تمارين الانتقال الحراري

تمرين 1:

يحتوي مسعر ، نعتبره معزولا حراريا على كمية من ماء بارد كتلتها m_1=300g ، درجة حرارتها θ_1=20°C .نضيف إليها كميةمن ماء ساخن كتلتها m_2=400g ودجة حرارتها θ_2=61°C . وبعد التوازن الحراري تستقر درجة حرارة الخليط عند القيمة θ=42°C .

1- أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر الماء البارد} واستنتج الطاقة الحراية Q_1 المكتسبة من طرف الماء البارد .
2- أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للماء الساخن واستنتجالطاقة الحرارية Q_2 التي فقدها الماء الساخن .
3- بتطبيق المبدأ الأول للتيرموديناميك أحسب الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف المسعر .
4- استنتج السعة الحرارية للمسعر .

نعطي :

الحرارة الكتلية للماء C_e=4180J.kg^{-1}.K^{-1}

الكتلة الحجمية للماء ρ_{eau}=1g.cm^{-3}

تمرين 2 :

نصب في مسعر سعته الحرارية μ_C ودجة حرارته θ_0 ، كمية من الماء كتلتها $m_1 = 150g$ ودرجة حرارتها $\theta_1 = 40°C$.

تستقر درجة حرارة المجموعة عند القيمة $\theta_f = 35°C$ بعد التحريك .

1- أحسب قيمة μ_C .
2- ندخل في المسعر ومحتواه ، عند درجة الحرارة θ_f قطعة فلزية كتلتهاm=200g ودرجة حراتها $\theta_2 = 83°C$ ، عند التوازن الحراري تكون درجة حرارة المجموعة هي $\theta'_f = 40°C$.
   2.1- أحسب كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر ومحتواه .
   2.2- أوجد قيمة الحرارة الكتلية C للفلز وتعرف عليه من خلال الجدول التالي :

الفلز	النحاس	الحديد	الألومنيوم
الحرارة الكتلية (J.kg^{-1}.K^{-1})	3,80.10^2	4,60.10^2	9,10.10^2

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

تمرين 3 :

يحتوي مسعر ذو سعة حرارية مهملة على خليط مكون من $m_1=1kg$ من الماء درجة حات $\theta_1 = 18°C$ و $m_2 = 1kg$ من الجليد درجة حرارته $\theta_2 = -10°C$ فتستقر درجة الحرارة الخليط عند $\theta_2 = 0°C$.

1- أحسب الطاقة الحرارية Q التي يفقدها الماء .
2- أحسب الطاقة الحرارة التي يكتسبها الجليد ، واستنتج m كتلة الجليد المنصهرة .

نعطي : الحرارة الكتلية للماء: $C_e = 4{,}18.10^3 J.kg^{-1}.K^{-1}$

الحرارة الكتلية للجليد : $C_g = 2{,}1kJ.kg^{-1}.K^{-1}$

الحرارة تاكامنة لانصهار الجليد : $L_f = 355.10^3 J.kg^{-1}$

تمرين 4:

ندخل في مسعر كظيم درجة حرارته $\theta_1 = 30°C$ كمية من الماء كتلتها $m_1 = 200g$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 60°C$ عند التوازن الحراري تصبح درجة الحرارة $\theta_3 = 50°C$.

1- أعط تعبير كمية الحرارة Q_1 المفقودة من طرف الماء واحسب قيمتها .
2- استنتج كمية الحرارة Q_2 المكتسبة من طرف المسعر ، وبين أن سعته الحرارية هي : $\mu_C = 418J.K^{-1}$.
3- نضع بعد ذلك في المسعر وعند درجة الحرارة $\theta_3 = 50°C$ قطعة من الجليد كتلتها $m_2 = 10g$ ودجة حرارتها $\theta_0 = 0°C$ ، فتصبح درجة الحرارة عند التوازن هي θ_4.
   3.1- أكتب تعبير كمية الحرارة Q_1 اللازمة لانصهار قطعة الجليد كليا ، واحسب قيمتها .
   3.2- أكتب تعبير كمية الحرارة Q_4 المكتسبة من طرف قطعة الجليد .
   3.3- باعتبار التوازن الحراري ، أحسب درجة الحرارة θ_4 .

يعطى:

الحرارة الكتلية للجليد : $L_f = 335kJ.K^{-1}.kg^{-1}$

الحرارة الكتلية للماء : $c_e = 4180J.kg^{-1}.k^{-1}$

تمرين 5:

يحتوي مسعر سعته الحرارية $\mu = 210J.kg^{-1}$ على كمية من الكحول كتلتها $m = 500g$ ودرجة حرارتها $\theta_1 = 50°C$.

ندخل في المسعر تحت الضغط الجوي قطعة من الجليد كتلتها $m_1 = 100g$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 0°C$عند التوازن الحراري درجة حرارة محتوى المسعر $\theta_3 = 20°C$.

نعطي :

- درجة حراة أنصهار الجليد تحت الضغط الجوي النظامي $P_0=10^5$ Pa هي : 0°C
- الحرارة الكتلية للكحول : $c_a = 2{,}4.10^3 J.kg^{-1}.K^{-1}$.
- الحراة الكتلية للماء : $c_e = 4180J.Kg^{-1}.K^{-1}$.

1- أحسب كمية Q المفقودة من طرف المجموعة {الكحول + المسعر }.
2- استنتج كمية الحرارة Q’ المكتسبة من طرف الجليد لتصبح درجة حرارته θ_3 . استنتج قيمة L_f .
3- لتكن t_1لحظة إدخال قطعة الجليد الى المسعر و t_2 لحظة الحصول على التوازن الحراري . أحسب خلال المدة $\Delta t = t_2 - t_1$ تغير الطاقة الداخلية للمجموعات التالية :
   3.1- {المسعر+الكحول }.
   3.2- {الجليد }.

تصحيح تمارين الانتقال الحراري

تمرين 1:

1- تغير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر + الماء البارد} :

$$\Delta U_1 = Q_1 + Q'$$

Q_1: الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد .
Q' : الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف المسعر .

$$Q_1 = m_1 c_e (\theta - \theta_1)$$

$$Q = 0{,}3 \times 4180 \times (42 - 20) = 27588J$$

2- تغير الطاقة الداخلية للماء الساخن :

$$\Delta U_2 = Q_2$$

Q_2 : كمية الطاقة الحراية الممنوحة من طف الماء الساخن .

$$Q_2 = m_2 c_e (\theta - \theta_2)$$

$$Q=0{,}4 \times 4180 \times (42 - 61) = -31768J$$

3- ليكن Q’الطاقة المكتسبة من طرف المسعر .

بما أن المجموعة {المسعر الماء } لا تتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي لأن المسعر حافظة كظيمة ونعتبر أن التبادل بالشغل كذلك منعدم وحسب المبدأ الأول للتيرموديناميك لدينا عند التوازن الحراري :

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

بحيث أنQ' هي كمية الجرارة المكتسبة من طرف المسعر :

$$Q' = \mu_C(\theta - \theta_1)$$

$$Q' = -Q_1 - Q_2$$

$$Q' = -27588 - (-31768) = 4180J$$

4- استنتاج السعة الحرارية للمسعر :

$$Q' = \mu_C(\theta - \theta_1)$$

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

$$\mu_C = \frac{4180}{42 - 20}$$

$$\mu_C = 190J.K^{-1}$$

تمرين 2 :

1- حساب μ_C :

يحدث تبادل حراري بين :

*المسعر الذي يكتسب كمية من الحرارة $Q_0 = \mu_C(\theta_f - \theta_0)$

*الماء الذي يفقد كمية من الحرارة $Q_1 = m_1 c_e(\theta_f - \theta_1)$

وحسب المعادلة المسعرية :

$$Q_0 + Q_1 = 0$$

$$\mu_C(\theta_f - \theta_0) + m_1 c_e(\theta_f - \theta_1) = 0$$

ومنه :

$$\mu_C = -\frac{m_1 c_e(\theta_f - \theta_1)}{\theta_f - \theta_0}$$

ت.ع:

$$\mu_C = -\frac{0{,}15 \times 4180(35 - 40)}{40 - 16}$$

$$\mu_C = 165J.K^{-1}$$

2- 2.1- حساب كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر ومحتواه :

$$Q = (m_1 c_e + \mu_C)(\theta'_f - \theta_f)$$

ت.ع:

$$Q = (0{,}15 \times 4180 + 165)(40 - 35)$$

$$Q = 3960J$$

2.2- تحديد الحرارة الكتلية للفلز :

كمية الحرارة المفقودة من طرف الفلز :

$$Q' = m_2 c_e(\theta'_2 - \theta_2)$$

حسب المعادلة المسعرية :

$$Q + Q' = 0$$

$$Q' + m_2 C(\theta'_2 - \theta_2) = 0$$

$$C = \frac{-Q}{m_2(\theta'_2 - \theta_2)}$$

ت.ع:

$$C = \frac{-3960}{0{,}2(40 - 83)}$$

$$C = 460J.kg^{-1}.K^{-1}$$

حسب القيم الموجودة في الجدول الفلز هو الحديد .

تمرين 3 :

1- الطاقة الحرارية الممنوحة من طرف المجموعة الساخنة :

عند انخفاض درجة حرارة المسعر والماء الموجود فيه من θ_1 الى θ_f ، تمنح المجموعة كمية من الحرارة Q_1 حيث :

$$Q_1 = (\mu_C + m_1 C_e)(\theta_f - \theta_1)$$

مع اعتبار $\mu_C = 0$

نكتب :

$$Q_1 = m_1 C_e (\theta_f - \theta_1)$$

ت.ع :

$$Q_1 = 1 \times 4{,}18.10^3 (0 - 18)$$

$$Q_1 = -75240J$$

2- الطاقة الحرارية المكتسبة :

عند ارتفاع درجة الحرارة الجليد من $\theta_2 = -10°C$ الى $\theta_f = 0$ تكتسب كتلة الجليد m_2 التي تكون المجموعة الباردة الطاقة الحرارية Q_2 حيث :

$$Q_2 = m_2 C_g (\theta_f - \theta_2)$$

ت.ع:

$$Q_2 = 1 \times 1{,}2.10^3 (0 - (-10))$$

$$Q_2 = 21\,000J$$

بما أن : $|Q_1| > Q_2$ فأنه عند درجة الحرارة $\theta_f = 0°C$ تبدأ قطعة الجليد في الذوبان .
تكتسب قطعة الجليد الطاقة Q حيث :

$$Q = mL_f$$

حسب المعادلة المسعرية نكتب :

$$Q_1 + Q_2 + Q = 0$$

$$Q = -Q_1 - Q_2$$

$$Q = -(-75\,240) - 21\,000$$

$$Q = 54\,240J$$

الطاقة الحرارية المكتسبة من طف قطعة الجليد هي :

$$Q = 54240J$$

والكتلة المذابة من الجليد هي :

$$Q = mL_f$$

$$m = \frac{Q}{L_f}$$

ت.ع:

$$m = \frac{54240}{335.10^3} = 0{,}162kg$$

$$m = 162g$$

تمرين 4 :

1- حساب كمية الحرارة Q_1 المفقودة من طرف الماء :

$$Q_1 = m_1 c_e(\theta_3 - \theta_2)$$

ت.ع: $Q_1 = 0{,}2 \times 4180(50 - 60)$

$$Q_1 = -8360J$$

2- استنتاج Q_2 :

عند التوازن الحراري نكتب :

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_2 = -Q_1$$

$$Q_2 = 8360J$$

Q_2 كمية الحرارة المكتسبة من طف المسعر والتي تكتب :

$$Q_2 = \mu_C(\theta_3 - \theta_1)$$

$$\mu_C = \frac{Q_2}{\theta_3 - \theta_1}$$

ت.ع:

$$\mu_C = \frac{9360}{50 - 30}$$

$$\mu_C = 418J.K^{-1}$$

3- 3.1- حساب كمية الحرارة Q_3 اللازمة لانصهار قطعة الجليد كليا :

$$Q_3 = m_3.L_f$$

ت.ع:

$$Q_3 = 10.10^{-3} \times 355 = 3{,}55kJ$$

3.2- كمية الحرارة المكتسبة من طرف قطعة الجليد :

$$Q_4 = m_2L_f + m_2c_e(\theta_4 - \theta_3)$$

3.3- كمية الحرارة المفقودة من طرف المسعر والكتلة m_1 للماء :

$$Q'_1 = (\mu_C + m_1.c_e)(\theta_4 - \theta_3)$$

باعتبار التوازن الحراري نكتب :

$$Q_4 + Q'_1 = 0$$

$$m_2L_f + m_2c_e(\theta_4 - \theta_3) + (\mu_C + m_1.c_e)(\theta_4 - \theta_3) = 0$$

$$(\theta_4 - \theta_3)(\mu_C + m_1.c_e + m_2c_e) = -m_2L_f$$

$$\theta_4 - \theta_3 = \frac{-m_2L_f}{\mu_C + m_1c_e + m_2c_e}$$

$$\theta_4 = \frac{-m_2L_f}{\mu_C + (m_1 + m_{2)}c_e} + \theta_3$$

ت.ع:

$$\theta_4 = -\frac{10.10^{-3} \times 335.10^3}{418 + (0.2 + 0.01) \times 4180} + 50$$

$$\theta_4 = 47{,}4°C$$

تمرين 5 :

1- كمية الحرارة المفقودة من طرف المجموعة {المسعر+الكحول}:

$$Q = mc_a(\theta_3 - \theta_1) + \mu_c(\theta_3 - \theta_1)$$

$$Q = (mc_e + \mu_c)(\theta_3 - \theta_1)$$

ت.ع:

$$Q = (0{,}5 \times 2{,}4.10^3 + 210)(20 - 50)$$

$$Q = -4{,}23.10^4 J$$

2- عندما يحصل التوازن الحراري ، نكتب :

$$Q + Q' = 0$$

$$Q' = -Q$$

$$Q' = 4{,}23.10^4 J$$

لدينا :

$$Q' = m_1 L_f + m_1 c_e(\theta_3 - \theta_2)$$

$$m_1 L_f = Q' - m_1 c_e(\theta_3 - \theta_2)$$

$$L_f = \frac{Q' - m_1 c_e(\theta_3 - \theta_2)}{m_1}$$

ت.ع:

$$L_f = \frac{4.23.10^4 - 0{,}1 \times 4180(20 - 0)}{0{,}1}$$

$$L_f = 339{,}4.10^3 J.kg^{-1}$$

$$L_f = 339{,}4. kJ.kg^{-1}$$

3.1- تغير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر+الكحول }:

$$\Delta U = Q < 0$$

$$\Delta U = -4{,}23.10^4 J$$

3.2- تغير الطاقة الداخلية بالنسبة للمجموعة {الجليد }:

$$\Delta U = Q' > 0$$

$$\Delta U = 4{,}23.10^{4} J$$