الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية سطيف ثانوية الـ 45 مهدوما بوسلام

منهاج العلوم الفيزيائية للسنة الثانية

الوحدة5: الطاقة الداخلية

الوحدة رقم5: الطاقة الداخلية		
مؤشرات الكفاءة	أمثلة عن النشاطات	المحتوى المفاهيمي
ـ يوظف حصيلة طاقوية كمية. ـ يعرف بأن طاقة رابطة أكبر تقريبا عشرة أضعاف من طاقة التماسك.	ـقياسات حرارية: طريقة المزج (تحديد السعة الحرارية الكتلية) ـتفسير الإحساسات المدركة بلمس أجسام من مواد مختلفة(معادن، الخشب، البولستران، الصوف...). ـتحديد القدرة الحرارية لمحروق.التحقق من قانون جول(ع م) ـ قياس تغير درجة الحرارة المرافقة لتحولات كيميائية ناشرة أو ماصة للطاقة. ـ قياس سعة كتلية لتغير الحالة	ـ المركبة الحرارية E_{th} للطاقة الداخلية. ـ العلاقة $\Delta E_{th} = m..c(T_f - T_i)$ السعة الحرارية، السعة الحرارية الكتلية (أو الحرارة الكتلية). ـ فعل جول. مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الفيزيائية. الكيميائية لجملة لجملة التحولات الناشرة والماصة للحرارة ـ طاقة رابطة كيميائية(بين الجزيئات) ـ طاقة التماسك(داخل الجزيئات): السعة الكتلية لتغير الحالة(أو حرارة تغير الحالة). التفسير المجهري لتغير الحالة الحرارية المرافقة لتحول فيزيائي و/أو كيميائي.

ـ بطاقة تربوية(05- أ-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الطاقة الوحدة(2) : الطاقة الداخلية	الرقم : 1 نوع النشاط : درس نظري المدة : دقيقة

الموضوع	المركبة الحرارية للطاقة الداخلية
الكفاءات المستهدفة	ـ يوظف حصيلة طاقوية كمية. ـ يعرف بأن طاقة رابطة أكبر تقريبا عشرة أضعاف من طاقة التماسك.
النشاطات المقترحة	موضحة في العرض النظري
الوسائل و المراجع التعليمية	ـ السبورة ،الوثيقة المرافقة،المنهاج، و كل الوسائل التي تؤدي الغرض

مراحل النشاط	التوقيت
1ـ مقدمة 2ـ مفهوم المركبة الحرارية للطاقة الداخلية 3ـ العوامل المؤثرة على التحويل الحراري • تغير درجة الحرارة • كتلة المادة • نوع المادة 4ـ عبارة التحويل الحراري 5ـ السعة الحرارية و السعة الحرارية الكتلية • السعة الحرارية الكتلية • السعة الحرارية • قيم السعة الحرارية لبعض المواد. 6ـ فعل جول	

ملاحظات :	

العرض النظري

1ـ مقدمة

الطاقة الداخلية لجملة تتعلق بالبنية الداخلية لحبيبات المادة المكونة لها على المستوى المجهري و كذا بالتغير في الطاقة الحركية المجهرية لهذه الحبيبات أي تتعلق بالحالة الفيزيائية و الكيميائية للجملة .

ـ نتعرف في هذه الوحدة على مركبات الطاقة الداخلية التالية :

- الركبة الحرارية
- المركبة المنسوبة للحالة الفيزيائية ـ الكيميائية

2ـ مفهوم المركبة الحرارية للطاقة الداخلية

نشاط 01 :

فتل سلك من الحديد بين أصابع اليد حتى ينقطع .

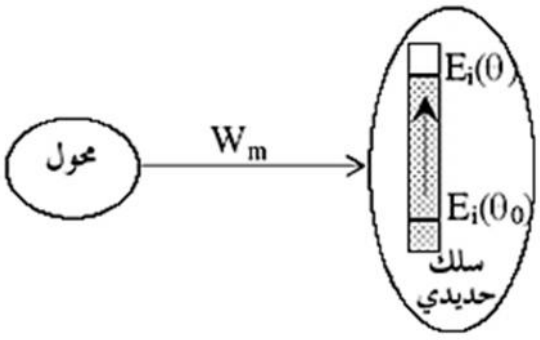
1ـ ماهي الآثار الملاحظة على السلك؟

2ـ أنجز مخططا للطاقة يشرح هذه الوضعية؟

الجواب :

1ـ ترتفع درجة حرارة السلك (نحس بسخونة في السلك)

2ـ نعتبر أن السلك هو الجملة المدروسة فيكون مخطط الطاقة كما يلي :



نشاط 02 :

نضع أنبوب إختبار به محلول بارد داخل كأس بيشر يحتوي ماء ساخن ثم نتابع تغير درجة الحرارة في الماء و المحلول عن طريق محرارين .

1ـ ماذا تلاحظ

2ـ هل يستمر التحول دون انقطاع؟، إلا متى يتوقف ؟

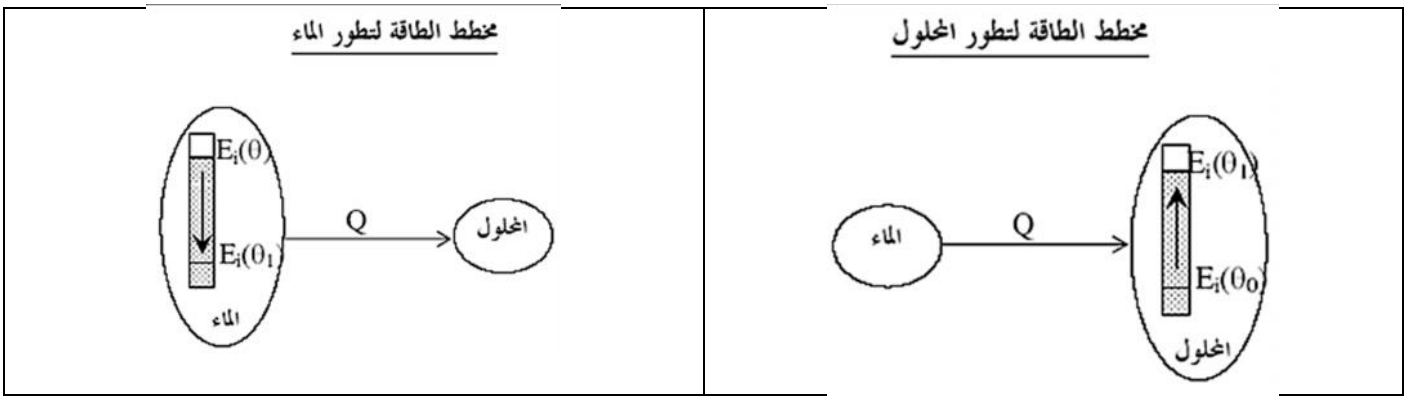
3ـ أنجز مخططا للطاقة يشرح تطور الماء و مخططا آخر يشرح تطور المحلول ؟

الجواب :

1ـ نلاحظ إرتفاع درجة حرارة المحلول و انخفاض في درجة حرارة الماء

2ـ يتوقف التحويل الحراري لما تصبح درجتي حرارة الماء و المحلول متساويتين و مساويتين لدرجة حرارة الوسط الخارجي فنقول أنه حدث توازن حراري في الجملة (ماء – محلول)

3ـ مخطط الطاقة :



نشاط 03 :

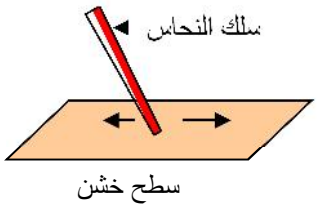
قم بحك أحد طرفي سلك من النحاس بسطح خشن.

1) المس طرف السلك قبل وبعد الحك. ماذا تلاحظ؟

(ارتفاع درجة حرارة السلك)

2) هل تغيرت الطاقة الداخلية للسلك بعد عملية الحك؟ (نعم)

3) كيف تفسر على المستوى المجهري تغير الطاقة الداخلية للسلك؟



نتيجة :

إرتفاع أو إنخفاض درجة حرارة الجملة يدل على تغير في طاقتها الداخلية ΔE_{th}

يقاس هذا التغير في الطاقة الداخلية بقيمة التحويل الحراري Q بين الجملة و الوسط الخارجي .

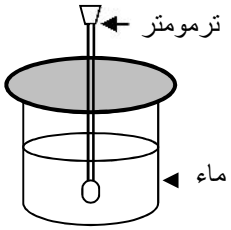
3ـ العوامل المؤثرة على التحويل الحراري

في كل النشاطات المقترحة نعتبر الجملة (الماء) معزولة حراريا، أي نهمل التحويل الحراري الذي يحدث مع الوسط الخارجي.

- أ) علاقة التحويل الحراري بتغير درجة الحرارة

نشاط 1:

- ضع في وعاء 200 g من ماء درجة حرارته $\theta_1 = 20\ ^0C$،
- ضف إليه200g من ماء درجة حرارته $\theta_2 = 60\ ^0C$.



1) قس درجة حرارة الماء عند التوازن الحراري. ماذا تلاحظ؟

$\theta_f =$ (ارتفاع درجة الحرارة)

2) استنتج الفرق في درجة حرارة الماء بين الحالة الإبتدائية والحالة النهائية.

$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i =$

نشاط 2:

- ضع في وعاء 200 g من ماء درجة حرارته $\theta_1 = 20\ ^0C$،
- ضف إليه200g من ماء درجة حرارته $\theta_2 = 80\ ^0C$.

1) قس درجة حرارة الماء عند التوازن الحراري.

هل لها نفس القيمة السابقة؟

$\theta_f =$ (لها قيمة أكبر)

2) استنتج الفرق في درجة حرارة الماء بين الحالة الإبتدائية والحالة النهائية.

$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i =$

3) هل قيمة التحويل الحراري هي نفسها في الحالتين؟

(في الحالة الثانية أكبر)

استنتاج:

تتعلق قيمة التحويل الحراري بين كميتين من المادة بالفرق بين درجتي الحرارة النهائية والإبتدائية لكل مادة تفقد أو تستقبل التحويل الحراري.

- ب) علاقة التحويل الحراري بالكتلة (كمية المادة):

نشاط:

- ضع في وعاء 200 g من ماء درجة حرارته $\theta_1 = 20\ ^0C$،
- ضف إليه400g من ماء درجة حرارته $\theta_2 = 60\ ^0C$.

1) قس درجة حرارة الماء عند التوازن الحراري. ماذا تلاحظ؟

$\theta_f =$ (ارتفاع درجة الحرارة)

2) استنتج الفرق في درجة حرارة الماء بين الحالة الإبتدائية والحالة النهائية.

$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i =$

3) قارن قيمة التحويل الحراري لهذا النشاط مع قيمته بالنشاط 1؟

(في الحالة الثانية أكبر)

استنتاج:

تتعلق قيمة التحويل الحراري بين كميتين من المادة بكتلة كل مادة.

- جـ) علاقة التحويل الحراري بنوع المادة:

نشاط:

ـ ضع في وعاء 200 g من ماء درجة حرارته $\theta_1 = 20\ ^0C$،
ـ ضف إليه سلك من النحاس كتلته 200g مسخن إلى درجة حرارة $\theta_2 = 60\ ^0C$.
1) قس درجة حرارة الماء عند التوازن الحراري. هل لها نفس قيمته بالنشاط 1؟
$\theta_f =$ (في الحالة الثانية أقل)
2) استنتج الفرق في درجة حرارة الماء بين الحالة الإبتدائية والحالة النهائية.
$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i =$
3) قارن قيمة التحويل الحراري لهذا النشاط مع قيمته في النشاط 1؟
(في الحالة الثانية أقل)

استنتاج:

تتعلق قيمة التحويل الحراري بين كميتين من المادة بنوع كل مادة.

4ـ عبارة التحويل الحراري

من النشاطات السابقة نستنتج أن :
قيمة التحويل الحراري Q الذي يحدث تغيرا في المركبة الحرارية للطاقة الداخلية ΔE_{th} في حالة تغير درجة الحرارة من θ_i إلى θ_f بدون تغير في الحالة الفيزيائية.

$$\Delta E_{th} = Q = mc\,(\theta_f - \theta_i)$$

Q: قيمة التحويل الحراري Q (J)
m : كتلة المادة المستقبلة أو الفاقدة للتحويل الحراري (Kg)
c : السعة الحرارية الكتلية (capacité thermique massique) للمادة المدروسة وهي تتعلق بنوع المادة (J / Kg. ^0C)
θ_i : درجة الحرارة الإبتدائية (^0C)، θ_f درجة الحرارة النهائية (^0C)
ـ المقدار $C = mc$ يسمى السعة الحرارية ووحدته
(J / ^0C) أو (J / K)
ـ في حالة جملة تتكون من عدة أجسام فان :

$$C = \sum m_i c_i$$

ملاحظات

- إذا كانت : $\theta_f > \theta_i$ فإن : $Q > 0$ " يحدث ارتفاع في المركبة الحرارية لطاقة الجملة الداخلية " أي أن : الجملة استقبلت طاقة .
- في الحالة المعاكسة : الجملة تفقد الطاقة أي $\Delta E_{th} = Q < 0$.
- السعة الحرارية لجملة تعادل مجموع السعات الحرارية لكل مكوناتها :

$$C = \sum C_i = \sum m_i c_i = m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \ldots$$

السعة الحرارية الكتلية لبعض المواد :

المـــادة		C(J/°C.Kg)
سائلة	الماء (سائل)	4185
	الكحول الإيثيلي	2400
	البترول	2100
	الزئبق	140
صلبة	الماء (صلب)	2100
	الألومنيوم	920
	كلور الصوديوم (ملح الطعام)	880
	الزجاج العادي	800
	الحديد	460
	النحاس والزنك	390
	الفضة	230
	الرصاص والذهب	130
غازية	ثنائي الهيدروجين	140
	الماء (بخار)	190
	ثنائي الأزوت	100
	الهواء	100
	ثنائي الأكسجين	91

6ـ فعل جول

عمل مخبري

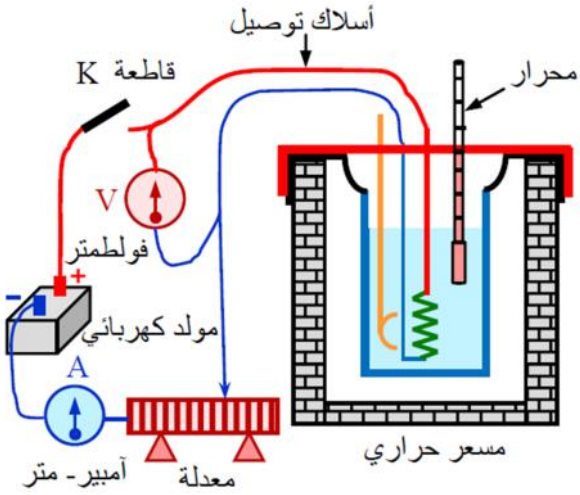
تجربة:

الأجهزة والمواد المستعملة:

مولد كهربائي، مسعر حراري مع لواحقه(ترمومتر، مقاومة،مخلاط)، معدلة كهربائية، آمبير متر، فولط متر، ماء .

خطوات العمل:

نحقق التركيب المبين على الشكل.



ـ ضع كمية من الماء كتلتها $m = 300\ g$ في المسعر.

ـ قس شدة التيار المار في المقاومة وفرق الكمون بين طرفيها وأيضا الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر ^0C

ـ سجل النتائج في الجدول التالي:

I (A)				
t (S)				
$I^2t\ (AS^2)$				

1) أحسب قيمة التحويل الحراري من الناقل الأومي إلى الماء Q . يعطى $Ce = 4.185\ J/g.^0C$.

2) أكتب عبارة التحويل الكهربائي W_e إلى الناقل الأومي .

3) أكتب معادلة انحفاظ الطاقة (المسعر معزول حراريا والمقاومة تحول كل الطاقة الكهربائية التي تستقبلها).

4) هل نتائج التجربة تحقق فعل جول.

تحليل النتائج :

I (A)	t (s)	I^2t ($A^2.s$)
0,5	100	25
1,0	25	25
1,5	11,1	25
2,0	6,25	25

ـ جدول القياسات .....(أنظر الجدول المقابل : لأجل $R = 500\ \Omega$)

أ) ـ عبارة الطاقة المكتسبة من طرف الماء: بإهمال السعة الحرارية للمسعر و لواحقه فإن عبارة الطاقة المكتسبة من الماء هي :

$$Q = \Delta E_{th} = mc(\theta_f - \theta_i) = C\ .\ \Delta\theta$$

ب) ـ عبارة الطاقة الكهربائية المحولة إلى المقاومة : ... $E_e = R\ .\ I^2\ .\ t$

جـ) ـ معادلة انحفاظ الطاقة : مماسبق وحسب مبدأ انحفاظ الطاقة للجمل المعزولة فإن :

$$E_0 = E \Leftrightarrow E_e = Q \Leftrightarrow R\ .\ I^2\ .\ t = mc(\theta_f - \theta_i) = C\ .\ \Delta\theta$$

د) ـ لدينا : $m = 300\ g$ و $\Delta\theta = 10\ °C$ ونعلم أن : $c = 4{,}185\ J/g\ .\ °C$ (الحرارة الكتلية للماء) بالتالي :

$Q = mc(\theta_f - \theta_i) = 300 \times 4{,}185 \times 10 = 12555\ J$ ، وهي الطاقة المكتسبة من طرف الماء من المقاومة الكهربائية .

لدينا كذلك : $R = 500\ \Omega$ و بالرجوع إلى جدول القياسات نجد : $I^2\ .\ t = C^{te} = 25\ u.I\ ...\ (A^2\ .\ s)$ بالتالي :

$E_e = R\ .\ I^2\ .\ t = 500 \times 25 = 12500\ J$ ، وهي الطاقة الكهربائية المحولة إلى المقاومة .

∴ واضح أن : $Q \simeq E_e$ أي أن : نتائج التجربة تحقق **قانون جول** في حدود أخطاء القياس : $\boxed{E_e = Q = R\ .\ I^2\ .\ t}$

- **نتيجة** : استنتج بإكمال الفراغات :

عندما يعبر تيار مقاومة كهربائية تستقبل هذه الأخيرة طاقة كهربائية وتحولها كاملة إلى الوسط الخارجي على شكل تحويل حراري . تُدعى الظاهرة التي تصحب مرور التيار في ناقل أو مقاومة بـفعل جول .

تمرين تطبيقي:

يحتوي كأس بيشرعلى كتلة $m_1 = 120g$ من الماء البارد درجة حرارته $T_1 = 16°C$.نضيف إلى الكأس كتلة أخرى $m_2 = 80g$ من الماء الساخن درجة حرارته $T2 = 36°C$.

1. عيني درجة حرارة المزيج $(m1 + m2)$ عندما يتحقق التوازن الحراري إذا اعتبرنا أن التبادل الحراري يتم فقط بين الماء البارد و الماء الساخن.

2. عندما تحقق التوازن الحراري وجدنا تجريبيا أن درجة حرارة المزيج $(m1 + m2)$ استقرت عند القيمة $T = 23.8°C$.

- ما هو في رأيك، سبب الفرق في درجة حرارة الماء المحسوبة و المقاسة تجريبيا عند تحقق التوازن الحراري؟
- عين السعة الحرارية لكأس بيشر. نهمل التبادل الحراري بين الجملة $(m1 , m2)$ ، كأس بيشر والوسط الخارجي

تعطى الحرارة الكتلية للماء $C = 4180 JKg^{-1} \times {}^{0}C^{-1}$

الحل:

1.درجة حرارة المزيج عندما التوازن الحراري:

نطبق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة $(m1+m2)$ بين الحالة الابتدائية (قبل المزج)و الحالة النهائية(عند التوازن الحراري). نجد:

$$m_1 \times c_1 (T - T_1) + m_2 \times c_2 (T - T_2) = 0$$

حيث: $c_1 = c_2 = 4180 JKg^{-1} \times {}^{0}C^{-1}$

نستنتج: $T = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2}$

$$T = \frac{(120)(16) + (80)(36)}{120 + 80} = \frac{4800}{200}$$

$$T = 24°C$$

2.سبب الفرق في درجة حرارة عند التوازن الحراري يعود إلى إهمال التحويل الحراري المقدم للكأس:

نطبق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة $(m1, m2)$ و كأس بيشر. الطاقة الجملة في الحالة الابتدائية:

$$E_1 = E_{i_1} + E_{i_2} + E_{i_3}$$

حيث: E_{i_1} ، E_{i_2} ، E_{i_3} هي الطاقات الداخلية لكل من m_1 ، m_2 ،الكأس على الترتيب.

الطاقة الجملة في الحالة النهائية:

$$E_1 = E'_{i_1} + E'_{i_2} + E'_{i_3}$$

حيث: E'_{i_1} ، E'_{i_2} ، E'_{i_3} هي الطاقات الداخلية لكل من m_1 ، m_2 ،الكأس على الترتيب.

لا يوجد تبادل حراري بين الجملة $(m1, m2)$ ، كأس بيشر) والوسط الخارجي،إذن حسب مبدأ انحفاظ الطاقة:

$$E_{i_1} + E_{i_2} + E_{i_3} = E'_{i_1} + E'_{i_2} + E'_{i_3} \text{ أي } E_1 = E_2 \Leftrightarrow$$

$$\left(E'_{i_1} - E_{i_1}\right) + \left(E'_{i_2} - E_{i_2}\right) + \left(E'_{i_3} - E_{i_3}\right) = 0 \quad \ldots\ldots (1)$$

لا يوجد أي تحول فيزيائي أو كيميائي للجملة $\Leftarrow$

$$E'_{i_1} - E_{i_1} = \Delta E_{i_1} = \Delta E_{th_1} = m_1 \cdot C_1 (T - T_1)$$

$$E'_{i_{21}} - E_{i2} = \Delta E_{i_2} = \Delta E_{th_2} = m_2 \cdot C_2 (T - T_2)$$

$$E'_{i_3} - E_{i3} = \Delta E_{i3} = \Delta E_{th3} = C \cdot (T - T_1)$$

حيث (C) هي السعة الحرارية للكأس.

بالتعويض في العلاقة (1) نجد:

$$m_2 \cdot C_2 (T - T_2) + m_1 \cdot C_1 (T - T_1) + C.(T - T_1) = 0$$

أي:

$$C.(T - T_1) = -m_2 \cdot C_2 (T - T_2) - m_1 \cdot C_1 (T - T_1)$$

ومنه:

$$C = \frac{m_2 c_2 (T_2 - T) - m_1 \cdot c_1 (T - T_1)}{T - T_1}$$

$$C = \frac{(0.08).(4180).(36 - 23.8) - (0.12)(4180)(23.8 - 16)}{(23.8 - 16)} = \frac{167.2}{7.8}$$

$$C = 21.4 J.^0 C^{-1}$$

ـ بطاقة تربوية(05- ب-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الطاقة الوحدة(2) : الطاقة الداخلية	الرقم : 2 نوع النشاط : درس نظري المدة : دقيقة

الموضوع	مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة للحالة الفيزيائية والكيميائية
الكفاءات المستهدفة	ـ يوظف حصيلة طاقوية كمية. ـ يعرف بأن طاقة رابطة أكبر تقريبا عشرة أضعاف من طاقة التماسك.
النشاطات المقترحة	موضحة في العرض النظري
الوسائل و المراجع التعليمية	ـ السبورة ،الوثيقة المرافقة،المنهاج، و كل الوسائل التي تؤدي الغرض

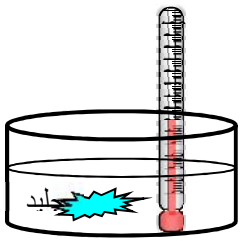
مراحل النشاط	التوقيت
1ـ طاقة التماسك 2ـ تغيرات الحالة والتحولات الحرارية المرافقة • تغيرات الحالة الفيزيائية: • مخطط تغيرات الحالة الفيزيائية • التحولات الحرارية لتغيرات الحالة ـ تطبيق 3ـ التحولات الحرارية للتحولات الكيميائية: • الجزيئات • الطاقة الرابطة الكيميائية • التحولات الكيميائية(التفاعلات ـ كسر وتشكيل الروابط) ـ تطبيقات	

ملاحظات :	

1ـ طاقة التماسك

نشاط 1 :

ضع قطعة من الجليد كتلتها g = m_1 في وعاء به ماء درجة حرارته تقريبا $0\ ^0C$.



1) قس زمن ودرجة حرارة الجملة (الماء، قطعة الجليد، الوعاء) مدة ذوبان الجليد.

مدة الذوبان: t_1 = درجة الحرارة: θ_1 =) هل الجملة اكتسبت طاقة من الوسط الخارجي، وما أثرها على الجملة؟

استنتاج:

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

نشاط2:

ضع قطعة من الجليد كتلتها g = $m_2 = 2m_1$ في وعاء به ماء درجة حرارته تقريبا $0\ ^0C$.

1) قس زمن ودرجة حرارة الجملة (الماء، قطعة الجليد، الوعاء) مدة ذوبان الجليد.

مدة الذوبان: θ_2 = درجة الحرارة: t_2 =

2) قارن نتائج هذا النشاط مع قيم النشاط 1. ماذا تستنتج؟ $t_1 < t_2$ و $\theta_1 = \theta_2$

استنتاج:

تتناسب مدة الذوبان مع كتلة الجليد.

بما أن التحويل الحراري المتبادل بين الجليد والوسط الخارجي متناسب مع الزمن نستنتج أن قيمة التحويل الحراري اللازم لذوبان الجليد (تغيير في الحالة الفيزيائية) متناسب مع كتلته.

يمثل التحويل الحراري المرفق لذوبان قطعة الجليد الطاقة اللازمة لفك الروابط بين جزيئات الماء (طاقة التماسك بين الجزيئات).

تـــعريف : طاقة التماسك في جسم صلب أو سائل يتكون من جزيئات (M) هي الطاقة اللازمة لتحويل (1mole) من M(s) أو (1mole) من M(*l*) إلى (1mole) من M(g) مع بقاء درجة الحرارة ثابتة خلال مدة التحويل وفق التفاعل التالي:

$M(s) \rightarrow M(g)$, $M(l) \rightarrow M(g)$

2. تغيرات الحالة والتحولات الحرارية المرافقة

أ- تغيرات الحالة الفيزيائية :

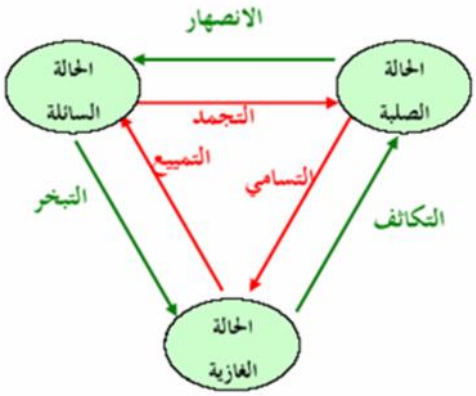
تتعلق حالة المادة بطاقة التماسك بين جزيئاتها أي بالتأثير المتبادل بينها و نميز ثلاث حالات :

- **الحالة الصلبة :** يكون التماسك بين جزيئات المادة شديدا مما يعطي لها شكلا و حجما معينين.
- **الحالة السائلة** :يكون التماسك بين جزيئات المادة ضعيفا حيث تأخذ شكل الإناء الموجودة فيه و لها حجم معين.
- **الحالة الغازية :** جزيئات المادة متباعدة حيث يكون التماسك بينها جد ضعيف يمكن أن نقول أنه مهمل لذا فهي قابلة للإنضغاط و التمدد.

ب - مخطط تغيرات الحالة الفيزيائية :

تحت ضغط معين يحدث تغير الحالة عند درجة حرارة محددة و تبقى ثابتة مادام الحالتين متواجدتين في آن واحد

- التكاثف و الإنصهار و التبخر : هي تحولا ت فيزيائية تحتاج لتحويل حراري من الوسط الخارجي للجملة فهي : **تحولات فيزيائية ماصة للحرارة** $(Q \prec 0)$
- التمييع التسامي التجمد هي تحولات فيزيائية تحتاج لتحويل حراري من الجملة إلى الوسط الخارجي فهي : **تحولات فيزيائية ماصة للحرارة** $(Q \succ 0)$



ج. عبارة التحويل الحراري:

عبارة التحويل الحراري اللازم تقديمه لتغير الحالة الفيزيائية لمادة كتلتها m(تغير مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة للحالة الفيزيائية الكيميائية) بدون تغير في درجة الحرارة هي:

$$Q = m\,L$$

Q: التحويل الحراري (J)
m:كتلة المادة (Kg)
L:السعة الكتلية لتغير الحالة (يتعلق بنوع المادة وتحولات الحالة)(J/Kg)

أمثلة :

- في حالة الإنصهار(fusion): $Q_f = m\,L_f$ L_f: السعة الكتلية للإنصهار
- في حلة التجمد(solidification): $Q_s = -Q_f$
- في حالة التبخر(vaporisation): $Q_v = m\,L_v$ L_v: السعة الكتلية للتبخر
- في حالة التمييع(liquéfaction): $Q_l = -\,Q_v$

تطبيق :

نسخن كتلة (m=200g) من الجليد درجة حرارتها (-18°C) للحصول على الماء السائل درجة حرارته (20°C) علما أن : السعة الحرارية الكتلية للماء السائل هي(4185 J/°C.Kg) وللجليد هي (2100 J/°C.Kg) والسعة الحرارية لانصهار الجليد هي(L_f = 334 KJ/Kg). أوجد التحويل الحراري الحادث في هذا التحول.

الحـــل :

- لرفع درجة حرارة الجليد من (θ_0 = -18°C) إلى (θ_1 = 0°C) ← Q_1
- لانصهار الجليد عند درجة الحرارة (0°C) ← Q_f
- لرفع درجة حرارة الماء السائل من (θ_1 = 0°C) إلى (θ_2 = 20°C) ← Q_2

التحويل الحراري الحادث هو :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_f$$
$$Q = c_{glace} \cdot m.(\theta_1 - \theta_0) + c_{eau} \cdot m.(\theta_2 - \theta_1) + m.L_f$$
$$Q = 91.1\ KJ : \text{ت.ع}$$

3ـ التحولات الحرارية للتحولات الكيميائية:

3- 1- الجزيئات :

هي مجموعة من الذات مرتبطة فيما بينها بروابط تكافئية مثل : الماء (H_2O) كلور الهيدروجين (HCl)

3 -2- طاقة الرابطة الكيميائية :

نعرف طاقة الرابطة $X-Y$ على أنها الطاقة اللازمة لكسر هذه الرابطة الكيميائية بين الذرتين X و Y

تعطى في جداول (D_{X-Y}) الطاقة اللازمة لكسر (1 mol) من الروابط عندما تكون المتفاعلات و النواتج غازية.

3-3- التحولا ت الكيميائية :

في كسر لروابط كيميائية في جزيئات المتفاعلات و تشكيل روابط جديدة في جزيئات النواتج .

كسر الروابط يحتاج إلى تحويل حراري من الوسط الخارجي إلى الجملة الكيميائية و تشكيل الروابط يحدث تحويل حراري من الجملة إلى الوسط الخارجي.

التحويل الحراري الحادث أثناء تفاعل كيميائي حيث المتفاعلات و النواتج غازات يعطى بالعلاقة :

$$Q = \sum D_{reactifs} - \sum D_{prodicts}$$

- $Q \succ 0$ التفاعل ماص للحرارة
- $Q \prec 0$ التفاعل ناشر للحرارة
- $Q = 0$ التفاعل لا حراري

تطبيق :

أحسب التحويل الحراري لتفاعل احتراق الميثان(CH_4) في ثنائي الأكسجين (O_2) علما أن :

$D_{C-H} = 415$ KJ/mol , $D_{O=O} = 498$ KJ/mol , $D_{C=O} = 798$ KJ/mol , $D_{H-O} = 463$ KJ/mol

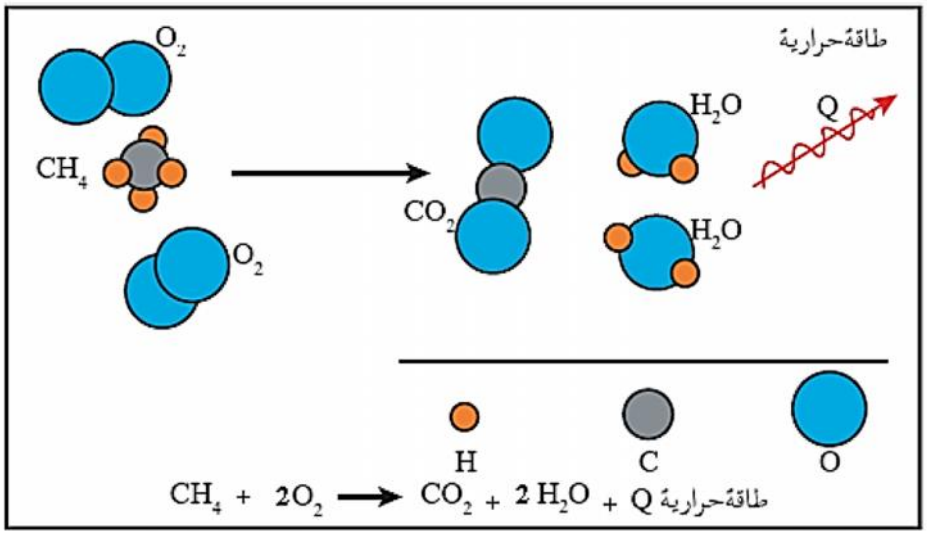
الحـــل :

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

$$Q = (4\,D_{C-H} + 2\,D_{O=O}) - (2\,D_{C=O} + 4\,D_{H-O})$$

$$Q = -792 \text{ KJ/mol} \quad : \text{ت.ع}$$

$Q<0$ ← التفاعل ناشر للحرارة.



تطبيقات

تمرين 1

نترك قطعة جليد كتلتها $75g$ و درجة حرارتها -15^0C داخل إناء في درجة حرارة الغرفة(20^0C).

1. احسب صف التحويلات المتتالية التي تطرأ على القطعة الجليدية،و ما هي حالتها النهائية؟
2. قيمة التحويل الحراري الذي امتصته القطعة الجليدية، علما أن السعة الكتلية للجليد $C_g = 2090J/(Kg.K)$ ، السعة الكتلية للماء $C_e = 4185J/(Kg.K)$ السعة الكتلية لانصهار الجليد $L_f = 330J/g$ ،درجة حرارة الجليد هي :(0^0C).

الحل:

1. تبدأ درجة حرارة قطعة الجليد ترتفع، باكتساب تحويل حراري $Q_1 = m_g \cdot c_g \cdot \Delta\theta_g$ من الوسط الخارجي حتى تصبح درجة حرارة القطعة الجليدية 0^0C ابتداءا من -15^0C وعندها تبدأ القطعة الجليدية ، باكتساب تحويل حراري $Q_2 = m_g \cdot L_f$ من الوسط الخارجي حيث تتحول حالتها من صلب إلى سائل عند نفس درجة حرارة :(0^0C).بعدما تتحول كل القطعة إلى سائل، تواصل القطعة الجليدية ، باكتساب تحويل حراري

$$Q_3 = m_e \cdot c_e \cdot \Delta\theta$$

من الوسط الخارجي لتواصل درجة الحرارة في الارتفاع و بعد مدة كافية تصل درجة الحرارة النهائية إلى درجة حرارة الغرفة(20^0C).ابتداءا من 0^0C

الحالة النهائية هي عبارة عن $75g$ من الماء داخل إناء عند درجة حرارة (20^0C).

2. قيمة التحويل الحراري الذي امتصته القطعة الجليدية: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

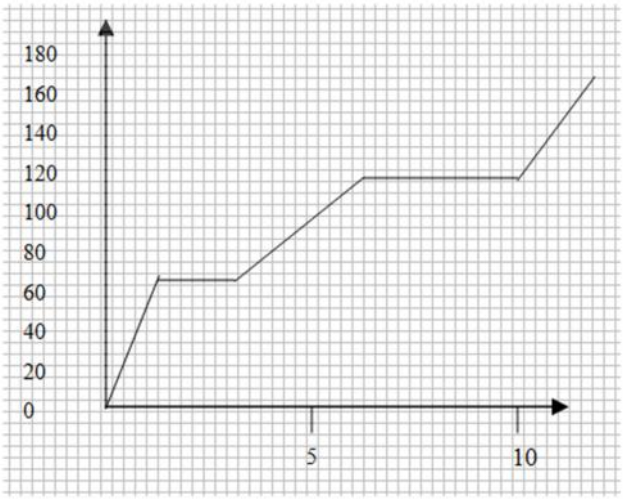
$$Q = m_g \cdot c_g \cdot \Delta\theta_g + m_g \cdot L_f + m_e \cdot c_e \cdot \Delta\theta$$

ت.ع: $Q = 0.075.2090.(0-(-15)) + 75.330 + 0.075.4185.(20-0)$

$$Q = 266.15KJ$$

تمرين2

يبين الشكل التالي تغيرات درجة الحرارة مع الزمن عند تسخين $1Kg$ من مادة في حالتها الصلبة بواسطة مصدر حراري استطاعته $P = 400w$ إلى أن يتم تحويلها إلى بخار



1. ما هي حالة هذه المادة في الفترات a, b, c, d ؟
2. ما هي درجة حرارة انصهار المادة؟
و ما هي درجة غليانها؟
3. احسب السعة الكتلية للمادة في الحالة الصلبة
و في الحالة السائلة؟
4. احسب السعة الكتلية لانصهار المادة
و السعة الكتلية للتبخر ؟
5. فسر ماذا يحدث للمادة في الفترتين b و d .

الحل:

1. حالة المادة:
   - في الفترة a كانت المادة في حالتها الصلبة .
   - في الفترة b كانت المادة تتحول من الصلب إلى السائل.(ذوبان)
   - في الفترة c كانت المادة في حالتها السائلة .
   - في الفترة d كانت المادة تتحول من السائل إلى الغاز.(تبخر)

2. درجة حرارة انصهار المادة هي الدرجة التي تمر بها الفترة b أي: $\theta = 60^0 C$
أما درجة غليانها فتكون في التحول الذي يحدث لها في الفترة d أي: $\theta = 120^0 C$

3. السعة الكتلية للمادة في الحالة الصلبة(في الفترة a): $C = P.\Delta t / m.\Delta\theta = 400.60 / 60 = 400\left(J / Kg.^0 C\right)$

- السعة الكتلية للمادة في الحالة السائلة (في الفترة c): $C = P.\Delta t / m.\Delta\theta = 400.3.60 / 60 = 1200\left(J / Kg.^0 C\right)$

4. السعة الكتلية للانصهار (في الفترة b) $m.L_f = P.\Delta t \Rightarrow L_f = \frac{P.\Delta t}{m} = \frac{400.2.60}{1} = 48000 J / Kg$

- السعة الكتلية للتبخير (في الفترة d) $m.L_v = P.\Delta t \Rightarrow L_v = \frac{P.\Delta t}{m} = \frac{400.4.60}{1} = 96000 J / Kg$

5. يحدث للمادة في الفترة b ذوبان، حيث درجة الحرارة ثابتة، إذ يتم فيها امتصاص طاقة من أجل تحطيم الروابط الموجودة بين جزيئات المادة. تدعى هذه الطاقة بطاقة التماسك

- يحدث للمادة في الفترة d : تبخر، حيث درجة الحرارة ثابتة، إذ يتم فيها امتصاص طاقة من أجل تحطيم الروابط الموجودة بين جزيئات المادة. تدعى هذه الطاقة بطاقة الرابطة الكيميائية.