

4. laboratorní práce

Téma: Kapilární elevace

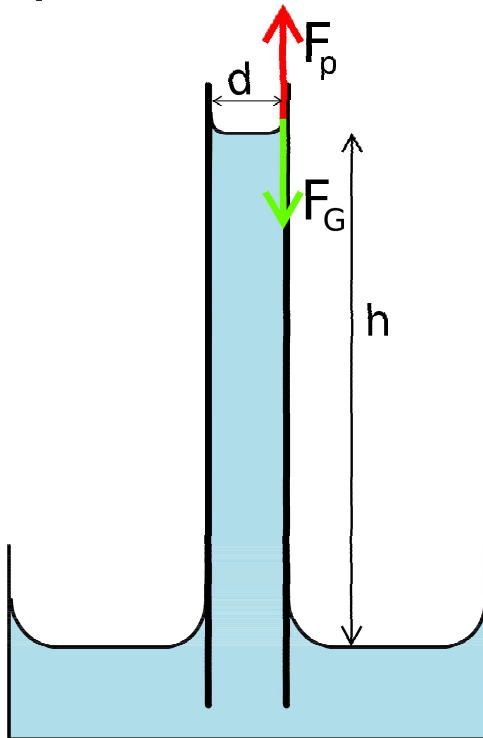
Úkol: Změřte, do jaké výšky vystoupá voda při kapilární elevaci a vypočítejte povrchové napětí vody.

Pomůcky: Kapilára, Kádinky, Milimetrové měřítko, Mikrometr, Jehla, Voda

Teorie: Povrchovou sílu F_p lze vypočítat vztahem $F_p = \sigma \cdot l$ z čehož lze odvodit, že

$$\sigma = \frac{F_p}{l}$$

kde F_p je povrchová síla a l je délka okraje povrchové vrstvy.



nahoru působí reakce k povrchové síle ($F_p = F$)

$$F = \sigma \cdot l = \sigma \cdot 2\pi r = \sigma \cdot \pi d$$

dolů působí tíhová síla F_G

$$F_G = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot \pi \frac{d^2}{4} \cdot h \cdot g$$

$$F = F_G$$

$$\sigma \cdot \pi \cdot d = \rho \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 4^{-1} \cdot h \cdot g$$

$$\sigma = \rho \cdot d \cdot h \cdot g \cdot 4^{-1}$$

$$\sigma = \frac{\rho \cdot d \cdot h \cdot g}{4}$$

Postup:

1. Zasuneme do kapiláry jehlu a pomocí její tloušťky v bodě kde se zasekne určíme tloušťku vnitřní části kapiláry.
2. Kapiláru ponoříme do kádinky a smočíme její stěny.
3. Kapiláru vytáhneme tak, aby byl dolní konec těsně pod hladinou vody.
4. Naměříme výšku hladiny v kapiláře.
5. Kroky 2. až 4. opakujeme až do získání patričného počtu měření.

Teorie výpočtu odchylky: d je naměřená hodnota \bar{d} je aritmetický průměr d Δd je absolutní chyba, což je odchylka daného měření od \bar{d} δd je relativní chyba ($\frac{\Delta d}{\bar{d}}$)**Naměřené hodnoty a výsledky měření:¹**

č. měření	$d[\text{mm}]$	$\Delta d[\text{mm}]$	$h[\text{mm}]$	$\Delta h[\text{mm}]$
1	0,75	0,01	37	0
2	0,75	0,01	36	1
3	0,72	0,02	38	1
průměr	0,740	0,01	37,0	1

$$d = (0,74 \pm 0,01) \cdot 10^{-3} \text{m}, \delta d = 1,4\%$$

$$h = (37 \pm 1) \cdot 10^{-3} \text{m}, \delta h = 2,7\%$$

$$\sigma = \frac{\rho \cdot d \cdot h \cdot g}{4}$$

$$\sigma = \frac{\rho = 998 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 0,74 \cdot 10^{-3} \text{m} \cdot 37 \cdot 10^{-3} \text{m} \cdot 9,81 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{4}$$

$$\sigma = 67 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\delta \sigma = \delta \rho + \delta d + \delta h + \delta g = 0\% + 1,4\% + 2,7\% + 0\%$$

$$\delta \sigma \doteq 4,1\%$$

$$\Delta \sigma = \frac{\sigma}{100} \cdot \delta \sigma = \frac{67 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}}{100} \cdot 4,1\%$$

$$\Delta \sigma \doteq 3 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Závěr: Hodnota σ , kterou jsme naměřili, byla $(67 \pm 3) \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$. Tato hodnota je nižší, než hodnota tabulková ($73 \cdot 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$), což je zaviněno především znečištěním vody.

Sazba byla provedena programem L^AT_EX

¹Průměrné hodnoty jsou již zaokrouhleny na platný počet desetinných míst.