجة :

تتعلق قيمة الطاقة المحولة Q بين كميتين من المادة بكتلة و نوع كل مادة و الفرق بين درجتي الحرارة النهائية و الابتدائية لكل مادة تفقد و تستقبل طاقة بتحويل حراري حيث يساوي هذا التحويل التغير في الطاقة الداخلية لكل مادة أي : $Q = \Delta E_{th}$.

ج- عبارة التحويل الحراري :

- إذا ارتفعت (أو انخفضت) درجة حرارة جملة ، تكون الجملة حتما اكتسبت (أو فقدت) طاقة بتحويل حراري Q ، يعبر عن مقدار هذا التحويل بالعلاقة :

$$Q = mc (\theta_f - \theta_i) = C (\theta_f - \theta_i)$$

Q : مقدار التحويل الحراري (J) .

m : كتلة المادة (kg)

θ_i : درجة الحرارة الابتدائية ($^{\circ}C$) .

θ_f : درجة الحرارة النهائية ($^{\circ}C$) .

c : السعة الحرارية الكتلية للمادة ($J/(kg \cdot ^{\circ}C)$) أو ($J/(kg \cdot ^{\circ}K)$) .

$C = mc$: السعة الحرارية للمادة ووحدتها ($J/^{\circ}C$) أو ($J/^{\circ}K$) .

- إذا كانت درجة الحرارة النهائية للجملة أكبر من درجة الحرارة الابتدائية ($\theta_f > \theta_i$) يكون $Q > 0$ و هذا يعني أن الجملة تكتسب طاقة بتحويل حراري عندما ترتفع درجة حرارتها .

- إذا كانت درجة الحرارة النهائية للجملة أقل من درجة الحرارة الابتدائية ($\theta_f < \theta_i$) يكون $Q < 0$ و هذا يعني أن الجملة تقدم طاقة بتحويل حراري عندما تنخفض درجة حرارتها .

- تعرف السعة الحرارية C لجملة تتكون من عدة مواد كتلتها $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ و سعاتها الحرارية الكتلية $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ بأنها مجموع السعات الحرارية لمختلف هذه المواد أي :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

و حيث أن $C = mc$ يكون :

$$C = m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \dots + m_nc_n$$

● قيم السعة الحرارية الكتلية لبعض المواد :

الحالة	المادة	C J/(kg.K)
الصلبة	الألمنيوم (Al)	890
	النحاس (Cu)	380
	الجليد	2090
	الخشب	1700
السائلة	الماء	4185
الغازية	الأكسجين (O_2)	0.94

ملاحظة :

- إذا حدثت تحولات طاقوية Q_1 ، Q_2 ، بين مجموعة من الأجسام تنتمي إلى نفس الجملة ، يكون مجموع هذه التحويلات الطاقوية مساوي لمقدار التحويل الطاقوي Q بين الجملة المتكونة من الأجسام المذكورة و الوسط الخارجي أي :

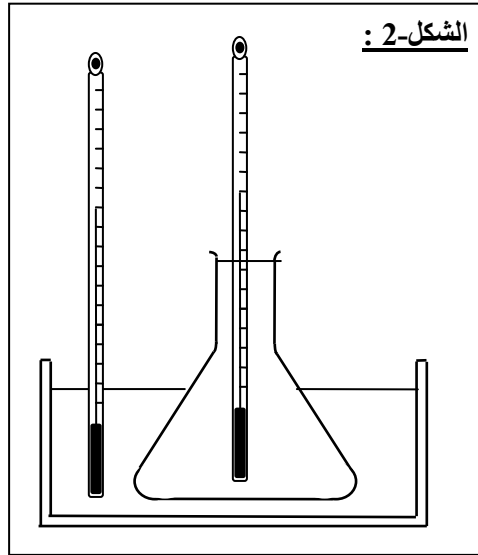
$$Q_1 + Q_2 + \dots = Q$$

و كحالة خاصة إذا كانت هذه الجملة معزولة يكون مجموع التحويلات الطاقوية الحادثة بين الأجسام المكونة للجملة معدوم أي :

$$Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

ج- التوازن الحراري :**نشاط :**

نأخذ وعاء به ماء ذو درجة حرارة 80°C ثم نغمر به دورق مملوء بماء بارد درجة حرارته 5°C ، نتابع تغيرات درجتي حرارة كل من الماء الموجود بالوعاء و الماء الموجود بالدورق بواسطة محرارين (شكل-2) .



1- ماذا تلاحظ ؟ بماذا تفسر ذلك .

تحليل النشاط :

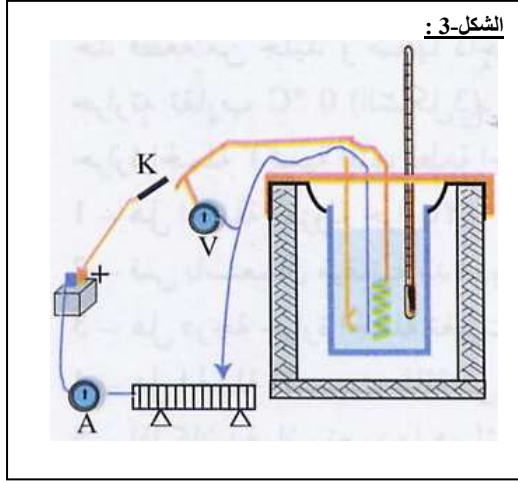
نلاحظ الماء ذو درجة الحرارة الأكبر تنخفض درجة حرارته بينما الماء ذو درجة الحرارة الأقل ترتفع درجة حرارته ، يفسر ذلك بأن الماء ذو درجة الحرارة الأكبر قدم طاقة إلى الماء ذو درجة الحرارة الأقل بتحويل حراري ، و بعد مدة زمنية تستقر درجة الحرارة في قيمة ثابتة في كل من الماء ذو درجة الحرارة الأكبر و الماء ذو درجة الحرارة الأقل .

نتيجة- تعريف :

- عندما نمزج جسمين سائلين (أو جسم سائل مع جسم صلب) مختلفين في درجة الحرارة ، فإن الجسم ذو درجة الحرارة الأكبر يقدم طاقة بتحويل حراري للجسم ذو درجة الحرارة الأقل فتتخفض درجة حرارة الجسم الأول و ترتفع درجة حرارة الجسم الثاني إلى أن تصبح متساويتين ، نقول عندئذ أنه حدث توازن حراري و عندها تبقى درجة الحرارة الجملة المكونة من الجسمين المذكورين ثابتة .
- نفس القول عند مزج عدة أجسام مختلفة في درجة الحرارة .

د- فعل جول :* تعريفه :

فعل جول هو التحويل الحراري الذي يرفق مرور تيار كهربائي في ناقل .

* التحقق من مفعول جول :نشاط :

الشكل-3 :

حقق التركيب المبين في (الشكل-3) المكون من مسعر حراري و لوحه ، معدلة كهربائية ، أمبير متر ، فولط متر ، مقاومة لتسخين الماء .

- ضع كمية من ماء كتلتها $m = 300g$ في المسعر و قس درجة الحرارة الابتدائية .

- اغلق القاطعة و قس الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر بـ $10^{\circ}C$.

- قس في نفس الوقت شدة التيار الماء في المقاومة و فرق الكمون بين طرفيه .

- غير في شدة التيار و ذلك بتغيير قيمة مقاومة المعدلة ، و قس شدة التيار و فرق الكمون و الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر بـ $10^{\circ}C$.

- كرر العملية عدة مرات بتغيير شدة التيار . ثم دون نتائجك في الجدول التالي :

I (A)	t (s)	$I^2 t (A^2s)$

1- اكتب عبارة الطاقة المكتسبة من الماء .

2- اكتب عبارة الطاقة الكهربائية المحولة إلى المقاومة .

3- باعتبار المسعر معزولا حراريا و أن المقاومة تحول كل الطاقة الكهربائية التي تستقبلها ، اكتب معادلة انحفاظ الطاقة .

4- هل نتائج التجربة تحقق قانون جول ؟

تحليل النشاط :جدول القياسات :

المقاومة : $R = 500 \Omega$		
I (A)	Δt (s)	$I^2 \Delta t (A^2s)$
0.5	100	25
1.0	25	25
1.5	11.1	25
2.0	6.25	25

1- عبارة الطاقة المكتسبة من الماء :

بإهمال السعة الحرارية للمسعر و لواحقه فإن الطاقة المكتسبة من الماء بالتحويل الحراري Q يعبر عنها بالعلاقة :

$$Q = mc (\theta_f - \theta_i) = C.\Delta\theta$$

2- عبارة الطاقة الكهربائية المحولة إلى المقاومة :

$$E_e = R.I^2.\Delta t$$

3- مما سبق و حسب مبدأ انحفاظ الطاقة باعتبار الجملة معزولة :

$$E_e = Q \rightarrow R.I^2.\Delta t = mc(\theta_f - \theta_i) \rightarrow RI^2.\Delta t = mc (\theta_f - \theta_i)$$

4- نتائج التجربة محققة لقانون جول أم لا :

لدينا : $m = 300 \text{ g}$ ، $\Delta\theta = 10^\circ\text{C}$ و نعلم أن : $c = 4185 \text{ J/g.}^\circ\text{C}$ (الحرارة الحرارية الكتلية للماء) بالتالي :

$$Q = mc(\theta_f - \theta_i) = 300 . 4.185 . 10 = 12555 \text{ J}$$

و هي الطاقة المكتسبة من طرف الماء من المقاومة الكهربائية .

لدينا كذلك : $R = 500 \Omega$ و بالرجوع إلى جدول القياسات نجد :

$$I^2.\Delta t = C^{te} = 25 \text{ u.I}$$

و بالتالي :

$$E_e = R.I^2.\Delta t = 500 . 25 = 12500 \text{ J}$$

و هي الطاقة الكهربائية المحولة إلى المقاومة .

واضع أن : $Q \approx E_e$ أي أن : نتائج التجربة تحقق قانون جول في حدود أخطاء القياس . إذن :

نتيجة :

- فعل جول هو التحويل الحراري الذي يرفق مرور تيار كهربائي في ناقل .

- عند يجتاز تيار كهربائي شدته I ناقل أومي مقاومته R خلال فترة زمنية Δt ، يقدم هذا الأخير في هذه الفترة

الزمنية طاقة بتحويل حراري Q قدره :

$$Q = P . \Delta t = U I \Delta t = R I^2 \Delta t$$

P : استطاعة التحويل الحرارية (الواط : W) .

Δt : زمن التحويل الحراري (s) .

U : التوتر (فرق الكمون) بين طرفي الناقل الأومي (الفولط : V) .

I : شدة التيار التي تجتاز الناقل الأومي (أمبير : A) .

R : مقاومة الناقل الأومي (أوم Ω) .

3- مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الفيزيائية :

أ- تغيرات الحالة الفيزيائية :

- تتكون المادة في كل حالاتها على المستوي المجهرى من ذرات و جزيئات ، و حالة المادة تتعلق بشدة التأثير

المتبادل بين هذه الجسيمات ، هذا التأثير يمكن تمييزه إلى نوعين :

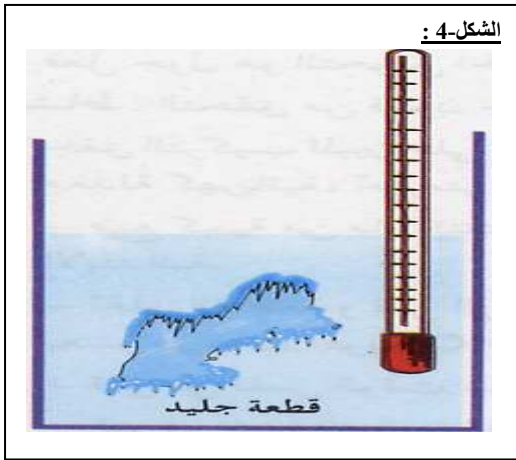
• تأثير بين الجزيئات و ينتج عنه طاقة التماسك .

• تأثير بين الذرات المكونة للجزيئات ينتج عنه طاقة الرابطة الكيميائية .

- عندما يحدث تغير في الحالة الفيزيائية للمادة (ذوبان قطعة جليد تحت تأثير اشعة الشمس مثلا) يصحب هذا التغير امتصاص أو فقدان طاقة نتيجة تغير في التأثيرات المتبادلة بين جسيمات المادة . كذلك التفاعلات الكيميائية يمكنها امتصاص أو فقدان الطاقة . في كلتا الحالتين تعتبر الطاقة المحولة عبارة عن تغير في الطاقة الداخلية للمادة .
- تتعلق حالة المادة بشدة التأثير المتبادل بين الجزيئات المكونة لها (الشكلين 7 و 8/99) و يتميز ثلاث حالات .
- الحالة الصلبة : هي الحالة التي تتوزع فيها جزيئات المادة على شبكة بلورية حيث تكون شديدة الارتباط فيما بينها . تؤمن هذه الروابط تماسك البنية البلورية للمادة .
- الحالة السائلة : و هي الحالة التي تكون فيها جزيئات المادة ضعيفة الارتباط فيما بينها حيث يكون التأثير بين جزيئات المادة ضعيف الشدة .
- الحالة الغازية : هي الحالة التي تكون فيها شدة التأثير المتبادل بين جزيئات المادة مهملة .

ب- طاقة التماسك (التحول الفيزيائي) :

نشاط :



خذ قطعة من جليد و ضعها داخل وعاء معدني فيه كمية من ماء بارد درجة حرارته تقارب 0°C (الشكل-4) . راقب لمدة كافية ، باستعمال محرار ، درجة حرارة الجملة (كمية الماء ، قطعة الجليد و الوعاء) .

- 1- هل الجملة معزولة حراريا ؟
- 2- هل درجة حرارة الجملة تغيرت خلال مدة ذوبان الجليد ؟
- 3- هل الجملة اكتسبت طاقة من الوسط الخارجي خلال مدة ذوبان الجليد ؟
- 4- إذا كان الجواب نعم ، ما هو أثر الطاقة المكتسبة على الجملة ؟

تحليل النشاط :

- 1- نعم لأنها درجة حرارتها تبقى ثابتة تقريبا في حدود 0°C .
- 2- لا تتغير و تبقى ثابتة تقريبا في حدود 0°C .
- 3- باعتبار الجملة (قطعة جليد) نعم اكتسبت هذه الجملة طاقة من الوسط الخارجي .
- 4- يذوب الجليد بفك ارتباط جزيئات الماء فيما بينها و جعلها ضعيفة الارتباط و يتطلب ذلك طاقة يقدمها الوسط الخارجي بتحويل حراري Q تزداد به الطاقة الحركية المجهرية لجزيئات الماء .

نتيجة :

تمتص قطعة الجليد تحويلا حراريا من الوسط الخارجي حتى تتحول من قطعة جليدية عند درجة حرارة 0°C إلى ماء سائل عند نفس درجة الحرارة .

ج- عبارة التحويل الحراري Q في حالة تغير الحالة الفيزيائية للمادة :

• الإنصهار :

عند تحول مادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة (انصهار) ، تكتسب هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = m L_f$$

- Q : التحويل الحراري يقدر بالجول (J) .
- m : كتلة الجسم يقدر بالكيلوغرام (kg) .
- L_f : السعة الكتلية للإنصهار وحدتها (J/kg) .

● التجمد :

عند تحول مادة من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة (تجمد) ، تقدم هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = - m L_f$$

L_f : السعة الكتلية للتجمد و هي مساوية للسعة الكتلية للإنصهار عند نفس المادة ، وحدتها (J/kg) .

● التبخر :

عند تحول مادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (تبخر) عند درجة حرارة ثابتة ، تكتسب هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = m L_v$$

L_v : السعة الكتلية لتغير للتبخر وحدتها (J/kg) .

● التميع :

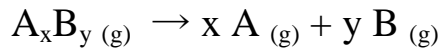
عند تحول مادة من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة (تميع) ، تقدم هذه المادة طاقة بتحويل حراري قدره Q حيث :

$$Q = - m L_v$$

L_v : السعة الكتلية للتميع و هي مساوية للسعة الكتلة للتبخر عند نفس المادة ، وحدتها (J/kg) .

3- مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الكيميائية للجملة :**أ- طاقة التماسك الداخلي للجزيء :**

- طاقة التماسك الداخلي للجزيء و التي يرمز لها بـ E_{coh} وحدتها الجول هي الطاقة الضرورية لتفكيك 1 mol من هذا الجزيء في الحالة الغازية إلى ذرات في الحالة الغازية كما مبين في المعادلة :



- يعبر عن طاقة التماسك للجزيء بالعلاقة :

$$E_{coh} = \sum D_{A-B}$$

حيث D_{A-B} تدعى طاقة الرابطة في الجزيء و هي تختلف باختلاف نوع الرابطة و باختلاف العنصر أو العنصرين الكيميائيين المشكل أو المشكلين لهذه الرابطة ، كما مبين في الأمثلة التالية :

$$D_{C-H} = 415 \text{ kJ/mol}$$

$$D_{C-C} = 345 \text{ kJ/mol}$$

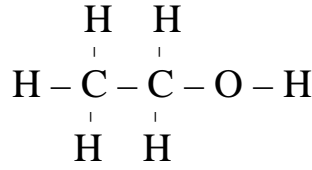
$$D_{C=C} = 615 \text{ kJ/mol}$$

$$D_{C\equiv C} = 812 \text{ kJ/mol}$$

$$D_{O-H} = 463 \text{ kJ/mol}$$

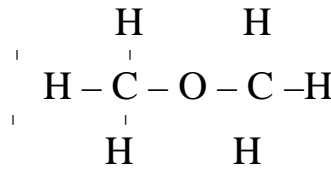
$$D_{C-O} = 356 \text{ kJ/mol}$$

مثال : (طاقة التماسك الداخلي لجزيء C_2H_6O)
 لهذا الجزيء صيغتان مفصلتان .
 الصيغة الأولى :



$$E_{\text{coh1}} = \sum D_{A-B} = 5 D_{C-H} + D_{C-C} + D_{C-O} + D_{H-O}$$

الصيغة الثانية :



$$E_{\text{coh2}} = \sum D_{A-B} = 6 D_{C-H} + 2 D_{C-O}$$

بعد التطبيق العددي نجد أن : $E_{\text{coh1}} \neq E_{\text{coh2}}$ ، نستنتج من ذلك أننا يمكن التمييز بين المماكبات من خلال طاقة التماسك الداخلي للجزيء .

ب- طاقة التفاعل :

- عندما يحدث تحول كيميائي في جملة كيميائية تكتسب هذه الأخيرة طاقة ، و أثناء ذلك و على المستوى المجهرى تنكسر روابط تكافئية و تتشكل روابط تكافئية أخرى .
 - تدعى الطاقة التي تكتسبها الجملة أو تفقدها عند حدوث تفاعل كيميائي بطاقة التفاعل يرمز لها بـ $E_{\text{Réa}}$ و يعبر عنها بالعلاقة :

$$E_{\text{Réa}} = \sum D_{A-B}(\text{متفاعلات}) - \sum D_{A-B}(\text{نواتج})$$

- إذا كان $E_{\text{Réa}} > 0$ يكون التفاعل ماص للحرارة و في هذه الحالة تكون الجملة اكتسبت طاقة بتحويل حراري .
 - إذا كان $E_{\text{Réa}} < 0$ يكون التفاعل ناشر للحرارة و في هذه الحالة تكون الجملة قدمت طاقة بتحويل حراري .

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

www.sites.google.com/site/faresfergani