

Voda o objemu 1 litr má hmotnost 1 kg.

a) Jakou hmotnost bude mít led, který vznikne zmrznutím této vody?

b) Jaký objem bude mít led, který vznikne zmrznutím této vody?

c) Led, který vznikne zmrznutím vody, vhodíme do větší nádrže s vodou o teplotě 0 °C.

Jaká část objemu ledu (v procentech) bude nad hladinou?

d) Co se stane s ledem (z hlediska změny skupenství) za předpokladu, že i teplota vzduchu nad nádrží s vodou bude 0 °C?

(Led má hustotu 920 kg/m³. Teplota tání ledu je 0 °C.)

Řešení a):

Podle zákona zachování hmotnosti se při změně skupenství nemění hmotnost tělesa.

Odpověď a):

Hmotnost ledu bude stejná jako hmotnost vody, tzn. 1 kg.

Řešení b):

Při řešení této části příkladu využijeme údaje o ledu, které známe ze zadání nebo z předešlé část příkladu:

$$m = 1 \text{ kg}, \rho = 920 \text{ kg/m}^3, V = ? \text{ m}^3$$

Ze vztahu pro výpočet hustoty vyjádříme objem ledu V

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

Číselně

$$V = \frac{1}{920} = 0,001087 \text{ m}^3 \doteq 1,09 \text{ dm}^3$$

Odpověď b):

Objem vody se po zmrznutí zvětší na 1,09 dm³.

Poznámka b):

Jen u malého počtu látek se objem při tuhnutí zvětšuje podobně jako u vody. U většiny látek naopak dochází při tuhnutí ke zmenšování objemu.

Řešení c):

Označme ρ_k hustotu kapaliny (tzn. vody), ρ_t hustotu pevného tělesa (tzn. ledu), V_t objem celého pevného tělesa a V objem ponořené části pevného tělesa:

$$\rho_k = 1000 \text{ kg/m}^3, \rho_t = 920 \text{ kg/m}^3$$

Při řešení této části příkladu využijeme vztah vyplývající z Archimédova zákona:

$$\frac{V'}{V_t} = \frac{\rho_t}{\rho_k} \Rightarrow V' = \frac{\rho_t}{\rho_k} \cdot V_t$$

Číselně

$$V' = \frac{920}{1000} \cdot V_t = 0,92 V_t$$

Z vypočítané hodnoty V' vyplývá, že ponořeno bude 92 % objemu tělesa (tzn. ledu).

Odpověď c):

Nad hladinou bude 8 % objemu ledu.

Poznámka c):

Při odvození výše uvedeného vztahu z Archimédova zákona vycházíme z rovnosti velikostí sil F_G (tíhová síla, která „táhne těleso dolů“) a F_{vz} (vztlaková síla, která „tlačí těleso nahoru“):

$$F_G = F_{vz} \Rightarrow m_t \cdot g = V' \cdot \rho_k \cdot g \Rightarrow V_t \cdot \rho_t \cdot g = V' \cdot \rho_k \cdot g \Rightarrow V_t \cdot \rho_t = V' \cdot \rho_k \Rightarrow \frac{V'}{V_t} = \frac{\rho_t}{\rho_k}$$

Řešení d):

Protože teplota ledu, vody a vzduchu bude 0 °C, nastane rovnovážný stav.

Odpověď d):

Nebude docházet k žádné změně skupenství ledu.