المستوى : السنة الثانية ثـانوي

الوحدة **06** **الطاقة الداخلية**

GUEZOURI A. Lycée Maraval – Oran

حسب الطبعة الجديدة 2010 - 2011

1 - الجملة المعزولة هي الجملة التي لا تتبادل الطـاقة مع الوسط الخارجي .

2 - **مبدأ انحفاظ الطاقة** : الطاقة لا تضيع ، بل تتحول من جملة إلى جملة بشكلها أو بشكل آخر بوسائل مختلفة .

3 – مركبات الطاقة الداخلية : ارجع للدرس بسرعة !

4 – لا ، لأن الجملة عندما تتغير حالتها الفيزيائية تتبادل الطاقة بدون أن تتغير درجة حرارتها ، فمثلا قطعة من الجليد عند انصهارها يجب ان تكتسب طاقة من جملة أخرى من أجل إهدار طاقة تغيير الحالة وتحافظ على الدرجة 0 °C طيلة الانصهار .

5 – ليس بالضرورة أن تكون معزولة ، لأنه يمكن أن تتبادل الطاقة بحيث تكون الطاقة المفقودة تساوي الطاقة المكتسبة في كل لحظة .

6 – يجب أن يكون هذا السؤال كما يلي : اذكر تغيرات الحالة الفيزيائية للمادة الماصة للحرارة ، ثم عرّف السعة الكتلية لكل تحويل حراري أثناء هذه التغيّرات .

التحويلات الطاقوية لتغيير الحالة الفيزيائية للمادة التي تمتص الحرارة هي :

- **الانصهار** : أي الانتقال من صلب إلى سائل
- **التبخّر** : أي الانتقال من سائل إلى بخار
- **التسامي** : أي الانتقال من صلب مباشرة إلى بخار

- السعة الكتلية للانصهار (L_f) هي كمية الحرارة اللازمة لصهر 1 kg من مادة في درجة حرارة ثابتة .
- السعة الكتلية للتبخر (L_V) هي كمية الحرارة اللازمة لجعل 1 kg من مادة ينتقل من سائل إلى بخار في درجة حرارة ثابتة .
- السعة الكتلية للتسامي (L_V) هي المجموع : $L_f + L_v$

7 – يجب أن يكون هذا السؤال كما يلي : اذكر تغيرات الحالة الفيزيائية للمادة النّاشرة للحرارة ، ثم عرّف السعة الكتلية لكل تحويل حراري أثناء هذه التغيّرات .

التحويلات الطاقوية لتغيير الحالة الفيزيائية للمادة التي تنتشر خلالها الحرارة هي :

- **التمييع** : أي الانتقال من بخار إلى سائل
- **التجمّد** : أي الانتقال من سائل إلى صلب
- **التكثيف** : أي الانتقال مباشرة من بخار إلى صلب

- السعة الكتلية للتمييع (L_l) هي كمية الحرارة اللازمة لجعل 1 kg من مادة ينتقل من بخار إلى سائل في درجة حرارة ثابتة .
- السعة الكتلية للتجمّد (L_s) هي كمية الحرارة اللازمة لجعل 1 kg من مادة ينتقل من سائل إلى صلب في درجة حرارة ثابتة .
- السعة الكتلية للتكثيف هي المجموع : $L_l + L_s$

$$L_f = -L_s$$
$$L_v = -L_l$$

www.guezouri.org

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

- 8

استطاعة التحويل الحراري هي كمية الحرارة المتبادلة خلال وحدة الزمن .

كمية الحرارة التي يفقدها نصف لتر من الماء (أي $0,5\ kg$) هي :

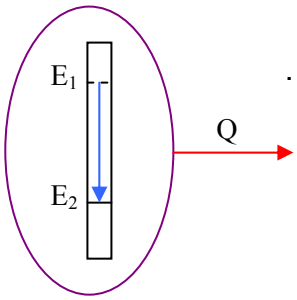
$$Q = mc\left(\left|\theta_f - \theta_i\right|\right) = 0,5 \times 4187 \times 60 = 125610\ J$$

استطاعة التحويل هي $P = \frac{Q}{t} = \frac{125610}{20 \times 60} = 104,7\ W$

- 9 قيمة التحويل الحراري هي : $Q = P\ t = 500 \times 3600 = 18 \times 10^5\ J$

– 10

1 - استقبلت الجملة طاقة من الوسط الخارجي وقدّمت له في نفس الوقت طاقة على شكل حرارة ، ونلاحظ أن الطاقة المستقبَلة أكبر من الطاقة المقدّمة ، وبالتالي الجملة غير معزولة طاقويا .



2 – الحصيلة الطاقوية : مثّلنا الحصيلة الطاقوية في حالة تقديم الجملة للطاقة الحرارية للوسط الخارجي .

3 – استطاعة التحويل الميكانيكي : $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{6500}{10} = 650\ W$

– 11

1 - درجة حرارة الغرفة نعتبرها معتدلة ، أي حوالي $25\ °C$.

عندما نضيف القطعة النحاسية $(80\ °C)$ فإن الجملة (المسعر + الماء) تأخذ كمية من الحرارة من القطعة النحاسية ، وبعد مدّة يحدث التوازن الحراري ، أي أن كل أجزاء الجملة (المسعر + الماء + القطعة النحاسية) تصبح في نفس درجة الحرارة .

2 – يحدث التحويل الحراري من القطعة النحاسية نحو المسعر والماء .

- 12 اختيار الجواب الصحيح :

1 – عند مزج مادتين ، درجة حرارتهما مختلفتان ، يحدث التوازن الحراري عند تساوي

- درجة حرارة المادتين (**صحيح**)
- سعة حرارة المادتين (**خطأ**) السعة الحرارية خاصة بكمية معينة من مادة معينة .
- درجة حرارة المادتين والسعة الحرارية الكتلية لهما (**خطأ**)

2 – يحدث التبادل الحراري بين مادتين معزولتين عن الوسط الخارجي بحيث يكون التحويل الحراري المكتسب :

د) يساوي التحويل الحراري المفقود (**صحيح**)

3 – (لا يوجد شيء في الفيزياء يسمّى الكثافة الحجمية ، لكن توجد الكتلة الحجمية وتوجد الكثافة) لا يتعلق التحويل الحراري المكتسب أو المفقود بالكتلة الحجمية . مثلا كمية مضغوطة من غاز ونفس الكمية غير مضغوطة من نفس الغاز تكتسبان نفس التحويل الحراري إذا تغيرت درجتهما بنفس القيمة رغم أن لهما كتلتان حجميتان مختلفتان . أما الكثافة فهي ثابتة في كلتا الحالتين .

– 13

1 – قيمة التحويل الحراري : $Q = mc\left(\theta_f - \theta_i\right) = 2 \times 390 \times \left(200 - 10\right) = 148200\ J$

الطاقة التي تتغير في هذا التحويل هي الطاقة الداخلية لقطعة النحاس .

2 - $P = \frac{W}{t} = \frac{148200}{185} \approx 800\ W$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM
www.guezour.org

– 14

نص التمرين خطأ في الكتاب (طبعة 2007 – 2008 و 2008 – 2009) . صُحّحَ التمرين في الطبعة 2010 – 2011

من الأحسن إعطاء درجة حرارة الماء 40,8°C وليس 40°C من أجل أن تتوافق مع السعة الحرارية الكتلية للألمنيوم .

نص التمرين في الطبعة الجديدة (2010 – 2011)

نضع في قدر من الألمنيوم كتلته $m = 250\ g$ ودرجة حرارته 10°C ، 100 g من الماء درجة حرارته 40,8°C .

بعد مدّة زمنية أصبحت درجة حرارة الجملة (القدر + الماء) 30°C .

إذا علمت أن الكتلة الحجمية للماء تساوي $1\ g/cm^3$ (رغم أننا لا نحتاج لهذا الرقم . كنا سنحتاج له لو أعطونا حجم الماء بدل كتلته).

والسعة الحرارية الكتلية للماء $c_e = 4185 J.kg^{-1}.K^{-1}$. احسب السعة الحرارية الكتلية للألمنيوم .

الحـل :

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_e c_e (\theta_f - \theta_i) + m_{Al} c_{Al} (\theta_f - \theta_i) = 0 \quad ، \text{ ومنه :}$$

$$c_{Al} = \frac{-m_e c_e (\theta_f - \theta_{ie})}{m_{Al} (\theta_f - \theta_{iAl})} = \frac{-0,1 \times 4185 (30 - 40,8)}{0,25 \times (30 - 10)} \approx 904\ J.kg^{-1}.K^{-1}$$

– 15

1 – نكتب قانون التحويل الحراري لهذه الجملة مع الوسط الخارجي بالشكل :

$$C_e (\theta_f - \theta_i) + C_{Al} (\theta_f - \theta_i) + C_L (\theta_f - \theta_i) + C_h (\theta_f - \theta_i) + Q = 0 \quad ، \text{ حيث :}$$

C_e : السعة الحرارية للماء

C_{Al} : السعة الحرارية للألمنيوم

C_L : السعة الحرارية للخضر

C_h : السعة الحرارية للزيت

$$(\theta_f - \theta_i)(C_e + C_{Al} + C_L + C_h) = Q \qquad (1)$$

وبالتالي السعة الحرارية للجملة هي :

$$C = (C_e + C_{Al} + C_L + C_h) = m_e c_e + m_{Al} c_{Al} + m_L c_L + m_h c_h \quad ، \text{ حيث c : السعة الحرارية الكتلية .}$$

$$C = 1 \times 4187 + 0,45 \times 904 + 1 \times \frac{2}{3} \times 4187 + 0,25 \times \frac{1}{2} \times 4187 = 7905\ J.K^{-1}$$

2 - باستخدام العلاقة (1) :

$$\theta_f = \frac{Q}{C} + \theta_i = \frac{27 \times 10^4}{7905} + 20 \approx 54\ °C \quad ، \text{ نستنتج } (\theta_f - \theta_i) C = Q$$

– 16

العلاقة بين درجة الحرارة والزمن : غيّرنا رمز درجة الحرارة الذي أعتمده التمرين من C إلى θ لأن هناك مقدار آخر رمزه c .

إن الطاقة التي نقدّمها للماء ترفع من طاقته الداخلية ، أي $Q = m_e c_e (\theta_f - \theta_i) = P\ t$ (1)

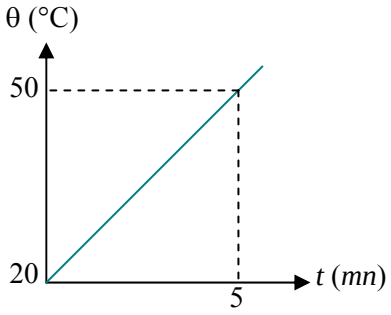
نستنتج من هذه العلاقة :

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM
www.guezouri.org

$\theta = \frac{P}{m_e c_e} t + \theta_i$ ، وهذه العلاقة من الشكل $y = a\,t + b$ ، حيث $a = \frac{P}{m_e c_e}$ ، $b = \theta_i = 20\,°C$

وبالتعويض : $\theta = \frac{420}{1 \times c} t + 20$

من البيان نحسب الميل : $a = \frac{50 - 20}{5 \times 60} = 0,1$



ميل المستقيم هو $\frac{420}{c}$. باستعمال الميل المحسوب سابقا نكتب

$\frac{420}{c} = 0,1$ ، ومنه $c = 4200\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

17 –

تمرين غير دقيق !

من الأحسن أن نقول : نرفع درجة حرارة قطعة من الجليد وهي في الدرجة $-15\,°C$ إلى $20\,°C$. ما هي التحولات المتتالية التي تطرأ على قطعة الجليد ؟

أما عندما نقول : نترك قطعة من الجليد في إناء درجة حرارته $20\,°C$ ، هذا لا يضمن لنا أن تبقى درجة حرارة الإناء $20\,°C$ ، لأن الجليد يمتص حرارة الوسط الموجود فيه ، وبالتالي تؤول درجة حرارة الجليد والوسط الموجود فيه إلى درجة أخرى (الدرجة النهائية) .

ما دام السؤال الأول يطلب التحولات المتتالية التي تطرأ على قطعة الجليد ، إذن المقصود في التمرين هو مرور درجة الحرارة من القيمة $-15°C$ إلى القيمة $20°C$ ، وليس الوصول لدرجة حرارة التوازن بين الجليد والغرفة .

1 – التحولات التي تطرأ على القطعة الجليدية :

- ارتفاع درجة حرارة القطعة الجليدية من $-15\,°C$ إلى الصفر (بدون انصهارها) .
- انصهار القطعة الجليدية في درجة حرارة ثابتة $(0\,°C)$.
- ارتفاع درجة حرارة الماء من الصفر إل $20\,°C$.

2 – التحويل الحراري الذي امتصّته القطعة الجليدية : $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m_g c_g (\theta_f - \theta_i) + L_f m_g + m_e c_e (\theta_f - \theta_i)$

حيث : $m_g = m_e$ ، طبعا كتلة القطعة الجليدية هي نفسها كتلة الماء الذي تعطيه عندما تنصهر .

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

$$Q = 33,4\ kJ$$

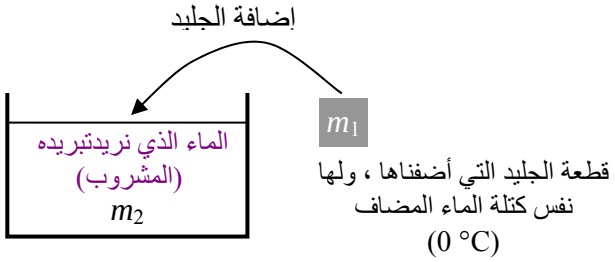
18 –

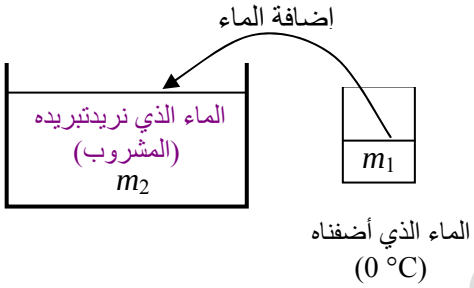
التحويل الحراري اللازم هو $Q = m_g c_g (\theta_f - \theta_i) + L_f m_g + m_g c_e (\theta_f - \theta_i)$

$$Q = 0,020 \times 2090\left(0 - (-6)\right) + 3,3 \times 10^5 \times 0,020 + 0,020 \times 4185 \times (30 - 0)$$

$$Q = 9362\ J$$

www.guezouri.org





- عندما نضيف الماء البارد (0 °C) : $Q_1 + Q_2 = 0$

$m_1\, c_e\,(\theta_f - \theta_i) + m_2\, c_e\,(\theta_f - 0) = 0$ ، حيث : m_1 : كتلة المشروب و θ_i درجة حرارته الابتدائية .

ومنه : $\theta_f = \dfrac{m_1\theta_i}{m_1 + m_2}$ (1)

- عندما نضيف قطعة الجليد : لدينا حالتان .

الحالة الأولى :

إذا لم تنصهر القطعة الجليدية كلها ، أي أن كمية الحرارة التي قدّمها المشروب للقطعة لم تكن كافية لصهرها ، وفي هذه الحالة تصبح الجملة (جليد غير منصهر + المشروب + الجليد المنصهر) في درجة الحرارة 0 °C .

ملاحظة : نفس النتيجة لو انصهر الجليد كليا بالضبط ، معناه أن كمية الحرارة التي قدمها المشروب تساوي بالضبط كمية الحرارة $Q = L_f\, m_g$.

الحالة الثانية :

كمية الحرارة التي يقدّمها المشروب أكبر من كمية الحرارة اللازمة لانصهار القطعة الجليدية .

في هذه الحالة تكون لدينا علاقة التبادل الحراري كما يلي : $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$ ، حيث :

Q_1 : كمية الحرارة التي يفقدها المشروب .

$Q_2 + Q_3$: هما كمية الحرارة اللازمة لصهر الجليد وكمية الحرارة التي ترفع درجة حرارة الماء المنصهر من الدرجة صفر إلى الدرجة النهائية للمزيج .

$m_1\, c_e\,(\theta_f - \theta_i) + L_f\, m_2 + m_2\, c_e\,(\theta_f - 0) = 0$ ، ومنه : $\theta_f = \dfrac{m_1\theta_i}{m_1 + m_2} - \dfrac{L_f}{c_e} \times \dfrac{m_2}{m_1 + m_2}$ ، وتكون هذه الدرجة بالطبع أقل من الدرجة θ_f في العلاقة (1) .

بالنسبة للمعطيات الواردة في التمرين : حجم الماء $25\ cm^3$ ، أي كتلته $m_1 = 25\ g$ وكتلة القطعة الجليدية $m_2 = 10\ g$.

نحسب كمية الحرارة اللازمة لصهر القطعة الجليدية : $Q = L_f\, m_2 = 3{,}3 \times 10^5 \times 10 \times 10^{-3} = 3300\ J$.

سؤال :

هل بإمكان الكتلة m_1 من الماء أن توفّر هذه الكمية من الحرارة للقطعة الجليدية ؟ نحسبها .

$$Q' = m_1 c_e\,(\theta_f - \theta_i) = \left|0{,}025 \times 4187\,(0 - 30)\right| \approx 3140\ J$$

الجواب :

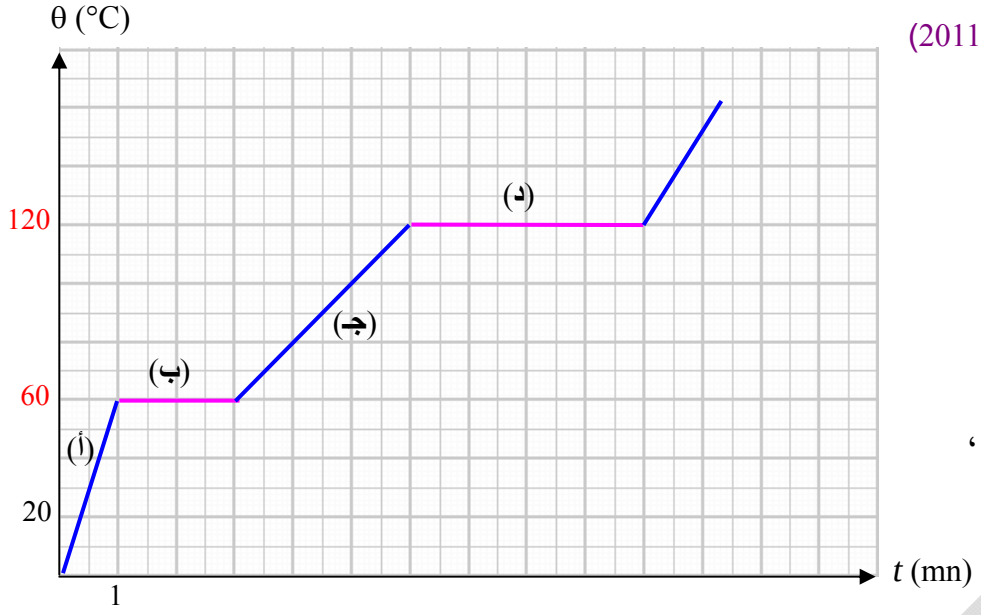
لا يمكن ذلك لأن $3140\ J < 3300\ J$

معنى هذا أن قطعة الجليد لا تنصهر كلها . وبالتالي تصبح درجة حرارة الجملة (ماء + جليد غير منصهر) $\theta_f = 0°C$

www.guezouri.org

- 20

1 - **ملاحظة** : حتى يكون التمرين أقرب إلى الواقع نأخذ على محور الزمن الوحدة (mn) وليس (s) .



(لقد صحّحوا هذه الوحدة في الطبعة 2010 – 2011)

حالات المادة :

(أ) : صلبة

(ب) : التحوّل إلى سائلة

(جـ) : سائلة

(د) : التحوّل إلى بخار

2 –

- درجة حرارة انصهار المادة هي $60\ °C$ ،
- درجة غليان المادة هي $120\ °C$.

وذلك من البيان .

3 -

- **السعة الحرارية الكتلية في الحالة الصلبة** : (وليس السعة الكتليّة)

لدينا : $Q = P\ t = mc_s\left(\theta_f - \theta_i\right)$ ، ومنه : $c_s = \dfrac{P\ t}{m\left(\theta_f - \theta_i\right)} = \dfrac{400\times 1\times 60}{1\times(60-0)} = 400\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

- **السعة الحرارية الكتلية في الحالة السائلة** :

لدينا : $Q' = P\ t' = mc_l\left(\theta'_f - \theta'_i\right)$ ، ومنه : $c_l = \dfrac{P\ t'}{m\left(\theta'_f - \theta'_i\right)} = \dfrac{400\times 3\times 60}{1\times(120-60)} = 1200\ J.kg^{-1}.K^{-1}$

- **السعة الكتلية لانصهار المـادة** :

كمية الحرارة التي حوّلت المادة من حالتها الصلبة لحالتها السائلة هي : $P\left(t_3 - t_1\right) = L_f\, m$ ، ومنه :

$$L_f = \frac{P\left(t_3 - t_1\right)}{m} = \frac{400\times 2\times 60}{1} = 48\times 10^3\, J.kg^{-1}$$

- **السعة الكتلية لتبخّر المـادة** :

كمية الحرارة التي حوّلت المادة من حالتها السائلة إلى بخار هي : $P\left(t_{10} - t_6\right) = L_v\, m$ ، ومنه :

$$L_v = \frac{P\left(t_{10} - t_6\right)}{m} = \frac{400\times 4\times 60}{1} = 96\times 10^3\, J.kg^{-1}$$

- في الفترة الزمنية **(ب)** تتحوّل المادة من صلبة إلى سائلة في درجة حرارة ثابتة .
- في الفترة الزمنية **(د)** تتحوّل المادة من سائلة إلى غازية في درجة حرارة ثابتة .

– 21

نحسب كمية الحرارة التي تتخلى عنها الجملة (المسعر + الماء) لكي تنزل درجة حرارتها من $15\ °C$ إلى $0\ °C$:

$$Q_1 = \mu c_e\left(0 - \theta_i\right) + Mc_e\left(0 - \theta_i\right) = 0{,}125\times 4187\times(0-15) + 0{,}5\times 4187\times(0-15) \approx -\ 39253\ J$$

الإشارة (–) معناها أن الجملة (المسعر + الماء) تتخلى عن كمية الحرارة .

www.guezouri.org

نحسب كمية الحرارة التي تحتاجها قطعة النحاس لكي ترتفع درجة حرارتها من 25 °C – إلى الدرجة 0 °C :

$$Q_2 = m_{Cu} c_{Cu} \left(0 - \theta_i'\right) = 0,3 \times 390 \times 25 = 2925\ J$$

نلاحظ أن $Q_2 < |Q_1|$ ، إذن قطعة النحاس ليس بإمكانها خفض درجة الماء والمسعر إلى الدرجة 0 °C ، ولهذا عندما نطبق قانون التحويل الحراري لا ندخل فيه عامل التحويل الخاص بتغيير الحالة الفيزيائية ($L_f\, m$) .

لكي نحسب درجة الحرارة النهائية نكتب : $Q_1 + Q_2 = 0$ ، أي :

$$\mu c_e \left(\theta_f - \theta_i\right) + M c_e \left(\theta_f - \theta_i\right) + m_{Cu} c_{Cu} \left(\theta_f - \theta_i'\right) = 0$$

$$0,125 \times 4185 \left(\theta_f - 15\right) + 0,5 \times 4185 \left(\theta_f - 15\right) + 0,3 \times 390 \left(\theta_f + 25\right) = 0$$

ومنه ، $\theta_f = 13,3\ °C$

– 22

1 – معدّل جريان الماء هو 0,1 L في كل ثانية . وبالتالي حجم الماء المسخّن خلال دقيقة هو $V = 0,1 \times 60 = 6\ L$ ، وكتلته $m = 6\ kg$ ، لأن الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1\ kg.L^{-1}$

التحويل الحراري الذي يكتسبه الماء : $Q = m c_e \left(\theta_f - \theta_i\right) = 6 \times 4187 \times \left(60 - 10\right)$

$$Q = 1,26 \times 10^6\ J$$

2 – التحويل الحراري الذي يولّده الغاز عند احتراقه خلال 1 دقيقة : $Q' = \frac{100}{80} \times Q = 1,25 \times 1,26 \times 10^6 = 1,57 \times 10^6\ J$

3 – نحسب حجم الغاز الذي يحترق في دقيقة واحدة :

لدينا 1000 L ($1\ m^3$) من الغاز تحرّر كمية من الحرارة قدرها $2,5 \times 10^7$ J ، ونعلم كذلك أن في دقيقة واحدة تتحرر كمية من الحرارة قدرها $1,57 \times 10^6$ J ، إذن حجم الغاز الذي يوافق هذه الطاقة هو

$$V = \frac{1,57 \times 10^6 \times 1000}{2,5 \times 10^7} \approx 63\ L$$

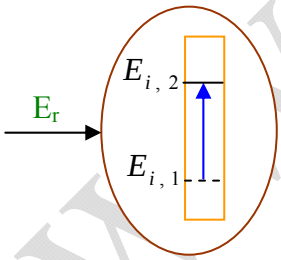
وبالتالي يكون معدّل سرعة جريان الغاز $d = 63\ L/mn$ أي $d \approx 1 L/s$

– 23

مساحة اللاقط هي $S = 20 \times 10 = 200\ m^2$ ، وتكون الاستطاعة الموافقة هي $P = 1000 \times 200 = 2 \times 10^5\ W$

1 – الحصيلة الطاقوية : يستقبل الماء الطاقة بواسطة الإشعاع فتزداد طاقته الداخلية :

2 – المقصود بالنظام الدائم هو الوقت الذي يلي بدء خروج الماء من اللاقط ، أي ليس في بداية عملية التسخين .



2 – مردود اللاقط 87 % معناه أنه يحوّل فقط 87 % من الحرارة التي يستقبلها من الشمس .

الطاقة التي يستقبلها اللاقط من الشمس على شكل كمية من الحرارة في كل ثانية هي $Q = P\ t = 2 \times 10^5 \times 1 = 2 \times 10^5\ J$.

يحوّل اللاقط منها إلى الماء الكمية $Q' = Q \times \frac{87}{100} = 2 \times 10^5 \times 0,87 = 174 \times 10^3\ J$

$Q' = m c_e \left(\theta_f - \theta_i\right)$ ، حيث m هي كتلة الماء المسخّنة في كل ثانية ومنه :

$$\theta_f = \theta_i + \frac{Q'}{m c_e} = 15 + \frac{174000}{0,8 \times 4187} = 67\ °C$$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

- 24

1 – الطاقة الممتصّة في المحوّل خلال ساعة :

لدينا : $\theta_i = T_1 = 60°C$ ، $\theta_f = 10°C$.

كتلة الماء المار في المحوّل خلال ساعة هي $M = 200$ tonnes ، لأن $1\ m^3$ من الماء يكافئ كتلة قدرها $1\ t$ ، لأن الكتلة الحجمية للماء هي $\rho = 1\ t/m^3$.

$$Q = Mc_e(\theta_f - \theta_i) = 200\times10^3\times4187\times(10-60)$$

$|Q| \approx 4,2\times10^{10}\ J$ ، وهي كمية الحرارة الممتصة خلال ساعة ، أما خلال سنة تكون :

$$Q' = 4,2\times10^{10}\times24\times365 = 3,66\times10^{14}\ J$$

2 – كتلة البترول هي : $m_P = \dfrac{3,66\times10^{14}}{42\times10^9} = 8700\ t$

3 – حجم البترول : $V_P = \dfrac{m_P}{\rho_P} = \dfrac{8700\times10^3}{800} = 10875\ m^3$

– 25

1 – كمية الماء الساخن التي نزلت إلى المسعر :

في $1\ mn$ نزل للمسعر 50 g من المـاء ، أما في $11,5$ دقيقة تنزل الكمية $M = 50\times11,5 = 575$ g .

1 calorie (cal) = 4,187 J

السعة الحرارية الكتلية للنحاس : $c_{Cu} = 0,1 cal/g.K = \dfrac{0,1\times4,187}{10^{-3}} = 418,7 J.kg^{-1}.K^{-1}$

كان من الأحسن إعطاء السعة الحرارية الكتلية للنحاس $0,093$ cal /g .K لكي نجدها بجوار 390 J. kg^{-1} K^{-1} .

السعة الحرارية الكتلية للماء : $c_e = 1 cal/g.K = \dfrac{1\times4,187}{10^{-3}} = 4187 J.kg^{-1}.K^{-1}$

السعة الحرارية الكتلية للجليد : $c_g = 0,5 cal/g.K = \dfrac{0,5\times4,187}{10^{-3}} \approx 2093 J.kg^{-1}.K^{-1}$

ملاحظة : بإمكانك ترك السعة الحرارية الكتلية لكل مادة بالوحدة (cal . g^{-1}.K^{-1}) وكتلة المادة بـ g ، فتجد كمية الحرارة بالحريرة (cal) ثم حوّلها للجول (J) ، وذلك بضربها في $4,187$.

حساب السعة الكتلية لانصهار الجليد :

$Mc_e(\theta_f - \theta_i) + m_{Cu}c_{Cu}(\theta_f - \theta_i') + L_f m_g + m_g c_g(\theta_f - \theta_i') = 0$ ، حيث m_g هي كتلة الجليد المتحوّل كله إلى ماء سائل .

$$0,575\times4187\times(0-80) + 390\times0,5\times(0-(-20)) + 0,5L_f + 0,5\times2093\times(0+20) = 0$$

$$-192602 + 3900 + 20930 + 0,5L_f = 0$$

$$L_f = 3,35\times10^5\ J.kg^{-1}$$

2 - لتكن M' كتلة الماء الساخن التي أضفناها للمسعر عندما كانت درجة حرارة هذا الأخير 0 °C . وذلك من أجل رفعها إلى درجة الحرارة 20 °C .

إذن نحن بصدد رفع درجة حرارة كمية من الماء كتلتها 1075 g = 575 + 500 من درجة الحرارة 0 °C إلى الدرجة 20 °C .

$$M'c_e(20-80)+m_{Cu}c_{Cu}(20-0)+m_gc_e(20-0)=0$$

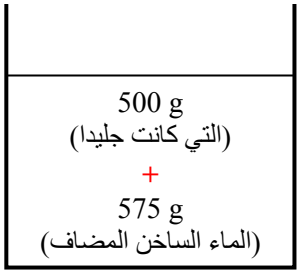
$$-4187\times60\times M'+0,5\times390\times20+1,075\times4187\times20=0$$

$$-251220\times M'+3900+90020=0$$ ، ومنه : M' = 374 g

في كل دقيقة يمر 50 g من الماء الساخن ، إذن المدة التي تمر فيها M' هي

$t=\frac{374}{50}=7,48mn$ ، أي حوالي 7 mn 30s .

كتلة الماء الكلية في المسعر هي : M = 1075 + 374 = 1449 g



المسعر في الدرجة 0 °C

3 - يحدث التحويل الحراري من قطعة الألمنيوم للجملة (المسعر + الماء) ، حيث :

$Mc_e(25,2-20)+m_{Cu}c_{Cu}(25,2-20)+m_{Al}c_{Al}(25,2-100)=0$ ، ومنه :

$$c_{Al}=\frac{31548+1014}{37,4}=871\,J.kg^{-1}K^{-1}$$

4 - المقصود بثبوت الحجم في السؤال هو أن حجم الغاز يبقى ثابتا عندما نجري التجربة .

التحويل الحراري الذي يتبادله غاز مثالي هو $Q=nC(\theta_f-\theta_i)$ ، حيث n هو عدد مولات الغاز (كمية مادته) ، C السعة الحرارية المولية للغاز .

نقول الحجم المولي $V_M = 22,4\ L$ في الشروط النظامية وليس في الشروط العادية !

$$n=\frac{V}{V_M}=\frac{20}{22,4}=0,893\,mol$$

$$m_{Al}c_{Al}(95,9-100)+nc(95,5-0)$$

$$0,5\times871\times(-4,1)+0,893\times c\times95,9=0$$

$$c=20,9\,J.mol^{-1}.K^{-1}$$

www.guezoun.org

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM