

## Jedna kapka za druhou...

**Cílová skupina:** 2. stupeň ZŠ

**Potřebný čas:** 2 vyučovací hodiny

**Velké myšlenky:** Molekuly kapalin se udržují přibližně ve stejných vzdálenostech od sebe. Nejsou pevně vázané, mohou po sobě klouzat. Jsou-li blízko u sebe, převažují mezi nimi síly přitažlivé, při větších vzdálenostech síly odpuzivé. Povrchové napětí je efekt, při kterém se povrch kapaliny chová jako pružná blána.

**Cíle lekce:** Žáci si uvědomí, že povrchové napětí je fyzikální veličina, která popisuje vlastnosti povrchové blány. Molekuly jsou z povrchu vtahovány dovnitř kapaliny, která v důsledku toho usiluje zaujmout nejmenší možný povrch pro daný objem. Uvědomí si souvislost povrchového napětí vody s možností pohybu některých živočichů po vodní hladině, tvarem kapky vody a užíváním mýdla a saponátů.

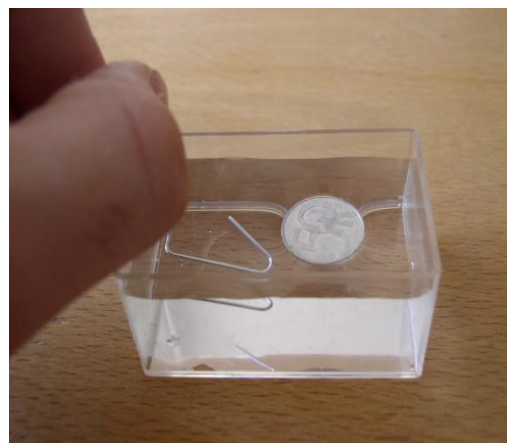
**Před lekcí:** Žáci dokáží jednoduše popsat chování částic v jednotlivých skupenstvích. Starší žáci (8., 9. ročník) umí pracovat s byretou.

Téma lekce souvisí s tématem lekce Bruslačky bez bruslí. Je možné jednu lekci předřadit druhé.

### Lekce:

**Motivační pokus:** (provádí žáci ve skupinách, nejlépe v lavicích ve dvojicích)

Vezměte si misku s vodou a pokuste se na hladinu opatrně položit například starý padesátník, tenký plíšek, jehlu, žiletku apod. Aby šly drobné předměty snadno pokládat na hladinu, je vhodné vyrobit si ze zahnuté kancelářské sponky jednoduchou „naběračku“, kterou budeme předměty manipulovat.



Zblízka pozorujte. Hladina se pod objektem prohýbá.

Položte na hladinu dva nebo tři objekty. Pokud se dostanou k sobě na menší vzdálenost než 0,5 cm, přitáhnou se k sobě a zůstanou tak. Proč? Dokážete objekty od sebe oddělit? Dokážete je přemístit na jinou stranu misky, aniž byste se jich dotýkali?

Podle nachystaných pomůcek žáci zřejmě dostanou nápad přikápnout k předmětům mýdlový roztok. Pokud ne, přikápně učitel sám a nechá žáky pozorovat a ptát se na probíhající děj.

**Kladení otázek:** Na základě provedeného pokusu žáci kladou otázky.

Proč se objekt na hladině udrží? Unese hladina i živé objekty? Proč dva objekty vydrží blízko sebe? Proč se po přikápnutí mýdla dají do pohybu? Má na pozorované jevy vliv i nějaký jiný faktor? Může to být teplota? Je rozdíl, jestli přikápnu mýdlový roztok nebo saponát? Jaký mají kapky vody tvar?

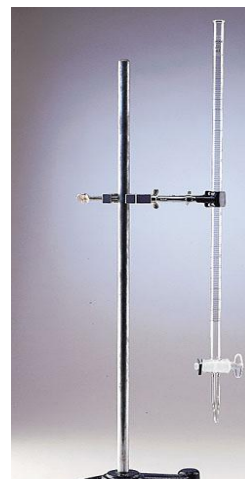
S ohledem na následující pokus je vhodné žáky při výběru výzkumné otázky a **formulování hypotézy** navést na otázky týkající se vlivu mýdlového roztoku na změnu povrchového napětí vody.

Příklad:

Proč se po přikápnutí mýdla daly padesátníky do pohybu? Mýdlový roztok změnil v daném místě povrchové napětí vody.

Jak mýdlový roztok změnil povrchové napětí vody? Zmenší ho. (Zvětší ho – tuto hypotézu žáci nepotvrdí).

**Plánování pokusu:** Při plánování pokusu záleží na vyspělosti žáků, jejich dovednosti práce s byretou a možnostech (vybavení) školy. Žákům ukážeme nachystané pomůcky (byreta, laboratorní stojan, kádinka, odměrný válec, voda, mýdlový roztok). Podle nich mohou navrhnout pokus. Pokud to nedokáží, tak je navedeme.



**Provedení pokusu:** (provádí žáci ve skupinách, nejlépe ve dvojicích v lavici)

Na laboratorní stojan upevní byretu, do ní odměří 5 ml vody. Vodu nechají pomalu vykapat a počítají kapky. Ukážeme žákům, že si mohou kohout byrety nastavit do polohy, ve které kapky odcházejí pomalu po jedné. Nemusí tedy po každé kapce byrety uzavírat. Průměrné množství kapek na uvedené množství vody se pohybuje kolem čísla 115.

Při druhém měření pracují žáci s vodou, do které přikáplí roztok mýdla (saponátu). Znovu odměří 5 ml a počítají kapky. Naměřený počet se pohybuje kolem čísla 250.

Naměřené údaje zapisují do sešitu (pracovní listy nejsou nutné).

Z naměřených hodnot žáci vyvodí **závěr**, že mýdlový roztok (saponát, prací prášek) snižuje povrchové napětí vody. **Zhodnotí svou hypotézu** – potvrdila se nebo ne?

Je možné se znovu vrátit k motivačnímu pokusu. Dovysvětlit pohyb objektů po přikápnutí mýdlového roztoku (voda je „táhne“ do míst s větším povrchovým napětím).

Mohou také pro větší názornost vypočítat velikost kapek (při prvním měření je to cca 0,04 ml a při druhém 0,02 ml).

Při **hledání souvislostí** se vrací k otázkám z úvodu. Vrací se k tématům pohybu živočichů po hladině, užívání pracích a čisticích prostředků. Velké povrchové napětí ztěžuje proces smáčení. Například destilovaná voda smáčí látky obsažené v oblečení velmi špatně, perlí. Mytí mastných rukou je velmi obtížné, voda nesmáčí mastný povrch. Právě proto používáme mýdlo a prací a čisticí prostředky.

Mohou se věnovat otázce tvaru kapky vody (v beztížném stavu mají kulový tvar, velmi malé kapky na Zemi se tomuto tvaru přibližují). A také otázce vlivu teploty na povrchové napětí (při vyšší teplotě je povrchové napětí menší; molekuly se pohybují rychleji, jsou dále od sebe, a proto působí na sebe menšími silami). Mohou navrhnout další pokus. V případě časové tísně můžeme zadat vyhledání dalších informací za domácí úkol.

**Kladení dalších otázek:** Nejčastější otázky žáků se týkají právě vlivu teploty. Tady lze použít tentýž pokus s byretou (voda studená a teplá). A druhý okruh otázek se týká vlivu různých typů detergentů. Tady je vhodné třídu rozdělit na skupiny – část pracuje s čistou vodou, další s mýdlovým roztokem a další s vodou se saponátem. Výsledky ukazují na to, že saponát snižuje povrchové napětí mnohem výrazněji než mýdlo.

#### **Doporučení na závěr:**

Pro zpestření prezentací zjištěných informací se mi osvědčilo zpracovat se žáky naměřené hodnoty z druhého pokusu statisticky (možno provést v hodině matematiky). Počty kapek zjištěných jednotlivými skupinami prohlásíme za statistický soubor a určíme četnost, modus, medián, aritmetický průměr. Žáci sestaví sloupcový diagram. Takto dokáží okomentovat přesnost práce jednotlivých skupin. (Samozřejmě to jde v případě, pokud jsme vyrobili mýdlovou vodu do zásobní nádoby, ze které si odebíraly všechny skupiny. V případě, že si roztok míchala každá skupina sama, jsou výsledky neporovnatelné.) Takto zpracované výsledky pak používám jako **závěrečnou prezentaci**.

Motivační pokus (případný návrat k motivaci ve čtvrtém kroku) lze provést místo kovových objektů s papírovou raketkou. Vhodný je tvrdý papír nebo lepenka. Obrázek je v reálné velikosti. Mýdlový roztok se přikapává do kruhového výřezu. Když otvor není na ose raketky, lze pozorovat místo pohybu vpřed otáčení. Místo přikapávání lze použít špejli namočenou do mýdlového roztoku, kterou se dotkneme vody v kruhovém otvoru.

