

Zadání:

Mějme tři identické sklenice s vodou.

V první sklenici plave samotná kostka ledu, ve druhé je kostka ledu se zamrzlou kovovou matickou a ve třetí kostka ledu se zamrzlým kusem korku.

Co se v každé z uvedených situací stane s hladinou vody po roztažení ledu (klesne/stoupne/zůstane stejná)?

(Zjistěte experimentálně a následně ověřte výpočtem)

Pozn: led tvoří ze stejné vody, ve které led následně plave.

Bonusová otázka:

Ovlivňuje tání ledovců hladinu oceánů? Pokud ano, jak?

Řešení:

V_1 ... objem kapaliny pod hladinou na začátku děje

V_2 ... objem kapaliny pod hladinou na konci děje

V_0 ... objem kapaliny v nádobě na začátku

V_p ... objem ponořené části plovoucího předmětu

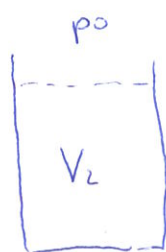
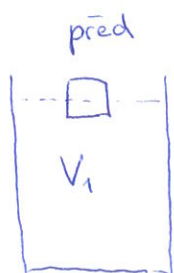
V_L ... původní objem ledu

V_v ... objem vody vzniklé roztátím ledu

ρ_i ... hustota (vody, ledu, korku, matice ... podle indexu)

indexy i ... v ... voda; L ... led; k ... korek; M ... matice

(1) na hladině plave pouze led



$$V_1 \stackrel{?}{=} V_2$$

před:

$$\underline{V_1 = V_0 + V_p}$$

po:

$$\underline{V_2 = V_0 + V_v}$$

• Archimédův zákon

$$F_{GL} = V_p \rho_v g$$

$m_L g = V_p \rho_v g$... h_{ka} ledu = h_{že} vody, která by vyplnila ponořenou část plovoucího předmětu

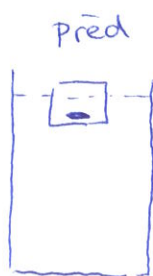
$$V_L \rho_L = V_p \rho_v \Rightarrow \underline{V_p = \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L}$$

• hmotnost ledu = hmotnost vody vzniklé roztátím ledu

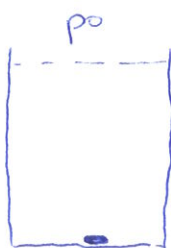
$$m_L = m_v \Rightarrow V_L \rho_L = V_v \rho_v \Rightarrow \underline{V_v = \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L} \Rightarrow V_p = V_v$$

$$\Rightarrow \underline{V_1 = V_2} \quad \dots \text{ hladina se nezmění }$$

② led s kovovou maticí



$$V_1 = V_0 + V_p$$



$$V_2 = V_0 + V_M + V_v$$

← obdobně jako v předchozím bodě

$$V_L \rho_L = V_v \rho_v \Rightarrow V_v = \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L$$

Archimédův zákon:

$$(m_L + m_M)g = V_p \rho_v g$$

$$V_L \rho_L + V_M \rho_M = V_p \rho_v \Rightarrow V_p = \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L + \frac{\rho_M}{\rho_v} V_M$$

$$V_1 = V_0 + \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L + \frac{\rho_M}{\rho_v} V_M$$

$$V_2 = V_0 + \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L + V_M$$

porovnám:

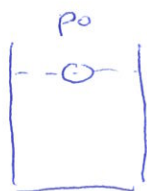
$$\text{protože } \rho_M > \rho_v \Rightarrow \frac{\rho_M}{\rho_v} > 1$$

$$\Rightarrow V_1 > V_2 \dots \text{hladina klesne}$$

③ led s korkem



$$V_1 = V_0 + V_p$$



$$V_2 = V_0 + V_{pk} + V_v$$

objem ponořené části korku

$$\text{opět: } V_v = \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L$$

Archimédův zákon

před: $(m_L + m_k)g = V_p \rho_v g$

$$V_L \rho_L + V_k \rho_k = V_p \rho_v$$

$$V_p = \frac{\rho_L}{\rho_v} V_L + \frac{\rho_k}{\rho_v} V_k$$

po: $m_k g = V_{pk} \rho_v g$

$$V_k \rho_k = V_{pk} \rho_v$$

$$V_{pk} = \frac{\rho_k}{\rho_v} V_k$$

$$\Rightarrow V_{pk} + V_v = V_p \dots \text{hladina se nezmění}$$

Řešení bonusové otázky:

Pokud by šlo o ledovce, které plavou v oceánu a jsou ze stejné vody jako je voda v oceánu, pak by to hladinu neovlivňovalo (viz situace 1).

Problém ale jsou pevninské ledovce, které do oceánu přivádějí vodu „navíc“, která původně v oceánu vůbec nebyla (bez ohledu na to, zda má voda z ledovce stejnou či nižší hustotu jako voda v oceánu).