

## Úloha II.2 ... (ne tak docela) kapilární

3 body; (chybí statistiky)

Monča se rozhodla postavit si vlastní strom. Nicméně vzhledem k tomu, že je fyzik, vynechala všechny biologické aspekty. Vzala tedy dostatečně dlouhou kapiláru s průměrem  $d = 0,1$  mm. Jak vysoko voda v tomto fyzikálním stromě vystoupala? Pro kterou kapalinu by byly takovéto stromy nejvyšší? A zanedbáním kterého fyzikálního principu se výška tohoto „stromu“ o tolik liší od stromů reálných? *Monča se pokusila dokázat, že biologie není důležitá.*

Výšku hladiny v kapilárním stromu spočítáme pomocí vzorce pro výšku hladiny v kapiláře o průměru  $d$  jako

$$h_{\text{voda}} = \frac{4\sigma}{d\rho g} \doteq 0,294 \text{ m},$$

kde  $\sigma \doteq 7,27 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$  je povrchové napětí vody a  $\rho \doteq 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  je její přibližná hustota a  $g \doteq 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  je tíhové zrychlení. Voda v tomto kapilárním stromě tedy dosáhne maximální výšky 29,4 cm.

Vypočítaná hodnota výšky stromu je od výšky normálních stromů natolik odlišná díky evidentnímu zanedbání všech biologických faktorů. Rovněž zanedbává vypařování vody z periferních částí stromu (primárně listů), kvůli kterému je celý sloupec vody v kapiláře tažen nahoru. Tento fyzikální jev má mimo jiné mnohem větší efekt na výšku stromů než kapilární elevace.

Abychom zjistili, pro kterou kapalinu bude náš strom nejvyšší, musíme v použitém vzorci pro výšku hladiny v kapiláře diskutovat závislost konstant charakteristických pro danou kapalinu.  $2$ ,  $g$  a  $R$  zůstávají stejné, takže nám zbývá povrchové napětí a hustota kapaliny. K tomu si vytvoříme tabulku 1, kde pro nejběžnější kapaliny tyto veličiny vypíšeme a spočítáme si jejich poměr ( $\sigma/\rho$  tak, jak je v původním vzorci). Poté v tabulce najdeme kapalinu, pro níž je tento poměr největší, tedy pro ni bude výška  $h$  v kapiláře vycházet jako nejvyšší.

Z Tabulky 1 vyplývá, že největší číslo stejně vychází pro vodu. Druhý největší údaj je dále pro glycerol, tedy tento strom by byl druhý nejvyšší.

*Monika Drexlerová*

monika.drexlerova@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/>.

Tabulka 1: Hodnoty povrchového napětí a hustoty různých kapalin.

kapalina	$\frac{\sigma}{10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}}$	$\frac{\rho}{\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}}$	$\frac{\sigma/\rho}{10^{-5} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}}$
aceton	23,3	784	3,0
anylin	40,5	1 020	4,0
benzen	28,9	876	3,3
diethyleter	16,4	713	2,3
etanol	22,6	789	2,9
glycerol	62,5	1 260	5,0
chloroform	26,5	1 490	1,8
kys. mravenčí	37,8	1 220	3,1
kys. octová	28,0	1 050	2,7
metanol	22,7	792	2,9
n-Hexan	18,4	661	2,8
n-Pentan	16,0	626	2,6
olivový olej	33,0	910	3,6
ricinový olej	36,4	960	3,8
terpentinový olej	27,0	855	3,2
petrolej	27,0	800	3,4
propanol	23,7	803	3,0
rtuť	476,0	13 534	3,5
sirouhlík	33,8	1 260	2,7
tetrachlormetan	25,9	1 590	1,6
toluen	28,4	867	3,3
voda	72,8	1 000	7,3