



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky
Experimentální úloha celostátního kola
65. ročníku FO kategorie A

Chování povrchové vrstvy je způsobeno nerovnoměrným působením mezimolekulárních sil na rozhraní dvou různých skupenství, typicky kapaliny a plynu. Molekuly na povrchu kapaliny jsou přitahovány silněji dovnitř kapaliny než ven do plynného prostředí, což vede k celé řadě jevů, které popisujeme pomocí *povrchového napětí*.

Pozorně si přečtěte celé zadání a rozvrhněte si čas, abyste stihli naměřit vše potřebné! Nezapomeňte vyplnit odpovědní arch a na jeho zadní stranu narýsovat dva požadované grafy!

1. Závislost povrchového napětí na koncentraci látky

Pokud máme srovnávací kapalinu, u které známe její povrchové napětí, můžeme povrchové napětí neznámé kapaliny určit *kapkovou metodou*. Platí totiž rovnice

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{m_1}{m_2}, \quad (1)$$

kde σ_1 a σ_2 jsou povrchová napětí látek při styku se vzduchem a m_1 a m_2 jsou hmotnosti kapek těchto látek, které necháme odkapat z tenké trubice.

a) Na základě úvah o povrchovém napětí odvoďte vzorec (1).

Protože měřit hmotnost jedné kapky je dost nepraktické, budete měřit hmotnost 25 kapek. Před Vámi jsou tři kádinky: Jedna označená DESTILOVANÁ VODA, druhá označená NEZNÁMÁ KAPALINA a třetí bez označení. Rovněž máte k dispozici Petriho misku a setinkové váhy. Destilovaná voda bude Vaší srovnávací kapalinou, se kterou budete porovnávat povrchové napětí různých koncentrací neznámé kapaliny.

b) Natáhněte do injekční stříkačky destilovanou vodu. Vynulování vah se provede stisknutím tlačítka TARE. Odkapejte 25 kapek na Petriho misku na vahách. Výsledek zapište do odpovědního archu a určete hmotnost jedné kapky.

c) Postupně si pomocí kádinek, Petriho misky a injekční stříkačky připravte požadované koncentrace neznámé kapaliny 20 %, 40 %, 60 %, 80 % a 100 % (k odměření můžete použít injekční stříkačku – 5 ml se dobře dělí na pětiny...), přičemž předpokládejte, že neznáma kapalina má 100% koncentraci. Pro každou koncentraci 20 %, 40 %, 60 %, 80 % a 100 % odkapejte 25 kapek a zapište výsledky do odpovědního archu. Před měřením injekční stříkačku proštěrchejte a několikrát otočte kolem kratší osy, aby se kapaliny dobře promíchaly.

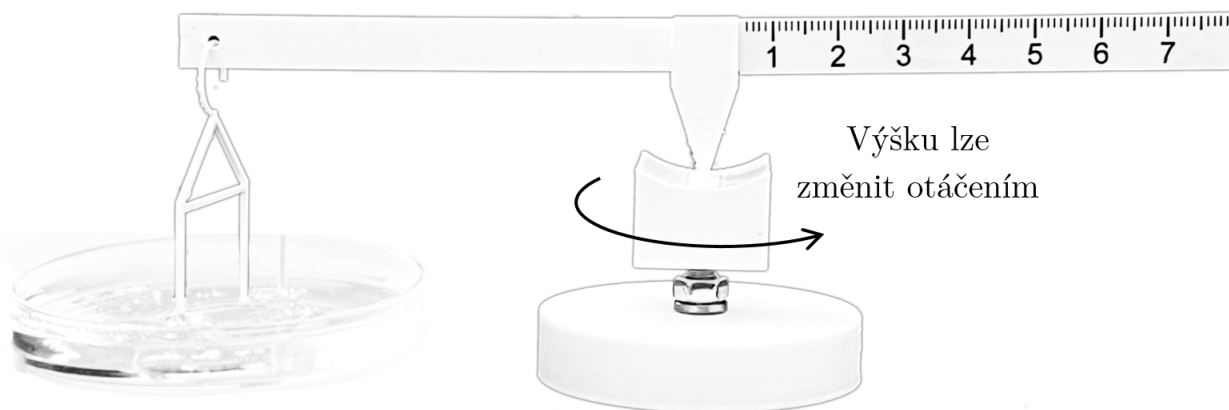
d) Pokud stanovíme, že povrchové napětí destilované vody jako srovnávací kapaliny je 100 %, doplňte do tabulky, jaké je v procentech povrchové napětí jednotlivých koncentrací neznámé kapaliny.

2. Absolutní měření povrchového napětí

V předchozím úkolu jste určovali povrchové napětí různých koncentrací neznámé kapaliny relativně vzhledem ke srovnávací kapalině, destilované vodě. Nyní určíte povrchové napětí destilované vody, abyste mohli přepočítat relativní hodnoty na absolutní.

K měření povrchového napětí vody využijete vahadlo. Kroužek má průměr 25 mm a je zavěšen 75 mm od osy otáčení vahadla. Vymyjte Petriho misku a nalijte do ní destilovanou vodu. Opatrným přidáváním/odebíráním vody pomocí stříkačky nastavte takovou výšku, aby bylo vahadlo vodorovně (viz obrázek), případně můžete zkusit pootočení horního dílu stojánku vahadla. K dispozici máte závaží o hmotnosti 1 gram (šířka 1 cm) a 0,5 gramu (šířka 5 mm). Přesné hodnoty určete jako průměr pěti vážení a zapište do archu. Závaží můžete umisťovat na vahadlo pomocí pinzety. Změřte 10× pro různé polohy závaží, při jaké síle působící na kroužek dojde k jeho oddělení od hladiny destilované vody v Petriho misce. **Pozor:** Vahadlo je velmi přesně vyvážené, pokud se namočí závěs kroužku, před dalším měřením ho osušte!

- e) Měření statisticky zpracujte a zapište výsledek včetně relativní odchylky. Studentův součinitel pro $N = 10$ měření a hladinu 95 % je 1,81.
- f) Se znalostí povrchového napětí destilované vody doplňte tabulku absolutních hodnot povrchového napětí neznámé kapaliny v závislosti na její koncentraci.
- g) Využijte polovinu milimetrového papíru na zadní straně odpovědního archu ke konstrukci grafu závislosti povrchového napětí neznámé kapaliny na koncentraci.



3. Určení koeficientu Langmuirovy izotermy

Závislost povrchového napětí látky na její koncentraci ve vodě popisuje v nej-jednodušším případě vzorec

$$\sigma(c) = \sigma_v - k \ln(c + 1), \quad (2)$$

kde c je koncentrace látky v procentech, $\sigma(c)$ je povrchové napětí při koncentraci c , σ_v povrchové napětí čisté destilované vody a k je konstanta.

- h) Využijte druhou polovinu milimetrového papíru na zadní straně odpovědního archu k tomu, abyste vynesli vhodné veličiny podle rovnice (2). Z grafu pak co nejpřesněji určete hodnotu konstanty k a zapište do archu.

$$\sigma(c) - \sigma_v = -k \ln(c + 1) \quad \Rightarrow \quad \sigma_v - \sigma(c) = k \ln(c + 1).$$