

**Úloha V.1 . . . natlakovaná žirafa**

2 body; průměr 1,85; řešilo 59 studentů

Porovnejte krevní tlak v hlavě dospělé žirafy a dospělého člověka. Systolický tlak na úrovni srdce je u člověka  $p_{h1} = 120 \text{ mmHg}$  a u žirafy  $p_{g1} = 280 \text{ mmHg}$ , hustota krve obou živočichů je  $\rho = 1050 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Uvažujte pouze případ, kdy člověk i žirafa stojí. Rychlost proudění krve v těle považujte za konstantní.

*Mirek přemýšlel, proč žirafa neomdlí.*

Krevní soustava savců je velmi hustě rozvětvená, nicméně pro zjednodušení budeme předpokládat, že celým tělem člověka/žirafy vede pouze jedna velká céva. Na základě Bernoulliho rovnice by pro tlak u srdce a v hlavě měl platit vztah<sup>1</sup>

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + h_1 \rho g = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + h_2 \rho g,$$

kde indexem 1 značíme veličiny příslušející srdci a indexem 2 značíme veličiny příslušející hlavě. Pro rozdíl tlaků mezi srdcem a hlavou máme díky předpokladu o konstantní velikosti rychlosti proudění (aneb  $v_1 = v_2$ )

$$p_1 - p_2 = \Delta p = (h_2 - h_1) \rho g = \Delta h \rho g.$$

Nyní potřebujeme odhadnout  $\Delta h$ . Výška dospělého muže je v průměru 180 cm, srdce je zhruba ve výšce 130 cm, takže  $\Delta h_h = 50 \text{ cm}$ . Žiraf je několik různých druhů dosahujících výšek od 4 m do 6 m, vezmeme průměrnou hodnotu 5 m; srdce žirafy je zhruba v polovině její výšky, takže  $\Delta h_g = 250 \text{ cm}$ . Ze znalosti hodnot  $p_h = 120 \text{ mmHg} \doteq 16\,000 \text{ Pa}$ ,  $p_g = 280 \text{ mmHg} \doteq 37\,300 \text{ Pa}$  ze zadání nyní můžeme určit tlak v hlavě člověka

$$p_{h,2} = p_{h,1} - \Delta h_h \rho g = 10\,850 \text{ Pa}$$

a tlak v hlavě žirafy

$$p_{g,2} = p_{g,1} - \Delta h_g \rho g = 11\,700 \text{ Pa}.$$

Vzhledem k tomu, že jsme  $\Delta h$  pouze hrubě odhadovali, můžeme obě hodnoty  $p_{h,2}$ ,  $p_{g,2}$  považovat za přibližně stejné (liší se o méně než 10 %). To znamená, že srdeční tlak žirafy dobře kompenzuje výšku jejího krku. Můžete si pro zajímavost sami zkusit dopočítat, zda to platí i pro jiné živočichy.

**Veronika Dočkalová**  
verca@fykos.cz

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho 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/>.

---

<sup>1</sup>Ve skutečnosti bychom ještě měli zohlednit viskozitu krve, jejíž účinky jsou popsány Poiseuillovým zákonem.