

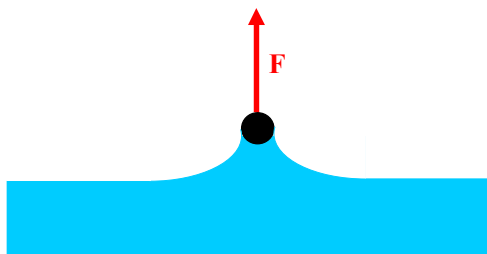
*Cílem úlohy je změřit povrchové napětí vody a lihu dvěma různými metodami.*

## Měření povrchového napětí odtrhací metodou

Pokud vytahujeme předmět zpod hladiny kapaliny, pak v případě, že kapalina materiál smáčí, musíme překonat sílu povrchového napětí kapaliny. Je-li předmět ve tvaru drátku rovnoběžného s hladinou kapaliny, je síla potřebná k vytažení rovna:

$$F = \sigma \cdot 2l,$$

kde  $l$  je délka drátku a  $\sigma$  povrchové napětí kapaliny. Dvojka ve vztahu je důsledkem skutečnosti, že při vytahování je současně překonávána síla dvou povrchů kapaliny, viz obrázek.



Změřením síly při známé délce drátku určíme povrchové napětí kapaliny dle vztahu:

$$\sigma = \frac{F}{2l}.$$

### Postup

- 1) Sílu potřebnou k vytažení měříme na digitálních vahách s podvěsným vážením. Na vahách máme zavěšen aluminiový kroužek. V tomto případě je  $l = 2\pi R$ . Efektivní poloměr kroužku je  $(37,7 \pm 0,1)$  mm. Povrch kroužku nesmí být znečištěn. **Samotného kroužku se rukou zásadně nedotýkejte.**
- 2) Spustíme program *Tensionmeter* a váhy s kroužkem volně visícím ve vzduchu vynulujeme (tlačítko *Tare*).
- 3) Kapalinu nalijeme do Petriho misky o dostatečném průměru (kolem 11 cm) a nádobku umístíme pod váhy na stolek s jemným vertikálním posuvem.
- 4) V programu *Tensionmeter* spustíme záznam měření (logování).
- 5) Spustíme kroužek zcela do kapaliny a pomalu a plynule ho vytahujeme. Je třeba dbát na to, aby kroužek ani kapalina nebyly při vytahování kroužku vystaveny otřesům.
- 6) Po odtrhnutí kroužku měření zastavíme. V grafu nalezneme maximální hodnotu síly  $F$ .

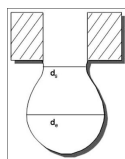
- 7) Měření opakujeme vždy nejméně desetkrát, nejprve pro líh, pak pro destilovanou vodu. Dbáme na to, abychom kapalinu ničím neznečistili. Z naměřených hodnot určíme průměr a nejistotu. Srovnáme s tabulkovou hodnotou.

## Měření stalagmometrickou (kapkovou) metodou

Necháme-li velmi pomalu odtékat kapalinu svislou kapilárou, nepoteče spojitě, ale bude odkapávat po kapkách. Ukazuje se, že poloměr krčku, ze kterého kapka odpadne, je pro danou kapiláru téměř nezávislý na druhu kapaliny. Velikost kapky je určena silou povrchového napětí po obvodu krčku. Z rovnováhy síly povrchového napětí a tíhové síly působící na kapku těsně před odtržením platí

$$m g = 2 \pi R \sigma$$

kde  $m$  je hmotnost kapky,  $R$  poloměr krčku v nejužším místě v okamžiku odtržení a  $g$  tíhové zrychlení.



Pokud nemůžeme přímo změřit poloměr  $R$ , můžeme jej určit nepřímo z odkapávání kapaliny se známou hodnotou povrchového napětí  $\sigma_0$ . Pro tuto tzv. srovnávací kapalinu můžeme psát obdobný vztah

$$m_0 g = 2 \pi R \sigma_0$$

kde  $m_0$  je hmotnost kapky srovnávací kapaliny. Z obou uvedených vztahů pak již jednoduše plyne

$$\sigma = \sigma_0 \frac{m}{m_0}$$

### Postup

- 1) Do měřicí kapiláry – stalagmometru – nasajeme srovnávací kapalinu – vodu.
- 2) Tlačkou upravíme průtok tak, aby kapalina jen pomalu odkapávala.
- 3) Do předem připravené nádobky necháme odkapat určité dostatečně vysoké množství kapek (nejméně 20).
- 4) Vážením na digitálních vahách a prostým výpočtem určíme hmotnost jedné kapky  $m_0$ .
- 5) Měření opakujeme nejméně pětkrát.
- 6) Totéž opakujeme s měřenou kapalinou – líhem. Určíme hmotnost kapky líhu  $m$ .
- 7) Pro každou dvojici  $m_0, m$  vypočítáme povrchové napětí líhu. Povrchové napětí vody najdeme v tabulkách.
- 8) Určíme průměrnou hodnotu a nejistotu povrchového napětí líhu a srovnáme s tabelovanou hodnotou.