

Zadání samostatného cvičení:

#### **4. Vlastnosti kapalin – povrchové napětí a viskozita**

##### Klíčové pojmy:

povrchové napětí, kapilární jevy, kapilární deprese a elevace, povrchově aktivní látky-tenzidy, surfaktant, dynamická a kinematická viskozita, tření, laminární a turbulentní proudění, newtonovské a nenewtonovské kapaliny, Reynoldsova číslo

##### Praktický význam:

S povrchovým napětím se setkáváme na rozhraní i v lidském těle na rozhraní tekutých a tekutých a plyných látek, z nejzásadnějších příkladů je třeba uvést plicní alveoly a tenké střevo při trávení tuků.

Viskozita, „tekutost“, kapalin má medicínský význam, ať už uvažujeme o vlastních tělních tekutinách (krev, hlen, žluč..), či o kapalinách vpravovaných do lidského těla. Velmi důležitým jevem je změna viskozity při změně teploty, a to především u konkrétních léčiv.

#### **4.1 Měření povrchového napětí pomocí stalagmometru**

##### Cíl:

Určení povrchového napětí různě koncentrovaných roztoků žlučové kyseliny a srovnání s povrchovým napětím vody.

##### Pomůcky:

stalagmometr, destilovaná voda, žlučová kyselina, váhy, váženky

##### Postup:

- 1) Na vahách zjistěte hmotnost suché váženky.
- 2) Do stalagmometru vlijte destilovanou vodu. Po odkapání několika kapek vložte pod výtokovou část stalagmometru váženku a nechejte do ní odkapat 50 kapek.
- 3) Váženku s kapalinou zvažte a určete hmotnost 50-ti kapek.
- 4) Měření opakujte pro všechny roztoky kyseliny žlučové o různé koncentraci.
- 5) Povrchové napětí roztoků kyseliny se vypočítejte ze vztahu: 
$$\frac{\gamma}{\gamma_{ref}} = \frac{m}{m_{ref}}$$

kde index ref označuje hodnoty pro srovnávací kapalinu (destilovanou vodu), její povrchové napětí při dané teplotě najdeme v tabulce (viz doplňky)

### Výstup:

Tabulka s přepočtenými hodnotami povrchového napětí pro jednotlivé roztoky žlučových kyselin.

### Diskuze:

Dle naměřených hodnot seřaďte roztoky žlučových kyselin podle jejich předpokládané koncentrace. Jak ovlivní nedostatek povrchově aktivních látek (surfaktantu) plicní alveoly?

## **4.2 Ověření povrchového napětí pomocí digitálního tenziometru**

### Cíl:

Ověření hodnot povrchového napětí roztoků žlučových kyselin a destilované pomoci digitálního tenziometru.

### Pomůcky:

Digitální tenziometr K9, destilovaná voda, žlučové kyselina, přiměřeně velké skleněné kádinky

### Postup:

- 1) Tenziometr zapněte stiskem ON.
- 2) Stiskem tlačítka MODE se nastaví režim PLATE (není-li již nastaven).
- 3) Do připravené skleněné kádinky u tenziometru vlijte vodu. 4) Otáčením pravého kolečka pro hrubý posuv vyjedte stolkem nahoru těsně pod spodní hranu destičky (k lepšímu nastavení může pomoci sledování odrazu spodní hrany destičky na hladině kapaliny). POZORužíváte-li kolečko pro hrubé nastavení, musí být povolen šroub na levé straně!!!!
- 5) Vynulujte systém pro měření síly stiskem tlačítka ZERO.
- 6) Nyní vyjedte stolkem nahoru, aby došlo k celkovému smočení destičky.
- 7) Sjíždějte stolkem dolů a současně sledujte displej tenziometru. Těsně před odtržením destičky od hladiny bude hodnota povrchového napětí největší. Tuto hodnotu zapište. Měření opakujte stejným způsobem pro všechny dostupné koncentrace žlučové kyseliny. Výsledky uveďte do tabulky Výstup:

Tabulka s naměřenými hodnotami povrchového napětí pro jednotlivé roztoky žlučových kyselin.

### Diskuze:

Srovnejte naměřené hodnoty pro jednotlivé kapaliny s hodnotami naměřenými stalagmometrickou metodou. Diskutujte možné chyby obou postupů vedoucí k nepřesnostem absolutních hodnot výsledků.

## **4.3 Měření a výpočet kinematické viskozity v závislosti na rostoucí teplotě**

### Cíl:

Pomůcky:

Ostwaldův viskozimetr, elektrický ohříváč s elektromagnetickou míchačkou, míchadlo, stojan stopky, teploměr, vodní vývěva, kádinka, pipety, destilovaná voda, kapalina o neznámé viskozitě (jodová kontrastní látka).

Postup:

- 1) Na dno kádinky položte míchadlo, naplňte ji vodou z vodovodu a postavte na elektrický ohříváč. Suchý a čistý Ostwaldův viskozimetr upevněte do stojanu a ponořte do vodní lázně tak, aby její hladina byla, pokud možno nad zásobníkem v kapilárním rameni viskozimetru.
- 2) Do širšího ramene viskozimetru napipetujte 10ml destilované vody, zapněte míchačku bez topení a po několika minutách změřte teplotu vodní lázně ( $T_1$ )
- 3) Ke kapilárnímu rameni viskozimetru připojte hadičku z umělé hmoty (není-li již připojena) a kapalinu nasajte pomocí zelené pumpy nad horní rysku v kapilárním rameni. Poté po stisknutí bílého tlačítka na pumpě nechte kapalinu proudit do původní polohy a změřte čas potřebný k poklesu hladiny kapaliny od horní rysky po dolní. Měření nejméně třikrát zopakujte, tak abyste získaly alespoň tři výsledky s malým rozptylem, z nichž vypočítejte průměrný čas.
- 4) Zapněte topení (míchačka stále míchá!) a sledujte teplotu vodní lázně, po dosažení teploty o  $5^\circ\text{C}$  vyšší ( $T_2$ ) vypněte topení a popsáním způsobem změřte časy potřebné k poklesu hladiny kapaliny v kapilárním rameni viskozimetru od horní rysky po dolní.
- 5) Stejným způsobem změřte časy průtoku při teplotách  $T_3$  a  $T_4$ , které jsou vždy o  $5^\circ\text{C}$  vyšší ( $T_4 = T_1 + 15^\circ\text{C}$ ).
- 6) Viskozimetr vyprázdněte. Připravte novou vodní lázeň a ponořte do ní viskozimetr. Do širšího ramene viskozimetru napipetujte 10ml kontrastní látky (o neznámé viskozitě), zapněte míchačku bez topení a po několika minutách změřte teplotu vodní lázně ( $T_1$ ), teplotu lázně pokud možno upravte tak aby byla stejná jako při měření neznámé kapaliny.
- 7) Obdobným způsobem změřte časy průtoku při teplotách  $T_2$ ,  $T_3$  a  $T_4$  vodní lázně.  
**Nenasávejte kapalinu pumpou prudce, ať se nedostane do přímého kontaktu s vnitřními částmi pumpy! Kapalinu po skončení měření vraťte do původní nádoby.**
- 8) Vytvořte tabulku výsledků měření. Vypočítejte kinematickou viskozitu zkoumané kapaliny při teplotách  $T_1$  až  $T_4$ . (Pro výpočet kinematické viskozity destilované vody použijte hodnoty pro hustotu a dynamickou viskozitu destilované vody z tabulky uvedené v Doplňcích teorie). Výstup: Vytvořte do jednoho souřadnicového systému graf závislosti kinematické viskozity vody roztoku kontrastní látky na teplotě. Porovnejte naměřené hodnoty s hodnotami uváděnými ve specifikacích kontrastní látky.

Diskuze:

V diskusi uveďte, jak mohou viskózní (elastické, visko-elastické) vlastnosti látek ovlivňovat funkčnost různých biologických objektů (na buněčné, tkáňové i orgánové úrovni)

Jakými fyzikálními mechanismy lze snížit viskozitu (jodové kontrastní látky)?