

Problema 8.2

	Soluție	
a)	<p>Pentru expresia cantității de căldură, exprimată prin puterea P și timpul t, care este necesară la încălzirea gheții de la -10°C până la 0°C: $P \cdot t_1 = mc_g \Delta t$ (0.5 p.)</p> <p>Pentru determinarea duratei în care se produce încălzirea gheții și pentru calcule</p> $t_1 = \frac{mc_g \Delta t}{P} = \frac{0,1\text{kg} \cdot 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})}{100 \text{ W}} \cdot (0 + 10)^{\circ}\text{C} = 20,9 \text{ s} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru expresia cantității de căldură, exprimată prin puterea P și timpul t, care este necesară la topirea gheții: $P \cdot t_2 = m\lambda_t$ (0.5 p.)</p> <p>Pentru determinarea duratei în care se produce topirea gheții și pentru calcule</p> $t_2 = \frac{m\lambda_t}{P} = \frac{0,1\text{kg} \cdot 333300 \text{ J}/\text{kg}}{100 \text{ W}} = 333,3 \text{ s} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru expresia cantității de căldură, exprimată prin puterea P și timpul t, care este necesară la încălzirea apei de la 0°C până la 100°C: $P \cdot t_3 = mc_a \Delta t$ (0.5 p.)</p> <p>Pentru determinarea duratei în care se produce încălzirea gheții și pentru calcule</p> $t_3 = \frac{mc_a \Delta t}{P} = \frac{0,1\text{kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})}{100 \text{ W}} \cdot (100 - 0)^{\circ}\text{C} = 418 \text{ s} \quad \textbf{(0.25 p.)}$	2.25 p.
b)	<p>Pentru determinarea cantității de căldură necesară pentru a transforma bucata de gheață introdusă în vas în apă: $Q_{prim.,1} = mc_g \Delta t + m\lambda_t = 0,1\text{kg} \cdot (2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot 10^{\circ}\text{C} + 333300 \text{ J}/\text{kg}) = 35420 \text{ J}$ (0.25 p.)</p> <p>Pentru determinarea cantității de căldură cedată de apa aflată în vas la temperatura de $t_{100} = 100^{\circ}\text{C}$ la răcirea ei până la $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$: $Q_{ced} = mc_a (t_{100} - t_0) = 0,1\text{kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (100 - 0)^{\circ}\text{C} = 41800 \text{ J}$ (0.25 p.)</p> <p>Pentru observarea că $Q_{ced} > Q_{prim.,1}$ și concluzia că apa formată din bucata de gheață, până la stabilirea echilibrului termic la temperatura t_e, va mai primi cantitatea de căldură până la determinarea cantității de căldură primită de calorimetrul ce conține apă și gheața rămasă: $Q_{prim.,2} = mc_a (t_e - t_0)$ (0.5 p.)</p> <p>Pentru ecuația bilanțului termic:</p> $Q_{prim.} = Q_{ced.} \Rightarrow Q_{prim.,1} + Q_{prim.,2} = Q_{ced.} \Rightarrow mc_g \Delta t + m\lambda_t + mc_a (t_e - t_0) = mc_a (t_{100} - t_e) \quad \textbf{(1.0 p.)}$ <p>Pentru obținerea expresiei temperaturii de echilibru t_e a sistemului: $t_e = \frac{c_a \cdot t_{100} - c_g \Delta t - \lambda_t}{2c_a}$ (1.0 p.)</p> <p>Pentru calcule $t_e = \frac{4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot 100^{\circ}\text{C} - 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot 10^{\circ}\text{C} - 333300 \text{ J}/\text{kg}}{2 \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})} \approx 7,6^{\circ}\text{C}$ (0.25 p.)</p>	3.25 p.
c)	<p>Pentru determinarea cantității de căldură pe care o poate ceda apa cu masa $2m$ la temperatura t_e, răcindu-se până la 0°C:</p> $Q_{ced.} = 2mc_a (t_e - t_0) = 2 \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot (7,6 - 0)^{\circ}\text{C} = 6353,6 \text{ J} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru determinarea cantității de căldură necesară pentru a topi a treia bucată de gheață când aceasta se află la 0°C;</p> $Q = m\lambda_t = 0,1 \text{ kg} \cdot 333300 \text{ J}/\text{kg} = 33330 \text{ J} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru înțelegerea că în acest caz căldura cedată nu este suficientă să topească toată bucata de gheață și pentru ecuația calorimetrică:</p> $mc_g (t_0 - t_{-10}) + \Delta m \cdot \lambda_t = 2mc_a (t_e - t_0) \quad \textbf{(0.5 p.)}$ <p>Pentru determinarea masei de gheață topită:</p> $\Delta m = \frac{2mc_a (t_e - t_0) - mc_g (t_0 - t_{-10})}{\lambda_t} = \frac{6353,6 - 2090}{333300} \approx 0,0128 \text{ kg} = 12,8 \text{ g} \quad \textbf{(0.5 p.)}$ <p>Pentru stabilirea temperaturii noii stări de echilibru și a conținutului acesteia:</p> <p style="text-align: center;">Temperatura de echilibru $- 0^{\circ}\text{C}$; masa apei $- m_a = 212,8 \text{ g}$; masa gheții $- m_g = 87,2 \text{ g}$. (0.5 p.)</p>	2.0 p.
d)	<p>Pentru înțelegerea faptului că temperatura de echilibru va fi tot 0°C și pentru a încălzi a patra bucată de gheață până la 0°C este necesar ca o cantitate de apă $\Delta m'$ să se transforme în gheață (0.5 p.)</p> <p>Pentru determinarea cantității de apă care se va transforma în gheață:</p> $mc_g (t_0 - t_{-10}) = \Delta m' \cdot \lambda_t \Rightarrow \Delta m' = \frac{mc_g (t_0 - t_{-10})}{\lambda_t} = \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 2090 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \cdot 10^{\circ}\text{C}}{333300 \text{ J}/\text{kg}} \approx 0,0063 \text{ kg} = 6,3 \text{ g} \quad \textbf{(1.0 p.)}$ <p>Pentru stabilirea conținutului final de apă și de gheață:</p> $m_{a,f} = m_a - \Delta m' = 212,8 - 6,3 = 206,5 \text{ g} \quad m_{g,f} = m + m_g + \Delta m' = 100 + 87,2 + 6,3 = 193,5 \text{ g} \quad \textbf{(1.0 p.)}$	2.5 p.
	Total max	10.0 p.