

Problema 8.2

| | Soluție | |
|-----------|---|----------------|
| a) | <p>Pentru ideea de a folosi faptul că masa apei și a gheții formate este aceeași (0.25 p.)</p> <p>Pentru cunoașterea definiției densității și exprimarea masei: $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$ (0.25 p.)</p> <p>Pentru expresia egalității maselor de apă și de gheață: $\rho_a V_a = \rho_g V_g$ (1) (0.25 p.)</p> <p>Pentru cunoașterea formulei volumului paralelipipedului: $V = S \cdot h$ (0.25 p.)</p> <p>Pentru determinarea din (1) a expresiei înălțimii coloanei de apă din vasul paralelipipedic:</p> $\rho_a S h_a = \rho_g S h_g \Rightarrow h_a = \frac{\rho_g}{\rho_a} h_g \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru calcule: $h_a = \frac{900}{1000} 0,25 \text{ m} = 0,225 \text{ m} = 22,5 \text{ cm}$ (0.25 p.)</p> | 1.5 p. |
| b) | <p>Pentru înțelegerea condiție problemei că dacă nivelul apei din vas a crescut, atunci o parte din ea a înghețat (0.5 p.)</p> <p>Pentru ecuația calorimetrică: $Q_{prim.} = Q_{ced.} \Rightarrow m_g c_g (t_0 - t_g) = m_a c_a (t_a - t_0) + m'_a \lambda_g$ (2) (1.0 p.)</p> <p>Pentru expresiile care determină masele apei și gheții:</p> $m_a = \rho_a S h_2 = \rho_a S h_g \quad \textbf{(0.25 p.)} \quad m_g = \rho_g S h_g \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru determinarea masei de apă care a înghețat:</p> $\Delta V = S \Delta h = \frac{m'_a}{\rho_g} - \frac{m'_a}{\rho_a} = m'_a \frac{\rho_a - \rho_g}{\rho_g \rho_a} \quad \textbf{(0.5 p.)} \Rightarrow m'_a = S \Delta h \frac{\rho_g \rho_a}{\rho_a - \rho_g} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru obținerea din (2) – (5): $\rho_g h_g c_g (t_0 - t_g) = \rho_a h_g c_a (t_a - t_0) + \Delta h \lambda_g \frac{\rho_g \rho_a}{\rho_a - \rho_g}$ (6) (0.25 p.)</p> <p>Pentru obținerea din (6) a expresiei temperaturii inițiale a gheții din vas:</p> $t_g = 10 - \frac{1}{900 \cdot 0,25 \cdot 2100} \left[1000 \cdot 0,25 \cdot 4200 \cdot 10 + 0,005 \cdot 335000 \cdot \frac{900 \cdot 1000}{1000 - 900} \right] \approx -44 \text{ }^\circ\text{C} \quad \textbf{(0.5 p.)}$ | 3.5 p. |
| c) | <p>Pentru determinarea cantității de căldură pe care o cedează plumbul până la solidificarea lui:</p> $Q_{ced.,1} = m \lambda_l = 4 \text{ kg} \cdot 25000 \text{ J/kg} = 100000 \text{ J} = 100 \text{ kJ} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru determinarea cantității de căldură la răcirea plumbului până la $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$;</p> $Q_{ced.,2} = m c_{Pb} (\theta - t_0) = 4 \text{ kg} \cdot 130 \text{ J/(kg}\cdot\text{ }^\circ\text{C)} \cdot (327 - 0) \text{ }^\circ\text{C} = 170040 \text{ J} = 170,04 \text{ kJ} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru cantitatea totală de căldură cedată de către plumb:</p> $Q_{ced.} = Q_{ced.,1} + Q_{ced.,2} = 100000 + 170040 = 270040 \text{ J} = 270,04 \text{ kJ} \quad \textbf{(0.25 p.)}$ <p>Pentru concluzia că deoarece căldura cedată de plumb este mai mică decât căldura latentă de topire a gheții, atunci temperatura de echilibru $t_e = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. (0.25 p.)</p> | 1.0 p. |
| d) | <p>Pentru înțelegerea faptului că bila va începe să se scufunde înainte de a se topi toată gheața (0.5 p.)</p> <p>Pentru expresia cantității de căldură necesară pentru topirea părții de gheață (cu m_0 este notată masa gheții rămasă ne topită la începutul scufundării)</p> $Q = \Delta m \lambda_l; \quad \Delta m = m_g - m_0 \quad \textbf{(0.5 p.)}$ <p>Pentru condiția de plutire a bilei din gheață la limita de înaintea începutului scufundării</p> $F_{A,g} + F_A = G_g + G \quad \textbf{(0.5 p.)} \Rightarrow \rho_a V_g g + \rho_a V g = m_g g + m g \Rightarrow \rho_a \frac{m_0}{\rho_g} + \rho_a \frac{m}{\rho_{Pb}} = m_0 + m \quad \textbf{(1.0 p.)}$ <p>Pentru obținerea expresiei masei gheții ne topite la momentul începerii scufundării:</p> $m_0 \left(\frac{\rho_a}{\rho_g} - 1 \right) = m \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{Pb}} \right) \Rightarrow m_0 = \frac{1 - \rho_a / \rho_{Pb}}{\rho_a / \rho_g - 1} \cdot m = \frac{1 - 1000 / 11300}{1000 / 900 - 1} \cdot 0,1 = 0,83 \text{ kg} \quad \textbf{(1.0 p.)}$ <p>Pentru determinarea cantității de căldură care trebuie transmisă sistemului pentru începerea scufundării bilei:</p> $Q = (m_g - m_0) \lambda_l = (1,4 - 0,83) \cdot 335000 \text{ J} = 190950 \text{ J} \approx 191 \text{ kJ} \quad \textbf{(0.5 p.)}$ | 4.0 p. |
| | Total max | 10.0 p. |