

المستوى: 2 ع ت + 2 ت ر
الدرس رقم: 04

الوحدة 04 :
الطاقة الداخلية

المجال :
الميكانيك و الطاقة

الوحدة رقم 04 : الطاقة الداخلية

مؤشرات الكفاءة	أمثلة للنشاطات	المحتوى- المفاهيم
1 - يوظف حصيلة طاوية كمية.	1- قياسات حرارية: طريقة المزج (تحديد السعة الحرارية الكتلية) 2 - تفسير الإحساسات المدركة بلمس أجسام من مواد مختلفة(معادن، الخشب، البولستران، الصوف...).	1- المركبة الحرارية للطاقة E_{th} للطاقه الداخلية. العلاقة $\Delta E_{th} = mc(T_f - T_i)$ * السعة الحرارية * السعة الحرارية الكتلية (أو الحرارة الكتلية). 2 - فعل جول. * مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الفيزيائية- الكيميائية لجملة لجملة * التحولات الناشرة والماصة للحرارة 3 - طاقة رابطة كيميائية(بين جزيئات) 4 - طاقة التماسك(داخل الجزيئات): * السعة الكتلية لتغير الحالة(أو حرارة تغير الحالة). * التفسير المجهرى لتغير الحالة الحرارية المرافقة لتحول فيزيائي و/أو كيميائي.
2 - يعرف بأن طاقة رابطة أكبر تقريبا عشرة أضعاف من طاقة التماسك.	3- تحديد القدرة الحرارية لمحروق. التحقق من قانون جول(ع م) 4 - قياس تغير درجة الحرارة المرافقة لتحويلات كيميائية ناشرة أو ماصة للطاقة. 5 - قياس سعة كتلية لتغير الحالة	

مرجع النشاط

التدرج

المدة الزمنية

- العلاقة $\Delta E_{th} = mc(T_f - T_i)$	2 سا أ.م.
- مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الفيزيائية-الكيميائية لجملة	1 سا + 1 سا
- القدرة الحرارية لمحروق.	2 سا أ.م.
- طاقة الرابطة	1 سا
- تطبيقات	1 سا

الطاقة الداخلية

1. **تعريف الطاقة الداخلية:** الطاقة الداخلية لجملة هي مجموع الطاقات المجهري لهذه الجملة ، وتعلق بحالتها

* الحرارية * الفيزيائية- الكيميائية * النووية .

نتعرف في هذه الوحدة على مركبات الطاقة الداخلية التالية :

أ. المركبة الحرارية

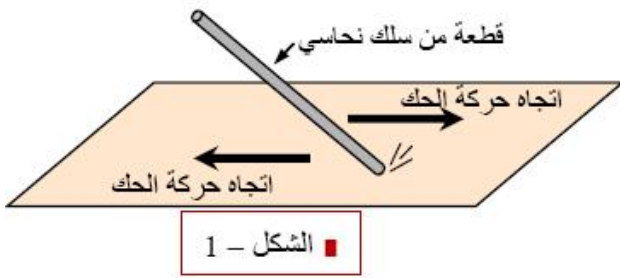
ب. المركبة المنسوبة للحالة الفيزيائية- الكيميائية .

ملاحظة :

الطاقة الكلية لجملة هي : $E_T = E_C + E_P + E_I$ حيث E_I : الطاقة الداخلية .

2. المركبة الحرارية للطاقة الداخلية :

* نشاط (ص 92) :



● **نشاط :** خذ قطعة من سلك معدني ثم حك أحد طرفيه على

سطح خشن لمدة كافية ... (أنظر الشكل - 1) .

- ألمس (بحذر) بيدك طرف السلك قبل و بعد عملية الحك .

ماذا تلاحظ ... (ارتفاع ملحوظ في درجة حرارة السلك) .

- هل تغيرت الطاقة الداخلية للسلك بعد عملية الحك ؟ لماذا ؟

... (نعم بدليل ارتفاع حرارة السلك) .

- مثل الحصيلة الطاقوية للسلك بين بداية و نهاية الحك

... (أنظر النموذج جانبه)

- أعط تفسيراً على المستوى المجهرى لتغير الطاقة الداخلية للسلك .

... (بعد مرور دقائق على الحك تتعادل درجة حرارة السلك ، إذ أن الجسيمات المكونة للسلك

الموجودة عند طرفه تكتسب طاقة حركية نتيجة الاحتكاك مع السطح الخشن ، هذه الجسيمات تقدم

جزءاً من طاقتها الحركية للجسيمات التي تجاورها ، ويدورها هذه الأخيرة تحوّل جزءاً من طاقتها

إلى الجزيئات التي بالقرب منها ... وهكذا يستمر التحويل إلى أن يصبح لكل الجزيئات في المتوسط

نفس الطاقة الحركية ، وتصبح لكل نقطة من السلك نفس درجة الحرارة نقول حينئذ على الجملة

"السلك" أنها في حالة توازن حراري) .

نتيجة :

يدل ارتفاع درجة حرارة الجملة على تغير طاقتها الداخلية ΔE_{th} . ارتفاع الطاقة الداخلية للجملة ناتج عن زيادة الطاقة

الحركية المجهري لجسيمات الجملة . يقاس هذا التغير في الطاقة الداخلية بقيمة التحويل الحراري Q بين الجملة والوسط

الخارجي .

ملاحظة :

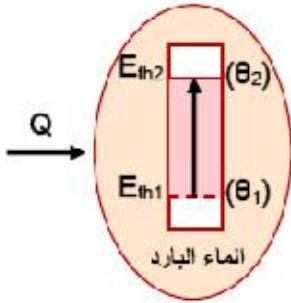
أثناء لمس المواد ، تتحسس اليد للحرارة التي تفقدها أو تكتسبها وليست درجة حرارة المواد الملموسة .

العوامل التي تتعلق بما التحويل الحراري :

النشاطات (1، 2، 3. ص 92، 93) :

نشاط - 1 " علاقة التحويل الحراري بتغير درجة الحرارة " :

أ- ضع كمية من الماء البارد في 200 مل (م) درجة حرارته الابتدائية 20°C في وعاء و أضف له نفس الكمية من ماء ساخن درجة حرارته 60°C . اعتبر الجملة المكونة من كميتي الماء معزولة حرارياً أي يهمل التحويل الحراري الذي يحدث مع الوسط الخارجي (الوعاء + المحيط) .



① مثل الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية ($\theta = \theta_1$) و الحالة النهائية ($\theta = \theta_2$) .
... (أنظر النموذج جانبه)

② ماذا يُمثل التحويل الحراري Q بين الماء البارد و الماء الساخن ؟

... (يُمثل التحويل الحراري Q بين كميتي الماء مقدار التغير الحادث في الطاقة الداخلية لكل منهما : الزيادة في الطاقة الداخلية للماء البارد - النقصان في الطاقة الداخلية للماء الساخن) .

③ هل يمكنك تقدير درجة حرارة الجملة عند التوازن الحراري في هذه الحالة ؟

... (حيث أن كميتي الماء الممزوجتين متساويتين فإن درجة حرارتهما عند بلوغ التوازن الحراري

تأخذ معدل درجتي حرارتهما الابتدائيتين تقريباً أي : $40^\circ\text{C} \approx (\theta_1 + \theta_2) / 2$) .

④ قس درجة حرارة الماء بعد التوازن الحراري . ماذا تلاحظ ؟ ... (بعد حدوث التوازن الحراري تثبت درجة حرارة الماء عند

القيمة المقاسة النهائية 40°C)

⑤ استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .

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

ب- أعد التجربة بأخذ نفس كمية الماء البارد السابقة $m = 200\text{g}$ و $\theta_0 = \theta_1 = 20^\circ\text{C}$ ثم أضف لها نفس الكمية من ماء ساخن درجة حرارته 80°C . اعتبر دوما الجملة المكونة من كميتي الماء معزولة حرارياً .

① قس درجة حرارة الجملة عند التوازن الحراري في هذه الحالة ، هل لها نفس القيمة السابقة ؟ ... (لا يكون لدرجة حرارة

الماء النهائية عند بلوغ التوازن الحراري نفس القيمة السابقة 40°C وإنما يكون لها قيمة مختلفة قدرها في هذه الحالة

$\theta \approx 50^\circ\text{C}$)

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

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

③ مثل الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .

... (أنظر النموذج جانبه) .

④ هل قيمة التحويل الحراري Q هي نفسها القيمة السابقة ؟ ... (لا يكون للتحويل الحراري

في هذه الحالة نفس القيمة كما في الحالة السابقة) .

⑤ بماذا تتعلق قيمة التحويل الحراري ؟ ... (تتعلق قيمة التحويل الحراري Q بالفرق في

درجة الحرارة النهائية و الابتدائية : $\Delta\theta = \theta - \theta_0$)

نشاط - 2 " علاقة التحويل الحراري بكمية المادة (الكتلة) " :

أعد التجربة وخذ نفس كمية الماء البارد في نفس درجة الحرارة $m = m_1 = 200\text{g}$ و $\theta_0 = \theta_1 = 20^\circ\text{C}$ و أضف لها ضعف الكمية من الماء الساخن $(m_2 = 400\text{g})$ درجة حرارته 60°C .

① هل يكون للجملة نفس درجة حرارة التوازن السابقة . (الجزء أ) ؟ ... (لا يكون للجملة نفس درجة التوازن كما هو الحال

في الجزء - أ) من النشاط - 1 أي : 40°C بل يكون لها درجة حرارة مختلفة) .

② قس درجة حرارة الماء بعد التوازن الحراري . ماذا تلاحظ ؟ ... (درجة حرارة الماء تثبت عند قيمتها النهائية بعد حدوث

التوازن الحراري وتقدر في هذه الحالة تقريباً $46,66^\circ\text{C}$) .

③ استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية .

... ($\Delta\theta = \theta - \theta_0 = 46,66 - 20 = 26,66^\circ\text{C}$)

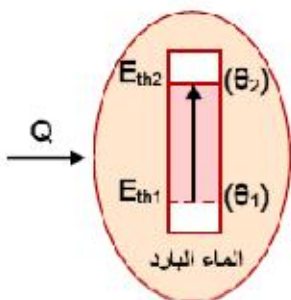
④ مثل الحصيلة الطاقوية للماء البارد بين الحالة الابتدائية و الحالة النهائية (أنظر النموذج جانبه)

⑤ قارن بين قيمة التحويل الحراري Q لهذا النشاط و قيمته في النشاط - 1 (الجزء أ) .

... (بما أن كمية الماء البارد هي نفسها في النشاط - 1 (الجزء أ) و كذا في النشاط - 2 بينما التغير

الحادث في درجة حرارة الماء مختلفة في الحالتين " $\Delta\theta = 20^\circ\text{C}$ في الحالة الأولى "

و " $\Delta\theta = 26,66^\circ\text{C}$ في الحالة الثانية " فإن قيمة التحويل الحراري Q غير متساوية في الحالتين) .



الملاحظة 3: "علاقة التحويل الحراري بنوع المادة":

- في التجربة وخذ نفس كمية الماء البارد في نفس درجة الحرارة ($m = 200 \text{ g}$ و $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) وأضف لها نفس الكمية من معدن النحاس (ملك نحاسي: $m_{\text{Cu}} = 200 \text{ g}$) درجة حرارته $\theta_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ (عملياً: يُستخرج السلك النحاسي من حمام مائي درجة حرارته $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ويوضع مباشرة في الماء البارد).
- ① قس درجة حرارة الجملة عند التوازن الحراري في هذه الحالة، هل لها نفس القيمة التي حصلت عليها في النشاط 1 الجزء أ) ... ؟ (عند التوازن الحراري للجملة نقيس درجة حرارتها النهائية فنجد أنها مساوية $\theta = 23,33 \text{ }^\circ\text{C}$ وبالتالي ليس لها نفس القيمة المقاسة في النشاط 1 - الجزء أ).
- ② استنتج الفرق في درجة حرارة الماء البارد بين الحالة الابتدائية والحالة النهائية ... ($\Delta\theta = \theta - \theta_1 = 23,33 - 20 = 3,33 \text{ }^\circ\text{C}$)
- ③ بماذا تتعلق قيمة التحويل الحراري ...؟ (تتعلق قيمة التحويل الحراري Q بطبيعة "أر نوع" المادة المستقبلة أو الفاقدة للتحويل الحراري الحادث في الجملة المتوازنة).

نتيجة:

تتعلق قيمة الطاقة المحولة Q بين كميتي من المادة بـ **كتلة** و **نوع** كل مادة و **الفرق بين درجتي الحرارة النهائية والابتدائية** لكل مادة تفقد أو تستقبل **طاقة** بتحويل حراري Q حيث **يمثل** هذا التحويل التغير في الطاقة الداخلية لكل مادة

$$Q = \Delta E_{th}$$

2.2. عبارة التحويل الحراري Q : $Q = mc(\theta_f - \theta_i)$

- Q : التحويل الحراري (جول) (J). m : كتلة المادة المستقبلة أو الفاقدة للتحويل الحراري (kg).
- θ_i : درجة الحرارة الابتدائية ($^\circ\text{C}$). θ_f : درجة الحرارة النهائية ($^\circ\text{C}$).
- c : السعة الحرارية الكتلية للمادة تتعلق بنوع المادة ($\frac{J}{kg \cdot ^\circ\text{C}}$)

ملاحظات:

- توجد وحدة أخرى لقياس التحويل الحراري هي الحرارة ($Calorie$) حيث: $1cal = 4,18J$
- لما $\theta_f > \theta_i$ فإن التحويل الحراري $Q > 0$ ومنه الجملة تتلقى الطاقة من الوسط الخارجي.
- لما $\theta_f < \theta_i$ فإن التحويل الحراري $Q < 0$ ومنه الجملة تقدم الطاقة الى الوسط الخارجي.
- السعة الحرارية الكتلية للمادة c توافق التحويل الحراري اللازم لتغيير درجة الحرارة جملة كتلتها $1kg$ بدرجة واحدة (1°C) دون تغيير حالتها الفيزيائية.

3.2. السعة الحرارية C :

السعة الحرارية لمادة هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة هذه المادة درجة واحدة مئوية وهي عبارة عن جداء السعة الحرارية الكتلية في كتلة المادة ووحدها ($J / ^\circ\text{C}$).

4.2. السعة الحرارية C للمزيج:

السعة الحرارية C للمزيج يحتوي على عدة أجسام تساوي مجموع السعات الحرارية لمكونات المزيج، ونكتب:

قيم السعة الحرارية الكتلية لبعض المواد		
$c(\frac{J}{kg \cdot ^\circ\text{C}})$	المادة	الحالة
890	الألومنيوم (Al)	الصلبة
380	النحاس (Cu)	
2090	الجليد	
1700	الحشب	
4185	الماء	السائلة
0,94	ثنائي الأوكسجين (O_2)	الغازية

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots = \sum_{i=1}^{i=n} C_i$$

$$C = m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \dots = \sum_{i=1}^{i=n} m_i c_i$$

5.2. مردود التحويل:

$$\rho = \frac{Q_{\text{المنفذة}}}{Q_{\text{المنفذة}}} = \frac{\text{الطاقة المنفذة}}{\text{الطاقة المقدمة}}$$

التحويل الحراري بفعل جول (W_e) :

2-6-1 - تعريف فعل جول :

* فعل جول هو التحويل الحراري الذي يرافق مرور تيار كهربائي في ناقل حيث يستقبل الناقل طاقة بتحويل كهربائي (W_e) ويحولها الى الوسط الخارجي بتحويل حراري (Q) .

* التوتر الكهربائي بين طرفي ناقل أومي مقاومته R ويمتازه تيار شدته I : $U = RI$

* الاستطاعة الكهربائية (P) : $P = UI = RI^2$

* التحويل الكهربائي (W_e) : $W_e = P \Delta t = UI \Delta t = RI^2 \Delta t$

2-6-2 - التحقق من قانون جول :

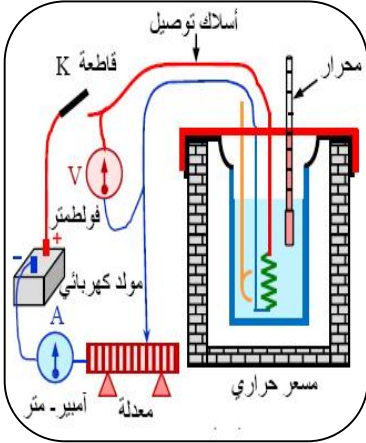
* نشاط (ص 95) :

- حقق التركيب المبين على الشكل المرافق المكون مسعر حراري و لوحته معدلة كهربائية ، أمبير متر و مقاومة لتسخين الماء .

- ضع كمية من ماء كتلتها $m = 300g$ في المسعر وقس درجة الحرارة الابتدائية - اغلق القاطعة و قس الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر بعشر درجات مئوية ($10^\circ C$) .

- قس في نفس الوقت شدة التيار المار في المقاومة و فرق الكمون بين طرفيها .
- غير في شدة التيار و ذلك بتغيير قيمة مقاومة المعدلة و قس شدة التيار و التوتر بين طرفي الناقل و الزمن لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر ب ($10^\circ C$) .
- كرر العملية عدة مرات بتغيير شدة التيار ثم دون النتائج في الجدول الآتي :

- يعطى السعة الحرارية الكتلية للماء $c_e = 4185 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ و درجة الحرارة الابتدائية للماء $\theta_i = 20^\circ C$



60	50	40	30	درجة الحرارة النهائية $\theta_f (^\circ C)$
31,9	41,8	62,8	125,5	الزمن $t(s)$
4	3	2	1	شدة التيار الكهربائي $I(A)$
40	30	20	10	التوتر الكهربائي $U(V)$
				التحويل الكهربائي $W_e = UI \Delta t (kJ)$
				التحويل الحراري $Q = mc(\theta_f - \theta_i) (kJ)$

- 1- أكتب عبارة الطاقة المكتسبة من قبل الماء .
- 2 - أكتب عبارة الطاقة الكهربائية المحولة الى المقاومة 3 - أكمل الجدول السابق .
- 4 - باعتبار المسعر معزولا حراريا و أن الناقل الاومي يحول كل الطاقة الكهربائية التي يستقبلها ، * أكتب معادلة الحفظ الطاقة . 5 - هل نتائج التجربة تحقق قانون جول .

الأجوبة :

1 - كتابة عبارة الطاقة المكتسبة من قبل الماء : $Q = mc(\theta_f - \theta_i)$

كتابة عبارة الطاقة الكهربائية المحولة إلى المقاومة : $W_e = UI \Delta t$ - أكمل الجدول السابق :

60	50	40	30	درجة الحرارة النهائية $\theta_f (^{\circ}C)$
31,9	41,8	62,8	125,5	الزمن $t (s)$
4	3	2	1	شدة التيار الكهربائي $I (A)$
40	30	20	10	التوتر الكهربائي $U (V)$
51,04	37,62	25,12	12,55	التحويل الكهربائي $W_e = UI \Delta t (kJ)$
50,22	37,66	25,12	12,55	التحويل الحراري $Q = mc(\theta_f - \theta_i) (kJ)$

4 - كتابة معادلة الحفظ الطاقة : $mc(\theta_f - \theta_i) = RI^2 \Delta t$ $Q = W_e \Rightarrow$

5. التحقق أن نتائج التجربة تحقق قانون جول :

من الجدول نستنتج أن نتائج التجربة تحقق قانون جول في حدود أخطاء التجربة .

نتيجة :

عندما يعبر تيار كهربائي مقاومة كهربائية ، هذه الأخيرة تكتسب طاقة كهربائية وتحولها كاملة الى الوسط الخارجي على شكل تحويل حراري . تدعى الظاهرة التي تصحب مرور تيار كهربائي في ناقل أو مقاومة بفعل جول .

ملاحظة :

يعتبر فعل جول :

أ - مفيد : اذا كان الهدف هو الاستفادة من ذلك التحويل الحراري الناتج عنه .

أمثلة : المسخن الكهربائي ، المكواة ، مجفف الشعر .

ب - غير مفيد : في الحالة التي تكون فيها رفع درجة الحرارة غير مرغوب فيها ، حالة أسلاك التوصيل الكهربائي التي تنقل الكهرباء من مركز التوليد إلى المستهلك .

أمثلة : حالة أسلاك التوصيل الكهربائي التي تنقل الكهرباء من مركز التوليد إلى المستهلك ، الدارات الكهربائية .

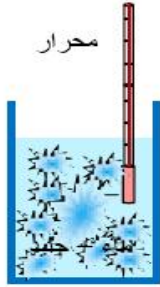
3 - مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة للحالة الفيزيائية- الكيميائية للجلمة :

تتكون المادة في كل حالما ، على المستوى المجهرى ، من ذرات و جزيئات ، تتعلق حالة المادة بشدة التأثير المتبادل بين هذه الجسيمات ، نميز نوعين من التأثيرات :

1. التأثير بين الجزيئات الذي يحدث في التحول الفيزيائي وينتج عنه طاقة التماسك .

2. التأثير بين ذرات الجزيء الذي يحدث في التحول الكيميائي وينتج عنه طاقة الرابطة الكيميائية

1 - طاقة التماسك (التحول الفيزيائي) :



الشكل - 3

- **نشاط - 1 :** خذ قطعة من الجليد و ضعها داخل وعاء معدني فيه كمية من الماء البارد درجة حرارته تقارب 0°C (الشكل - 3) . راقب لمدة كافية ، باستعمال محرار ، درجة حرارة الجملة (كمية الماء البارد + قطعة الجليد + الوعاء) .
- 1- هل الجملة معزولة حراريًا ؟ ... (نعم ، تبقى درجة حرارتها ثابتة تقريبًا في حدود 0°C)
- 2- قس باستعمال مقياسية مدة ذوبان الجليد (مدة كافية معتبرة Δt) .
- 3- هل درجة حرارة الجملة تغيرت مدة ذوبان الجليد ؟ ... (لا تتغير و تظل ثابتة تقريبًا عند القيمة 0°C) .
- ملاحظة :** الطاقة المكتسبة من طرف الجليد لا ترفع من درجة حرارته وإنما تغير حالته الفيزيائية .
- 4- هل الجملة اكتسبت طاقة من الوسط الخارجي مدة ذوبان الجليد ؟ ... (باعتبار الجملة هي قطعة الجليد) : نعم اكتسبت الجملة طاقة من الوسط الخارجي) .
- 5- إذا كان الجواب نعم ، ماهو أثر الطاقة المكتسبة على الجملة ؟ ... (يدوب الجليد بفك ارتباط جزيئات الماء فيما بينها فيه وجعلها ضعيفة الارتباط و يتطلب ذلك طاقة يقدمها الوسط الخارجي بسبيل حراري Q تزداد به الطاقة الحركية الجهرية لجزيئات الماء)
- ملاحظة :** تغير الحالة يحدث عند درجات حرارة ثابتة ... فالطاقة المستقبلية من قبل الجليد خلال مدة ذوبانه لم ترفع في درجة حرارته بل كانت سببًا في ذوبانه .

● **نتيجة :** استنتج بإكمال الفراغات :

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

- **نشاط - 2 :** أعد التجربة السابقة بأخذ ضعف كتلة الجليد السابقة .
- قس مدة ذوبان الجليد (يزداد الوقت المرافق لفك ارتباط الجزيئات بحسب كتلة المادة)
- قارن هذه المدة مع مدة ذوبان قطعة الجليد في تجربة النشاط - 1 . ماذا تستنتج ؟ ... (مدة أكبر من المدة الأولى و يتطلب ذلك تحويل حراري مضاعف) .
- في رأيك هل قيمة التحويل الحراري في هذا النشاط أكبر من قيمة التحويل في النشاط - 1 ؟ لماذا ؟ ... (نعم قيمة التحويل الحراري Q' في هذا النشاط أكبر من قيمته Q في النشاط - 1 السابق لأن التحويل الحراري Q يتعلق بكتلة المادة المستقبلية للطاقة وهي أكبر برمتين في هذه الحالة عما كانت عليه في الحالة السابقة أي : $Q' = 2Q \Rightarrow m' = 2m$) .
- **نشاط - 3 :** أعد التجربة السابقة بأخذ كتل مختلفة للجليد ($3m, 4m, \dots$) و قس في كل مرة مدة ذوبان الجليد . ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟ ... (تلاحظ أن مدة التحويل تتضاعف بتضاعف الكتلة وبالتالي تتضاعف قيمة التحويل الحراري أي أن : Q يتعلق بـ m (تناسب طردي) .)

طاقة التماسك : هي الطاقة الواجب تقديمها لـ 1 مول من نوع كيميائي مأخوذ في حالة فيزيائية معينة لتحويله إلى حالة فيزيائية أخرى .

مثال :

* طاقة تماسك الايثانال وهو في الحالة السائلة $26, 1 \text{ kJ} / \text{mol}$.

3- 1 - 1 - عبارة التحويل الحراري Q في حالة تغير الحالة الفيزيائية للمادة :

يتطلب تغير الحالة الفيزيائية لجسم نقي كتلته m عند درجة حرارة ثابتة ، تحويلًا حراريًا Q عبارته : $Q = mL$

* Q : التحويل الحراري (J) * m : كتلة الجسم (kg)

* L : السعة الكتلية لتغير الحالة الفيزيائية (يتعلق بنوع المادة و تحولات الحالة) (J/kg)

ملاحظات :

* يكون التحويل (تغير الحالة) ماصًا للحرارة إذا اكتسب الجسم النقي طاقة حرارية من الوسط الخارجي ($Q > 0$) .

مثال : ذوبان الجليد ، تبخر الماء .

* يكون التحويل (تغير الحالة) ناشرًا للحرارة إذا فقد الجسم النقي طاقة حرارية إلى الوسط الخارجي ($Q < 0$) .

مثال : تجمد الماء ، تمييع الغاز .

3 - 1 - 2 - تغيرات الحالة الفيزيائية :

تتعلق حالة المادة بشدة التأثير المتبادل بين الجزيئات المكونة لها و نميز ثلاث حالات :

- **الحالة الصلبة :** هي الحالة التي تتوزع فيها جسيمات المادة على شبكة بلورية حيث تكون شديدة الارتباط فيما بينها . تؤمن هذه الروابط تماسك البنية البلورية للمادة .
- **الحالة السائلة :** هي الحالة التي تكون فيها جسيمات المادة ضعيفة الارتباط فيما بينها حيث يكون التأثير المتبادل بين جسيمات المادة ضعيف الشدة .
- **الحالة الغازية :** هي الحالة التي تكون فيها شدة التأثير المتبادل بين الجسيمات مهملة (جسيمات مستقلة حرة غير مترابطة) .

3 - التحويلات الحرارية لتغير الحالة الفيزيائية للمادة :

يحدث تحويل حراري كلما تغيرت حالة المادة ، نذكر من هذه التغيرات :

* الانصهار (Fusion) :

هو تغير حالة الجسم من **صلب** الى **سائل** وهو تحول **ماص** للحرارة ،

$$Q_f = mL_f$$

تحويله الحراري المكتسب : L_f : السعة الكتلية للانصهار .

* التجمد (Solidification) :

هو تغير حالة الجسم من **سائل** الى **صلب** وهو تحول **ناشر** للحرارة ،

$$Q_s = -Q_f = -mL_f$$

* التبخر (Vaporisation) :

هو تغير حالة الجسم من **سائل** الى **غاز** وهو تحول **ماص** للحرارة ، تحويله الحراري المكتسب : $Q_v = mL_v$

L_v : السعة الكتلية للتبخر .

* التميع (Liquefaction) :

هو تغير حالة الجسم من **غاز** الى **سائل** وهو تحول **ناشر** للحرارة ، تحويله الحراري المكتسب : $Q_l = -Q_v = -mL_v$

مثال :

نترك لمدة طويلة قطعة من الجليد كتلتها 75 g ودرجة حرارتها $15^{\circ}C$ - داخل إناء في درجة حرارة الغرفة $20^{\circ}C$ ، صف وأكتب العبارات الحرفية للتحويلات الحرارية المتتالية التي تطرأ على القطعة الجليدية علماً أن درجة حرارة انصهار الجليد هي $0^{\circ}C$.

$$-15^{\circ}C \xrightarrow[Q_1 = mc_g \Delta\theta]{(s)} 0^{\circ}C \xrightarrow[Q_2 = mL_f]{(L)} 0^{\circ}C \xrightarrow[Q_3 = mc_e \Delta\theta]{(L)} 20^{\circ}C$$

السعة الكتلية للانصهار تحت الضغط الجوي			السعة الكتلية للتبخر تحت الضغط الجوي			بعض السعات الحرارية الكتلية	
درجة الانصهار ($^{\circ}C$)	L_f ($\frac{kJ}{kg}$)	المادة	درجة التبخر ($^{\circ}C$)	L_v ($\frac{kJ}{kg}$)	المادة	c ($\frac{J}{kg.^{\circ}C}$)	سائل
0	335	الماء (جليد)	100	2261	الماء	4185	الماء
660	404	الألمنيوم				2420	الايثانول
1535	270	الحديد				c ($\frac{J}{kg.^{\circ}C}$)	صلب
						450	الحديد
						384	النحاس
						904	الألمنيوم

3 - 1 - 4 - التفسير المجري لتغير الحالة الحرارية المرافقة لتحول فيزيائي :

تتعلق حالة المادة بشدة التأثير المتبادل بين الجزيئات المكونة لها أي بطاقة التماسك . وتغير الحالة الفيزيائية لها ما هو الا تغير شدة طاقة التماسك .

طاقة التماسك المرافقة لتغير الحالة الفيزيائية للمادة ، الطاقة اللازمة لتلاشي أو تكوين الروابط التي تتماسك جزيئات المادة .

3 - 2 - طاقة الرابطة الكيميائية E_r :

3 - 1 - 1 - تعريف طاقة الرابطة الكيميائية :

طاقة رابطة كيميائية $A - B$ هي الطاقة اللازم تقديمها لمول من الجزيئات ، مأخوذة في الحالة الغازية ، لفكها الى الذرات المكونة لها والمأخوذة في نفس الحالة الغازية ويرمز لها بالرمز D_{A-B} وتقدر بـ kJ / mol .

* الطاقة المتوسطة لبعض الروابط الكيميائية :

$D_{X-Y} (\text{kJ / mol})$	الرابطة	$D_{X-Y} (\text{kJ / mol})$	الرابطة
410	C - H	432	H - H
348	C - C	494	O = O
612	C = C	240	Cl - Cl
356	C - O	150	I - I
795	C = O	565	H - F
327	C - Cl	428	H - Cl
285	C - Br	460	H - O

مثال :

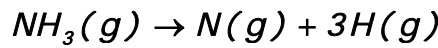
تفكك 1 mole من النشادر $NH_3(g)$ الى 1mole $N(g)$ و 3mole $H(g)$ يتطلب توفير طاقة تقدر بـ 1164 kJ / mol .

أ . أكتب معادلة هذا التفكك .

ب . استنتج الطاقة المتوسطة للرابطة $N - H$.

الجواب :

أ . كتابة معادلة التفكك :



ب . استنتج الطاقة المتوسطة للرابطة $N - H$:

$$E = 3D_{N-H} \Rightarrow D_{N-H} = \frac{E}{3} = \frac{1164}{3} \Rightarrow D_{N-H} = 388 \text{ kJ / mol}$$

3 - 1 - 2 - التفسير المجبري لتغير الحالة الحرارية المرافقة لتحول كيميائي :

عندما يحدث تفاعل كيميائي تقطع روابط لتتكون أخرى مما يحدث تغييرا في مخزون الطاقة الكامنة الميكروسكوبية للجسملة ، تدعى هذه الطاقة بطاقة الرابطة الكيميائية وتساوي قيمتها قيمة التحويل الحراري الذي حدث .

ملاحظة :

وجدت الدراسة أن طاقة الرابطة الكيميائية تقريبا أكبر 10 مرات من طاقة التماسك .