

Úloha II.3 ... Zmatek v laboratoři

5 bodů; (chybí statistiky)

Julče se v laboratoři pomíchaly chemikálie, a tak se stalo, že ve skleněné vaně byla smíchána destilovaná voda, řepkový olej a rtuť. Tyto kapaliny se naštěstí nemísí, a tak je Julča může jednoduchou metodou opět oddělit. Po oddělení tvoří každá kapalina vrstvu vysokou 2 cm.

1. V jakém pořadí se kapaliny usadily?
2. Jaká je celková hmotnost směsi v nádobě?
3. Určete tlakovou sílu na dno nádoby a hydrostatický tlak u dna.

Vana má rozměry 20×14 cm, na výšku 10 cm.

Nejdříve si převedeme rozměry vany na základní jednotky – délka vany je $l = 20$ cm = 0,2 m, šířka $w = 14$ cm = 0,14 m a výška $h = 10$ cm = 0,1 m. Výška každé vrstvy je $v = 2$ cm = 0,02 m.

1. Pro zjištění pořadí usazených kapalin potřebujeme nejdříve zjistit jejich hustotu. Hustota vody¹ je $\rho_v = 998$ kg·m⁻³, rtuti $\rho_r = 13\,579$ kg·m⁻³ a řepkového oleje² $\rho_o = 915$ kg·m⁻³. Pořadí kapalin bude určeno podle hustoty – čím větší hustota, tím níže bude daná kapalina. Důvodem je jejich nemísitelnost, která umožňuje uplatnění Archimédova zákona na kapky libovolné z nich, obklopené ostatními. Kapalina nižší hustoty se tak dostane k hladině pomocí vztlakové síly. Pořadí odspoda tedy bude **rtuť, voda, řepkový olej**.
2. Celková hmotnost kapalin bude součet jednotlivých hmotností. Při jejím výpočtu též využijeme vztah mezi hustotou, hmotností a objemem těles $m = V \cdot \rho$.

$$\begin{aligned} m_c &= m_r + m_v + m_o = V(\rho_r + \rho_v + \rho_o) = wlv(\rho_r + \rho_v + \rho_o) = \\ &= 0,14 \cdot 0,2 \cdot 0,02 \cdot (13\,579 + 998 + 915) \text{ kg} \doteq 8,68 \text{ kg} \end{aligned}$$

Lze vidět, že při počítání objemu jsme použili výšku jedné vrstvy v a ne výšku vany, kterou při výpočtech nebudeme potřebovat. Sama vana je totiž vyšší, než je kapalinový sloupec celkem.

3. Síla, kterou budou kapaliny působit, bude tíhová síla od Země, tudíž bude mít velikost

$$\begin{aligned} F &= gm_c = gwlv(\rho_r + \rho_v + \rho_o) = \\ &= 9,81 \cdot 0,14 \cdot 0,2 \cdot 0,02 \cdot (13\,579 + 998 + 915) \text{ N} \doteq 85,1 \text{ N} . \end{aligned}$$

Hydrostatický tlak u dna bude mít velikost

$$\begin{aligned} p &= \frac{F}{S} = \frac{gwlv(\rho_r + \rho_v + \rho_o)}{wl} = gv(\rho_r + \rho_v + \rho_o) , \\ &= 9,81 \cdot 0,02 \cdot (13\,579 + 998 + 915) \text{ Pa} \doteq 3\,040 \text{ Pa} . \end{aligned}$$

¹<http://www.converter.cz/tabulky/hustota-kapalin.htm>

²<http://www.prvky.com/hustota.html>

Jak jsme si mohli všimnout, šířka a délka vany se při výpočtu pokrátily, což znamená, že hydrostatický tlak v tomto případě nezáleží na šířce a délce, nýbrž jenom na výšce jednotlivých vrstev kapalin.

Patrik Kašpárek

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.