

## 4. laboratorní práce

**Téma:** Kapilární elevace

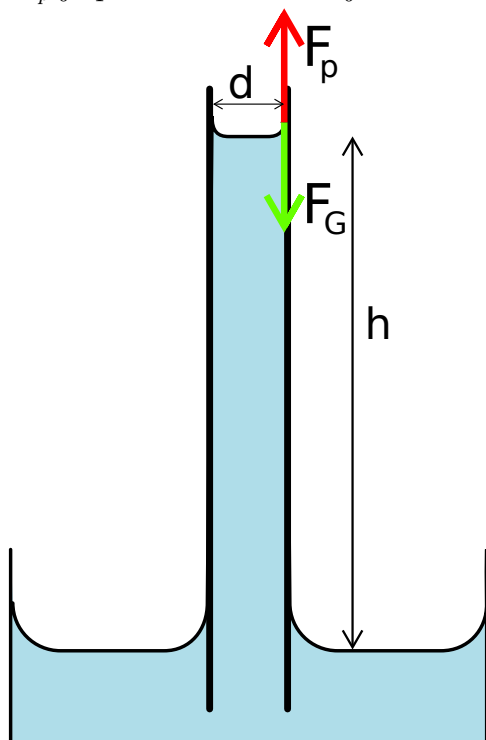
**Úkol:** Změřte, do jaké výšky vystoupá voda při kapilární elevaci a vypočítejte povrchové napětí vody.

**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  $d$  $\Delta d$  je absolutní chyba, což je odchylka daného měření od  $\bar{d}$  $\delta d$  je relativní chyba ( $\frac{\Delta d}{\bar{d}}$ )**Naměřené hodnoty a výsledky měření:<sup>1</sup>**

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  $\sigma$ , 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<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

---

<sup>1</sup>Průměrné hodnoty jsou již zaokrouhleny na platný počet desetinných míst.