

Název: Škatulata, hejbejte se (ve sklenici vody)

Téma: Povrchové napětí vody

Úroveň: 2. stupeň ZŠ, popř. SŠ

Tematický celek: Materiály a jejich přeměny

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Předmět (obor): | fyzika |
| Doporučený věk žáků: | 11–13 let, popř. starší |
| Doba trvání: | 1 vyučovací hodina |
| Specifický cíl: | naučit děti metodiku pokusné práce |

Seznam potřebného materiálu pro každého žáka:

10 nafukovacích balónků, 10 kancelářských sponek, krabička sirek, role kuchyňských utěrek, balík kostkového cukru, balíček soli, láhev s vodou, láhev jaru, láhev lihu

Materiál je k dispozici pro všechny žáky dohromady.

Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Testování a porovnávání vlastností různých kapalin a materiálů (ve vztahu k vodě)

Popis – stručná anotace:

Cílem aktivity je seznámit se badatelským způsobem s vlastnostmi povrchové vrstvy vody. Úloha je netradičně „přezadaná“, k jejímu vyřešení není zdaleka potřeba všechno, co je k dispozici. Její kouzlo spočívá právě v tom, najít co je potřeba a vyloučit zbylý balast.

Popis – jednotlivé součásti výuky:

| | náplň práce | čas | potřebné vybavení a pomůcky | činnost učitele | činnosti žáků |
|--------------------------------|--|-----------|---|---|---|
| Úvod do tématu – motivace | Pokus: Kolik korun se vejde do sklenice plné vody? (viz Další pokusy s povrchovým napětím) | 5–10 min. | Větší množství korunových mincí, sklenice, voda | Předvádí pokus | Žáci odhadují výsledek pokusu |
| Předlaboratorní příprava | Předcházející hodina: téma – Povrchové napětí kapalin Rozdělení do skupin, rozdání pomůcek | – | Viz seznam potřebného materiálu | Viz náplň práce | Viz náplň práce |
| Praktická (badatelská) činnost | Testování a porovnávání vlastností různých kapalin a materiálů (ve vztahu k vodě) | 35 min. | Viz seznam potřebného materiálu | Učitel kontroluje práci žáků | Testují a porovnávají vlastnosti různých kapalin a materiálů (ve vztahu k vodě) |
| Vyhodnocení výsledků | Diskuse o použitých metodách a jejich úspěšnosti | 5 min. | – | Řídí diskuzi o použitých metodách a jejich úspěšnosti | Žáci diskutují o použitých metodách a jejich úspěšnosti |
| Prezentace výsledků | Viz vyhodnocení výsledků | – | – | Učitel koordinuje diskuzi, vysvětluje nejasnosti | Formulují závěry z dnešního bádání |

Domácí úkol pro žáky:

Je možné zadat některý z pokusů popsaných v bloku Další pokusy s povrchovým napětím kapalin (viz Rozšiřující a doplňující aktivity).

Přípravy pro učitele

Úvod: Na hladinu vody ve sklenici opatrně položím desetník a „korkový desetník“. Desetník se zarputile drží uprostřed. I když ho odstrčím, vrací se tam. Korkový desetník si naopak oblíbil místo na kraji a ani pod nátlakem ho nechce opustit.

Úkol pro žáky: Přinuť desetníky, aby si vyměnily místo.

K dispozici máš: 10 nafukovacích balónek, 10 kancelářských sponek, krabičku sirek, roli kuchyňských utěrek, balík kostkového cukru, balíček soli, láhev s vodou, láhev jaru, láhev lihu

Poznámky pro učitele:

- Pokud tuhle úlohu neznáte, vyzkoušejte ji dřív, než si přečtete řešení na další stránce. Jinak přijdete o kouzlo objevování. Navíc budete zase jednou „tápajícím a objevujícím dítětem-detektivem“, což je pro učitele určitě občas užitečné.
- Tuto úlohu mám ráda, protože je netradičně „přezadaná“, k jejímu vyřešení není zdaleka potřeba všechno, co je k dispozici. Její kouzlo spočívá právě v hledání potřebného a vyloučení zbylého balastu.
- Na úvod ukážu, jak se chovají oba desetníky na hladině vody ve sklenici. Sklenice je naplněná vodou tak do čtyř pětín. Pak rozdám každé experimentující skupině jejich vlastní sklenici s vodou (opět naplněnou asi do čtyř pětín objemu), hliníkový a korkový desetník. Další pomůcky jsou k dispozici na jednom stole, společně pro všechny, každá skupina si přijde půjčit to, co zrovna potřebuje.
- Dopředu se musíte smířit s tím, že po skončení bádání zbude po experimentátorech ukrutný binec, kterému se „v zápalu boje“ nevyhnu ani ti nejčistotnější. Za tu radost z objevování to ale určitě stojí. Pokud to je možné, provádíme proto tuhle úlohu na školním dvoře.
- Korkové desetníky stříhám z tenkých (asi 2 mm) podložek pod hrnečky. Staré hliníkové desetníky se dají nahradit kolečky vystřiženými z tenkého plechu.
- V průběhu zkoumání povolují dětem „nainstalovat úlohu“ znovu od začátku. Po chvíli jim ve sklenici pravděpodobně vznikne směs všeho, co přilily a přisypaly, a na dně budou smutně ležet oba desetníky. Mohou si tedy znovu připravit sklenici s čistou vodou a dva desetníky na hladině.
- Hliníkový desetník je možné položit na hladinu vody pomocí kancelářské sponky zahnuté do pravého úhlu.
- Součástí každého žákovského experimentu by měl být samozřejmě odhad (hypotéza), jak bude pokus probíhat, co bude potřeba k jeho provedení atd. Před touto aktivitou není dobré dělat společné odhady s celou třídou, mnohé by mohlo být zbytečně prozrazeno.

Diskuse probíhá automaticky v každé experimentující skupině.

Teprve po skončení práce je možné s celou třídou rozebrat, co nefungovalo, co fungovalo a proč, k čemu vedlo použití různých kapalin a materiálů, co bylo překvapivé, co v rozporu s odhadem na začátku experimentu.

Například dolítí jaru do vody způsobí, že se desetníky začnou potápět, protože jar povrchové napětí vody snižuje. Nabízí se proto otázka, proč jar přidáváme do vody při mytí nádobí.

Řešení:

Hladina vody ve sklenici není rovná, ale u kraje se díky smáčení stěn vodou zvedá. Lehký korek plave na nejvyšším místě – v tomto případě u kraje sklenice. Těžký hliník plave v dolíku. Přesněji řečeno, hliník neplave, ale leží na prohnuté povrchové vodní bláně. A to díky povrchovému napětí vody a vzlaku, bez nichž by klesl ke dnu. Tlačí tedy na blánu jako závaží na trampolínu a automaticky putuje doprostřed. Dolík je možné změnit na kopeček dolitím vody až po okraj sklenice. Voda se vyklene nad okraj a oba desetníky si vymění místo.

Poznámka:

Součet sil povrchového napětí na obvodu mince je menší než tíha mince. K plování mince významně přispívá vztlak na spodní plochu mince.

Závěrečné poznámky

Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení

1. Ve vyučovací hodině, která předchází téhle úloze, řešíme s primány otázku: Kolik korunových mincí se vejde do plné sklenice vody? Někdy se do plné sklenice podaří „nacpat“ třeba i 40 mincí, což je pro děti samozřejmě překvapivé. Následuje krátké povídání o zvláštních vlastnostech povrchové vrstvy kapaliny, může zaznít i pojem povrchové napětí. Další pokusy s povrchovým napětím (viz Navazující a rozšiřující aktivity) si nechávám až po Škatulatech, abych neprozradila moc. Ale je samozřejmě také možné začít celou sadou pokusů a teprve pak zařadit Škatulata. I v sextě, kde mají studenti za sebou už spoustu pokusů a výpočtů s povrchovým napětím a umí třemi metodami povrchové napětí různých kapalin určit, jsou Škatulata často stejně překvapivá jako v primě. Škatulata je určitě možné zařadit nejen jako součást tématu Povrchové napětí kapalin, ale kdykoli. Jen tak pro radost z bádání.
2. Častým problémem bývá vysvětlit, co to vlastně povrchové napětí kapaliny je. Pro jedenáctileté děti je, myslím, užitečné experimentovat s povrchovým napětím kapalin i bez podrobného vysvětlení.

Reflexe po hodině

Tuhle úlohu používám v primě i v sextě, vždy za velkého ohlasu experimentujících. Její kouzlo spočívá – jak už bylo zmíněno – v tom, že je k dispozici mnohem víc, než je třeba. A žáci skutečně také všechny nabízené pomůcky vyzkouší. Viděla jsem už i pyramidu z kostek cukru na dně sklenice, most ze sirek, roztodivné skulptury ze sponek. Často končí pokusování výkřikem: Už jsme zkusili všechno, nic nefunguje. Už nám zbyla jenom ta voda. Ale co s ní? Pokud si některá skupina opravdu neví rady, počkám, až vyzkouší všechno, co je k dispozici. Trik s vodou prozradím až v krajní nouzi na úplný závěr. Dětem je možné připomenout, že fyzika, a věda vůbec, je velmi často i o tom, zjistit, co nefunguje. I to je často velmi užitečné.

Navazující a rozšiřující aktivity

Další pokusy s povrchovým napětím kapalin

1. Kolik korun se vejde do sklenice plné vody?

Řešení: Klidně i čtyřicet.

Poznámka: Přidávej koruny opatrně při okraji sklenice.

Místo mincí můžeš do sklenice přidávat špendlíky (hřebíčky).

Do talířku nalij trochu mléka a kápni několik kapek potravinářských barev. Doprostřed talířku kápni kapku Jaru. Co se stane?

Řešení: Kapky barvy se rychle rozutečou od středu talíře a pak se začnou mísit, jako by je míchala neviditelná síla.

Mléko obsahuje tuk, proto se kapky barev s mlékem na začátku nemísí. Kápnutý saponát nejdříve způsobí oslabení povrchového napětí a kapky barev se rozprchnou ke kraji nádoby.

Saponát také ale rozpouští tuk a působí, že molekuly tuku se začnou rozpadat a barvy se budou s mlékem míchat.

Poznámka: Vyzkoumej, jak se chová v tomto pokusu mléko plnotučné, nízkotučné, smetana. Zkus místo mléka použít čistou vodu.

2. Hladinu vody v misce posyp sušenou majoránkou (nebo jiným kořením). Doprostřed kápní kapku Jaru. Co se stane?

Řešení: Majoránka se rozuteče k okraji misky.

3. Vystřižni si z alobalu vodoměrku, polož ji opatrně na vodní hladinu a za její zadní nohy kápní trochu Jaru. Co se stane?

Řešení: Vodoměrka „popoběhne“ dopředu.

Poznámka 1: Vodoměrka je lidový název pro bruslařku obecnou, druh ploštice, která se udrží na hladině vody díky povrchové bláně.

Poznámka 2: Místo vodoměrky můžeš použít lodičku ve tvaru „věčka“ vystřiženou z pevnějšího papíru.

4. Polož na hladinu vody jehlu (kancelářskou sponku, žiletku).

Poznámka: Můžeš si pomoci kouskem papíru, na který jehlu položíš. Papír se nasákne vodou, klesne a jehla zůstane na hladině.

5. Jak velká může být kapka oleje?
Vyrob olejovou kouli ve směsi vody a lihu.

Řešení: Odhadovaný průměr velké olejové kapky bývá maximálně několik milimetrů. Je to proto, že automaticky předpokládáme, že okolním prostředím je vzduch.

Když smícháme ve sklenici vodu a líh v poměru 1 : 1 a po skleněné tyčince pomalu do roztoku lijeme olej, vznikne olejová koule o průměru až 5 centimetrů.

Poznámka: Když pluje olejová koule ve sklenici moc vysoko u hladiny, můžeme přilít trochu lihu. Když sedí u dna, přidáme trochu vody.

Učitelská (demonstrační) verze:

- a) Sklenici naplníme vodou, přiklopíme kouskem čtvrtky, obrátíme. Čtvrtka neodpadne, atmosférický tlak je dostatečně velký, aby vodu a čtvrtku udržel.

b) Pokus zopakujeme. Následuje otázka pro děti: Udržel by vzduch vodu, kdybychom sundali čtvrtku? Opatrně čtvrtku sundáme a voda ze sklenice nevytéká. Teprve, když se sklenicí trochu zatřepeme nebo ji nakloníme, voda začne vytékat. Jak je to možné?

Řešení: Na druhý pokus si tajně připravíme stejnou sklenici jako pro pokus první. Přilepíme na ni však „víčko“ z tenké síťované látky (tyl), nebo síťky proti hmyzu. Sklenice se pak dá skrz síťku bez problémů naplnit vodou, síťka udrží vodu díky povrchové bláně i při otočení. Voda vyteče teprve, když se sklenicí pořádně zatřepeme nebo ji nakloníme.

Poznámka: Síťku samozřejmě během provádění pokusu tajíme.

Žákovská verze:

Sklenici naplň vodou, přikryj punčochou a zavaž provázkem. Co se stane, když sklenici otočíš? Zatřepej trochu sklenicí nebo ji nakloň. Co se stane teď?

6. Bubliny

Dva z osvědčených receptů na pevné bubliny:

- a) 10 dílů destilované vody, 3 díly jaru, 1 díl glycerínu; vše promíchat, nechat odstát v uzavřené nádobě 1 den
- b) méně znečišťující: 300 dílů destilované vody, 25 dílů jaru, 25 dílů kukuřičný škrob „Gustin“, 4 díly prášku do pečiva (díly myšleny objemové)