

4-8 Pour chauffer un litre d'eau de 0 à 100°C, on consomme une certaine quantité d'énergie électrique. Si cette énergie était consommée par le moteur d'une locomotive de 100 tonnes, initialement immobile, à quelle vitesse le véhicule serait-il amené ?

Solution

Posons à nouveau l'équation d'équivalence énergétique. Ici, l'énergie électrique équivalente pour chauffer l'eau est transmise à la locomotive afin de la mettre en mouvement. Comme la locomotive n'a pas initialement pas d'énergie cinétique propre, on a simplement :

$$\Delta Q = E_{cin} \Rightarrow mc_e \Delta T = \frac{1}{2} m_{loc} v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2m_e c_e \Delta T}{m_{loc}}} = 2.89 \left[\frac{m}{s} \right] = 10.41 \left[\frac{km}{h} \right]$$

4-9 On met en contact 10g d'eau à 50°C et 60g de fer à 20°C. Quelle est la température d'équilibre ?

Solution L'eau étant à une température plus élevée que le fer, elle est par convention négative et fournit de la chaleur au fer, qui en reçoit (En positive), posons l'équation d'équilibre énergétique : ($c_{Fe} = 460 \left[\frac{J}{kgK} \right]$)

$$\Delta Q_{eau} + \Delta Q_{Fe} = 0 \Rightarrow mc_e(T_{eq} - T_{eau}) + mc_{Fe}(T_{eq} - T_{Fe}) = 0 \Rightarrow$$

$$T_{eq} = \frac{(mc_e T_{eau} + mc_{Fe} T_{Fe})}{mc_e + mc_{Fe}} = 38.07 [^{\circ}K]$$

4-10 On met en contact deux blocs d'aluminium dont les masses sont de 150 et 200g et dont les températures sont de 0 et 100°C respectivement. Quelle est la température d'équilibre ?

Solution Nous avons un problème analogue à celui de l'ex. précédent , on pose l'équation d'échange d'énergie :

$$\Delta Q_{Al0} + \Delta Q_{Al100} = 0 \Rightarrow m_0 c_{Al}(T_{eq} - T_0) + m_{100} c_{Al}(T_{eq} - T_{100}) = 0 \Rightarrow$$

$$T_{eq} = \frac{(m_0 T_0 + m_{100} T_{100})}{(m_0 + m_{100})} = 330 [^{\circ}K] = 57 [^{\circ}C]$$

4-11 Une casserole d'aluminium a une masse de 1,5 kg et contient 2 litres d'eau à 60° C. Quelle masse d'eau à 10°C faut-il ajouter dans la casserole pour qu'elle contienne de l'eau à 50°C ?

Solution ($c_{Al} = 900 \left[\frac{J}{kgK} \right]$)

Le problème est ici analogue à ceux précédents. On recherche la masse d'eau ajoutée pour atteindre la température finale de 50°C, posons l'équation :

$$\Delta Q_{Al60} + \Delta Q_{e60} + \Delta Q_{e10} = 0 \Rightarrow m_{Al} c_{Al}(T_{eq} - T_{Al}) + m_{60} c_e(T_{eq} - T_{60}) + m_{15} c_e(T_{eq} - T_{15}) = 0 \Rightarrow$$

$$m_{15} = \frac{-(m_{Al} c_{Al}(T_{eq} - T_{Al}) + m_{60} c_e(T_{eq} - T_{60}))}{c_e(T_{eq} - T_{15})} = 0.58 [Kg]$$

4-12 Un vase de Dewar (bouteille Thermos) contient 120g d'eau à 21°C. Si on y verse 50g d'eau à 36°C, l'équilibre s'établit à 25°C. Détermine la capacité thermique du récipient.

Solution

Le problème est ici analogue à ceux précédents. On a une source de chaleur fournie par l'eau à 36°C, puisque cette eau est à température supérieure à la température d'équilibre, l'eau à 21° et le récipient qui reçoivent de la chaleur, posons l'équation thermique :

$$\Delta Q_{th} + \Delta Q_{e21} + \Delta Q_{e36} = 0 \Rightarrow C_{th}(T_{\acute{e}q} - T_{th}) + m_{21}c_e(T_{\acute{e}q} - T_{21}) + m_{36}c_e(T_{\acute{e}q} - T_{36}) = 0 \Rightarrow$$

$$C_{th} = \frac{-c_e(m_{21}(T_{\acute{e}q} - T_{21}) + m_{36}(T_{\acute{e}q} - T_{36}))}{(T_{\acute{e}q} - T_{th})} = 73.24 \left[\frac{J}{^{\circ}K} \right] = 17.5 \left[\frac{cal}{^{\circ}K} \right]$$

4-13 Un verre a une masse de 80g. il contient une cuillère d'argent de 40g. Le tout est à 20°C. On verse dans le verre 1 décilitre de thé à 90°C. Quelle est la température d'équilibre du système.

Solution ($c_{ve} = 840 \left[\frac{J}{kgK} \right]$ $c_{Ag} = 230 \left[\frac{J}{kgK} \right]$)

Le problème est ici analogue à ceux précédents. On a une source de chaleur fournie par l'eau du thé à 90°C, la cuillère et le récipient reçoivent de celle-ci de la chaleur, posons l'équation thermique :

$$\Delta Q_e + \Delta Q_{arg} + \Delta Q_v = 0 \Rightarrow m_e c_e(T_{\acute{e}q} - T_e) + m_{Ag} c_{Ag}(T_{\acute{e}q} - T_{Ag}) + m_v c_v(T_{\acute{e}q} - T_v) = 0 \Rightarrow$$

$$T_{\acute{e}q} = \frac{c_e m_e T_e + m_{Ag} c_{Ag} T_{Ag} + m_v c_v T_v}{c_e m_e + m_{Ag} c_{Ag} + m_v c_v} = 73.24 \left[\frac{J}{^{\circ}K} \right] = 79.19 [^{\circ}C]$$

4-14 On met en contact 20g de cuivre à 120°C, 30g de plomb à 50°C et 15g d'aluminium à -40°C. Quelle est la température d'équilibre du système ?

Solution ($c_{cu} = 390 \left[\frac{J}{kgK} \right]$ $c_{pb} = 130 \left[\frac{J}{kgK} \right]$ $c_{al} = 900 \left[\frac{J}{kgK} \right]$)

Le problème est ici analogue à ceux précédents. On pose l'équation thermique :

$$\Delta Q_{cu} + \Delta Q_{pb} + \Delta Q_{al} = 0 \Rightarrow m_{cu} c_{cu}(T_{\acute{e}q} - T_{cu}) + m_{pb} c_{pb}(T_{\acute{e}q} - T_{pb}) + m_{al} c_{al}(T_{\acute{e}q} - T_{al}) = 0 \Rightarrow$$

$$T_{\acute{e}q} = \frac{c_{cu} m_{cu} T_{cu} + m_{pb} c_{pb} T_{pb} + m_{al} c_{al} T_{al}}{c_{cu} m_{cu} + m_{pb} c_{pb} + m_{al} c_{al}} = 23.45 [^{\circ}C]$$

Rem, la réponse du manuel est de 22°C.
