cl.10a – (S.10.1-2) – Rezolvari pb – Calorimetrie si transf. 17.11.2020

pag. 98

Fixarea cunoscutelor · Coef. calorici / C – cap. calorică $C = \left(\frac{Q}{\Delta T}\right)$, (J/K)

$\boxed{\lambda = \frac{Q_\lambda}{m}}$ – căld. latentă de topire / solidif. | c – cald. specifică $c = \frac{1}{m}\left(\frac{Q}{\Delta T}\right)$, (J/kg·K)

C_μ – cald. molară $C_\mu = \frac{1}{\nu}\left(\frac{Q}{\Delta T}\right)$, (J/kmol·K)

$\begin{cases} \lambda_s = Q_s/m; (J/kg) \\ \lambda_t = Q_t/m; (J/kg) \end{cases}$ $\boxed{C = m \cdot c = \nu \cdot C_\mu = \mu \cdot c}$

$\boxed{\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{V}{V_\mu} = \frac{N}{N_A}}$, nr. de moli

Ec. calorimetrică: $\boxed{Q_c = Q_p}$

$$Q_c = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T = \nu C_\mu \cdot \Delta T = \mu c \Delta T = Q_p$$

$\begin{cases} Q_c \text{ – cald. cedată de corpul/corpurile care se răcesc. } \Delta T = (t_f - \theta) \text{ până la ech.} \\ Q_p \text{ – cald. primită de corpurile reci care se încălzesc cu } \Delta T = (\theta - t_r) \end{cases}$

θ – temperatura de echilibru termic

t_f – temperatura corpului fierbinte/cald.

t_r – temperatura corpului rece supus încălzirii în contact termic cu cel fierbinte.

(Pb. 10/98) mon. cl. Xa (ed. 1995)

Osferă de Pt-platină de rază 5 cm, aflată la temperatura de 95°C, se scufundă în 2 l. de apă la temperatura 4°C. Care va fi temperatura θ – de echilibru?

Se cunosc: $\rho_{Pt} = 22{,}07\ g/cm^3$ și $c_{Pt} = 120\ J/kg \cdot K$, $c_{H_2O} = 4180\ J/kg \cdot K$

$m_{H_2O} = \rho \cdot V_{H_2O}$

$V_{H_2O} = 2\ l$

$t_a = t_r = 4°C$

$R = 5\ cm$

$t_f = 95°C$

$\rho_{Pt} = 22{,}07\ g/cm^3$

$c_{Pt} = 120\ J/kg \cdot K$

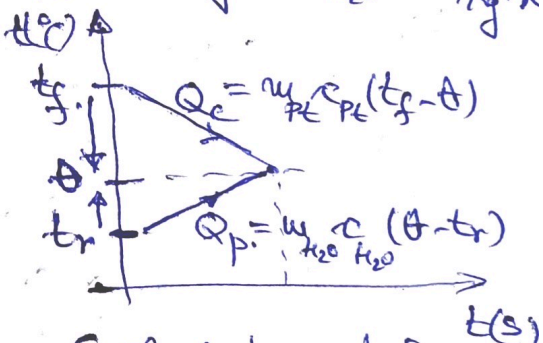
$\theta = ?$

$c_{H_2O} = 4180\ J/kg \cdot K$

$\boxed{Q_c = Q_p}$ (1)

$\begin{cases} Q_c = m_{Pt} \cdot c_{Pt}(t_f - \theta) \\ Q_p = m_{H_2O} c_{H_2O}(\theta - t_r) \end{cases}$ (2)

$\begin{cases} m_{Pt} = \rho_{Pt} \cdot V_{Pt} = \rho_{Pt}\left(\frac{4\pi R^3}{3}\right) \\ m_{H_2O} = \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O} \end{cases}$ (3)



Graficul: temperatură (t°C) – timp (t, s)

deci, înlocuind. mosele (3) în expresiile căldurilor (2) Q_c – cedată de Pt-fierbinte și Q_p – cald. primită de H_2O-apa rece, rescriem ec. calorimetrică (1) (urmând. calc. numeric)

$\begin{cases} Q_c = m_{Pt} \cdot c_{Pt}(t_f - \theta) = \rho_{Pt}\left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) \cdot c_{Pt}(t_f - \theta) \\ Q_p = m_{H_2O} c_{H_2O}(\theta - t_r) = \rho_{H_2O} V_{H_2O} \cdot c_{H_2O}(\theta - t_r) \end{cases}$

(1) $\boxed{Q_c = Q_p} \rightarrow \rho_{Pt}\left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) c_{Pt}(t_f - \theta) = \rho_{H_2O} V_{H_2O} c_{H_2O}(\theta - t_r)$

Desfacem parantezele și parăm și dăm θ în factor comun astfel:

$$\theta \cdot \left[\rho_{Pt} \cdot \frac{4\pi r^3}{3} c_{Pt} + \rho_{H_2O} V_{H_2O} c_{H_2O}\right] = \rho_{Pt}\left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) c_{Pt} \cdot t_f + \rho_{H_2O} V_{H_2O} c_{H_2O} \cdot t_r$$

Scoatem

$$\theta = \left[\rho_{Pt}\left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) c_{Pt} \cdot t_f + \rho_{H_2O} V_{H_2O} c_{H_2O} t_r\right] / \left[\rho_{Pt}\left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) c_{Pt} + \rho_{H_2O} V_{H_2O} c_{H_2O}\right] = ? = 16{,}9°C$$

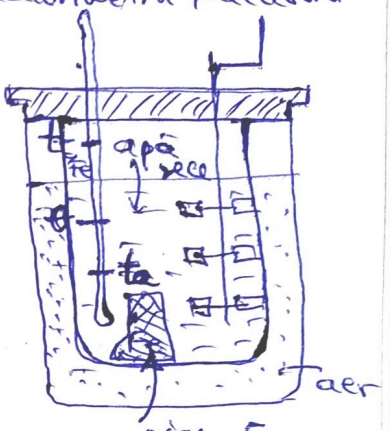
(Pb11/92) Într-un calorimetru care conține 500g apă la temperatura 28°C se introduce o piesă de fier de 150g și temperatura 100°C. Temperatura de echilibru este de 30°C. Se cere C-capacitatea calorică a calorimetrului și a accesoriilor (vase + capac + agitator ...). Se dau: $c_{Fe} = 497 \frac{J}{kg \cdot K}$, $c_{H_2O} = 4180 \frac{J}{kg \cdot K}$

$m_a = 500g = 0,5kg$
$t_a = 28°C$
$m_{Fe} = 150g = 0,150kg$
$t_f = 100°C$
$\theta = 30°C$
$c_{Fe} = 497 J/kg \cdot K$
$c_a = 4180 J/kg \cdot K$
$C = ?$

Q_c - cald. cedată de piesa metalică
Q_p - cald. primită de apă și calorimetru + accesorii

$$Q_c = Q_p \quad (1)$$

$$(2)\begin{cases} Q_c = m_{Fe} \cdot c_{Fe}(t_f - \theta) \\ Q_p = m_a c_a (\theta - t_a) + C(\theta - t_a) \end{cases}$$



Înlocuim expresiile căldurilor din ec.(2) în (1)

$$Q_c = Q_p \Rightarrow m_{Fe} \cdot c_{Fe}(t_f - \theta) = m_a c_a (\theta - t_a) + C(\theta - t_a)$$

Separăm necunoscuta:

$$C = \frac{m_{Fe} c_{Fe}(t_f - \theta) - m_a c_a (\theta - t_a)}{\theta - t_a} \approx 520 J/K$$

apoi se fac calculele numerice:

(Pb.13/92) O masă de 2kg de apă cu temperatura $t_a = 90°C$ trebuie răcită până la temperatura $\theta = 15°C$. Câtă gheață (m_g) cu temperatura $t_g = -20°C$ este necesară pentru această răcire. Se dau: $\lambda_g = 34 \cdot 10^4 J/K$, $c_g = 2090 J/kg \cdot K$, $c_a = 4180 \frac{J}{kg \cdot K}$

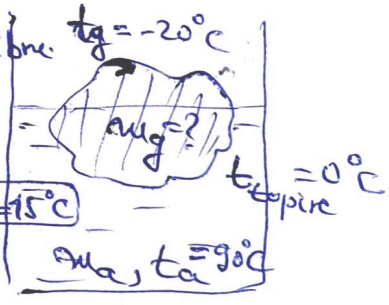
$m_a = 2kg$
$t_a = 90°C$
$\theta = 15°C$
$t_g = -20°C$
$\lambda_g = 34 \cdot 10^4 J/K$
$c_g = 2090 J/K$
$c_a = 4180 J/K = 2 \cdot c_g$
$m_g = ?$

$Q_c = Q_p$

Q_c = căldura cedată de apa fierbinte până la θ-echilibru: $Q_c = m_a \cdot c_a (t_a - \theta)$

$Q_p = m_g c_g (t_t - t_g) + m_g \cdot \lambda_t + m_g c_a (\theta - t_t)$

- $m_g c_g (t_t - t_g)$: cald. de încălzire a gheții până la t_t - temperatura de topire
- $m_g \cdot \lambda_t$: cald latentă de topire a gheții
- $m_g c_a (\theta - t_t)$: cald. absorbită de apa rezultată din gheață până la θ temperatura de echilibru.



deci: $Q_c = Q_p \Rightarrow m_a \cdot c_a (t_a - \theta) = m_g \cdot c_g (t_t - t_g) + m_g \cdot \lambda_t + m_g \cdot c_a (\theta - t_t)$

dăm m_g-ul factor și apoi îl scoatem astfel:

$$m_g \cdot [c_g (t_t - t_g) + \lambda_t + c_a (\theta - t_t)] = m_a c_a (t_a - \theta)$$

deci

$$m_g = \frac{m_a \cdot c_a (t_a - \theta)}{c_g (t_t - t_g) + \lambda_t + c_a (\theta - t_t)} \approx 1,41 kg$$