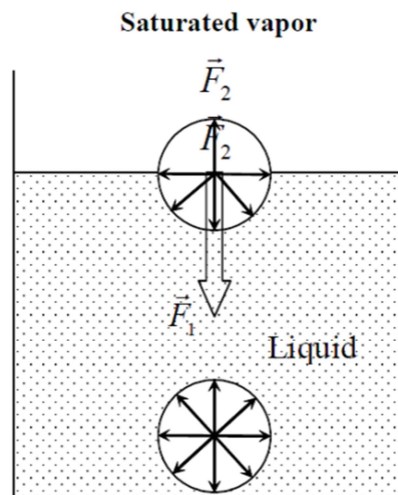


MERANIE POVRCHOVÉHO NAPÄTIA – URČENIE KRITICKEJ MICELÁRNEJ KONCENTRÁCIE

Teoretická časť

Povrchové napätie je vlastnosť kvapaliny, s ktorou sa stretávame v našom každodennom živote. Mnohé procesy v organizmoch a v prírode, pri ktorých prebiehajú chemické a biochemické reakcie na rozhraní, možno vysvetliť práve existenciou povrchového napätia, ako napr. pitie vtákov a včiel, tok látok cez xylém v rastlinách, dýchanie u ľudí a prenos chorôb medzi organizmami. Na základe štruktúry sa povrch kvapaliny správa ako pružná blana, čo umožňuje napr. pohyb hmyzu po jej hladine. Vlastnosti povrchovej vrstvy možno vysvetliť pomocou silového pôsobenia medzi molekulami kvapaliny. Keďže vzdialenosti susedných molekúl v kvapaline sú veľmi malé ($\approx 10^{-10}$ m), molekuly navzájom silno interagujú. Z tohto dôvodu je potrebné rozlišovať molekuly na povrchu a v objeme kvapaliny (obr. 1). Molekula nachádzajúca sa v objeme kvapaliny je obklopená rovnakými molekulami, ktoré sú rozmiestnené symetricky. Výslednica príťažlivých síl, ktorými molekuly pôsobia na uvažovanú molekulu, sa rovná nule. Na rozdiel od toho, molekula na povrchu je v kontakte nielen s molekulami kvapaliny, ale aj s molekulami plynu, ktoré na ňu pôsobia povrchovou silou \vec{F}_2 .



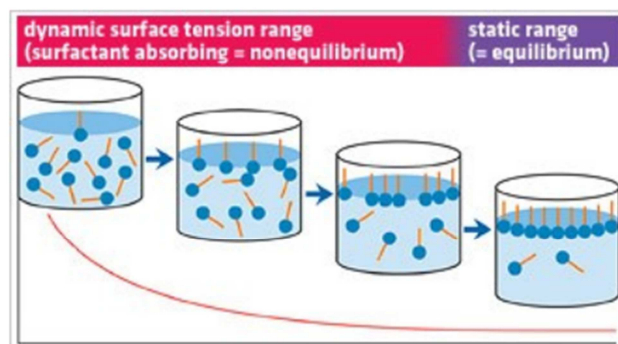
Obr. 1: Silové pôsobenie molekúl v kvapaline a na rozhraní kvapalina-plyn.

Pretože koncentrácia molekúl plynu je menšia ako koncentrácia molekúl kvapaliny, výslednica síl pôsobiacich na molekulu kvapaliny smeruje do vnútra kvapaliny. Vrstva, ktorá tvorí rozhranie medzi vnútorným objemom kvapaliny a

druhým prostredím, sa nazýva povrchová vrstva. Nadbytok voľnej energie molekúl na rozhraní kvapaliny s druhým prostredím, vzhľadom na molekuly v objeme kvapaliny, spôsobujú nevykompenzované molekulárne sily v povrchovej vrstve. Povrchová energia, ktorá pripadá na jednotkovú plochu rozhrania sa nazýva povrchové napätie. Povrchové napätie sa rovná práci, ktorú musíme vykonať, aby sme zväčšili povrch S rozhrania kvapalina-plyn o 1 m^2 :

$$\sigma = \frac{A}{S} \quad (1)$$

kde σ je povrchové napätie s jednotkou J/m^2 , po úprave N/m . Z jednotky vyplýva, že napätie môžeme vyjadriť tiež ako silu, ktorou musíme pôsobiť na obvod plochy rozhrania tak, aby sa zväčšil o 1 meter. Existuje niekoľko štandardných metód merania povrchového napätia: metóda maximálneho tlaku bublinky, metóda váženia kvapiek, kapilárna metóda a iné. Podľa stavu, v ktorom sa kvapalina nachádza, vzniká na jej povrchu dynamické alebo statické napätie. Ak je kvapalina v pohybe, charakterizuje ju dynamické povrchové napätie σ_{dyn} a na jej povrchu vzniká okamžité vytvorené rozhranie, ktoré má rovnaké zloženie ako celý objem kvapaliny. Statické povrchové napätie σ_{stat} opisuje rozhranie po ustálení kvapaliny, čiže v stave adsorpčnej rovnováhy. Čisté kvapaliny (napr. voda, alkohol, acetón) sa vyznačujú rovnakým zložením povrchovej vrstvy a celého objemu, preto platí $\sigma_{\text{dyn}} = \sigma_{\text{stat}}$. Naopak, roztoky povrchovo aktívnych látok, ktorých molekuly sa skladajú z hydrofilnej polárnej časti a hydrofóbnej nepolárnej časti, majú zloženie rozhrania zhodné s ostatným objemom kvapaliny iba ak sa vytvára plocha rozhrania. Je to preto, lebo adsorpcia povrchovo aktívnych látok prebieha od začiatku na povrchu rozhrania prostredníctvom prenosu ich molekúl z objemu roztoku a končí sa za určitú dobu adsorpčnou rovnováhou. V roztokoch povrchovo aktívnych látok, ktoré znižujú povrchové napätie, platí: $\sigma_{\text{dyn}} > \sigma_{\text{stat}}$ (obr. 2).



Obr. 2: Formovanie adsorpčnej rovnováhy po pridaní povrchovo aktívnej látky do roztoku.

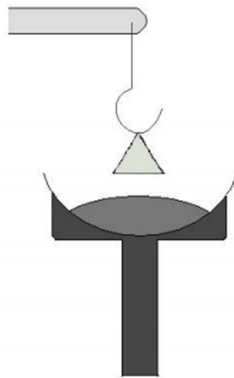
Experimentálna časť

Úloha

1. Určenie kritickej micelárnej koncentrácie dodecylsulfátu sodného.

Opis zariadenia a metóda merania

Na meranie povrchového napätia kvapalín je vhodné použiť doštičkovú Wilhelmyho metódu. Táto metóda umožňuje určiť povrchové napätie na základe silového pôsobenia kvapaliny na tenký filtračný papier presne definovaných rozmerov (obr. 3).



Obr. 3: Schéma zariadenia na meranie povrchového napätia: 1 – rameno silomera, 2 – filtračný papier, 3 – hodinové sklo, 4 – meraná kvapalina.

Na filtračný papier ponorený do kvapaliny, ktorej povrchové napätie sa určuje, pôsobia nasledovné sily: tiažová (F_g), vztlaková (F_{vz}) a povrchová (F_p). Vzťah

$$F = F_g - F_{vz} + F_p \quad (2)$$

určuje veľkosť výslednej sily pôsobiacej na filtračný papier. Pri dodržaní odporúčaného postupu v priebehu merania možno sily F_g a F_{vz} eliminovať a priamo určiť povrchové napätie kvapaliny

$$\sigma = \frac{F}{2(l+h)} \quad (3)$$

kde l a h sú presne definované parametre filtračného papiera.

Prístroje a pomôcky

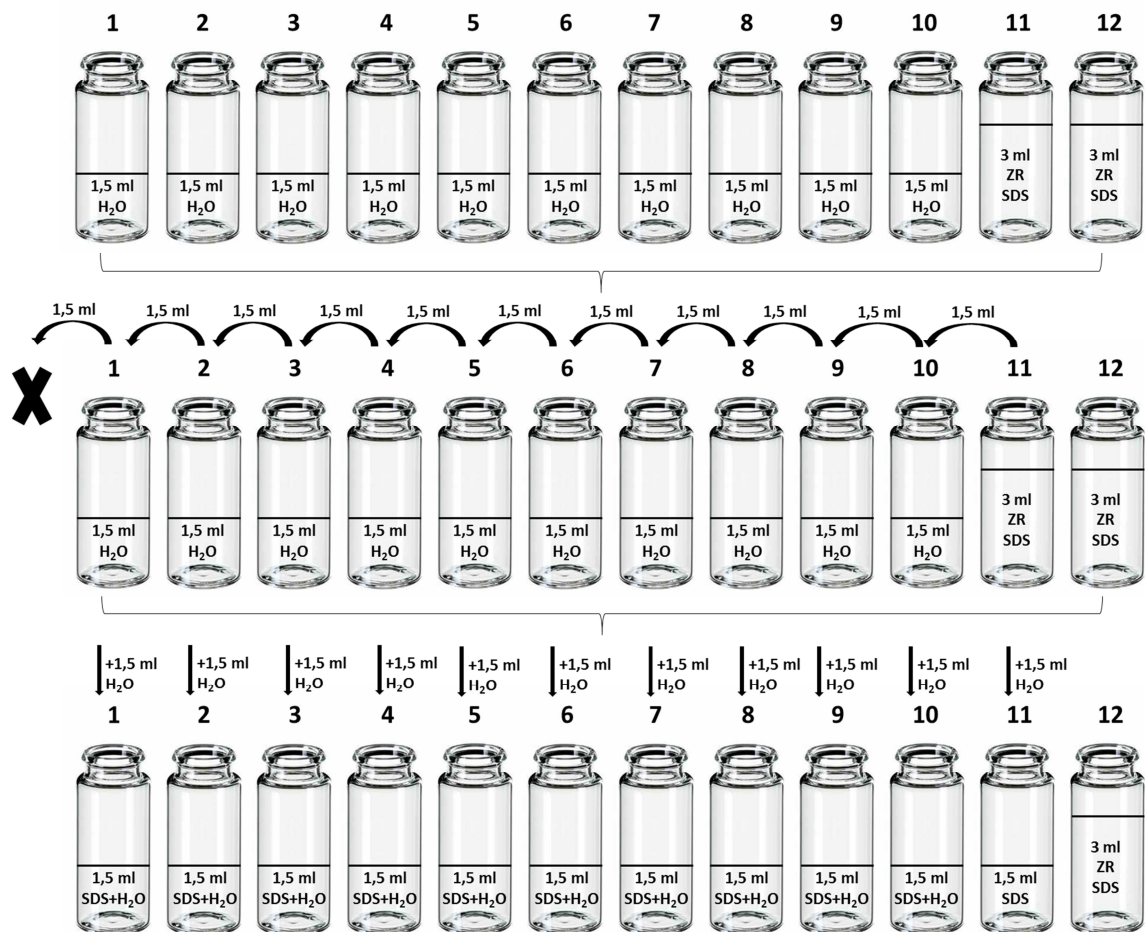
Tenzometer NIMA ST9000, hodinové sklo, filtračný papier, pinzeta, mikropipeta, vialky

Chemikálie

Deionizovaná voda, dodecylsulfát sodný (SDS)

Príprava vzoriek

1. Pripravte 10 ml zásobného roztoku (ZR) SDS s koncentráciou $c = 50 \text{ mM}$.
2. Pripravte 12 koncentrácií SDS podľa nasledujúceho postupu:



Postup merania

Meranie na tenzometri

1. Zaveste filtračný papier na háčik a umiestnite ho na rameno.
2. Filtračný papier ponorte do kvapaliny (začnite roztokom s najnižšou koncentráciou) a nechajte úplne nasiaknuť.
3. Po nasiaknutí vyťahnite filtračný papier mimo kvapalinu.
4. Vynulujte prístroj pomocou tlačidla ZERO.
5. Opätovne ponorte filtračný papier do kvapaliny a pomaly ho zdvíhajte, kým nie je spodná hrana filtračného papiera v rovine s povrchom kvapaliny.
6. Odčítajte hodnotu povrchového napätia γ .
7. Postup opakujte, kým nezmeriate povrchové napätie všetkých vzoriek.

Vyhodnotenie a diskusia

1. Vypočítajte koncentráciu vzoriek 1-12 podľa vzťahu

$$c = 50 \times 2^{n-12} \quad (4)$$

kde n označuje číslo vzorky.

2. Zostrojte graf závislosti $\gamma(\log c)$ a v grafe vyznačte kritickú micelárnu koncentráciu.
3. Vysvetlite pojem micela a odôvodnite, prečo povrchové napätie zostáva konštantné po dosiahnutí kritickej micelárnej koncentrácie.

Literatúra

- [1] Cirák, J., Ottova, A.: Bioelektronika – Návody na cvičenia. 1984. SVŠT v Bratislave, 107 s.
- [2] Dillon P. F.: Biophysics – A Physiological Approach. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-17216-5, New York, 2012.
- [3] NIMA Technology, Surface Tensiometers, Operating manual.