

## ملخص في الطاقة الداخلية

education-onec-dz.blogspot.com

### 1- عبارة التحويل الحراري:

تتعلق قيمة الطاقة المحولة  $Q$  بين كميتين من المادة بـ **كتلة** و**نوع** كل مادة و **التغير** في **درجة الحرارة الابتدائية** و**النهائية** لكل مادة تفقد أو تستقبل **الطاقة** بتحويل حراري  $Q$  حيث **يساوي** هذا التحويل **التغير** في الطاقة الداخلية لكل مادة:

$$Q = \Delta E_{th} \Leftrightarrow Q = m c (\theta_f - \theta_i)$$

$$Q = m c . \Delta \theta$$

$m$ : كتلة الما ( kg )

$\Delta \theta$ : التغير في درجة الحرارة بين الحالة الابتدائية والنهائية ( °C )

(ملاحظة: لا يهم ان كانت درجة الحرارة بوحدة أخرى لأن الفرق يبقى نفسه)

$c$ : تدعى بالسعة الحرارية الكتلية  $\left( \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$  وهي تميز نوع الجسم.

### تعريف السعة الحرارية الكتلية:

هي كمية الحرارة اللازم تقديمها لجسم كتلته  $1kg$  لرفع درجة حرارة منه بـ  $1^\circ C$  وحدتها في جملة الوحدات الدولية

$$\left( \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$$

### السعة الحرارية C :

يمكن تعريف المقدار  $C = \sum_i m_i c_i$  على أنه السعة الحرارية لجملة مكونة من عدة أجسام وحدتها  $\left( \frac{J}{^\circ C} \right)$ ، فتصبح عار التحويل الحراري على الشكل:

$$Q = \Delta E_{th} \Leftrightarrow Q = C (\theta_f - \theta_i)$$

### ملاحظة:

- نقول عن جسم أنه **استقبل** طاقة إذا كان:  $\theta_f > \theta_i \Leftrightarrow Q > 0$

- نقول عن جسم أنه **فقدت** طاقة إذا كان:  $\theta_f < \theta_i \Leftrightarrow Q < 0$

### المسعر الحراري :

**المسعر الحراري:** هو جملة معزولة حراريا لا تتبادل حرارة مع الوسط الخارجي، حيث يتحقق بين مكوناته العلاقة

$$\sum Q = 0$$

المكافئ المائي  $\mu$  : هو كمية الماء التي تمتص نفس التحويل الحراري الذي يمتصه المسعر حيث:

**فعل جول :** هو تحويل كل الطاقة الكهربائية المارة في ناقل اومي الى طاقة حرارية عباتها  $Q = W_e = RI^2 \Delta t$

## تعريف طاقة التماسك:

هي الطاقة اللازمة لتقديمها للمادة من أجل أن تتلاشى أو تتكون الروابط التي كانت تتماسك بها الجزيئات

عبارة التحويل الحراري في حالة تغير الحالة الفيزيائية للمادة :

يرافق تغير الحالة الفيزيائية للمادة تغير في شدة طاقة التماسك الموافق لتلاشي أو تكوين روابط بين الجزيئات، وتكون

عبارة التحويل الحراري في حالة تغير الحالة الفيزيائية للمادة كما يلي:  $Q = m.L$

أ. الانصهار Fusion : هو تحول ماص للحرارة.  $Q_f = m.L_f$

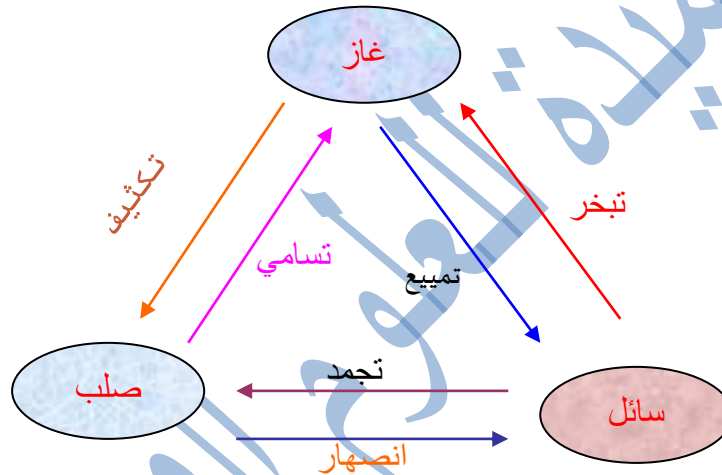
حيث  $L_f$  : السعة الكتلية للانصهار.

ب. التجمد Solidification : هو تحول ناشر للحرارة.  $Q_s = -Q_f = -m.L_f$

ج. التبخر Vaporisation : هو تحول ماص للحرارة  $Q_v = m.L_v$

حيث  $L_v$  : السعة الكتلية للتبخر.

د. التميعيق Liquéfaction : هو تحول ناشر للحرارة  $Q_L = -Q_v = -m.L_v$



$Q$ : التحويل الحراري (J)  $m$ : كتلة الما (J)  $L$ : السعة الكتلية لتغير الحالة ( $J.kg^{-1}$ )

## طاقة الرابطة الكيميائية :

هي الطاقة اللازمة لتغيير الحالة الكيميائية (تحول كيميائي) نتيجة قطع روابط المتفاعلات وتشكل روابط أخرى نواتج .

حساب الطاقة المحررة من تفاعل معين :

$$\sum \text{الروابط المتشكلة} - \sum \text{الروابط المنكسرة} = \Delta E_{\text{الرابطة الكيميائية}}$$

$\Delta E_{\text{الرابطة الكيميائية}}$  تفاعل ماص للحرارة

$\Delta E_{\text{الرابطة الكيميائية}}$  تفاعل محرر للحرارة

## سلسلة تمارين الطاقة الداخلية

## التمرين 01

يتوفر شخص على منبعين للماء أحدهما بارد ودرجة حرارته  $18^{\circ}C$  والآخر ساخن ودرجة حرارته  $60^{\circ}C$  يريد هذا الشخص الحصول على  $10\text{ L}$  من الماء عند الدرجة حرارة  $37^{\circ}C$ .

- ما الحجم الذي ينبغي أن يأخذه هذا الشخص من كل منبع ؟ نعتبره أنه لا يوجد ضياع حراري

## التمرين 02

تؤخذ قطعة من الجليد كتلتها  $m = 50\text{ g}$  عند درجة الحرارة  $\theta_1 = -20^{\circ}C$  وتزود بكمية من الحرارة  $Q = 5,45\text{ kJ}$ .

المعطيات :

- السعة الحرارية الكتلية للجليد :  $c_g = 2090\text{ J/kg}^{\circ}C$ .

- السعة الحرارية الكتلية للماء :  $c_e = 4185\text{ J/kg}^{\circ}C$ .

- السعة الكتلية لانصهار الجليد :  $L_f = 335\text{ J/g}$ .

1 - احسب كتلة الماء الذي يظهر.

2 - ما هي كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء درجة حرارته  $\theta_2 = 20^{\circ}C$

## التمرين 03

تحتوي اسطوانة مغلقة بواسطة مكبس على  $20\text{ L}$  من غاز ثنائي الأزوت  $N_2$  عند درجة الحرارة  $\theta_1 = 20^{\circ}C$

وتحت ضغط  $P = 2.10^5\text{ pa}$  ، يسخن الغاز تحت ضغط ثابت إلى أن تصبح درجة حرارته  $\theta_2 = 100^{\circ}C$

معطيات :

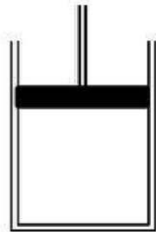
- السعة الحرارية الكتلية لثنائي الأزوت :  $c_p = 1,04\text{ kJ/kg}^{\circ}C$

- الكتلة المولية :  $M_N = 14\text{ g/mol}$  ،

- ثابت الغازات المثالية :  $R = 8.31\text{ SI}$

1 - احسب الحجم الذي يشغله الغاز في الحالة النهائية

2 - ما هي كمية الحرارة اللازمة لهذا التسخين ؟



## التمرين 04

- أحسب التحويل الحراري الواجب لتحويل كتلة  $m_1=200\text{g}$  من الجليد درجة حرارتها الابتدائية  $\theta_i = -25^\circ\text{C}$  إلى ماء

درجة حرارته النهائية.  $\theta_f = 90^\circ\text{C}$ .

- نظيف الى الماء السابق قطعة نحاس كتلتها  $50\text{g}$  درجة حرارتها  $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$  ، باعتبار الجملة ( ماء + قطعة نحاس ) معزولة ، أوجد درجة حرارة التوازن.

- السعة الحرارية الكتلية للجليد :  $C_g = 2090 \text{ j/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

- السعة الحرارية الكتلية للماء :  $C_e = 4185 \text{ j/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

- السعة الكتلية لانصهار الجليد :  $L_f = 335 \text{ j/g}$ .

- السعة الحرارية الكتلية للنحاس :  $C_{Cu} = 385 \text{ j/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

## التمرين 05

يحتوي مسعر حراري على كتلة  $m_1 = 200\text{g}$  من الماء درجة حرارته  $\theta_1 = 12^\circ\text{C}$  نظيف له كتلة

أخرى  $m_2 = 200\text{g}$  درجة حرارته  $\theta_2 = 27.9^\circ\text{C}$  ، عند التوازن تصبح درجة حرارة الجملة :  $\theta_f = 19.5^\circ\text{C}$

1- احسب السعة الحرارية للمسعر  $C$  ومكافئه المائي  $\mu$ .

ندخل في المسعر قطعة جليد كتلتها  $m_3=50\text{g}$  درجة حرارتها الابتدائية  $\theta_3 = -30^\circ\text{C}$  ، فيحدث التوازن الحراري

عند  $\theta = 7.4^\circ\text{C}$

2- اوجد قيمة السعة الحرارية  $L_f$  لانصهار الجليد.

$C_g = 2100 \text{ j/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

$C_e = 4185 \text{ j/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

## التمرين 06

درجة حرارة جدار من الأجور معرض لأشعة الشمس تتغير من  $15^\circ\text{C}$  الى  $50^\circ\text{C}$  ، كتلة الجدار  $2.45 \text{ t}$ .

أ- على أي شكل يخزن الجدار الطاقة التي يكتسبها.

ب- ما هو مقدار التحول الحراري الذي يكتسبه الجدار ؟.

1- أثناء الليل تنخفض درجة حرارة الجدار من  $50^\circ\text{C}$  - الى  $16^\circ\text{C}$  خلال 10 ساعات.

- أحسب الاستطاعة المتوسطة للتحول الحراري نحو الوسط الخارجي.

2- أعط الحصيلة الطاقوية للجدار في الحالتين السابقتين -

يعطى :  $C_{\text{الأجور}} = 0.84 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$

## التمرين 07

يحتوي مسعر حراري على كتلة من الماء  $m = 350g$  درجة حرارتها  $\theta_1 = 16^\circ C$  ندخل في المسعر قطعة جليد كتلتها  $m = 50g$  ودرجة حرارتها  $\theta_2 = -18^\circ C$ .

❖ ماهي درجة حرارة توازن الجملة علما أن الجليد ينصهر كلياً.

1- عند درجة الحرارة المحسوبة سابقاً نظيف للمسعر قطعة جليد ثانية مماثلة للأولى لها نفس درجة الحرارة , فنلاحظ أنه عند التوازن الحراري قطعة الجليد لم تنصهر كلياً.

- ماهي درجة حرارة التوازن الجديد ؟

- احسب كتلة الجليد المتبقي ؟

السعة الحرارية للمسعر  $C = 80 J/^\circ C$

- السعة الحرارية الكتلية للجليد :  $C_g = 2090 j/kg . ^\circ c$ .

- السعة الحرارية الكتلية للماء :  $C_e = 4185 j/kg . ^\circ c$ .

- السعة الكتلية لانصهار الجليد :  $L_f = 335j/g$

درجة انصهار الجليد :  $\theta = 0^\circ C$

## التمرين 08

مسعر حراري مكافئه المائي  $\mu = 125g$  . مع لواحقه ( مولد كهربائي , ناقل اومي , محرار , قاطعة , فولط متر ,

امبير متر) نضع فيه كمية من الماء كتلتها  $m_1 = 300g$  نتركها مدة ثم نقيس درجة الحرارة نجدها  $\theta_1 = 0^\circ C$  ,

نقوم بغلق القاطعة في لحظة  $t = 0s$  , نقرأ على الفولط متر قيمة التوتر :  $u = 250V$  وشدة التيار  $i = 0.5A$

1- ارسم شكل تخطيطي للمسعر ولواحقه.

2- لماذا لا نقيس درجة الحرارة عند إضافة الماء مباشرة الى المسعر ؟

3- احسب قيمة مقاومة الناقل الاومي  $R$ .

4- احسب قيمة التحول الحراري الذي ينتج عن فعل جول بعد  $100s$ .

5- احسب درجة حرارة الجمل (مسعر + ماء) عندئذ.

معطيات :  $C_e = 4185 J/Kg . ^\circ C$ .

## التمرين 09

مسعر كتلته  $m_1 = 200g$  مصنوع من مادة سعتها الحرارية الكتلية  $C = 376J / Kg.k^\circ$  يحتوي على الماء كتلته

$m_2 = 482g$  , حيث درجة حرارة التوازن هي  $\theta_1 = 16^\circ C$

نبعث داخل المسعر تياراً من بخار الماء درجة حرارته  $\theta_2 = 100^\circ C$  فتصبح درجة الحرارة في المسعر  $\theta_f = 30,6^\circ C$

ونجد كتلة الماء في المسعر  $m_3 = 494g$

1- احسب السعة الكتلية لتبخير الماء  $L_v$

يعطى : السعة الحرارية الكتلية للماء  $C_e = 4187J / Kg.k^\circ$

## التمرين 10

نريد تحديد مردود مسخن ماء يشتغل بغاز المدينة.

نقيس درجة حرارة الماء قبل دخول المسخن فنجدها  $T_i = 15^\circ\text{C}$  ، و بعد خروجه منه يكون  $T_F = 65^\circ\text{C}$  إن مدة ملء

المسخن ذو سعة  $V_e = 10\text{ L}$  هي  $t = 5\text{ min}$  بالمقابل يشير عداد الغاز إلى استهلاك حجم  $V_g = 120\text{ L}$

المعطيات: السعة الكتلية للماء:  $C_e = 4185\text{ j/kg. K}$

القدرة الحرارية لغاز المدينة:  $C = 2,5.10^7\text{ j/m}^3$

- 1- أحسب قيمة التحويل الحراري المحول إلى الماء , ثم استنتج استطاعة التحويل.
  - 2- احسب قيمة التحويل الحراري الناتج عن احتراق الغاز.
  - 3- قارن بين قيمتي التحويلين , ماذا تستنتج ؟
  - 4- مثل الحصيلة الطاقوية للجملتين (الماء), (الغاز الطبيعي).
  - 5- نعرف مردود المسخن على أنه نسبة الطاقة المفيدة التي استعملت في تسخين الماء إلى الطاقة الناتجة عن احتراق الغاز
- احسب مردود هذا المسخن

## التمرين 11

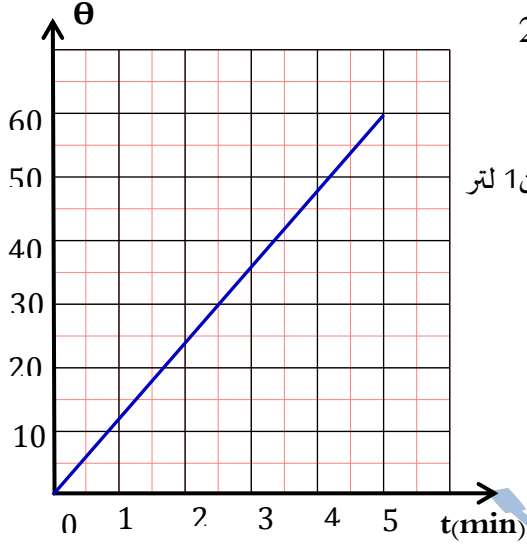
يحتوي مسعر حراري من مادة النحاس كتلته  $m_1 = 500\text{g}$  على كتلة  $m_2 = 500\text{g}$  من الجليد درجة حرارته  $\theta_1 = -20^\circ\text{C}$  نقطر على هذا المسعر قطرات من الماء الساخن درجة حرارته  $\theta_2 = 80^\circ\text{C}$  بمعدل جريان  $d = 50\text{ml/mn}$  ، تحولت القطعة الجليدية إلى ماء عند  $\theta_3 = 0^\circ\text{C}$  خلال مدة  $t = 11\text{mn}, 30\text{s}$

- 1- اشرح التحولات التي تطرأ.
- 2- احسب كتلة الماء المضافة إلى المسعر.
- 3- احسب السعة الحرارية لانصهر الجليد.
- 4- نواصل التجربة حتى تصل درجة حرارة المسعر إلى:  $\theta_4 = 20^\circ\text{C}$
- احسب كتلة الماء الكلي الموجود داخل المسعر
- احسب المدة اللازمة لتدفق الماء حتى نحصل على درجة الحرارة السابقة.
- ✓ السعة الحرارية الكتلية للجليد :  $C_g = 0.5\text{cal/g. }^\circ\text{C}$
- ✓ السعة الحرارية الكتلية للماء:  $C_e = 1\text{cal/g. }^\circ\text{C}$
- ✓ السعة الحرارية الكتلية للنحاس:  $C_{Cu} = 0.1\text{cal/g. }^\circ\text{C}$
- ✓  $1\text{cal} = 4.185\text{j}$

## التمرين 12

يحتوي قدر من الألمنيوم كتلته  $m = 450 \text{ g}$  على لتر واحد من الماء وواحد كيلوغرام من الخضر التي تعتبر سعتها الكتلية المتوسطة  $C_L$  تساوي ثلثي السعة الكتلية للماء ورابع كيلوغرام من الزيت سعتها الكتلية  $C_H$  نصف السعة الكتلية للماء , درجة حرارة الإبتدائية للجملة  $20^\circ\text{C}$  يعطى  $\rho = 1 \text{ kg / L}$   $C_{Al} = 903 \text{ J / Kg . K}^\circ$

أ- أحسب السعة الحرارية  $C$  للجملة (القدر+الماء +الخضر+الزيت)



ب- إذا إستقبلت هذه الجملة طاقة بتحويل حراري قدره  $270 \text{ KJ}$  - أحسب درجة الحرارة النهائية للجملة

2- يبين الشكل التالي تغيرات درجة الحرارة بدلالة الزمن عند تسخين 1 لتر من الماء بواسطة مصدر حراري إستطاعته  $P = 837,4 \text{ W}$

أ- أكتب عبارة ميل البيان والذي نعتبره  $a$  بدلالة الإستطاعة  $P$ , كتلة الماء  $m$ , السعة الحرارية الكتلية للماء  $C_e$

ب- أحسب السعة الحرارية الكتلية للماء

## التمرين 13

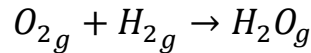
يتحول الايثان الى الاثيلين حسب المعادلة التالية :



- احسب الطاقة الحرارية للتفاعل وبين طبيعته.

## التمرين 14

نعتبر التحول التالي :



1- وازن المعادلة

2- احسب طاقة هذا التحول.

3- هل هذا التحول ناشر للحرارة ؟ علل.

تفكك  $1 \text{ mol}$  من النشادر  $\text{NH}_3$  يتطلب توفير طاقة تقدر بـ  $1164 \text{ KJ/mol}$

- اكتب معادلة هذا التفكك .

- استنتج الطاقة المتوسطة للرابطة  $\text{N} - \text{H}$ .

## التمرين 15

نقوم بحرق حجم  $V = 500\text{l}$  من غاز البروبان  $C_3H_8$  عند الضغط النظامي ودرجة حرارة الغرفة ( $\theta = 20^\circ\text{C}$ )

- 1- اكتب معادلة الاحتراق.
- 2- احسب الطاقة المحولة اثناء التفاعل.
- 3- هل هذا التفاعل ماص للحرارة او ناشر ؟
- 4- ان نسبة الحرارة التي نستفيد منها من هذا الاحتراق تقدر بـ  $37\%$  ، تستعمل لتسخين كتلة  $m$  من الماء درجة حرارته ( $\theta = 20^\circ\text{C}$ ) ، عند استهلاك الغاز تكون درجة حرارة الماء ( $\theta = 70^\circ\text{C}$ )
- استنتج كتلة الماء المسخن.

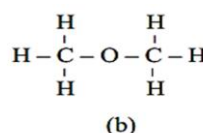
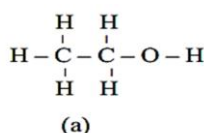
$$\rho_e = 1\text{Kg/l}$$

$$R = 8.31\text{ SI} \quad C_e = 4185\text{ j/kg.k}$$

| الرابط   | $E_{X-Y}(\text{kJ/mol})$ | الرابط   | $E_{X-Y}(\text{kJ/mol})$ |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| $H - F$  | 565                      | $C - O$  | 356                      |
| $H - Cl$ | 428                      | $C - Cl$ | 327                      |
| $H - Br$ | 362                      | $C - Br$ | 285                      |
| $H - O$  | 460                      | $H - H$  | 432                      |
| $H - N$  | 388                      | $C = C$  | 612                      |
| $C - H$  | 410                      | $O = O$  | 494                      |
| $C - C$  | 348                      | $C = O$  | 708                      |

## التمرين 16

ليكن النوع الكيميائي  $C_2H_6O$  مماكين (a), (b) صيغتهما المفصلة كمايلي :



- 1 - احسب طاقة تماسك الجزيء في كل صيغة
- 2- يتفاعل غاز الميثان  $CH_4$  مع الأكسجين وفق المعادلة التالية :  $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$
- أ- عد كتابة المعادلة بدلالة الصيغ الجزيئية المفصلة
- ب- احسب طاقة هذا التفاعل  $E_{rea}$
- ج- يبين إن كان التفاعل ناشر أو ماص للحرارة
- 4- لكي يتفكك  $1\text{ mol}$  من غاز الميثان وهو في حالة غازية إلى  $1\text{ mol}$  من الفحم و  $4\text{ mol}$  من الهيدروجين وهما

$$D_{(C-C)} = 345\text{ KJ.mol}^{-1} \dots\dots D_{(C=O)} = 843\text{ KJ.mol}^{-1}$$

$$D_{(O-H)} = 463\text{ KJ.mol}^{-1} \dots\dots D_{(C-O)} = 356\text{ KJ.mol}^{-1}$$

$$D_{(C-H)} = 415\text{ KJ.mol}^{-1} \dots\dots D_{(O=O)} = 429\text{ KJ.mol}^{-1}$$

أيضا في حالة غازية يجب تقديم  $1660\text{ KJ}$

أ- اكتب معادلة هذا التفكك

ب- أوجد الطاقة المتوسطة للرابطة  $(C - H)$

## حل سلسلة تمارين الطاقة الداخلية

## حل التمرين 01

الحجم الذي ينبغي ان يأخذه هذا الشخص من كل منبع :

$$m = \rho_e V$$

$$Q_1 = c_e m_1 (\theta_f - \theta_{i1}) = c_e \rho_e V_1 (\theta_f - \theta_{i1}) \text{ الماء البارد يكتسب تحويل حراري}$$

$$Q_2 = c_e m_2 (\theta_f - \theta_{i2}) = c_e \rho_e V_2 (\theta_f - \theta_{i2}) \text{ الماء الساخن يكتسب تحويل حراري}$$

لا يوجد ضياع في الحرارة وبالتالي مجموع التحويلات معدوم .

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$c_e \rho_e V_1 (\theta_f - \theta_{i1}) + c_e \rho_e V_2 (\theta_f - \theta_{i2}) = 0$$

$$V_1 (\theta_f - \theta_{i1}) + V_2 (\theta_f - \theta_{i2}) = 0$$

$$V_1 (37 - 18) + V_2 (37 - 60) = 0$$

$$(37V_1 - 18V_1) + (37V_2 - 60V_2) = 0$$

$$19V_1 - 23V_2 = 0 \dots\dots\dots 1$$

$$V_1 + V_2 = 10L \dots\dots\dots 2$$

$$\text{من 2 لدينا : } V_1 = 10L - V_2 \text{ نعوض في 1 نجد: } 19(10 - V_2) - 23V_2 = 0$$

$$190 - 19V_2 - 23V_2 = 0$$

$$190 - 42V_2 = 0$$

$$42V_2 = 190$$

$$V_2 = \frac{190}{42} = 4,5 L \quad , V_1 = 5,5 L$$

## حل التمرين 02

1 - حساب كتلة الماء الذي يظهر :

$$Q = c_g m (\theta_f - \theta_i) + m_1 L_f$$

$m_1$  كتلة الماء الذي يظهر :

$$\theta$$

$$m\theta$$

$$m\theta$$

$$m\theta$$

2 - كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء درجة حرارته  $\theta^\circ = 20^\circ C$

$$\theta$$

$$\theta$$

التمرين 03