رقم المذكرة : 05

المـــــــــادة :العلوم الفيزيائية .

المجـــــــال : الطـــاقة .

الـــــــوحـدة : الطاقة الداخلية .

المستـــــــوى : سنة ثانية علوم تجريبية .

الكفاءات المستهدفة :

- يوظف حصيلة طاقوية كمية .
- يعرف بأن طاقة الربط أكبر تقريبا عشرة أضعاف من طاقة التماسك .

المحتوى المفاهيمي :

- المركبة الحرارية E_{th} للطاقة الداخلية : $\Delta E_{th} = m\,c\,.(T_f - T_i)$ حيث c: السعة الحرارية الكتلية .
  السعة الحرارية : $C = cm$
- فعل جول .
- مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة إلى الحالة الفيزيائية – الكيميائية لجملة .
- التحولات الماصة و الناشرة للحرارة .
- طاقة رابطة كيميائية (بين الجزيئات) .
- طاقة التماسك (داخل الجزيئات) .
- التفسير المجهري لتغير الحالة الحرارية المرافقة لتحول فيزيائي و/أو كيميائي .

المراجع :

- ✓ الكتاب المدرسي .
- ✓ الوثيقة المرافقة .
- ✓ المنهاج .
- ✓ دليل الأستاذ .
- ✓ الإنترنت .
- ✓ كتب خارجية .

الوسائل المستعملة :

- ✓ مصباح جيب ، بطارية .
- ✓ مولد ، قاطعة ، أمبير متر ، فولط متر .
- ✓ معدلة ، مقاومة ، مسعر حراري محرار .
- ✓ بيشر ، ميقاتية .
- ✓ أفلام لبعض التجارب المستعملة .
- ✓ جهاز الكمبيوتر .
- ✓ جهاز العرض .

التقويم :

- ✓ تمرين 13 ، 14 ، 15 ، 17 صفحة 110 .
- ✓ واجب منزلي رقم (04) تمرين 20 صفحة 111 .

المجال : الطـــــــاقة

الوحدة : الطـــاقة الداخلية .

I- مقاربة كيفية للطاقة الداخلية :

مفهوم الطاقة الداخلية :

نشاط 01 : إشتعال مصباح الجيب ببطارية (مدخرة) .

1- مثل السلسلة الوظيفية لهذه الوضعية .

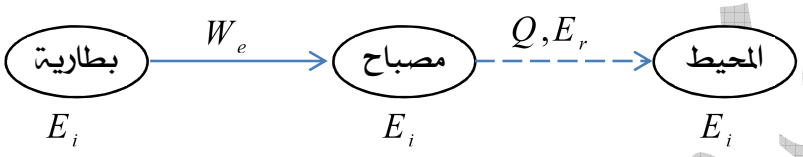
2- مثل السلسلة الطاقوية لهذه الوضعية .

3- أذكر شكل الطاقة المخزن في البطارية .

الحل :

1- السلسلة الوظيفية :

2- السلسلة الطاقوية :



3- شكل الطاقة المخزنة في البطارية هي : طاقة داخلية E_i .

نشاط 02 : تسخين الماء بإشتعال غاز الميثان CH_4 .

1- أكتب معادلة إحتراق غاز الميثان CH_4 مع غاز الأكسجين O_2 علما أنه ينتج عن هذا الإحتراق غاز ثنائي أكسيد الكربون CO_2 و بخار الماء H_2O .

2- مثل السلسلة الطاقوية لهذه الوضعية .

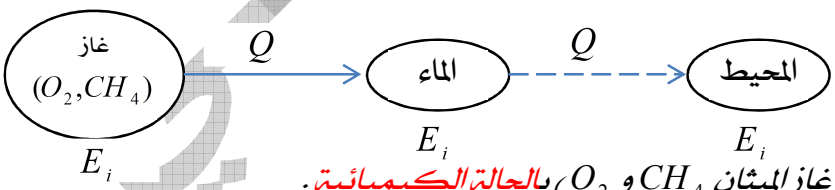
3- بما تتعلق الطاقة المخزنة في الجمة (غاز الميثان CH_4 و O_2) .

4- بما تتعلق الطقة المخزنة في الماء .

الحل :

1- معادلة إحتراق CH_4 و O_2 . $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

2- السلسلة الطاقية :



3- تتعلق الطاقة المخزنة في الجملة (غاز الميثان CH_4 و O_2) بالحالة الكيميائية .

4- تتعلق الطاقة المخزنة في الماء بدرجة الحرارة .

نشاط 03 : إنصهار قطعة جليد معرضة لأشعة الشمس .

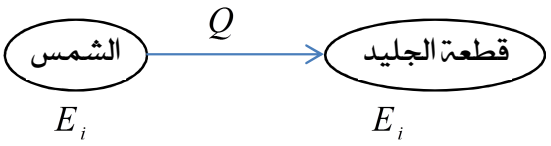
1- أكتب السلسلة الطاقوية لهذه الوضعية .

2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (قطعة جليد) .

3- بما تتعلق الطاقة المخزنة في الجملة (قطعة جليد) .

الحل:

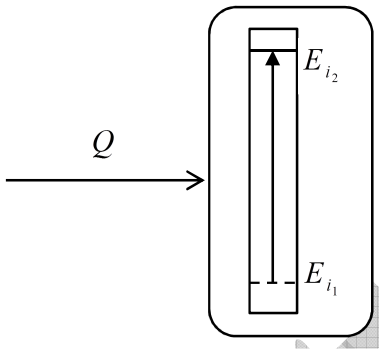
1- السلسلة الطاقوية.



2- الحصيلة الطاقوية.

معادلة إنحفاظ الطاقة.

$$E_{i_1} + Q = E_{i_2}$$
$$Q = E_{i_2} - E_{i_1}$$
$$Q = \Delta E_i$$



(قطعة جليد)

3- تتعلق الطاقة الداخلية للجملة (قطعة جليد) بالحالة الفيزيائية للجملة المدروسة. (من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة).

الخلاصة:

تتعلق الطاقة الداخلية للجملة بالحالة الفيزيائية أو الكيميائية أو الحالة الحرارية أو الحالة النووية للجملة.

إذا الطاقة الداخلية أربعة مركبات هي:

1- المركبة المنسوبة إلى الحالة الحرارية ΔE_{th} (تغير درجة حرارة الجملة دون تغير حالتها الفيزيائية).

2- المركبة المنسوبة للحالة الفيزيائية (طاقة التماسك).

تغير الحالة الفيزيائية للجملة مثلا: من الصلب إلى السائل.

3- المركبة المنسوبة للحالة الكيميائية (طاقة الربط الكيميائي).

4- المركبة المنسوبة للحالة النووية للجملة (إنشطار أو إندماج نووي).

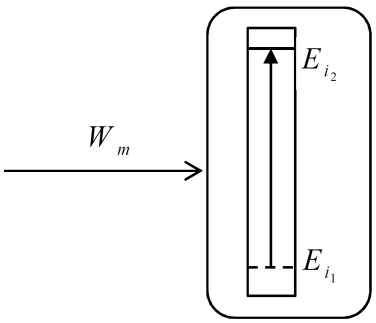
II- المركبة الحرارية للطاقة الداخلية ΔE_{th}:

1- مفهوم المركبة الحرارية للطاقة الداخلية ΔE_{th}:

نشاط: نقوم بحك قطعة معدنية (حديد مثلا) على سطح خشن لمدة زمنية كافية

- بعد لمس القطعة المعدنية قبل و بعد الحك نلاحظ إرتفاع درجة حرارتها.

الحصيلة الطاقوية لقطعة المعدن.



(القطعة المعدنية)

نتيجة:

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

2- العوامل التي يتعلق بها التحويل الحراري Q :

نشاط 01 : علاقة التحويل الحراري Q بدرجة الحرارة .

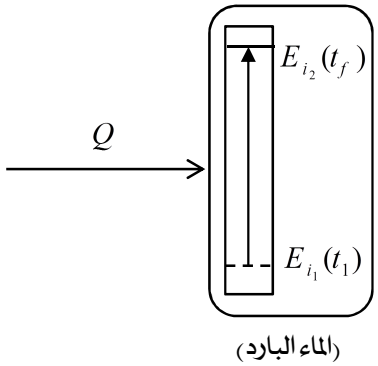
الجزء الأول : نمزج $200g$ من الماء البارد درجة حرارته $t_1 = 20°c$ ، مع $200g$ من الماء الساخن درجة حرارته $t_2 = 80°c$.
درجة حرارة المزيج عند التوازن $t_f = 50°c$.

1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (الماء البارد) .

2- أحسب التغير في درجة الحرارة للماء البارد بين الحالة الإبتدائية و النهائية (عند التوازن) .

الحل :

1- الحصيلة الطاقوية :



2- التعير في درجة الحرارة للماء البارد بين الحالة الإبتدائية و النهائية .

$$\Delta t = t_f - t_1 = 50°c - 20°c = 30°c$$

$$\Delta t = t_f - t_1 = 30°c$$

الجزء الثاني : نمزج $200g$ من الماء البارد درجة حرارته $t_1 = 20°c$ ، مع $200g$ من الماء الساخن درجة حرارته $t_2 = 100°c$.
درجة حرارة المزيج عند التوازن $t_f = 60°c$.

أحسب التغير في درجة الحرارة للماء البارد بين الحالة الإبتدائية و حالة التوازن .

$$\Delta t = t_f - t_1 = 60°c - 20°c = 40°c$$

نتيجة :

قيمة التحويل الحراري Q تتناسب طردا مع التغير في درجة الحرارة Δt للجملة .

نشاط 02 : علاقة التحويل الحراري Q بكمية المادة (كتلة المادة) .

نمزج $200g$ من الماء البارد درجة حرارته $t_1 = 20°c$ ، مع $400g$ من الماء الساخن درجة حرارته $t_2 = 60°c$.
درجة حرارة المزيج عند التوازن $t_f = 45°c$.

أحسب التغير في درجة الحرارة للماء البارد بين الحالة الإبتدائية و الحالة النهائية (عند التوازن) .

$$\Delta t = t_f - t_1 = 45°c - 20°c = 25°c$$

نتيجة :

قيمة التحويل الحراري Q تتعلق بكتلة المادة .

نشاط 03 : علاقة التحويل الحراري Q بنوع المادة .

نمزج $200g$ من الماء البارد درجة حرارته $t_1 = 20°c$ ، مع قطعة من النحاس كتلتها $m_{Cu} = 200g$ درجة حرارتها
$t_2 = 60°c$ ، درجة حرارة المزيج عند التوازن $t_f = 23°c$.

التغير في درجة الحرارة للماء البارد هو : $\Delta t = t_f - t_1 = 23°c - 20°c = 3°c$.

نتيجة :

قيمة التحويل الحراري Q تتعلق بنوع المادة .

3- عبارة التحويل الحراري Q:

تكتب عبارة التحويل الحراري Q بالعلاقة التالية : $Q = m.c.\Delta t = m.c.(t_f - t_i)$

حيث : Q : قيمة التحويل الحراري و هي مقدرة بالجول (J) .

m : كتلة المادة المستقبلة أو الفاقدة للتحويل الحراري (kg).

t_f : درجة الحرارة النهائية ، t_i : درجة الحرارة الابتدائية و تقدر بـ $(°c)$ أو $(°K)$.

$\Delta t = t_f - t_i$: التغير في درجة الحرارة للجملة بين الحالة الابتدائية و النهائية .

c :معامل يعرف بإسم السعة الحرارية الكتلية للمادة المدروسة و يتعلق بنوع المادة

وحدته $(J/kg.°c)$ أو $(J/kg.°K)$

تعريف السعة الحرارية الكتلية :

السعة الحرارية الكتلية لجسم صلب أو سائل هي كمية الحرارة اللازم تقديمها له لرفع درجة حرارة $1kg$ منه بـ $1°c$.

و يرمزلها بالرمز (c) وحدتها في جملة الوحدات الدولية هي : $(J/kg.°c)$ أو $(J/kg.°K)$.

ملاحظة : $C = m.c$: السعة الحرارية وحدتها $(J/°c)$.

- تعرف السعة الحرارية لجسم يحتوي على عدة مكونات على أنها مجموع السعات الحرارية لمختلف مكونات الجسم أي : $C = m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + ...$
- إذا كان $Q > 0$ فإن $t_f > t_i$ أي الجملة إستقبلة طاقة .
- إذا كان $Q < 0$ فإن $t_f < t_i$ أي الجملة فقدت طاقة .

تطبيق :

نسخن كمية من الماء كتلتها $m = 100g$ ، عند $t_1 = 20°c$ بعد فترة زمنية ترتفع درجة حرارتها إلى $t_2 = 50°c$.أحسب قيمة التحويل الحراري لكمية الماء علما أن السعة الحرارية الكتلية للماء هي : $c = 4185(J.kg^{-1}.°c^{-1})$.

الحل :

حساب قيمة التحويل الحراري Q:

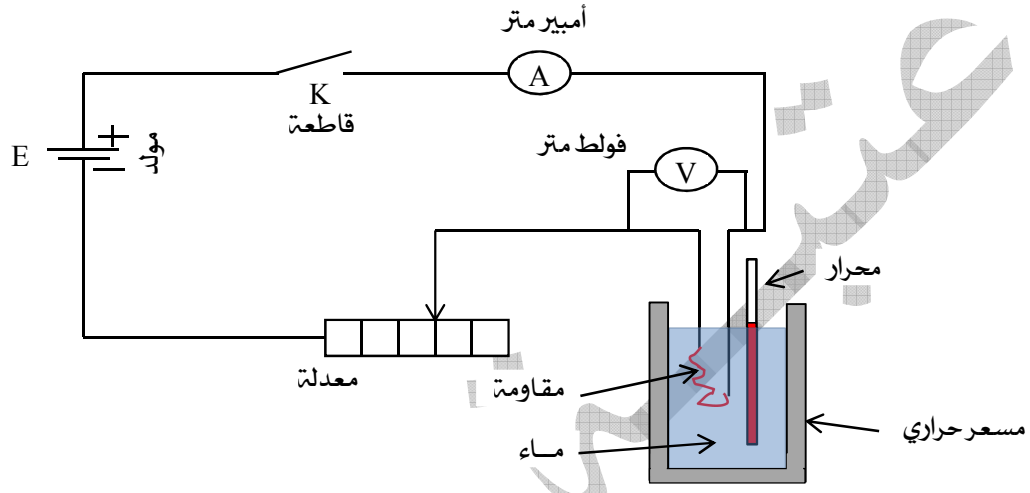
$$Q = m.c.\Delta t = m.c.(t_2 - t_1)$$
$$Q = 0,1 \times 4185 \times (50 - 20)$$
$$Q = 12,55kJ$$

فعل جول :

تمهيد: " يعبر عن التحويل الحراري Q الذي يرافقه مرور تيار كهربائي شدته I في ناقل مقاومته R خلال فترة زمنية Δt.

نشاط التحقق من قانون جول (فعل جول) :

نحقق التركيب التجريبي المقابل و الذي يحتوي على معدلة ، مسعر حراري ، مولد كهربائي ، أمبير متر و فولط متر ، مقاومة التسخين $(R = 500\Omega)$ ، قاطعة ، ميقاتية ، محرار.



- نضع في المسعر $298g$ من الماء و نيس درجة حرارته الابتدائية .
- نغلق القاطعة k و نقيس الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر $10°c$.
- نقيس في نفس الوقت شدة التيار في الدارة و فرق الكمون (التوتر الكهربائي) بين طرفي المقاومة .
- نغير في شدة التيار المار في الدارة و ذلك بتغيير قيمة مقاومة المعدلة ، ثم نقيس الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر بـ $10°c$ ، ثم نقيس كذلك I و U بين طرفي المقاومة
- نكرر العملية عدة مرات ، و النتائج مدونة في الجدول التالي :

$I(A)$	$U(V)$	$t(s)$	$I^2.t(A^2.s)$
0,5	250	100	25
1,0	500	25	25
1,5	750	11,11	24,97
2,0	1000	6,25	25

العمل المطلوب :

1- أكمل الجدول .

2- مثل الحصيلة الطاقوية للماء و إستنتج معادلة إنحفاظ الطاقة .

3- أكتب عبارة التحويل الحراري Q الذي يكتسبه الماء ، ثم أحسب قيمته .

حيث : $c_e = 4185(J / kg.°c)$

4- أكتب عبارة الطاقة الكهربائية W_e المحولة إلى مقاومة التسخين R ، ثم أحسب قيمتها .

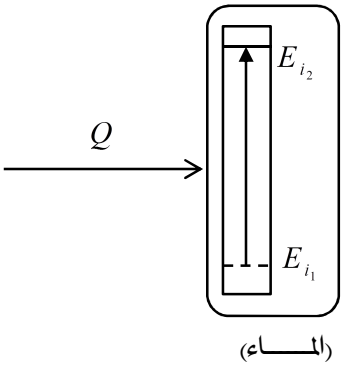
5- قارن بين Q و W_e و ماذا تستنتج ؟

الحل :

1- أكمل الجدول :

$I(A)$	$U(V)$	$t(s)$	$I^2.t(A^2.s)$
0,5	250	100	25
1,0	500	25	25
1,5	750	11,11	24,97
2,0	1000	6,25	25

2- الحصيلة الطاقوية :



معادلة إنحفاظ الطاقة :

$$E_{i_1} + Q = E_{i_2}$$
$$Q = E_{i_2} - E_{i_1} = \Delta E_i = \Delta E_{th}$$
$$Q = \Delta E_{th}$$

3- عبارة التحويل الحراري Q :

$$Q = m.c.(t_f - t_i)$$
$$Q = m.c.\Delta t$$
$$Q = 0,298 \times 4185 \times 10$$
$$Q = 12555(J)$$

4- عبارة الطاقة الكهربائية W_e المحولة إلى المقاومة :

لدينا : $\begin{cases} P = U.I \\ U = R.I \end{cases} \Rightarrow P = R.I^2$ و $P = \frac{W_e}{t} \Rightarrow W_e = P.t$

ومن الجدول $I^2.t = 25(A^2.s)$

ومنه : $W_e = R.I^2.t$

$$W_e = 500 \times 25 = 12500(J)$$

5- المقارنة بين Q و W_e :

نلاحظ أن $Q = 12555(J)$ و $W_e = 12500(J)$ أي $W_e \simeq Q$.

التحويل الحراري Q يساوي في حدود أخطاء التجربة التحويل الكهربائي W_e .

خلاصة :

عندما يعبر تيار كهربائي مقاومة فإن هذه الأخيرة تستقبل طاقة كهربائية و تحولها إلى الوسط الخارجي على شكل تحويل حراري ، تدعى الظاهرة التي تصعب مرور التيار في الناقل أو مقاومة بفعل جول .

حيث : $W_e = Q = U.I.t = U.I^2.t$

III- مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة للحالة الفيزيائية – الحالة الكيميائية للجملة :

1- طاقة التماسك (التحويل الفيزيائي) :

نشاط :

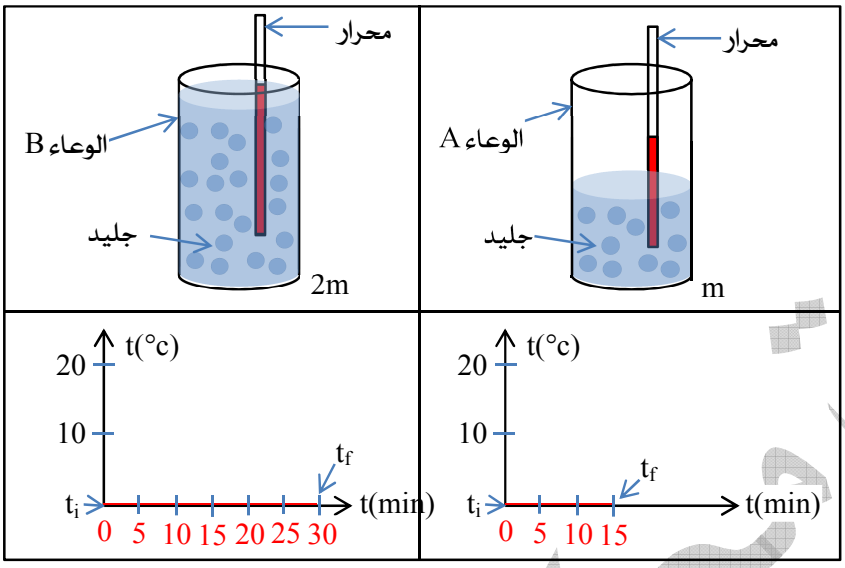
- نضع قطعة من جليد الماء النقي درجة حرارتها تقارب $0°c$ و كتلتها $m = 100g$ في وعاء A .
- نضع قطعة من جليد الماء النقي كتلتها $m' = 2m = 200g$ في وعاء B عند نفس التوقيت مع القطعة الأولى ، و نراقب مدة إنصهار قطعتي الجليد بإستعمال ميقاتية ، كذلك نراقب تغير درجة الحرارة بإستعمال محرار .

1- ماهي درجة إنصهار الماء النقي ؟ هل تبقى ثابتة أثناء الإنصهار (الذوبان) ؟

2- ماهي الحالة الفيزيائية للماء بين بداية و نهاية الذوبان ؟

3- هل الجملة (قطعة جليد) إكتسبة طاقة من الوسط الخارجي ؟

4- قارن مدة ذوبان قطعتي الجليد في الإنائين.



تحليل النشاط :

1- درجة إنصهار جليد الماء النقي هي : $t = 0°c$ و تبقى ثابتة أثناء الإنصهار.

2- الحالة الفيزيائية عند بداية و نهاية الذوبان :

- بداية الإنصهار : قطعة الجليد عند $0°c$.
- نهاية الإنصهار : ماء سائل عند $0°c$.

3- نعم الجملة (قطعة جليد) إكتسبت طاقة (تحويل حراري) من الوسط الخارجي بسبب تغير حالتها الفيزيائية من الصلبة إلى السائلة .

4- مقارنة مدة ذوبان قطعتي الجليد في الإنائين :

مدة ذوبان القطعة ذات الكتلة $m' = 200g$ هي ضعف مدة ذوبان القطعة ذات الكتلة $m = 100g$.

نتيجة :

قيمة التحويل المكتسب من طرف قطعة الجليد عند درجة حرارة $0°c$ يتناسب مع كتلة الجليد و هو يعبر عن الطاقة اللازمة لكسر الروابط بين جزيئات الماء في الحالة الصلبة و تسمى هذه الطاقة بـ**طاقة التماسك بين الجزيئات** .

عبارة التحويل الحراري Q الموافق لتغير الحالة الفيزيائية للجملة :

يتطلب تغير الحالة الفيزيائية لجسم نقي كتلته m عند درجة حرارة ثابتة ($t = C^{te}$) تحويلا حراريا Q

عبارته : $\boxed{Q = m.L}$.

حيث : Q : التحويل الحراري و يقدر بالجول (J) .

m : كتلة الجسم و تقدر بـ (kg) .

L : السعة الكتلية لتغير الحالة و تقدر بـ (J / kg) .

ملاحظة :

- يجب التمييز بين التحويل الحراري Q الموافق لتغير درجة الحرارة دون تغير الحالة الفيزيائية للجملة $Q = m.c.\Delta t$ و التحويل الحراري الموافق لتغير الحالة الفيزيائية تحت درجة حرارة ثابتة $Q = m.L$.

التحويلات الحرارية الموافقة لتغير الحالة الفيزيائية للمادة :

أ- التحويل الحراري للإنصهار :

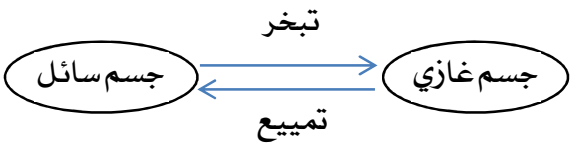
هذا التحويل ماص للحرارة : $Q_f = +m.L_f \rangle 0$

حيث : L_f السعة الكتلية للإنصهار.

ب- التحويل الحراري للتجمد :

هذا التحويل ناشر للحرارة : $Q_s = -m.L_f \langle 0$

ج- التحويل الحراري للتبخر :



هذا التحويل ماص للحرارة : $Q_V = +m.L_V \rangle 0$

حيث : L_V السعة الكتلية للتبخر.

د- التحويل الحراري للتمييع :

هذا التحويل ناشر للحرارة : $Q_l = -m.L_V \langle 0$

2- طاقة الربط الكيميائي E_l (التحويل الكيميائي) :

نشاط : تحديد طاقة الربط الكيميائي الناتجة عن إحتراق غاز البوتان (C_4H_{10}) :

- نضع $m = 40g$ من الماء درجة حرارته $t_1 = 20°c$ في علبة من الألمنيوم.
- نسخن الماء بإستعمال قداحة تحتوي على غاز البوتان المميع، بعد فترة زمنية يشير المحرار إلى درجة حرارة $t_2 = 35°c$، و يوافق ذلك كتلة غاز البوتان المستهلكة خلال هذه الفترة $m' = 150mg$.

1- ما هو سبب إستعمال وعاء من الألمنيوم؟

2- أكتب معادلة الإحتراق التام لغاز البوتان مع غاز الأكسجين.

3- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (المـــاء) و (غاز البوتان + الأكسجين) في بداية التسخين و نهايته .

4- أحسب الطاقة المكتسبة من طرف الماء علما أن السعة الحرارية الكتلية للماء هي $c_{eau} = 4,185(J/g.°c)$

5- بتطبيق معادلة إنحفاظ الطاقة للجملة الكيميائية (غاز البوتان +غاز O_2) أكتب عبارة طاقة الربط الكيميائي E_l بدلالة التحويل الحراري Q المكتسب من طرف الماء، و الطاقة الضائعة نحو المحيط Q_P.

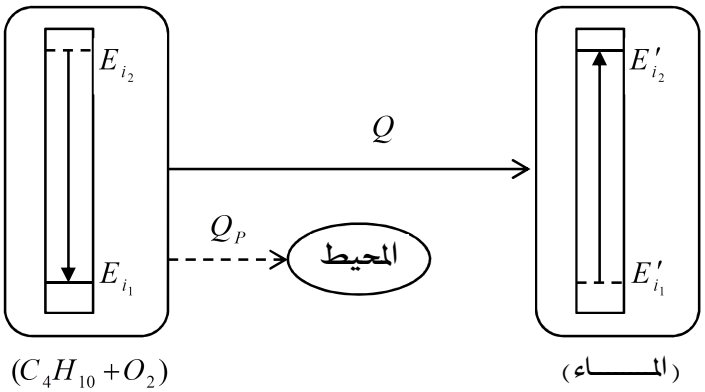
6- إذا إعتبرنا أن الضياع الطاقوي نحو المحيط مهمل، إستنتج قيمة طاقة الربط الكيميائي E_l المتحررة من إحتراق $1g$ من غاز البوتان.

تحليل النشاط :

1- يستعمل وعاء من الألمنيوم لتسهيل إنتقال الحرارة و تقليل الضياع الحراري نحو المحيط.

2- معادلة الإحتراق : $2\ C_4H_{10} + 13\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 10\ H_2O$

3- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة :



4- الطاقة المكتسبة من طرف الماء Q :

$$Q = m.c.\Delta t = 40 \times 4,185 \times (35-20) = 2511(J)$$

5- كتابة عبارة إنحفاظ الطاقة للجملة $(C_4H_{10} + O_2)$ بدلالة Q و Q_P :

$$E_{i_1} - |Q + Q_P| = E_{i_2}$$

ومنه : $$E_{i_1} - E_{i_2} = |Q + Q_P|$$

ومنه : $$E_l = Q + Q_P$$

6- إستنتاج قيمة طاقة الربط الكيميائي الناتجة عن إحتراق $1g$ من غاز C_4H_{10} :

إذا : $Q_P \simeq 0$: $E_l = Q$

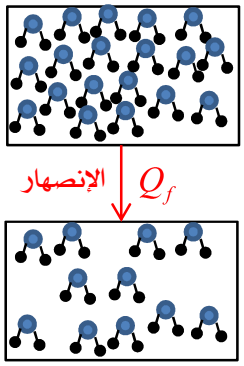
إحتراق $m = 150mg$ ينتج عنها :

$$\begin{cases} 0,15(g) \rightarrow 2511(J) \\ 1(g) \rightarrow E_l \end{cases} \Rightarrow E_l = \frac{1 \times 2511}{0,15} = 16740(J)$$

إذا الطاقة الناتجة عن إحتراق $1g$ من C_4H_{10} هي : $E_l = 16740(J)$.

الإستنتاج :

يمثل التحويل الحراري لإحتراق غاز البوتان (C_4H_{10}) الطاقة اللازمة لتغيير الحالة الكيميائية نتيجة التفاعل بين الجزيئات حيثتتكسر روابط و تتكون روابط أخرى و يعبر هذا التحويل عن طاقة الربط الكيميائي E_l .



التفسير المجهري لتغير الحالة الفيزيائية لجسم :

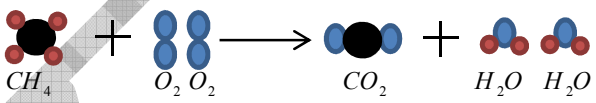
- جزيئات الماء في الحالة الصلبة شديدة التماسك .
- جزيئات الماء في الحالة السائلة ضعيفة التماسك .
- تتعلق حالة المادة بشدة التأثيرات المتبادلة بين الجزيئات المكونة لها أي بطاقة التماسك و تغير الحالة الفيزيائية للمادة ما هو إلى تغير في طاقة التماسك بين الجزيئات .
- تمثل طاقة التماسك المرافقة لتغير الحالة الفيزيائية للمادة الطاقة اللازمة لتلاشي الروابط بين الجزيئات .

التفسير المجهري لطاقة الربط الكيميائي :

مثال : إحتراق غاز الميثان CH_4 مع الأكسجين .

;

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



طاقة الربط الكيميائي تمثل الطاقة الناتجة من إنكسار روابط الجزيئات و تشكل روابط أخرى و قيمة هذه الطاقة تعادل قيمة التحويل الحراري الذي يرافق التحويل الكيميائي .

تقـــويـــم

حل التمرين 13 صفحة 110 :

$t_2 = 200(°c)$, $t_1 = 10(°c)$, $m_{Cu} = 2(kg)$, $c_{Cu} = 390(J/kg.°c)$

1- حساب التحويل الحراري Q :

$$Q = m\,c.\Delta t = m\,c.(t_2 - t_1)$$
$$Q = 2 \times 390 \times (200 - 10) = 148200(J) = 148,2(kJ)$$

الطاقة التي حدث لها تغير هي الطاقة الداخلية (المركبة الحرارية للطاقة الداخلية) .

2- إستطاعة التحويل :

$$P = \frac{E}{t} = \frac{Q}{t} = \frac{148200}{185} = 801,08(w)$$

حل التمرين 14 صفحة 110 :

1- حساب السعة الحرارية الكتلية للألمنيوم :

$$Q + Q_1 + Q_2 = 0$$

حيث : $Q_1 = m_e\,c_e.(\theta_f - \theta_i)$ التحويل الذي يفقده الماء

$Q_2 = m_{Al}\,c_{Al}.(\theta_f - \theta_i)$ التحويل الذي يفقده القدر

$$Q + \left(m_e\,c_e.\Delta\theta\right) + \left(m_{Al}\,c_{Al}.\Delta\theta\right) = 0$$

ومنه :

$$c_{Al} = -\frac{Q + m_e\,c_e.\Delta\theta}{m_{Al}.\Delta\theta}$$

حيث :

$$\rho_{eau} = \frac{m}{V} \Rightarrow m = V.\rho_{eau} = 2000(cm^3) \times 1(g/cm^3) = 2(kg)$$

ومنه :

$$c_{Al} = -\frac{429800 + (2 \times 4185 \times (30 - 80))}{0,25 \times (30 - 80)} = 904(J/kg.°c)$$

2- إستطاعة التحويل :

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{429800}{15 \times 60} = 477,5(w)$$

حل التمرين 15 صفحة 110 :

1- السعة الحرارية C للجملة (القدر + المـاء + الخضر + الزيت) :

نكتب قانون التحويل الحراري للجملة مع الوسط الخارجي كما يلي :

$$Q = m_e\,c_e.(\theta_f - \theta_i) + m_{Al}\,c_{Al}.(\theta_f - \theta_i) + m_L\,c_L.(\theta_f - \theta_i) + m_h\,c_h.(\theta_f - \theta_i)$$
$$Q = (m_e\,c_e + m_{Al}\,c_{Al} + m_L\,c_L + m_h\,c_h).(\theta_f - \theta_i)$$
$$Q = (C_e + C_{Al} + C_L + C_h).(\theta_f - \theta_i)$$

ومنه السعة الحرارية للجملة هي :

$$C = C_e + C_{Al} + C_L + C_h$$

$$C = 4185 + (0,45 \times 896) + (0,25 \times \frac{4185}{2}) + (\frac{2}{3} \times 4185) = 7901,325(J/°K) \text{ أو } (J/°c)$$

2- حساب درجة الحرارة النهائية θ_f :

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

$$\theta_f = \frac{Q + C\theta_i}{C} = \frac{Q}{C} + \theta_i = \frac{270.10^{-3}}{7901,325} + 20 = 34,17 + 20 = 54,17$$

ومنه :

$$\theta_f \simeq 54°c$$

حل التمرين 17 صفحة 110 :

1- التحولات المتتالية التي تطرأ على قطعة الجليد :

- إرتفاع درجة حرارة قطعة الجليد من $(-15°c)$ إلى $(0°c)$ (بدون إنصهار) .
- إنصهار قطعة الجليد عند درجة حرارة ثابتة $(0°c)$ (تغير الحالة الفيزيائية) .
- إرتفاع درجة حرارة الماء من $(0°c)$ إلى $(20°c)$.

2- التحويل الحراري Q الذي إمتصته قطعة الجليد :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m.c_g.\Delta t + m.L_f + m.c_e.\Delta t$$

$$Q = 0,075 \times \left[(2090 \times (0 - (-15)) + (330 \times 10^3) + (4185 \times (20 - 0)) \right]$$

$$Q = 33378,75(J) \simeq 33,38(kJ)$$

واجب منزلي رقم (04)

حل التمرين 20 صفحة 111 :

1- حالة المادة :

أ- حالة المادة هي : صلبة .

ب- حالة المادة هي : التحول من الصلب إلى السائل .

ج- حالة المادة هي : سائلة .

د- حالة المادة هي : التحول من السائل إلى الغازي .

2- درجة إنصهار و غليان المادة :

أ- من المنحنى درجة الإنصهار هي : $t_f = 60°c$.

ب- من المنحنى درجة الغليان هي : $t_V = 120°c$.

3- السعة الحرارية الكتلية للمادة في الحالة الصلبة :

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P \times t$$

$$m \times c_s \times \Delta t = P \times t \Rightarrow c_s = \frac{P \times t}{m \times \Delta t} = \frac{400 \times 1 \times 60}{1 \times (60-0)} = 400(J/kg.°c)$$

ومنه :

$$c_s = 400(J/kg.°c)$$

السعة الحرارية الكتلية في الحالة السائلة :

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P \times t$$

$$m \times c_l \times \Delta t = P \times t \Rightarrow c_l = \frac{P \times t}{m \times \Delta t} = \frac{400 \times 3 \times 60}{1 \times (60-0)} = 1200(J/kg.°c)$$

$$c_s = 1200(J/kg.°c)$$

4- السعة الكتلية للإنصهار :

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P \times t$$

$$m \times L_f = P \times t \Rightarrow L_f = \frac{P \times t}{m} = \frac{400 \times 2 \times 60}{1} = 48000(J/kg)$$

$$L_f = 48000(J/kg)$$

السعة الكتلية للتبخر L_V:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = P \times t \Rightarrow m \times L_V = P \times t \Rightarrow L_V = \frac{P \times t}{m} = \frac{400 \times 4 \times 60}{1} = 96000(J/kg)$$

$$L_V = 96000(J/kg)$$

التفسير :

خلال المرحلة (ب) : تتحول المادة في الفترة (ب) من الصلب إلى السائل خلال درجة حرارة ثابتة $t = 60°c$.

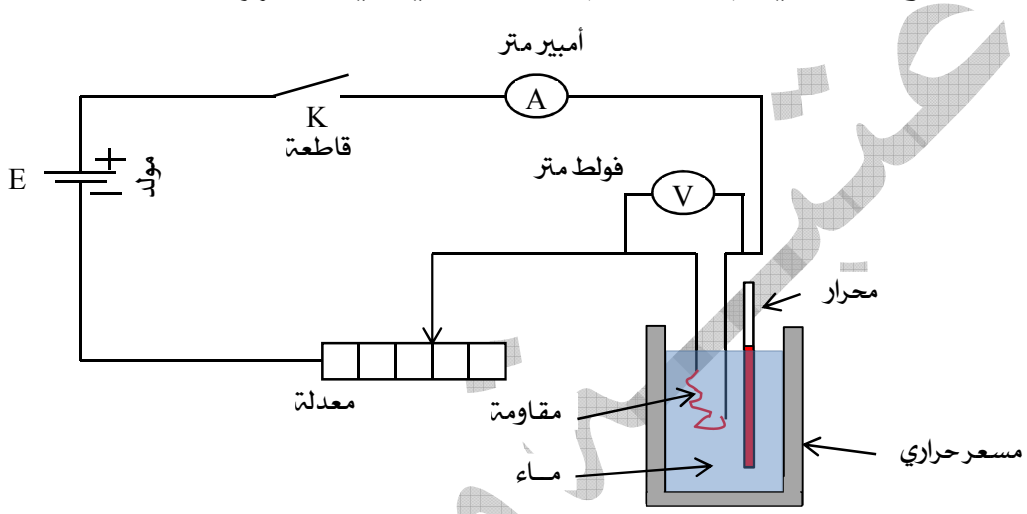
خلال المرحلة (د) : تتحول المادة في الفترة (د) من السائل إلى الغازية خلال درجة حرارة ثابتة $t = 120°c$.

فعـل جـــول :

تمهيد: يعبر عن التحويل الحراري Q الذي يرافقه مرور تيار كهربائي شدته I في ناقل مقاومته R خلال فترة زمنية Δt .

نشاط التحقق من قانون جول (فعل جول) :

نحقق التركيب التجريبي المقابل و الذي يحتوي على معدلة ، مسعر حراري ، مولد كهربائي ، أمبير متر و فولط متر ، مقاومة التسخين $(R = 500\Omega)$ ، قاطعة ، ميقاتية ، محرار .



- نضع في المسعر $298g$ من الماء و نيس درجة حرارته الإبتدائية .
- نغلق القاطعة k و نقيس الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر $10°c$.
- نقيس في نفس الوقت شدة التيار في الدارة و فرق الكمون (التوتر الكهربائي) بين طرفي المقاومة .
- نغير في شدة التيار المار في الدارة و ذلك بتغيير قيمة مقاومة المعدلة ، ثم نقيس الزمن اللازم لرفع درجة حرارة الماء داخل المسعر بـ $10°c$ ، ثم نقيس كذلك I و U بين طرفي المقاومة
- نكرر العملية عدة مرات ، و النتائج مدونة في الجدول التالي :

$I(A)$	$U(V)$	$t(s)$	$I^2.t(A^2.s)$
0,5	250	100	
1,0	500	25	
1,5	750	11,11	
2,0	1000	6,25	

العمل المطلوب :

1- أكمل الجدول .

2- مثل الحصيلة الطاقوية للماء و إستنتج معادلة إنحفاظ الطاقة .

3- أكتب عبارة التحويل الحراري Q الذي يكتسبه الماء ، ثم أحسب قيمته .

حيث : $c_e = 4185(J/kg.°c)$

4- أكتب عبارة الطاقة الكهربائية W_e المحولة إلى مقاومة التسخين R ، ثم أحسب قيمتها .

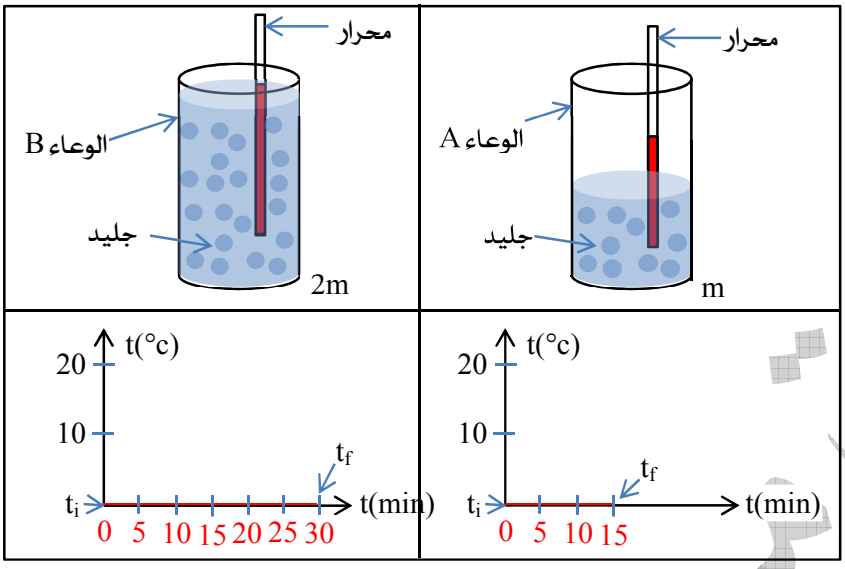
5- قارن بين Q و W_e و ماذا تستنتج ؟

III - مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة للحالة الفيزيائية – الحالة الكيميائية للجملة :

1- طاقة التماسك (التحويل الفيزيائي) :

نشاط :

- نضع قطعة من جليد الماء النقي درجة حرارتها تقارب $0°c$ و كتلتها $m = 100g$ في وعاء A .
- نضع قطعة من جليد الماء النقي كتلتها $m' = 2m = 200g$ في وعاء B عند نفس التوقيت مع القطعة الأولى ، و نراقب مدة إنصهار قطعتي الجليد بإستعمال ميقاتية ، كذلك نراقب تغير درجة الحرارة بإستعمال محرار .



1- ماهي درجة إنصهار الماء النقي ؟ هل تبقى ثابتة أثناء الإنصهار (الذوبان) ؟

2- ماهي الحالة الفيزيائية للماء بين بداية و نهاية الذوبان ؟

3- هل الجملة (قطعة جليد) إكتسبة طاقة من الوسط الخارجي ؟

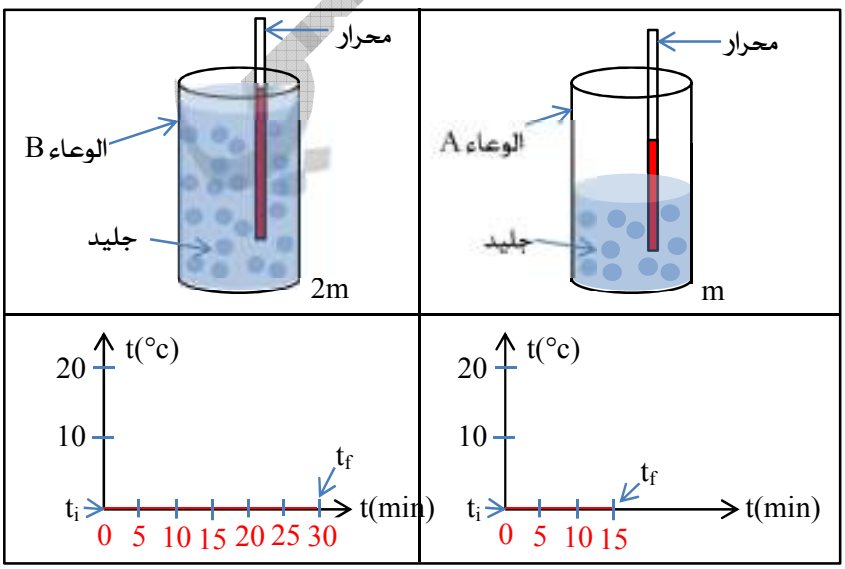
4- قارن مدة ذوبان قطعتي الجليد في الإنائين.

III - مركبة الطاقة الداخلية المنسوبة للحالة الفيزيائية – الحالة الكيميائية للجملة :

1- طاقة التماسك (التحويل الفيزيائي) :

نشاط :

- نضع قطعة من جليد الماء النقي درجة حرارتها تقارب $0°c$ و كتلتها $m = 100g$ في وعاء A .
- نضع قطعة من جليد الماء النقي كتلتها $m' = 2m = 200g$ في وعاء B عند نفس التوقيت مع القطعة الأولى ، و نراقب مدة إنصهار قطعتي الجليد بإستعمال ميقاتية ، كذلك نراقب تغير درجة الحرارة بإستعمال محرار .



1- ماهي درجة إنصهار الماء النقي ؟ هل تبقى ثابتة أثناء الإنصهار (الذوبان) ؟

2- ماهي الحالة الفيزيائية للماء بين بداية و نهاية الذوبان ؟

3- هل الجملة (قطعة جليد) إكتسبة طاقة من الوسط الخارجي ؟

4- قارن مدة ذوبان قطعتي الجليد في الإنائين.

الأستاذ :عتبة مكسي

CONSTANTES PHYSIQUES DES MÉTAUX

MÉTAL	SYMBOLE	TEMPÉRATURES (°C)		MASSE VOLUMIQUE ($g.cm^{-3}$ ou $kg.dm^{-3}$)	COEFFICIENT DE DILATATION (en ppm / °C)	CAPACITÉ CALORIF.MASSIQUE C_{solide} ($J.kg^{-1}.°C^{-1}$)
		FUSION	ÉBULLITION			
ALUMINIUM	Al	660	2447	2.7	25	899
ANTIMOINE	Sb	630	1750	6.6	9	209
ARGENT	Ag	962	2212	10.5	19	238
BÉRYLLIUM	Be	1978	2970	1.8	12	1824
CADMIUM	Cd	320	765	8.6	30	230
CHROME	Cr	1860	2670	7.2	6	480
COBALT	Co	1495	2870	8.7	12	418
CUIVRE	Cu	1083	2567	8.7	12	385
ÉTAIN	Sn	232	2270	7.3	20	226
FER	Fe	1535	2750	7.7	12	452
IRIDIUM	Ir	2410	4130	22.4	6	129
MAGNÉSIUM	Mg	649	1090	1.7	25	1017
MANGANÈSE	Mn	1244	1090	7.2	22	477
MERCURE	Hg	-39	1962	13.6	-	138
MOLYBDÈNE	Mo	2617	4612	9.0	5	251
NICKEL	Ni	1453	2732	8.9	13	443
OR	Au	1064	2807	19.3	14	130
OSMIUM	Os	3045	5027	22.4	5	130
PLATINE	Pt	1772	3827	21.4	9	134
PLOMB	Pb	327	1740	11.4	29	130
POTASSIUM	K	63	774	0.8	83	753
RHODIUM	Rh	1966	3727	12.4	8	243
SILICIUM	Si	1410	1755	2.3	3	711
TITANE	Ti	1660	3287	4.5	9	523
TUNGSTÈNE	W	3410	5660	19.0	4.5	134
VANADIUM	V	1890	3380	6.0	8	485
ZINC	Zn	419	907	7.1	35	389
ZIRCONIUM	Zr	1852	4377	6.5	-	-

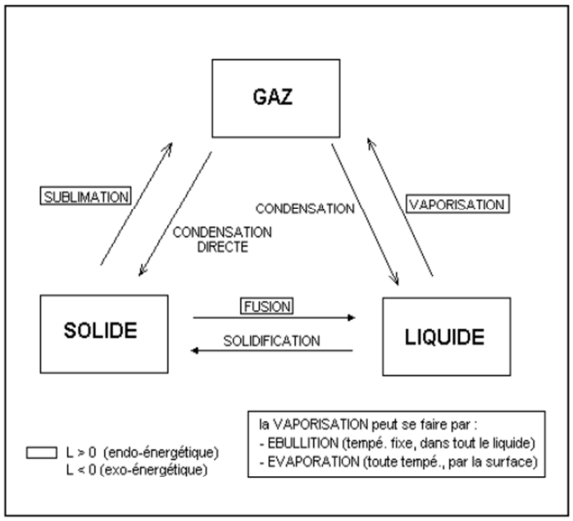
الأستاذ: عتبة مكسي

GRANDEURS CALORIMÉTRIQUES

1 - CAPACITÉS CALORIFIQUES MASSIQUES

	SUBSTANCE	C ($J.kg^{-1}.K^{-1}$)
LIQUIDES	Eau	4185
	Ethanol	2400
	Benzène	1700
	Pétrole	2100
SOLIDES	Glace	2100
	Aluminium	896
	Fer	460
	Cuivre	390
	Zinc	390
	Argent	230
	Plomb	130
	Or	130
	Mercure	140
	Verre	840
GAZ	Air	1000
	Dihydrogène	14000
	Dioxygène	920
	Diazote	1040
	Hélium	5200
	Vapeur d'eau	2100

2 - CHALEURS LATENTES DE CHANGEMENT D'ÉTAT



	FUSION		VAPORISATION	
SUBSTANCE	θ (°C)	L ($kJ.kg^{-1}$)	θ (°C)	L ($kJ.kg^{-1}$)
Eau	0	333	100	2258
Ammoniac	-75	452	-33	1368
Mercure	-39	12	357	272
Aluminium	660	330		
Argent	2212	105		
Plomb	327	25		
Cuivre	1083	176		
Dioxygène			-183	213
Diazote			-196	200
Ethanol			78	906
Éther			24	366
Benzène			80	394

3 - POUVOIRS CALORIFIQUES DE QUELQUES COMBUSTIBLES

SUBSTANCE	P ($kJ.kg^{-1}$)	SUBSTANCE	P ($kJ.kg^{-1}$)
Dihydrogène	124000	Ethanol	25000
Méthane	61000	Méthanol	20000
Pétrole	42000	Bois	17000
Charbon	28000		