

تصحيح تمارين حول القياسات المسعرية

تمرين 1

1- تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة « المسعر ، الماء البارد » :

$$\Delta U_1 = Q_1 + Q' \quad . \quad Q_1 \text{ الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد و } Q' \text{ الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف المسعر .}$$

كمية الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد هي :

$$Q_1 = m_1 C_e (\theta - \theta_1) = 0,3 \times 4180 \times 22 = 27588J$$

2- تعبير الطاقة الداخلية للماء الساخن : $\Delta U_2 = Q_2$ ونستخرج كمية الطاقة الحرارية الممنوحة من طرف الماء الساخن :

$$Q_2 = m_2 C_e (\theta - \theta_2) = -0,4 \times 4180 \times 19 = -31867J$$

3- الطاقة المكتسبة من طرف المسعر هي :

بما أن المجموعة « المسعر ، الماء » لا يتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي لأن المسعر حافظ كطيمية ونعتبر أن التبادل بالشغل كذلك متعذر وحسب المبدأ الأول للنيرموديناميك لدينا عند التوازن الحراري :

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = Q_1 + Q_2 + Q' = 0$$

حيث أن Q' هي كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر . $Q' = \mu_c (\theta - \theta_1)$

$$Q' = -Q_1 - Q_2 = -27588J + 31768J = 4180J \quad \text{و}$$

4- نستخرج السعة الحرارية للمسعر :

$$Q' = \mu_c (\theta - \theta_1) \Rightarrow \mu_c = \frac{Q'}{(\theta - \theta_1)}$$

تطبيق عددي : $\mu_c = 190J.K^{-1}$

تمرين 2

حساب الحرارة الكتلية للنحاس :

بما أن المسعر حافظ كطيمية أي ليس هناك تبادل طاقة حرارية مع المحيط الخارجي وكذلك ليس هناك تبادل الشغل مع المحيط

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_1 + Q' + Q_2 = 0$$

نحيت أن $Q_1 = m_1 C_e (\theta - \theta_1)$ الطاقة المكتسبة من طرف الماء البارد و $Q'_1 = \mu_c (\theta - \theta_2)$ الطاقة المكتسبة من طرف

المسعر ولوازمه . و $Q_2 = m_2 C_{Cu} (\theta - \theta_2)$ الطاقة الممنوحة لتقطعة النحاس . وحسب العلاقة السابقة نكتب :

$$m_1 C_e (\theta - \theta_1) + \mu_c (\theta - \theta_1) + m_2 C_{Cu} (\theta - \theta_2) = 0$$

$$C_{Cu} = \frac{(m_1 C_e + \mu_c)(\theta - \theta_1)}{(\theta_2 - \theta)}$$

تطبيق عددي : $C_{Cu} = 376J.K^{-1}$

تمرين 3

حساب كمية الحرارة المفقودة من طرف الماء خلال تحويله إلى جليد :

خلال تحويل الماء إلى جليد تغيرت طاقته الداخلية من U_i إلى U_f بحيث أن $\Delta U = Q$. بحسب الطاقة الحرارية Q :
 $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ بحيث أن $Q_1 = m_1 C_e (\theta_f - \theta_i)$ الطاقة الحرارية التي فقدها الماء قبل أن تتغير حالته الفيزيائية
 $Q_2 = m_1 L_s$ كمية الحرارة التي فقدها الجسر خلال التجمد . و $Q_3 = m_1 C_e (\theta_2 - \theta_f)$ كمية الحرارة التي فقدها قطعة الجليد
عندما غيرت حالته الفيزيائية . $\Delta U = m_1 C_e (\theta_f - \theta_i) + Q_2 + m_1 L_s + m_1 C_e (\theta_2 - \theta_f) = -81,25 \text{kJ}$
وبالتالي فالطاقة المفقودة من طرف كتلة الماء خلال تحويلها إلى جليد هي : $Q = -81,25 \text{kJ}$

تمرين 4

1. الحرارة اللازمة لانصهار $m = 50 \text{kg}$ من الرصاص عند نفس درجة الحرارة 327°C

$$Q = m \cdot L_f$$

تطبيق عددي : $Q = 1150 \text{kJ}$

2. كتلة الجليد m' المأخوذة عند درجة الحرارة 0°C والتي يمكن أن تنصهر بنفس كمية الحرارة السابقة :

$$Q = m' \cdot L_f (g) \Rightarrow m' = \frac{Q}{L_f}$$

تطبيق عددي : $m' = 3,43 \text{kg}$

تمرين 5

1. حساب كتلة الماء السائل الذي ظهر :

ارتفاع درجة الحرارة لقطعة الجليد من -20°C إلى 0°C تكسب قطعة الجليد كمية من الحرارة بحيث :

$$Q = m_g C_g (\theta_f - \theta_g) + m' \cdot L_f$$

m' كتلة الماء التي انصهرت خلال تغير الحالة الفيزيائية للجليد .

$$m' = \frac{Q - m_g C_g (\theta_f - \theta_g)}{L_f}$$

تطبيق عددي : $m' = 10 \text{g}$

2. كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء عند درجة الحرارة 20°C :

لرفع درجة حرارة قطعة الجليد من -20°C إلى 20°C تكسب قطعة الجليد طاقة حرارية Q بحيث أن :

$$Q = Q_1 + Q'_1 + Q_2$$

Q_1 الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف قطعة الجليد قبل أن تتغير حالته الفيزيائية أي قبل الانصهار الكلي للجليد :

$$Q_1 = m_g C_g (\theta_f - \theta_g) = 2100 \text{J}$$

الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف قطعة الجليد خلال تغير حالته الفيزيائية

$$Q'_1 = m_g L_f = 16750J$$

Q_2 الطاقة الحرارية المكسبة من طرف قطعة الجليد عندما أصبحت حالها الفيزيائية سائلة أي الانصهار الكلي للقطعة:

$$Q_2 = m_e C_e (\theta_2 - 0^\circ C) = 4180J$$

وبالتالي $Q = 23,03kJ$

تمرين 6

1.1 نبين أن المسعر أكسب طاقة حرارية:

حسب المعطيات أن درجة الحرارة النهائية $\theta_f = 24^\circ C$ هي محصورة بين θ_0 درجة حرارة المسعر ودرجة حرارة الماء

$$\theta_0 < \theta_f < \theta_1 \Rightarrow \theta_f - \theta_0 > 0 \text{ أي } \theta_1 = 25^\circ C$$

والطاقة الحرارية المتبادلة مع المسعر هي $Q_2 = \mu_C (\theta_f - \theta_0) > 0$ مما يبين أن هذه الطاقة مكسبة من طرف المسعر.

2.1 تعبير الطاقة الحرارية التي فقدتها كتلة الماء: $Q_1 = m_e C_e (\theta_f - \theta_1)$

3.1 استنتاج قيمة θ_0 حسب المبدأ الأول للنيرموديناميك أن تغير الطاقة الداخلية للمسعر هي: $\Delta U = Q + W = 0$

لأن المسعر عازل حراري والشغل الميكانيكي مهمل أي أن التبادل الطاقي مع المحيط الخارجي منعدم.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \mu_C (\theta_f - \theta_0) + m_e C_e (\theta_f - \theta_1) = 0$$

$$\theta_0 = \frac{m_e C_e}{\mu_C} (\theta_f - \theta_1) + \theta_f$$

تطبيق عددي: $\theta_0 = 21,9^\circ C$

1.2 الطاقة الحرارية الدنوية اللازمة للانصهار الكلي للقطعة الجليد:

Q_{min} الطاقة الحرارية الدنوية لانصهار الكلي للجليد:

$$Q_{min} = m_g \cdot L_F + m_g C_g (0^\circ C - \theta_g) = 28480J$$

2.2 نبين أن قطعة الجليد تنصهر جزئياً:

عند إدخال قطعة الجليد في المسعر السابق هنا تبادل الحرارة بين «المسعر + الماء» وقطعة الجليد، نخت أن

«المسعر + الماء» احتفظت درجة حرارتهما أي أن المجموعة «المسعر + الماء» منحت كمية من الحرارة لقطعة الجليد

$$Q'_1 = (m_2 C_e + \mu_C) (\theta'_f - \theta_2) = -20720J$$

هذه أكسبتها قطعة الجليد. ونعلم حسب السؤال السابق أن الطاقة الحرارية الدنوية للانصهار الكلي للجليد هي

$Q_{min} = 28480J$ وبالتالي أن $|Q'_1| > |Q_{min}|$ أي أن Q'_1 غير كافية للحصول على انصهار كلي للجليد أي أن هناك انصهار

جزئي للجليد.

حساب كتلة الجليد المنبقتة:

بما أن المسعر حافظت كطيمته فالطاقة $\Delta U = 0$ أي أن $Q'_1 + Q_1 = 0$

Q'_1 الطاقة الممنوحة من طرف المجموعة «المسعر + الماء»

Q_1 الطاقة المكتسبة من طرف قطعة الجليد

$$Q_1 = -Q'_1 = 20720J$$

ونعلم أن $Q_1 = m_g C_g (\theta'_f - \theta_g) + m' L_f$ حيث أن m' كتلة الجليد التي تحولت إلى ماء سائل

$$m' = \frac{Q_1}{L_f} - \frac{m_g C_g (\theta'_f - \theta_g)}{L_f}$$

وكتلة الجليد المنبقتة عند التوازن الحراري: $m = m_g - m'$

$$m = 23,2g \text{ و } m' = 56,8g$$

تمرين 7

1. حساب الكتلتين m_1 و m_2

بما أن الإناء كبير تكون الطاقة الداخلية للمجموعة $\Delta U = 0$ أي أن $\Delta U = Q_1 + Q_2 = 0$

$$Q_1 = m_1 C_1 (\theta_f - \theta_1) \text{ : الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد}$$

$$Q_2 = m_2 C_e (\theta_f - \theta_2) \text{ : الطاقة الحرارية المفقودة من طرف الماء الساخن}$$

$$\text{أي أن } m_1 C_e (\theta_f - \theta_1) = -m_2 C_e (\theta_f - \theta_2)$$

$$m_1 = 2m_2$$

وحسب المعطيات نريد الحصول على $1l$ من الماء أي أن $m_1 + m_2 = m$ حيث m كتلة $1l$ من الماء وبما أن $1l$ من الماء كتلته $1kg$ فإن

$$m_1 + m_2 = 1 \Rightarrow 3m_2 = 1$$

$$m_2 = \frac{1}{3} kg$$

$$m_1 = \frac{2}{3} kg$$

2. عندما نسخن $1l$ من الماء فدرجة حرارتها ترتفع أي أن الماء اكتسب طاقة حرارية

$$Q_1 = m C_e (\theta_{eb} - \theta_1) + m \cdot L_{ev} = 2500,8kJ$$

3. حساب كتلة البخار m'

بالنسبة لكتلة البخار التي تغيرت درجة حرارتها من $100^\circ C$ إلى $80^\circ C$ أي أنها فقدت كمية من الحرارة $Q_1 = Q'_1 + Q''_1$

$$Q'_1 = m' \cdot L_C \text{ : كمية الحرارة المفقودة خلال تكاثف البخار وهي}$$

$$Q''_1 = m' C_e (\theta_2 - \theta_{eb}) \text{ : كمية الحرارة المفقودة من طرف البخار عندما تكاثف كليا ليصبح سائلا}$$

$$\text{وبما أن } L_C = -L_V \text{ فإن } Q_1 = -m' \cdot L_V + m' C_e (\theta_2 - \theta_{eb})$$

بالنسبة للحليب والإناء فقد اكتسب كمية حرارة $Q_2 = m_0 C_e (\theta_2 - \theta_1) + Q_C$

وحسب المعادلة المسعرة:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -m' \cdot L_v + m' C_e (\theta_2 - \theta_{eb}) + m_0 C_e (\theta_2 - \theta_1) + Q_C = 0$$
$$m' = -\frac{m_0 C_e (\theta_2 - \theta_1) + Q_C}{-L_v + C_e (\theta_2 - \theta_{eb})} = 11,2g$$

تمرین 8

الأجوبة: $\Delta t = 7mn20s$ و $V = 900ml$