

Úloha VI.4 ... Pozdvižení v Syrakusách

6 bodů; (chybí statistiky)

Jednoho krásného rána položil syrakuský král Archimédovi na stůl korunu. Nebyl si jist, zda je opravdu zlatá. Archimédes dostal za úkol ověřit, z jakého materiálu je koruna vyrobena, avšak měl ztížené podmínky – korunu nesměl roztavit.

Korunu tedy nejprve zvážil, její hmotnost byla 2,55 kg. Následně Archimédes korunu pověsil na provázek a ponořil do vědra s litrem vody na váze (hmotnost vědra zanedbejte). Tentokrát vodu s korunou navážil na 1,5 kg (koruna se nedotkla dna). Z jakého materiálu byla koruna skutečně vyrobena? Byl král podveden, nebo byl výrobce poctivý?

Uvažujte tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Vzpomeňme si na třetí Newtonův pohybový zákon, který nám říká, že proti každé akci vždy působí stejně velká reakce. Vyplývá z něj, že pokud jsme původně navážili 1 kg (předpokládejme, že hustota vody je $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) a po ponoření koruny o $m = 0,5 \text{ kg}$ více, byl tento rozdíl způsoben pouze reakcí vztlakové síly. Velikost reakce této vztlakové síly je stejně velká jako vztlaková síla působící na korunu s objemem V . To můžeme formálně zapsat jako

$$mg = V\rho g.$$

Rovnost vydělíme gravitačním zrychlením a vyjádříme si z ní objem koruny.

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

Jelikož v tomto okamžiku už známe hmotnost koruny $M = 2,55 \text{ kg}$ ze zadání a současně nově i její objem V , můžeme dopočítat její hustotu. Označme ji ρ' , abychom ji odlišili od dříve zavedené hustoty vody ρ .

$$\rho' = \frac{M}{V} = \frac{M\rho}{m} = \frac{2,55 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}}{0,5 \text{ kg}} = 5100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

Pokud se podíváme do tabulek, zjistíme, že vypočítané hustotě odpovídá pyrit, kterému se někdy říká kočičí zlato. Je tedy vysoce pravděpodobné, že koruna byla vyrobena právě z tohoto materiálu a *král byl ošizen*.

Princip tohoto řešení spočíval hlavně v použití 3. Newtonova zákona na mechaniku kapalin. Můžeme doporučit si tento princip vyzkoušet i doma, pokud máte např. kuchyňskou váhu. Položíte-li na ni nádobu s vodou a do vody pak budete více nebo méně nořit libovolné těleso, uvidíte nárůst hodnoty na váze úměrně s tím, kolik objemu do kapaliny ponoříte, a to okamžitě po průniku stěny tělesa hladinou vody.

Viktor Materna

materna@vyfuk.mff.cuni.cz

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/>.