

PROBLEMI SULL'EQUILIBRIO TERMICO

- 1) Per riscaldare l'acqua di uno scaldabagno da $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ occorrono 45 minuti, utilizzando una sorgente di calore che ha la potenza di 3000 W, ma un rendimento dell'80% perché il 20% dell'energia fornita si disperde nel riscaldamento del contenitore e dei tubi. Calcolare quanta acqua contiene lo scaldabagno.
- 2) In un calorimetro contenente 300 g di acqua a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, si immerge un cilindro di alluminio di massa 130 g, alla temperatura di $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ e la temperatura dell'acqua sale a $26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Calcolare l'equivalente in acqua del calorimetro.
- 3) Un barattolo di alluminio pesa vuoto 180 g e contiene 50 g di acqua a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si riscaldano 200 g di pallini di piombo per taratura a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e si versano nel barattolo. Determinare la temperatura del sistema all'equilibrio. (calore specifico dell'alluminio = $908\text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$, calore specifico del piombo = $130\text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$).
- 4) Un cilindro di ferro, del volume di 22 cm^3 , viene riscaldato a $98\text{ }^{\circ}\text{C}$ e successivamente immerso in un calorimetro contenente acqua a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sapendo che:
 - la densità del ferro è 7800 Kg/ m^3
 - il calore specifico del ferro è $500\text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$
 - la temperatura all'equilibrio termico è $26\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - l'equivalente in acqua del calorimetro è 26 gDeterminare:
 - la quantità di acqua contenuta nel calorimetro
 - la temperatura che si raggiungerebbe all'equilibrio termico nel caso che il cilindretto metallico immerso fosse di rame (il calore specifico del rame è $390\text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$)
- 5) Su 50 g di glicerina alla temperatura di $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ contenuti in un calorimetro di massa equivalente 20 g, viene versata dell'acqua a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. La miscela raggiunge la temperatura di equilibrio a $40,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinare quanta acqua è stata versata nel calorimetro, sapendo che il calore specifico della glicerina vale $2260\text{ J/Kg}^{\circ}\text{C}$

SOLUZIONI

1) Per riscaldare l'acqua di uno scaldabagno da 18 °C a 38 °C occorrono 45 minuti, utilizzando una sorgente di calore che ha la potenza di 3000 W, ma un rendimento dell'80% perché il 20% dell'energia fornita si disperde nel riscaldamento del contenitore e dei tubi. Calcolare quanta acqua contiene lo scaldabagno.

DATI

$$T_{\text{iniz}} = 18 \text{ °C}$$

$$T_{\text{finale}} = 38 \text{ °C}$$

$$t = 45 \text{ minuti} = 45 \cdot 60 = 2700 \text{ s}$$

$$P_{\text{totale}} = 3000 \text{ W}$$

$$P_{\text{utile}} = 3000 \cdot 80/100 = 2400 \text{ W}$$

$$c_s = 4186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$m = ?$$

SOLUZIONE

$$(T_{\text{finale}} - T_{\text{iniz}}) = 20 \text{ °C}$$

$$E = P \cdot t = 2400 \cdot 2700 = 6,48 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$E = c_s \cdot m \cdot (T_{\text{finale}} - T_{\text{iniz}})$$

$$m = E / c_s \cdot (T_{\text{finale}} - T_{\text{iniz}}) = 6,48 \cdot 10^6 / 4186 \cdot 20 = 6,48 \cdot 10^6 / 0,08372 \cdot 10^6 = 77,4 \text{ Kg}$$

2) In un calorimetro contenente 300 g di acqua a 20 °C, si immerge un cilindro di alluminio di massa 130 g, alla temperatura di 98 °C e la temperatura dell'acqua sale a 26 °C. Calcolare l'equivalente in acqua del calorimetro.

DATI

$$m_{\text{acqua}} = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ Kg}$$

$$T_1 = 20 \text{ °C}$$

$$m_{\text{alluminio}} = 130 \text{ g} = 0,13 \text{ kg}$$

$$T_2 = 98 \text{ °C}$$

$$T_{\text{eq}} = 26 \text{ °C}$$

$$m_{\text{eq}} = ?$$

$$c_s = 4186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

SOLUZIONE

$$(m_{\text{acqua}} + m_{\text{eq}}) \cdot c_s \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_{\text{alluminio}} \cdot c_{s\text{Al}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$c_{s\text{ alluminio}} = 908 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{eq}} = [m_{\text{alluminio}} \cdot c_{s\text{Al}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}}) / c_s \cdot (T_{\text{eq}} - T_1)] - m_{\text{acqua}}$$

$$m_{\text{eq}} = 0,13 \cdot 908 \cdot (98-26) / 4186 \cdot (26-20) - 0,3 = 0,13 \cdot 908 \cdot 72 / 25116 - 0,3 = 0,0384 \text{ Kg} = 38,4 \text{ g}$$

3) Un barattolo di alluminio ha massa a vuoto 180 g e contiene 50 g di acqua a 20 °C. Si riscaldano 200 g di pallini di piombo per taratura a 100 °C e si versano nel barattolo. Determinare la temperatura del sistema all'equilibrio. (calore specifico dell'alluminio = 908 J/Kg°C, calore specifico del piombo = 130 J/Kg°C).

DATI

$$m_{\text{barattolo}} = 180 \text{ g} = 0,18 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{acqua}} = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ Kg}$$

$$T_1 = 20 \text{ °C}$$

$$m_{\text{pallini}} = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ Kg}$$

$$T_2 = 100 \text{ °C}$$

$$T_{\text{eq}} = ?$$

$$c_s \text{ acqua} = 4186 \text{ J/Kg°C}$$

$$c_s \text{ alluminio} = 908 \text{ J/Kg°C}$$

$$c_s \text{ piombo} = 130 \text{ J/Kg°C}$$

SOLUZIONE

$$m_{\text{acqua}} \cdot c_s \text{ acqua} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) + m_{\text{barattolo}} \cdot c_s \text{ alluminio} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_{\text{pallini}} \cdot c_s \text{ piombo} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$0,05 \cdot 4186 (T_{\text{eq}} - 20) + 0,18 \cdot 908 \cdot (T_{\text{eq}} - 20) = 0,2 \cdot 130 \cdot (100 - T_{\text{eq}})$$

$$(T_{\text{eq}} - 20) \cdot (209,3 + 163,44) =$$

$$372,74 \cdot (T_{\text{eq}} - 20) = 26 \cdot (100 - T_{\text{eq}})$$

$$372,74 \cdot T_{\text{eq}} + 26 \cdot T_{\text{eq}} = 2600 + 7454,8$$

$$398,74 \cdot T_{\text{eq}} = 10054,8$$

$$T_{\text{eq}} = 25,2 \text{ °C}$$

4) Un cilindro di ferro, del volume di 22 cm³, viene riscaldato a 98 °C e successivamente immerso in un calorimetro contenente acqua a 20 °C. Sapendo che:

- la densità del ferro è 7800 Kg/ m³
- il calore specifico del ferro è 500 J/Kg°C
- la temperatura all'equilibrio termico è 26 °C
- l'equivalente in acqua del calorimetro è 26 g

Determinare:

- la quantità di acqua contenuta nel calorimetro
- la temperatura che si raggiungerebbe all'equilibrio termico nel caso che il cilindretto metallico immerso fosse di rame (il calore specifico del rame è 390 J/Kg°C)

DATI

$$V = 22 \text{ cm}^3 = 22 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 98 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{eq}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$d_{\text{ferro}} = 7800 \text{ Kg/ m}^3$$

$$c_{\text{s ferro}} = 500 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{s rame}} = 390 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{s acqua}} = 4186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{eq}} = 26 \text{ g} = 0,026 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{acqua}} = ?$$

$$T_{\text{eq}} = ? \text{ con cilindretto di rame}$$

SOLUZIONE

$$d = m/V$$

$$m = d \cdot V = 7800 \cdot 22 \cdot 10^{-6} = 0,1716 \text{ Kg}$$

$$(m_{\text{acqua}} + m_{\text{eq}}) \cdot c_{\text{s acqua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_{\text{ferro}} \cdot c_{\text{s ferro}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$(m_{\text{acqua}} + 0,026) \cdot 4186 \cdot (26 - 20) = 0,1716 \cdot 500 \cdot (98 - 26)$$

$$(m_{\text{acqua}} + 0,026) \cdot 4186 \cdot 6 = 0,1716 \cdot 500 \cdot 72$$

$$(m_{\text{acqua}} + 0,026) = 0,246$$

$$m_{\text{acqua}} = 0,22 \text{ Kg}$$

$$(m_{\text{acqua}} + m_{\text{eq}}) \cdot c_{\text{s acqua}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_{\text{rame}} \cdot c_{\text{s rame}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$(0,22 + 0,026) \cdot 4186 \cdot (T_{\text{eq}} - 20) = 0,1716 \cdot 390 \cdot (98 - 26)$$

$$0,246 \cdot 4186 \cdot (T_{\text{eq}} - 20) = 4818,53$$

$$(T_{\text{eq}} - 20) = 4,68$$

$$T_{\text{eq}} = 24,68 \text{ }^\circ\text{C}$$

-
- 5) Su 50 g di glicerina alla temperatura di 20 °C contenuti in un calorimetro di massa equivalente 20 g, viene versata dell'acqua a 50 °C. La miscela raggiunge la temperatura di equilibrio a 40,5 °C. Determinare quanta acqua è stata versata nel calorimetro, sapendo che il calore specifico della glicerina vale 2260 J/Kg°C**

DATI

$$m_{\text{eq}} = 20 \text{ g} = 0,02 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{glicerina}} = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ Kg}$$

$$T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{eq}} = 40,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{s glicerina}} = 2260 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{s acqua}} = 4186 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{acqua}} = ?$$

SOLUZIONE

$$m_{\text{eq}} \cdot c_s \text{ acqua} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) + m_{\text{glicerina}} \cdot c_s \text{ glicerina} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_{\text{acqua}} \cdot c_s \text{ acqua} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$0,02 \cdot 4186 \cdot (40,5 - 20) + 0,05 \cdot 2260 \cdot (40,5 - 20) = m_{\text{acqua}} \cdot 4186 \cdot (50 - 40,5)$$

$$83,72 \cdot 20,5 + 113 \cdot 20,5 = m_{\text{acqua}} \cdot 4186 \cdot 9,5$$

$$4032,76 = m_{\text{acqua}} \cdot 39767$$

$$m_{\text{acqua}} = 0,101 \text{ Kg} = 101 \text{ g}$$