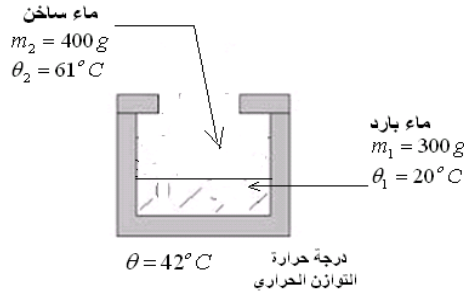


(1) التمرين الأول:

في مسعر يحتوي على كتلة $m_1 = 300 \text{ g}$ من الماء البارد درجة حرارته $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ نفرغ بسرعة كمية من الماء الساخن كتلتها $m_2 = 400 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 61^\circ \text{ C}$ فنلاحظ أن درجة حرارة الخليط تستقر عند درجة الحرارة $\theta = 42^\circ \text{ C}$.
نعطي الحرارة الكتلية للماء : $c_e = 4180 \text{ J / K.Kg}$
أوجد السعة الحرارية μ للمسعر .

تصحيح:



تعبير كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء البارد : $Q_1 = m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1)$

تعبير كمية الحرارة المفقودة من طرف الماء الساخن : $Q_2 = m_2 \cdot c_e (\theta - \theta_2)$

تعبير كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر : $q = \mu \cdot (\theta - \theta_1)$

يجب أن ننتبه إلى كون المسعر في البداية له نفس درجة حرارة الماء البارد فهو بدوره قد اكتسب الحرارة خلال هذا التحول .

بما أن المسعر حافظة كظمية : $\Sigma Q_i = 0$

أي : $Q_1 + Q_2 + q = 0$ وهي العلاقة المسعرية .

$$\mu = \frac{m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1) + m_2 \cdot c_e \cdot (\theta - \theta_2)}{\theta_1 - \theta} \quad \Leftrightarrow \quad \mu \cdot (\theta_1 - \theta) = m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1) + m_2 \cdot c_e (\theta - \theta_2)$$

$$\mu = \frac{0,3 \times 4180 (42 - 20) + 0,4 \times 4180 \cdot (42 - 61)}{20 - 42} = 190 \text{ J / K} \quad \text{ت.ع.}$$

(2) التمرين الثاني:

يحتوي مسعر سعته الحرارية $\mu = 190 \text{ J / K}$ على كمية من الماء كتلتها $m_1 = 200 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ بحيث المجموعة (مسعر + ماء) توجد في توازن حراري.

ندخل بسرعة في المسعر قطعة من النحاس كتلتها $m_c = 50 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_c = 70^\circ \text{ C}$ وذلك بعد تسخينها في حوض للماء . ثم تستقر

درجة الحرارة داخل المسعر عند القيمة $\theta = 20,9^\circ \text{ C}$ نعطي : $c_e = 4180 \text{ J / K.Kg}$.

أوجد قيمة الحرارة الكتلية للنحاس.



تصحيح:

تعبير كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء : $Q_1 = m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1)$

تعبير كمية الحرارة المفقودة من طرف قطعة النحاس : $Q_2 = m_c \cdot c_c (\theta - \theta_c)$

تعبير كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر : $q = \mu \cdot (\theta - \theta_1)$

بما أن المسعر حافظة كظمية : $\Sigma Q_i = 0$

أي : $Q_1 + Q_2 + q = 0$ وهي العلاقة المسعرية .

$$\text{ومنه : } m_c \cdot c_c (\theta - \theta_c) + (m_1 \cdot c_e + \mu) \cdot (\theta - \theta_1) = 0 \quad \Leftrightarrow \quad m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1) + m_c \cdot c_c (\theta - \theta_c) + \mu (\theta - \theta_1) = 0$$

$$c_c = \frac{(m_1.c_e + \mu).(\theta_1 - \theta)}{m_c(\theta - \theta_c)}$$

⇐

$$m_c.c_c(\theta - \theta_c) = (m_1.c_e + \mu).(\theta_1 - \theta)$$

$$c_c = \frac{(0,2 \times 4180 + 190).(20 - 20,9)}{0,05.(20,9 - 70)} \approx 376 \text{ J / K.Kg}$$

ت.ع :

(3) التمرين الثالث:

يحتوي مسعر على كمية من الماء البارد كتلتها $m_1 = 95 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ ، نضيف إليه كمية من الماء الساخن كتلتها $m_2 = 71 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 50^\circ \text{ C}$.

(أ) بإهمال السعة الحرارية للمسعر احسب درجة حرارة التوازن الحراري θ .

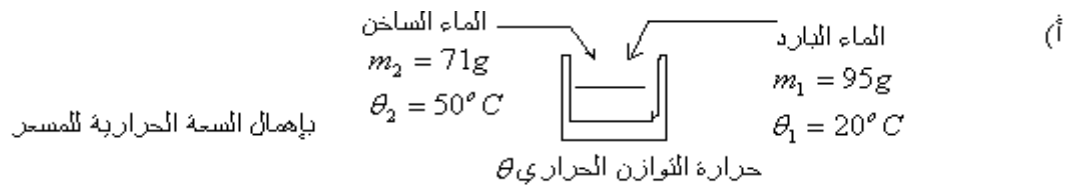
(ب) علما أن درجة حرارة التوازن الحراري المحصل عليها هي : $\theta' = 31,3^\circ \text{ C}$. احسب قيمة السعة الحرارية μ للمسعر .

(ج) في هذا المسعر يحتوي على كتلة $m_3 = 100 \text{ g}$ من الماء بحيث درجة الحرارة المجموعة $\theta_3 = 15^\circ \text{ C}$ ، نضيف قطعة من فلز كتلتها $m_4 = 25 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_4 = 95^\circ \text{ C}$ تأخذ درجة حرارة التوازن الحراري القيمة التالية $\theta'' = 16,7^\circ \text{ C}$.

احسب قيمة الحرارة الكتلية للفلز c_4 .

نعطي الحرارة الكتلية للماء : $c_e = 4180 \text{ J.K}^{-1}.\text{Kg}^{-1}$.

تصحيح:



$$Q_1 + Q_2 = 0$$

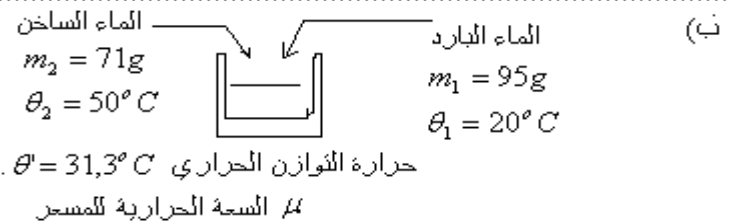
$$m_1.c_e.\theta - m_1.c_e.\theta_1 + m_2.c_e.\theta - m_2.c_e.\theta_2 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad m_1.c_e(\theta - \theta_1) + m_2.c_e(\theta - \theta_2) = 0$$

$$\text{أي : } m_1.c_e.\theta + m_2.c_e.\theta = m_1.c_e.\theta_1 + m_2.c_e.\theta_2 \quad \Leftrightarrow \quad \theta.c_e(m_1 + m_2) = c_e.(m_1.\theta_1 + m_2.\theta_2) \quad \text{ومنه :}$$

$$\theta = \frac{95 \times 10^{-3} \times 20 + 71 \times 10^{-3} \times 50}{(95 + 71) \times 10^{-3}} = \frac{95 \times 20 + 71 \times 50}{(95 + 71)} \approx 32,8^\circ \text{ C}$$

ت.ع :

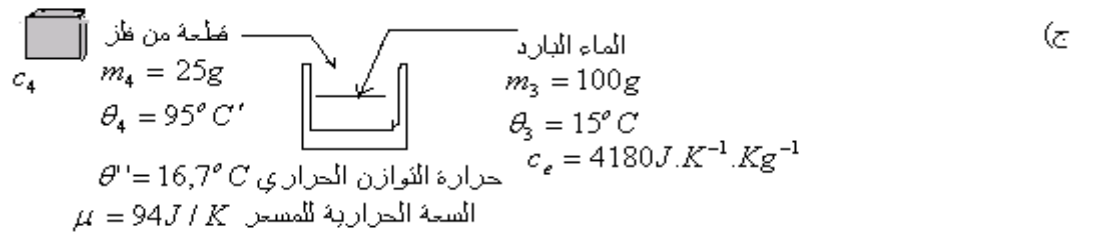
$$\theta = \frac{m_1.\theta_1 + m_2.\theta_2}{(m_1 + m_2)}$$



بما أن المسعر يعتبر حافظا كظمية ، فإن العلاقة المسعرية $\sum Q_i = 0$ تكتب كما يلي : $Q_1 + Q_2 + q = 0$.

$$\text{أي : } m_1.c_e(\theta' - \theta_1) + m_2.c_e(\theta' - \theta_2) + \mu(\theta' - \theta_1) = 0 \quad \Leftrightarrow \quad m_1.c_e(\theta_1 - \theta') + m_2.c_e(\theta_2 - \theta') + \mu(\theta' - \theta_1) = 0$$

$$\mu = \frac{c_e.[m_1.(\theta_1 - \theta') + m_2.(\theta_2 - \theta')]}{\theta' - \theta_1} \quad \text{ت.ع : } \mu = \frac{4180.[95.10^{-3}.(20 - 31,3) + 71.10^{-3}(50 - 31,3)]}{31,3 - 20} = 94 \text{ J / K} \quad \text{ومنه :}$$



بما أن المسعر في البداية يحتوي على الماء البارد يجب الانتباه على كون لهما نفس درجة الحرارة البدئية θ_3 .

في هذه الحالة العلاقة المسعرية تكتب كما يلي :

$$m_3.c_e.(\theta'' - \theta_3) + m_4.c_4(\theta'' - \theta_4) + \mu(\theta'' - \theta_3) = 0 \quad \text{أي : } Q_3 + Q_4 + q = 0$$

$$c_4 = \frac{(m_3.c_e + \mu).(\theta'' - \theta_3)}{m_4(\theta_4 - \theta'')} \quad \text{ومنه :}$$

$$(m_3.c_e + \mu).(\theta'' - \theta_3) = m_4.c_4(\theta_4 - \theta'') \quad \text{أي :}$$

$$c_4 = \frac{(100.10^{-3} \times 4180 + 94).(16,7 - 15)}{25.10^{-3}(95 - 16,7)} = 444,65 J.K^{-1}.Kg^{-1}$$

ت.ع:

(4) التمرين الرابع:

(1) يحتوي مسعر نعتبره معزولا حراريا على كتلة $m_1 = 400 g$ من الماء درجة حرارتها $\theta_1 = 20^\circ C$ ، نضيف للوعاء المسعري كتلة $m_2 = 200 g$ من الماء درجة حرارتها $\theta_2 = 62^\circ C$. فنلاحظ أن درجة الحرارة داخل المسعر تستقر عند $\theta = 33^\circ C$.
(1) - أوجد كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء البارد وكمية الحرارة المفقودة من طرف الماء الساخن .

$$(2) - \text{بين أن السعة الحرارية للمسعر } \mu = 193 J.K^{-1}$$

(3) من أجل تسخين كمية من الماء كتلتها $m_2 = 200 g$ من درجة الحرارة $\theta_1 = 20^\circ C$ إلى $\theta_2 = 62^\circ C$ نستعمل موقد لغاز البوتان .
علما أن كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء تمثل 50% فقط من القيمة المطلقة لكمية الحرارة التي حررها احتراق كمية البوتان المستعملة .
وحرارة تفاعل احتراق البوتان في ظروف التجربة $Q = -2813 kJ$ بالنسبة لمول واحد من البوتان .

$$(أ) \text{ بين أن كمية مادة البوتان المستعملة لتسخين الماء } n = 2,5.10^{-2} mol$$

(ب) استنتج حجم غاز البوتان ، المأخوذ عند درجة الحرارة $T = 300 K$ وتحت الضغط $P = 10^5 Pa$ ، الذي تم

استعماله لتسخين الماء .

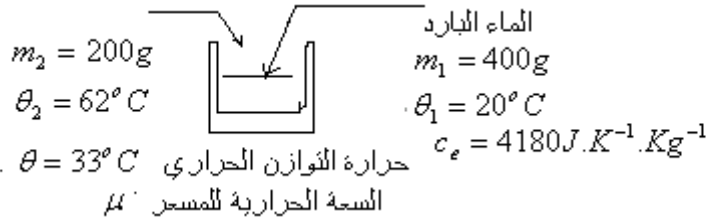
$$\text{نعطي : الحرارة الكتلية للماء } c_e = 4180 J.K^{-1}.Kg^{-1} \text{ ، ثابتة الغازات الكاملة : } R = 8,314 J.K^{-1}.mol^{-1}$$

تصحيح:

$$(1) - \text{كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء البارد } Q_1 = m_1.c_e(\theta - \theta_1) = 400.10^{-3}.4180.(33 - 20) = 21736 J$$

$$\text{كمية الحرارة المفقودة من طرف الماء الساخن } Q_2 = m_2.c_e(\theta - \theta_2) = 200.10^{-3}.4180.(33 - 62) = -24244 J$$

(2)



بما أن المسعر في البداية يحتوي على الماء البارد يجب الانتباه على كون لهما نفس درجة الحرارة البدئية θ_1 من خلال العلاقة المسعيرية لدينا :

$$\text{أي : } Q_1 + Q_2 + q = 0 \quad \text{أي : } m_1.c_e(\theta - \theta_1) + m_2.c_e(\theta - \theta_2) + \mu(\theta - \theta_1) = 0$$

$$\mu = \frac{m_1.c_e(\theta_1 - \theta) + m_2.c_e(\theta_2 - \theta)}{\theta - \theta_1} \quad \text{ومنه : } \mu(\theta - \theta_1) = m_1.c_e(\theta_1 - \theta) + m_2.c_e(\theta_2 - \theta)$$

$$\text{ت.ع: } \mu = \frac{400.10^{-3}.4180(20 - 33) + 200.10^{-3} \times 4180(62 - 33)}{33 - 20} \approx 193 J.K^{-1}$$

(3) أ) كمية الحرارة اللازمة لتسخين الماء من $\theta_1 = 20^\circ C$ إلى $\theta_2 = 62^\circ C$:

$$Q_2 = m_2.c_e(\theta_2 - \theta_1) = 200.10^{-3}.4180(62 - 20) = 35112 J$$

وبما أن كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء تمثل 50% وبما أن فقط من القيمة المطلقة لكمية الحرارة التي حررها احتراق كمية البوتان المستعملة .

$$\text{فإن كمية الحرارة اللازمة من طرف الموقد لتسخين الماء هي : } Q' = 2 \times Q_2 = 70224 J$$

وبما أن كمية حرارة تفاعل احتراق البوتان في ظروف التجربة $Q = -2813 kJ$ بالنسبة لمول واحد من البوتان .

فإن كمية مادة البوتان المستعملة لتسخين الماء :

$$n = \frac{Q'}{|Q|} = \frac{70224}{2813.10^3} \approx 2,5.10^{-2} mol$$

$$(ب) \text{ بتطبيق علاقة الغازات الكاملة : } P.V = nRT \text{ ومنه : } V = \frac{nRT}{P} \text{ ت.ع: } V = \frac{2,5.10^{-2} \times 8,314 \times 300}{10^5} = 6,2.10^{-4} m^3 = 0,62 L$$

(5) التمرين الخامس :

(1) نفرغ في مسعر سعته الحرارية $\mu = 70 J/K$ كمية من الماء كتلتها $m_1 = 100 g$ ودرجة حرارتها $\theta_1 = 25^\circ C$ لتصبح درجة حرارة المجموعة $\theta = 24^\circ C$.

أ) احسب كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر.

ب) استنتج درجة حرارة المسعر قبل إضافة الماء.

(2) داخل المسعر السابق الذي يحتوي على $m_1 = 100 \text{ g}$ من الماء عند درجة الحرارة $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ نضيف قطعة من الجليد درجة حرارتها 0° C .

عند التوازن الحراري تكون درجة حرارة المجموعة $\theta' = 15^\circ \text{ C}$.

أ) احسب كمية الحرارة المكتسبة من طرف قطعة الجليد.

ب) اوجد كتلة قطعة الجليد.

(3) داخل المسعر السابق الذي يحتوي على $m_1 = 100 \text{ g}$ من الماء درجة حرارته $\theta''_1 = 15^\circ \text{ C}$ نضيف قطعة من النحاس درجة حرارتها $\theta_2' = 100^\circ \text{ C}$ وكتلتها $m_2 = 50 \text{ g}$. ما قيمة درجة الحرارة عندما يتحقق التوازن الحراري؟

نعطي : الحرارة الكتلية للماء $c_e = 4180 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$.

الحرارة الكتلية للنحاس : $c_{Cu} = 380 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$.

الحرارة الكامنة لانصهار الجليد : $L_f = 333000 \text{ J / Kg}$.

التصحيح:

(1) أ) كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر هي القيمة المطلقة لكمية الحرارة المفقودة من طرف الماء.

$$q = |Q| = |m_1 \cdot c_e (\theta - \theta_1)| = 100 \times 10^{-3} \cdot 4180 \cdot (24 - 25) = 418 \text{ J}$$

ب) لتكن θ_o درجة حرارة المعسر قبل إضافة الماء.

من خلال تعبير كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر: $q = \mu(\theta - \theta_o) \Leftrightarrow \theta - \theta_o = \frac{q}{\mu}$ ومنه $\theta_o = \theta - \frac{q}{\mu}$

$$\text{ت.ع: } \theta_o = 24 - \frac{418}{70} = 18^\circ \text{ C}$$

(2)

$m_1 = 100 \text{ g}$

$\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$

$c_e = 4180 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$

حرارة التوازن الحراري $\theta' = 15^\circ \text{ C}$

السعة الحرارية للمسعر $\mu = 70 \text{ J / K}$

أ) بما أن المسعر في البداية يحتوي على الماء البارد يجب الانتباه على كون لهما نفس درجة الحرارة البدئية θ_1 .

كمية الحرارة المكتسبة من طرف قطعة الجليد تساوي القيمة المطلقة لكمية الحرارة المفقودة من طرف الماء والمسعر.

$$Q_r = |(m_1 \cdot c_e + \mu) \cdot (\theta' - \theta_1)| \quad \text{ت.ع: } Q_r = |(100 \cdot 10^{-3} \times 4180 + 70) \cdot (15 - 20)| = 2440 \text{ J}$$

ب) من خلال تعبير كمية الحرارة المكتسبة من طرف قطعة الجليد :

$$Q_r = m_2 \cdot L_f + m_2 \cdot c_e (\theta' - \theta_2) \quad \text{أي: } Q_r = m_2 [L_f + c_e (\theta' - \theta_2)] \quad \text{ومنه: } m_2 = \frac{Q_r}{[L_f + c_e (\theta' - \theta_2)]}$$

$$\text{ت.ع: } m_2 = \frac{2440}{[333000 + 4180 (15 - 0)]} \approx 6,2 \cdot 10^{-3} \text{ Kg} = 6,2 \text{ g}$$

(3)

$m_2 = 50 \text{ g}$

$\theta_2' = 100^\circ \text{ C}$

$c_e = 4180 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$

حرارة التوازن الحراري $\theta'' = 15^\circ \text{ C}$

السعة الحرارية للمسعر $\mu = 70 \text{ J / K}$

بما أن المسعر في البداية يحتوي على الماء البارد يجب الانتباه على كون لهما نفس درجة الحرارة البدئية θ_1'' .

خلال العلاقة المسعرية لدينا : $\Sigma Q_i = 0$ أي : $(m_1 \cdot c_e + \mu) \cdot (\theta'' - \theta_1'') + m_2 \cdot c_{Cu} (\theta'' - \theta_2') = 0$

$$\text{بعد النشر: } \theta'' \cdot (m_1 \cdot c_e + \mu) - \theta_1'' \cdot (m_1 \cdot c_e + \mu) + m_2 \cdot c_{Cu} \cdot \theta'' - m_2 \cdot c_{Cu} \cdot \theta_2' = 0$$

$$\theta'' = \frac{\theta_1'' \cdot (m_1 \cdot c_e + \mu) + m_2 \cdot c_{Cu} \cdot \theta_2'}{m_1 \cdot c_e + \mu + m_2 \cdot c_{Cu}} \quad \text{أي: } \theta'' \cdot (m_1 \cdot c_e + \mu + m_2 \cdot c_{Cu}) = \theta_1'' \cdot (m_1 \cdot c_e + \mu) + m_2 \cdot c_{Cu} \cdot \theta_2'$$

$$\theta'' = \frac{15 \cdot (100 \cdot 10^{-3} \times 4180 + 70) + 50 \cdot 10^{-3} \times 380 \times 100}{100 \cdot 10^{-3} \cdot 4180 + 70 + 50 \cdot 10^{-3} \times 380} \approx 18,2^\circ C \quad \text{ت.ع.}$$

6) التمرين السادس :

- يحتوي مسعر سعته الحرارية μ_c على قطعة من الجليد كتلتها $m_g = 20 \text{ g}$ درجة حرارة التوازن الحراري للمجموعة (مسعر + جليد) $\theta_1 = -5^\circ C$.
 ندخل في المسعر كمية من الماء الساخن كتلتها : $m_e = 130 \text{ g}$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 43,1^\circ C$ ونسجل درجة حرارة التوازن الحراري $\theta_3 = 18,3^\circ C$.
 (1) اعط تعريف الحرارة الكامنة لانصهار جسم صلب .
 (2) احسب الطاقة الحرارية Q_1 التي فقدها الماء الساخن .
 (3) أوجد الطاقة الحرارية Q_2 المكتسبة من طرف قطعة الجليد لرفع درجة حرارتها من $\theta_i = -5^\circ C$ إلى $\theta_f = 0^\circ C$.
 (4) احسب الطاقة الحرارية Q_3 اللازمة لتحقيق انصهار قطعة الجليد كليا .
 (5) اكتب العلاقة المسعرية ثم أوجد قيمة السعة الحرارية للمسعر .
 نعطي : الحرارة الكتلية للماء $c_e = 4180 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$.
 الحرارة الكتلية للجليد : $c_g = 2100 \text{ J.K}^{-1}\text{kg}^{-1}$
 الحرارة الكامنة لانصهار الجليد : $L_f = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J / Kg}$

التصحيح

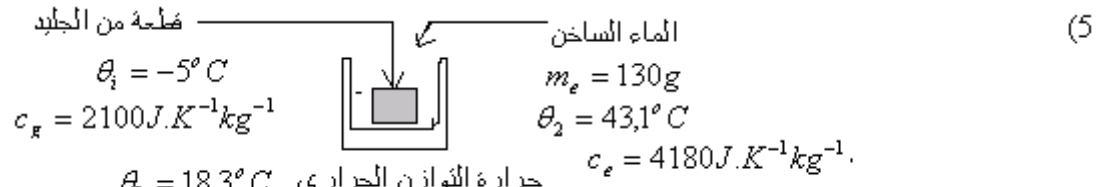
(1) الحرارة الكامنة لانصهار جسم صلب كمية الحرارة المكتسبة من طرف وحدة كتلة جسم لتحويله من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة حرارة انصهاره θ_f .

(2) الطاقة الحرارية Q_1 التي فقدها الماء الساخن : $Q_1 = m_e \cdot c_e (\theta_3 - \theta_2) = 130 \cdot 10^{-3} \cdot 4180 \cdot (18,3 - 43,1) = -13476,3 \text{ J}$

(3) الطاقة الحرارية Q_2 المكتسبة من طرف قطعة الجليد لرفع درجة حرارتها من $-5^\circ C$ إلى $0^\circ C$:

$$Q_2 = m_g \cdot c_g (\theta_f - \theta_i) = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 2100 \cdot [0 - (-5)] = 210 \text{ J}$$

(4) الطاقة الحرارية Q_3 اللازمة لتحقيق انصهار قطعة الجليد كليا : $Q_3 = m_g \cdot L_f = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 3,35 \cdot 10^5 = 6700 \text{ J}$



المسعر في البداية له نفس درجة حرارة الجليد فهو بدوره قد اكتسب الحرارة خلال هذا التحول .
 وكمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر للانتقال من $\theta_i = -5^\circ C$ إلى θ_3 هي : $q = \mu_c (\theta_3 - \theta_i)$

ولتكن Q_4 كمية الحرارة المكتسبة من طرف الكتلة $m_g = 20 \text{ g}$ بعد تحويلها إلى ماء من $\theta_f = 0^\circ C$ إلى θ_3 .
 $Q_4 = m_g \cdot c_e (\theta_3 - \theta_f)$.

العلاقة المسعرية : $Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + q = 0$ أي : $Q_1 + Q_2 + Q_3 + m_g \cdot c_e \cdot (\theta_3 - \theta_f) + \mu_c (\theta_3 - \theta_i)$

$$\mu_c = - \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + m_g \cdot c_e (\theta_3 - \theta_f)}{\theta_3 - \theta_i}$$

ومنه :

$$\mu_c = \frac{-13476,3 + 210 + 6700 + 20 \cdot 10^{-3} \cdot 4180 (18,3 - 0)}{18,3 - (-5)} = 216 \text{ J / K} \quad \text{تطبيق عددي}$$

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc
 Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسوننا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق.

اعلم أن "الدنيا دار فناء، والآخرة دار بقاء وجزاء" .