

Úloha I.1 ... tíha na Europě

3 body; (chybí statistiky)

Jaké gravitační zrychlení by bylo na povrchu Jupiterova měsíce Europy, kdyby měla stejný poloměr, ale byla by celá z kapalné vody (pro jednoduchost uvažujte vodu za normálních podmínek)? Jak by se odpověď lišila, kdyby byla celá z ledu? Jak se výsledky liší od skutečné hodnoty?

Karel přemýšlel nad životem někde jinde.

Označme si poloměr Europy R a hmotnost M . Ze základní poučky o gravitačním poli je gravitační působení celé hmoty měsíce ekvivalentní situaci, kdy všechna hmotnost Europy je obsažena v jejím středu. Pro objekt o hmotnosti m na povrchu měsíce je

$$F = G \frac{Mm}{R^2} = ma,$$

$$a = G \frac{M}{R^2},$$

kde G je gravitační konstanta a a je zrychlení objektu, tedy „ g na Europě“. Pokud si vyjádříme hmotnost měsíce $M = V\rho = (4\pi R^3/3)\rho$ a dosadíme do rovnice pro a , dostaneme

$$a = G \frac{M}{R^2} = \frac{4\pi}{3} G\rho R.$$

Vidíme, že gravitační zrychlení je přímo úměrné hustotě ρ . Pokud si dohledáme, že poloměr Europy je 1 560 km a hustota vody a ledu je $997 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, respektive $920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, můžeme dosadit hodnoty do zrychlení a dostáváme

$$a_{\text{voda}} = 0,434 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 0,044g,$$

$$a_{\text{led}} = 0,401 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 0,041g.$$

Pokud výsledky porovnáme s reálnou hodnotou zrychlení $a_{\text{real}} = 1,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 0,134g$, zjistíme, že opravdové zrychlení je skoro třikrát větší. Je tedy zřejmé, že má Europa vyšší průměrnou hustotu než voda za normálních podmínek. To je způsobené především tím, že Europa není kompletně tvořena vodou nebo ledem, které jsou vidět na povrchu, ale má těžké jádro s podstatně vyšší hustotou. I kdyby však byla celá z vody, museli bychom uvažovat další jevy, např. to, že hustota vody je vyšší při vyšším tlaku (a tedy ve větší hloubce pod povrchem).

Jonáš Dej

jonas.dej@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

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