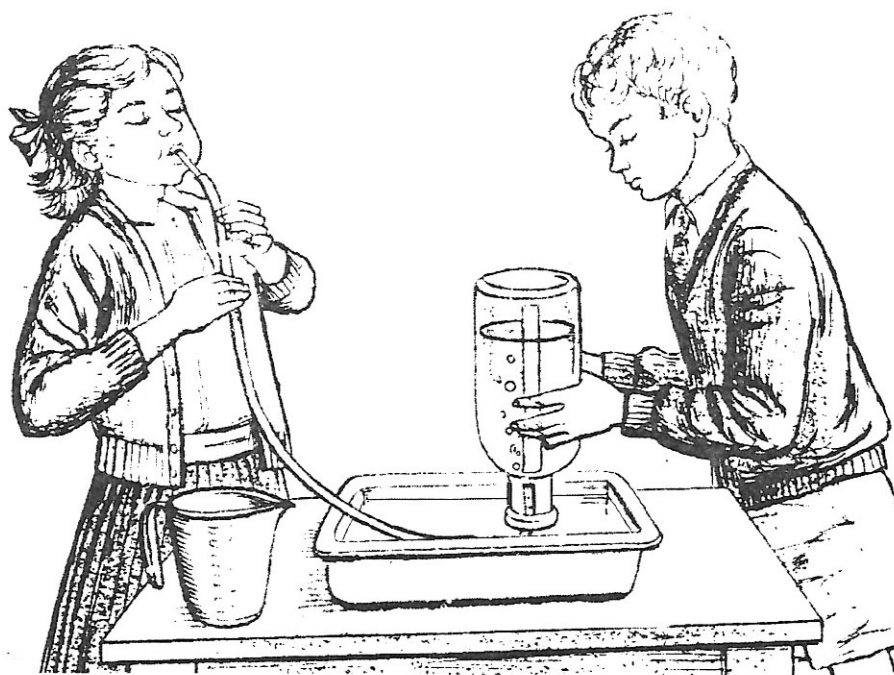


VZDUCH A JINÉ PLYNY

Soubor námětů pro motivační pokusy v přírodovědě

Milan Rojko, Dana Mandíková, Zdeněk Drozd



Téma 1: Vzduch a jiné plyny

Vzduch a jeho vlastnosti

Vzduch sice nevidíme, necítíme, ale je všude kolem nás a můžeme s dětmi zkoumat projevy jeho existence.

Existence vzduchu

- Jsou sklenice a sáček opravdu prázdné?

Pomůcky: akvárium nebo průhledná plastová nádoba s vodou, sklenice, sáček, svíčka

Provedení: Provedení pokusu je zřejmé z obrázku. Akvárium nebo jinou větší nádobu naplníme vodou a v ní vyléváme vzduch ze sklenice, kterou vnoříme do nádoby dnem vzhůru.

Velký papírový nebo mikrotenový sáček co nejvíce otevřeme a potom jeho okraj stiskneme a držíme ho uzavřený. Necháme někoho z dětí sáček lehce stisknout. Pak uzavření mírně povolíme, otvor namíříme na hořící svíčku a pomocníka necháme znovu stisknout sáček.



Otázky pro žáky: Proč voda nevnikla do sklenice, kterou jsme vnořili do nádoby dnem vzhůru? (Vzduch, který je ve sklenici, tam vodu nepustil.) Co se stane, když sklenici se vzduchem trochu nakloníme? (Část vzduchu unikne a na jeho místo vnikne voda.) Proč nejde uzavřený sáček snadno stisknout k sobě? Co se stalo s plamenem svíčky? Čím to bylo způsobeno? (V „prázdném“ sáčku byl vzduch. Proud vzduchu, který jsme vytlačili ze sáčku na svíčku, ji uhasil.)

Vysvětlení pokusu: Vzduch ve sklenici zaujímá určitý objem (místo, prostor) a pokud nemůže uniknout ze sklenice, zabráňuje vnikání okolní vody dovnitř.

Metodická poznámka: Na úvod můžete dát dětem úkol, aby samy vymyslely a předvedly pokus, kterým by ukázaly existenci vzduchu. Kromě výše uvedených pokusů mohou děti například ukázat, že zamáváme-li sešitem vedle tváře, cítíme proudění vzduchu; vzduch můžeme natáhnout do plastové stříkačky a vyfouknout třeba do vody či do něčí tváře nebo můžeme stříkačku prstem ucpat a ukázat, že píst nezmačknu až dolů, ale že tam „něco“ je a pruží to.

- **Přelévání vzduchu pod vodou**

Pomůcky: dvě sklenice, akvárium nebo průhledná plastová nádoba s vodou

Provedení: Provedení pokusu je zřejmé z obrázku. Akvárium nebo jinou větší nádobu naplníme vodou a v ní přeléváme vzduch z jedné sklenice, kterou vnoříme do nádoby dnem vzhůru, do druhé, naplněné vodou. Děti se mohou pokusit přelít všechny vzduch z jedné sklenice do druhé a zpět.



Otázky pro žáky: Popište pokus, při kterém jsme přelévali vzduch pod vodou.

- **Suchý papír pod vodou**

Pomůcky: sklenice, akvárium nebo průhledná plastová nádoba s vodou, papírová utěrka nebo ubrousek

Provedení: Akvárium nebo jinou větší nádobu naplníme vodou. Papír zmačkáme a vložíme na dno sklenice tak, aby tam držel. Pak sklenici ponoříme do nádoby dnem vzhůru a zase vyndáme.



Otázky pro žáky: Proč voda nevnikla do sklenice, kterou jsme vnořili do nádoby dnem vzhůru, a papír zůstal suchý?

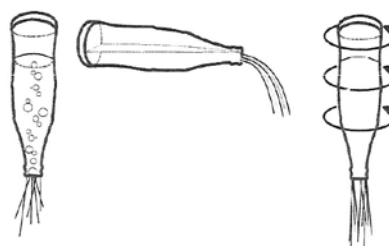
Vysvětlení pokusu: Ve sklenici je vzduch a zabraňuje vnikání okolní vody k papíru u dna.

Metodická poznámka: Před pokusem se můžeme dětí zeptat, zda je možné potopit papír pod vodu tak, aby přitom zůstal suchý, a zda by to někdo dokázal.

- **Vylévání vody z láhve**

Pomůcky: skleněná láhev, umyvadlo, voda

Provedení: Skleněnou láhev naplníme vodou a vodu z láhve vyléváme různými způsoby (viz obrázky – ve třetím případě lahvi několikrát zakroužíme, aby voda vytvořila vír). Měříme přitom, za jak dlouho voda z láhve vyteče.



Otázky pro žáky: Při kterém způsobu vylévání vytekla voda z láhve nejrychleji? Proč?

Vysvětlení pokusu: Při vylévání vody vniká do láhve místo ní vzduch. Vnikající vzduch a vytékající voda si vzájemně překáží. Při kroužení lahvi vznikne uprostřed tunýlek, kterým může vzduch lehce vstoupit dovnitř, a voda po stěnách snadno vytéká ven. Pokud bychom láhev jen otočili, vniká tam vzduch obtížněji.

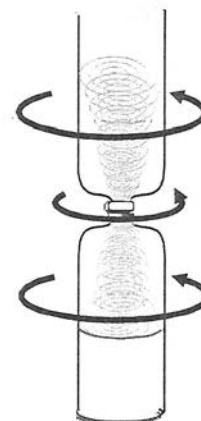
Metodická poznámka: S dětmi lze uspořádat závod, kdo vylije nejrychleji vodu z láhve a pak s nimi diskutovat o různých způsobech vylévání a jejich úspěšnosti. Další efektní a nejspíše nejrychlejší způsob, jak dostat vodu z láhve, je držet láhev vodorovně hrdlem od sebe a rychle se roztočit. To je ovšem dobré dělat venku.

• Vodní tornádo

Pomůcky: dvě stejné PET láhve se slepenými uzávěry, ve kterých je uprostřed provrtaný otvor o průměru 10 – 13 mm, voda

Provedení: Jednu láhev naplníme vodou a slepenými uzávěry připojíme druhou láhev. Otočíme láhve tak, aby plná byla nahore. Úkolem je přelít vodu do spodní láhve.

Uděláme to tak, že láhvemi několikrát rychle zakroužíme, aby vznikl vodní vír.



Otázky pro žáky: Proč voda z horní láhve volně nepřetéká do spodní? (Brání jí v tom vzduch, který je ve spodní láhvi.) Co je třeba udělat, aby voda přetékala? (Musíme udělat cestu vzduchu, aby mohl projít ze spodní láhve do horní.)

Vysvětlení pokusu: Při kroužení láhvemi vznikne nad otvorem v uzávěrech vodní vír, jehož středem uniká vzduch ze spodní láhve do horní nad hladinu vody a na jeho místo přetéká voda.

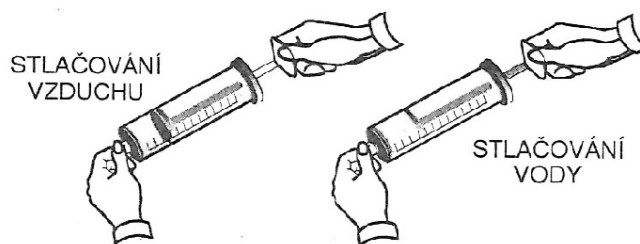
Metodická poznámka: Dobrý způsob slepení uzávěrů je zdrsnit víčka a spojit je tavnou pistolí. Pro zpevnění je ještě možné vsunout slepená víčka do kousku trubky vhodného průměru. Použijete-li velké PET láhve, je dobré je po straně zpevnit např. dřevěnou lištou.

• Stlačování vzduchu

Pomůcky: injekční stříkačka nebo hustilka, voda

Provedení: Injekční stříkačku (nejlépe skleněnou s volněji pohyblivým pístem) nejdříve naplníme vodou, otvor pro jehlu uzavřeme prstem a vyzveme děti, aby zkusily vodu stlačit. Poté necháme ve stříkačce jen vzduch a uděláme totéž. Porovnáme stlačitelnost vody a vzduchu.

Stlačování vzduchu můžeme ukázat i v hustilce na míč.



Otázky pro žáky: Porovnejte, jak se dá stlačit voda a vzduch. Která z těchto látek je stlačitelnější? Zůstane vzduch stlačený i poté, co se do něj přestane opírat píst, nebo se zase pružně roztáhne? (Vzduch je pružný.) Kde se pružnost využívá? (Pneumatika, míč, skákadla, vzduchovka, ...)

Vysvětlení pokusu: Vzduch se dá stlačit mnohem snadněji než voda. Vzduch je pružný.

- **Vodní fontána**

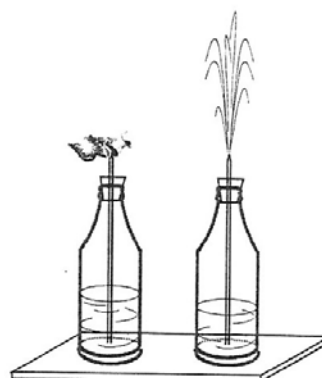
Pomůcky: láhev s dlouhou trubičkou utěsněnou v hrdle, voda

Provedení: Do láhve nalijeme vodu asi do čtvrtiny její výšky a láhev uzavřeme zátkou s trubičkou, která sahá těsně nad dno. Vyčnávající trubičkou nafoukáme do láhve vzduch. Když přestaneme foukat, začne z trubičky stříkat voda.

Otázky pro žáky: Vysvětlete, proč stříká voda z trubičky.

Vysvětlení pokusu: Foukáním jsme v láhvi zvýšili tlak vzduchu (samozřejmě vzrostl i tlak ve vodě). Stlačený vzduch tlačí na hladinu vody a poté, co přestaneme foukat, vytlačuje vodu trubičkou ven.

Metodická poznámka: Je dobré, když je horní konec trubičky zúžený. Trubičku můžeme utěsnit např. do provrtaného víčka modelínou, nebo ji nasunout do provrtaného gumového špuntu.



- **Fouknutí kuličky do láhve**

Pomůcky: láhev (plastová či skleněná), papír (ubrousek)

Provedení: Udělejte si malou papírovou kuličku, láhev položte vodorovně na stůl, kuličku dejte na kraj hrdla a foukněte ji dovnitř láhve.

Otázky pro žáky: Proč při prudším fouknutí kulička vyletí ven z hrdla? Co ji brání v tom, aby se dostala do láhve? (Kuličku vytlačí vzduch unikající z láhve.) Jak je třeba foukat, aby se kulička dostala do láhve?

Vysvětlení pokusu: Láhev je plná vzduchu, fouknutím tam přidáváme další a stlačený vzduch unikající z láhve kuličku vytlačí. Chceme-li kuličku dostat do láhve, je třeba foukat jemně na kuličku, tak aby se vzduch sunul do láhve jen spodní částí, zatímco horem stíhá unikat ven.

Metodická poznámka: S dětmi můžete udělat soutěž, komu se podaří fouknout kuličku do láhve napoprvé (nejdříve).

- **Vážení vzduchu**

Pomůcky: váhy s přesností na desetiny gramu (nejlépe digitální), PET láhev (1,5 l) s ventilkem, PET láhev (2 l) bez ventilků, automobilová hustilka, tenkostěnná plastová hadička o vnitřním průměru 0,7 mm nebo 0,9 mm, kbelík, voda

PET láhev s ventilkem vyrobíme tak, že do víčka namontujeme automobilový ventilek (sežene se v pneuservisu). Změříme průměr ventilků (bývá okolo 13 mm) a do víčka vyvrtáme otvor stejného průměru. Ventilek potom nasuneme do vyvrtaného otvoru ve víčku. Nasouvání jde obvykle ztěžka, je třeba použít větší sílu. Víčko našroubujeme na láhev.

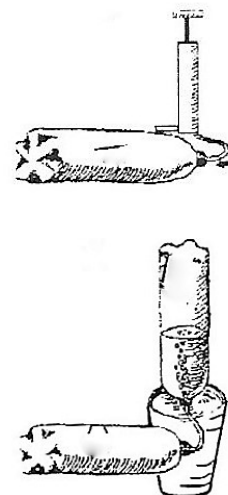


Provedení:

Láhev s ventilkem natlakujeme pomocí hustilky (případně pomocí kompresoru) a zvážíme ji, údaj si poznamenejme. Potom z láhve upustíme 2 l vzduchu. Uděláme to následujícím způsobem.

Dvoulitrovou plastovou láhev naplníme vodou, hrdlo utěsníme rukou, obrátíme ji dnem vzhůru a ponoříme (hrdlem dolů) do kbelíku s vodou. Láhev držíme tak, aby hrdlo bylo několik centimetrů pod hladinou. Láhev necháme podržet pomocníkovi. Na ventilek láhve se stlačeným vzduchem nasuneme hadičku a její druhý konec zasuneme do láhve s vodou (ve kbelíku). Přes hadičku mačkáme ventilek a vypouštíme vzduch z láhve. Vzduch vytlačuje vodu z druhé láhve.

Ta má objem 2 litry, takže až bude voda téměř vypuzena, ubudou z „tlakové láhve“ 2 litry vzduchu. Láhev, která je nyní lehčí o vypuštěné dva litry vzduchu, opět zvážíme. Je vidět, že je skutečně lehčí a rozdíl hmotnosti láhve před vypuštěním a po vypuštění vzduchu odpovídá hmotnosti 2 l vzduchu. Mělo by to být přibližně 2,5 g. Jeden litr vzduchu (1 dm^3) má tedy poloviční hmotnost asi 1,25 g.



Otázky pro žáky: Váží něco vzduch? Odhadněte, jaká je asi hmotnost vzduchu v místnosti, kde jste. (Nechte děti, ať si své odhady zapíší. Po zvážení vzduchu pak společně změřte či odhadněte rozměry místnosti a objem vzduchu v ní a určete jeho hmotnost.) Dal by se vzduch zvážít? Jak bychom to mohli udělat?

Metodická poznámka: Na úvod je vhodné jen kvalitativně ukázat, že vzduch něco váží. Nenatlačenou láhev s ventilkem postavte na váhu, pak do ní napumpujte další vzduch a ukažte, že se hmotnost zvýšila. Společně pak s dětmi rozmýšlejte, jak zjistit hmotnost konkrétního množství vzduchu.

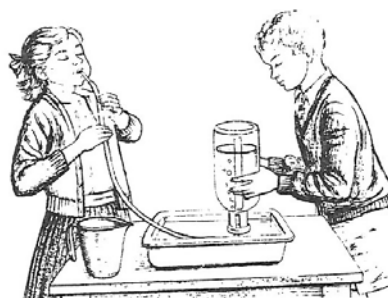
Je dobré, aby 2 l láhev byla z pevnějšího plastu a při vypouštění vody se nemačkala.

POZOR: Víčkem s ventilkem na nikoho nemířte, může se stát, že se víčko utrhne a vystřelí. Natlačené láhve nenechávejte bez dozoru a neskladujte je.

• Kolik vzduchu vydechneme

Pomůcky: plastová nebo skleněná láhev (3 - 5 l), kbelík (akvárium, mísa), hadička, brčka, voda

Provedení: Na láhev přilepíme zvenku odshora dolů papírovou pásku, která bude sloužit jako stupnice objemu. Do láhve postupně přiléváme po půl litru vody a na pásce vždy označíme výšku hladiny (označení můžeme případně dělat přímo na láhev lihovou fixou). Láhev plnou vody pak otočíme dnem vzhůru do kbelíku či jiné nádoby s vodou. Do hrdla zasuneme konec hadičky (viz obrázek). Do láhve vyfoukneme po hlubokém nadechnutí vzduch a změříme na stupnici jeho objem.



Otázky pro žáky: Kolik litrů vzduchu jste vydechnuli? Jak získávají plíce více vzduchu při sportovním výkonu či namáhavé práci? (Nechte děti změřit počet vdechů za minutu, když jsou v klidu a poté, co udělaly např. 10 dřepů.)

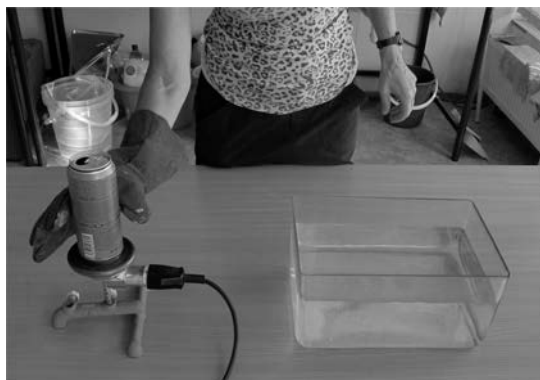
Metodická poznámka: Z hygienických důvodů opatříme konec hadičky pro každé dítě vždy novým brčkem.

Tlak vzduchu

• Rozmačkání plechovky

Pomůcky: plechovka od piva nebo limonády, akvárium nebo jiná nádoba na vodu, vaříč nebo kahan, rukavice, zápalky, voda

Provedení: Do plechovky od piva nebo limonády nalijeme trochu vody (asi 0,5 cm – 1 cm nad dno), přivedeme ji do prudkého varu a necháme chvíli vřít. Plechovku pak vezmeme rukou v rukavici a rychle otočíme dnem vzhůru do nádoby se studenou vodou.



Otázky pro žáky: Co rozmačkalo plechovku? (Okolní vzduch.) Proč vzduch nerozmačká plechovku hned, jak z ní vypijeme limonádu? (Jak odpíjíme limonádu, vniká do ní vzduch a ten tlačí zvenku stejně jako zevnitř.) Jak by pokus dopadl, kdyby plechovka byla tak pevná, že by tlak vzduchu vydržela? (Otvorem by do ní natekla voda.) Jak by pokus dopadl, kdybychom plechovku neotočili do vody a jen ji sundali z plamene? (Do plechovky by vnikl okolní vzduch a nic by se s ní nestalo.)

Vysvětlení pokusu: Při varu vody se v plechovce vytvoří vodní pára a vytlačí z ní vzduch. Poté co plechovku sundáme z plamene a otočíme do vody, se pára ochladí a zkapalní. Tím se sníží tlak v plechovce a vnější vzduch svým tlakem plechovku rozmačká dříve, než do ní nateče voda (ta funguje jako zátka, aby do ní nevnikal okolní vzduch).

Metodická poznámka: Vodu je třeba opravdu uvést do prudkého varu a nechat chvíli vřít, aby pára vyplnila celý objem plechovky a vypudila z ní vzduch.

• Otočená sklenice

Pomůcky: sklenice, papír, voda

Provedení: Sklenici naplníme vodou a překryjeme papírem. Papír přidržíme a otočíme sklenici dnem vzhůru. Papír drží na sklenici a voda nevyteče.

Otázky pro žáky: Co přidržuje papír na sklenici a proč z ní voda nevyteče?



Vysvětlení pokusu: Do papíru tlačí okolní vzduch a drží vodu ve sklenici. Tlak okolního vzduchu je větší, než by byl pouhý hydrostatický tlak vody ve sklenici. Okolní vzduch přitlačuje papír a zároveň stlačuje vodu do té doby, než dojde k vyrovnání tlaků. Papír dáváme na sklenici proto, aby udržel povrch vody rovný.

Metodická poznámka: Sklenici můžeme ještě upravit tak, že na její okraj přilepíme kvalitním lepidlem (např. epoxid) síťku z dámské punčochy. Pokus pak zopakujeme s touto „kouzelnou“ sklenicí. Děti se zeptáme, zda by voda vydržela ve sklenici i bez papíru a opatrně ho sundáme. Voda nevyteče, roli papíru sehrává tenká povrchová blanka na vodě mezi očky punčochy. Do sklenice pak stačí klepnout a voda vyteče. Na pokus můžeme ještě navázat dotazem, jak by to dopadlo, kdybychom vzali vyšší sklenici, zda by voda také nevytekla a pokus ukázat s vyšší, např. se zavařovací sklenicí. Dále můžeme nastolit problém, jaká nejvyšší by mohla sklenice být a pokračovat následujícím pokusem s vodním barometrem.

• Vodní barometr

Pomůcky: průhledná, 10 m dlouhá plastová hadice o průměru 8 – 10 mm zakončená vzduchotěsnou zátkou nebo na konci uzavřenou plastovou (či skleněnou) trubicí; zátka do druhého konce trubice, voda, potravinářské barvivo, kelímek (kádinka)

Provedení: Hadici nejprve naplníme obarvenou vodou. Nejlépe to uděláme tak, že hadici natáhneme na schodiště nebo pověsíme z okna uzavřeným koncem dolů a opatrně do ní naléváme vodu. Plnění probíhá pomalu, v hadici nesmí zůstat žádné vzduchové bubliny. Jejich uvolnění můžeme pomoci poklepáváním na stěny hadice (máme-li ji nataženou na schodišti).

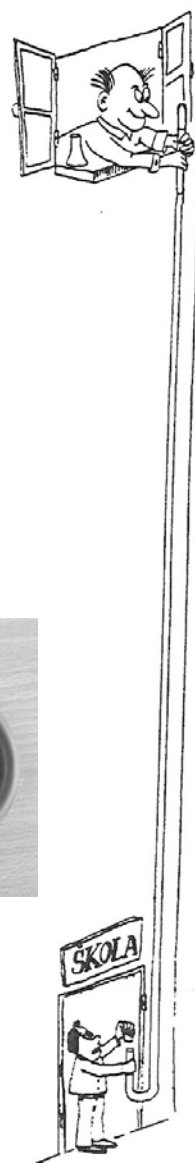
Po naplnění zašpuntujeme hadici a její zašpuntovaný konec ohneme do tvaru písmene U. V tomto tvaru je dobré zajistit konec hadice drátem (viz obrázek). Ohnutý konec je asi 10 cm dlouhý.

Hadici spustíme z přiměřeně vysokého okna. Dole potom vyndáme špunt. Trocha vody vyteče, ale zbytek zůstane v hadici. Po chvíli hadici opět zašpuntujeme. Na horním konci označíme, kam klesla voda. Po opětovném vytažení hadice změříme délku hadice od šuntu na konci ohnuté části až ke značce, kam klesla voda. Tím zjistíme, jak vysoký sloupec vody vzduch udržel v hadici (je to okolo 10 m). Z toho již můžeme zjistit tlak vzduchu.

Otázky pro žáky: Proč voda z hadice nevytéká, co ji tam drží?

Vysvětlení pokusu: Vzduch u povrchu Země tlačí stejně jako desetimetrový sloupec vody.

Tlak desetimetrového sloupce vody vypočteme tak, že výšku sloupce (10 m) vynásobíme hustotou vody (1000 kg/m^3) a tíhovým zrychlením (10 m/s^2). Tlak vzduchu je tedy asi $100\,000 \text{ Pa}$. Pro představu to odpovídá tomu, že vzduch působí na každý centimetr čtvereční



zhruba tak, jako kdyby na této ploše stálo kilogramové závaží (asi tak, jako kdybychom si toto závaží položili na nehet).

Metodická poznámka: V horní části hadice, kde poklesla voda, není prázdno, ale je tam vodní pára, která trochu tlačí na vodní sloupec.

S dětmi pak můžeme diskutovat otázku, z jak hluboké studny dokážeme dostat vodu ruční pumpou (10 m). Pumpa funguje tak, že snižuje tlak vzduchu nad hladinou vody, kterou chceme vyčerpávat.

- „Magdeburské polokoule“

Otto von Guericke byl německý fyzik, politik, vědec a vynálezce, který se proslavil mimo jiné svými působivými experimenty, které se zabývaly fyzikou vakua. Používal vzduchovou pumpu (vývěvu), s pomocí které mohl dosahovat velmi nízkých tlaků.

Nejznámější experiment předvedl Otto von Guericke v roce 1657 v Magdeburgu. Spojil dvě kovové polokoule, mezi které vložil kožené těsnění, a svou vývěvou pak vyčerpал přes ventil vzduch z vnitřku koule. Okolní vzduch, který měl vyšší tlak než zbytek vzduchu uvnitř koule, pak polokoule přitlačoval k sobě. Píše se, že ani 16 koní zapřažených po osmi ke každé polokouli v opačných směrech nedokázalo polokoule od sebe oddělit. To se podařilo až poté, co Guericke do koule napustil vzduch.



Model magdeburských polokoulí v menším měřítku i vývěvu si možná můžete zapůjčit v kabinetě fyziky a pokus s dětmi udělat nebo jim ho mohou předvést starší spolužáci. Pokud magdeburské polokoule neseženete, můžete improvizovat s následujícími pomůckami.

Pomůcky: dva gumové zvony na čištění odpadu, dvě přísavky na zvedání skla, dvě frisbee

Provedení: Dva gumové zvony přitlačíme k sobě a následně se je snažíme odtrhnout. Podobně to můžeme udělat s gumovými přísavkami na zvedání skla nebo se dvěma frisbee disky.



Otázky pro žáky: Proč nejdou zvony (přísavky, frisbee) odtrhnout? Co je k sobě přitlačuje?

Vysvětlení pokusu: Při přitlačení vypudíme část vzduchu, která je mezi zvony (přísavkami, frisbee), tím se sníží tlak vzduchu mezi nimi. Okolní vzduch má vyšší tlak a přitlačuje zvony (přísavky, frisbee) k sobě.

Metodická poznámka: Při odtrhávání zvonů či přísavek je potřeba dost velká síla a je třeba dát pozor, aby se děti při náhlém odtržení nezranily. Je dobré postavit za ně spolužáka, který jim bude dělat záchranu.

• Zvedání vzduchu

Pomůcky: deska z překližky nebo tvrdého papíru (cca 20 cm x 20 cm) s háčkem uprostřed, velký list novin, pevnější provázek, tyčka na namotání provázku, nůžky.



Provedení:

desku položíme na zem a překryjeme ji listem novin (doprostřed do nich uděláme otvor, aby prošel háček). K háčku uvážeme provázek. Ukážeme, že provázek normálně rukou nepřetrhneme.

Nejprve táhneme za provázek pomalu – noviny s deskou zvedneme. Pak zkusíme zvednout noviny s deskou tak, že za provázek velmi prudce škubneme. Provázek si přitom raději namotáme na nějakou tyčku, aby se nám nezařízl do ruky. V tomto případě se provázek přetrhne.

Otázky pro žáky: Proč jsme při pomalém zvedání desku s novinami zvedli? Proč se při rychlém škubnutí provázek přetrhl? Představte si, jak se v obou situacích chová vzduch nad deskou.

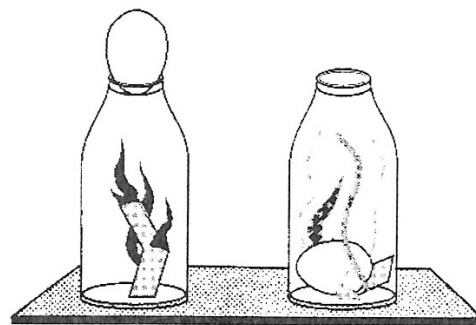
Vysvětlení pokusu: Při pomalém zvedání se vzduch nad deskou stačí rozestoupit a udělá desce s novinami místo. Při prudkém škubnutí vzduch nestačí uhnout a provázek nezvládne zvednutí (rozpohybování) sloupce vzduchu nad novinami, který může vážit i několik tun.

Metodická poznámka: Je třeba škubnout opravdu prudce. Vyzkoušejte si to raději předem.

• Vejce do láhve

Pomůcky: skleněná láhev od mléka či od kečupu, natvrdo uvařené a oloupané vejce, kousek papíru, zápalky

Provedení: Proužek papíru zapálíme a vhodíme do láhve. Na hrdlo láhve co nejrychleji položíme vajíčko špičkou dolů. Sledujeme, co se děje. Vajíčko většinou nejprve mírně nadskakuje a pak s mlasknutím skončí v láhvi.



Otázky pro žáky: Popište, co jste při pokusu pozorovali. Proč vajíčko nejprve nadskakovalo? (Tlačil do něj zevnitř rozpínající se horký vzduch obsahující i plyny vzniklé při hoření papíru.) Co zatlačilo nakonec vajíčko do láhve? (Okolní vzduch, který tlačil více než ochlazené plyny uvnitř láhve.)

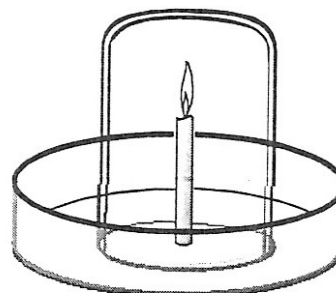
Vysvětlení pokusu: Plyny se zahřátím roztahují, a pokud jsou uzavřeny v daném objemu, zvyšují svůj tlak. Při ochlazování plynu v uzavřeném objemu pak jejich tlak klesá. Na začátku pokusu při hoření papíru byl tlak horkého vzduchu a plynů vzniklých při hoření v láhvi větší než venkovní (atmosférický) tlak vzduchu. Vajíčko proto nadskakovalo a část plynů unikla ven. Když hoření ustalo, zbytek plynů uvnitř se ochladil od stěn láhve a jejich tlak se snížil. Okolní vzduch, jehož tlak byl vyšší, vmáčkl vajíčko do láhve.

Metodická poznámka: Pozor na velmi rozšířenou chybnou představu, že při hoření papíru shořel kyslík a zbylo po něm v láhvi místo. Při hoření vznikají jiné plyny, oxid uhličitý a vodní pára a jejich objem není menší. (Vodní pára se pak sráží na stěnách nádoby a oxid uhličitý se ve zkonzenzované vodě rozpouští, což také přispívá ke snížení tlaku v láhvi.) Další nesprávná představa je, že podtlak v láhvi vtáhne vajíčko dovnitř. Podtlak nemá „ručičky“ a nemůže nic vtáhnout. Vajíčko dovnitř natlačí okolní vzduch.

• Utopená svíčka

Pomůcky: svíčka, sklenice, zápalky, miska (talíř), voda

Provedení: Do misky či talíře nalijeme vodu do výšky cca 1-2 cm, do středu postavíme svíčku a zapálíme ji. Svíčku pak přiklopíme sklenicí. Někdy můžeme pozorovat bublinky utíkající pod okrajem sklenice. Svíčka po chvíli zhasne a do sklenice stoupá voda z talíře.



Otázky pro žáky: Popište, co jste při pokusu pozorovali. Proč utíkaly pod okrajem sklenice bublinky? (Ze sklenice unikal horký vzduch spolu s plyny vzniklými při hoření papíru.) Proč zhasla svíčka? (Kyslík v okolí plamene potřebný k hoření se přeměnil na jiné plyny.) Proč vnikla voda do sklenice, jak se tam dostala? (Natlačil ji tam okolní vzduch, který měl vyšší tlak než plyny uvnitř sklenice.)

Vysvětlení pokusu: V okolí plamene jsou horké plyny, které přiklopíme sklenicí. Někdy ještě dochází k dalšímu ohřívání a rozpínání plynů a můžeme pozorovat, jak unikají pod okrajem sklenice. Kyslík ze vzduchu pod sklenicí se při hoření sloučí s vodíkem a uhlíkem z parafínu na jiné plyny a svíčka zhasne. Plyny uvnitř sklenice se ochladí o její stěny a jejich tlak se sníží. Okolní vzduch, jehož tlak je vyšší, natlačí vodu do sklenice.

Metodická poznámka: Opět pozor na velmi rozšířenou chybnou představu, že při hoření svíčky shořel kyslík a zbylo po něm ve sklenici místo (toto vysvětlení lze nalézt i v některých učebnicích). Kyslík se při hoření sloučil s vodíkem a uhlíkem z parafínu na jiné plyny – oxid uhličitý, vodní pára. (Vodní pára se pak sráží na stěnách nádoby a oxid uhličitý se ve z kondenzované vodě rozpouští, což také přispívá ke snížení tlaku ve sklenici.)

- **Uzavření zavařovací láhve plamenem**

Pomůcky: zavařovací sklenice s víčkem, zápalky, proužek papíru

Provedení: Proužek papíru zapálíme a vhodíme do zavařovací sklenice. Na hrdlo sklenice přitiskneme za okamžik víčko. Papír po chvíli zhasne a víčko drží pevně na sklenici.

Otázky pro žáky: Proč nejde víčko sundat ze sklenice?

Vysvětlení pokusu: Horké plyny vzniklé při hoření papíru se nejdříve rozepnuly a částečně unikly ze sklenice. Po přiklopení víčka plamen zhasl, plyny se ochladily o stěny sklenice a tím klesl jejich tlak. Okolní vzduch má vyšší tlak než plyny ve sklenici a přitlačuje víčko.

- **Nafukování rukavice**

Pomůcky: skleněná nádoba, která má u dna vzduchotěsně zapuštěnou trubičku, dlouhá hadička (alespoň metr), gumová chirurgická rukavice nebo nafukovací balónek, voda, kbelík

Provedení: Skleněnou nádobu, která má u dna vzduchotěsně zapuštěnou trubičku, na níž je napojena dlouhá hadička (alespoň metr), naplníme vodou. Na hrdlo nádoby navlékneme a dobře upevníme gumovou rukavici. Postavíme láhev tak, aby hadička visela dolů a voda mohla vytékat do připraveného kbelíku. Při vytékání vody se rukavice začne nafukovat dovnitř nádoby.

Chceme-li dostat rukavici zpět z nádoby, musíme zvednout hadičku. Do nádoby začne vnikat okolní vzduch a rukavice splaskne. Nakonec je ještě možné pro efekt do hadičky fouknout, rukavici na hrdle nafouknout opačně a nechat ji odletět.

Otázky pro žáky: Proč se rukavice nafukuje, co do ní vhání vzduch? Jak lze rukavici dostat z láhve a nezničit ji?

Vysvětlení pokusu: Při vytékání vody začne v nádobě klesat tlak vzduchu. Tlak vzduchu v rukavici je ale stále roven tlaku atmosférickému. Oba tlaky musí být vyrovnané – důsledkem toho je nafukování rukavice.



Poznámka pro zvědavé:

Situace je ve skutečnosti trochu složitější. Napnutá rukavice se chce vrátit do původního stavu (říkáme, že v ní je napětí). Atmosférický tlak je tedy roven součtu tlaku uvnitř nádoby a napětí v rukavici. Napětí (mechanické) je fyzikální veličina velmi podobná tlaku – podobnost je taková, že tyto veličiny můžeme sčítat.

Vyndáme-li pak hadičku z kbelíku s vodou a zvedneme ji nahoru, začne dovnitř vnikat okolní vzduch a rukavice splaskne. Tomuto ději opět napomáhá napětí v rukavici. Pokud rukavice nechce spolupracovat, foukněte do hadičky.

Metodická poznámka: Pokus můžeme motivovat otázkou, zda je možné nafouknout balónek nebo gumovou rukavici tak, abychom si mohli dovnitř sáhnout.

Velmi efektní je foukat v závěru do hadičky tak, aby se rukavice na lahvi vzpřímila a opět se začala nafukovat. Často se podaří, že nakonec rukavice „odstartuje z lahve“ směrem ke stropu.

• Borcení láhve

Pomůcky: plastová láhev s vypouštěcí trubičkou, voda, kbelík



Provedení: Do víčka lahve zapustíme hadičku (viz foto). Láhev napustíme vodou, uzavřeme ji a postavíme tak, aby hadička visela dolů a voda vytékala do kbelíku. Láhev se při vytékání vody postupně bortí.



Otázky pro žáky: Proč se láhev při vytékání vody bortí?

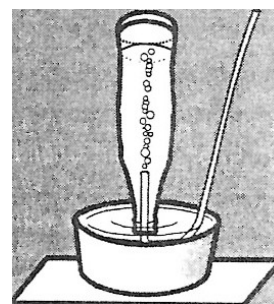
Vysvětlení pokusu: Tlak vody na stěny láhve byl zpočátku stejný, jako tlak okolního vzduchu. Když voda vytékala ven, tlak uvnitř láhve poklesl. Tlak vzduchu zvenčí byl větší a okolní vzduch pomačkal plastové stěny láhve.

Metodická poznámka: Pokles tlaku je dán svislou délkou vodního sloupce v hadičce. Proto je třeba, aby byla hadička dostatečně dlouhá a neležela vodorovně na stole.

• Vtékání vzduchu do láhve s vodou

Pomůcky: láhev, hadička, akvárium nebo jiná nádoba, voda

Provedení: Láhev naplníme po okraj vodou, otočíme ji a ponoříme hrdlem do nádoby s vodou. Hadičku na jednom konci stiskneme a druhý konec vsuneme do láhve. Po uvolnění stisku hadičky začne do láhve vnikat vzduch a voda z ní vytéká.



Otázky pro žáky: Co vtlačuje vzduch do láhve?

Vysvětlení pokusu: Tlak okolního vzduchu je větší než tlak vody u ústí hadičky v láhvi, proto okolní vzduch vniká do láhve nad hladinu vody a ta vytéká.

- **Pití brčkem**

Pomůcky: sklenice, brčko, voda

Provedení: Napijte se brčkem vody ze sklenice.

Otázky pro žáky: Co vhání vodu do našich úst?

Vysvětlení pokusu: Ponoříme-li brčko do vody ve sklenici, je tlak vzduchu nad hladinou vody v brčku stejný jako nad okolní hladinou ve sklenici a hladiny jsou vyrovnané. Při pití snížíme tlak vzduchu nad hladinou vody v brčku. Tlak nad hladinou ve sklenici je vyšší a okolní vzduch natlačí vodu do brčka a našich úst.

- **Jaký přetlak a podtlak dokážeme vyvinout**

Pomůcky: malá láhev se zátkou, ve které jsou vzduchotěsně zapuštěny dvě průhledné plastové hadičky, delší asi dva metry dlouhá, obarvená voda, metr, brčka, nůžky

Provedení: Láhev naplníme obarvenou vodou a uzavřeme zátkou s hadičkami.

Delší hadičku (1) svisle napneme a snažíme se nasát vodu jako brčkem. Zaznamenejme si, do jaké výšky jsme dokázali vodu nasát.

Delší hadičku (1) necháme svisle napnutou a foukáním do druhé hadičky (2) vytlačujeme vodu do první hadičky (viz obr.). Opět si poznamenejme, do jaké výšky jsme dokázali vodu vytlačit.



Otázky pro žáky: Co vtlačuje vodu do hadičky?

Vysvětlení pokusu: Tlak vody v hadičce a vzduchu nad ní je na začátku pokusů vyrovnaný. V prvním případě snížíme při nasávání vody tlak vzduchu nad hladinou vody v hadičce. Voda vystoupí do takové výšky, aby se tlaky opět vyrovnaly. Každý centimetr vodního sloupce přitom představuje snížení tlaku o 100 Pa (1 hPa).

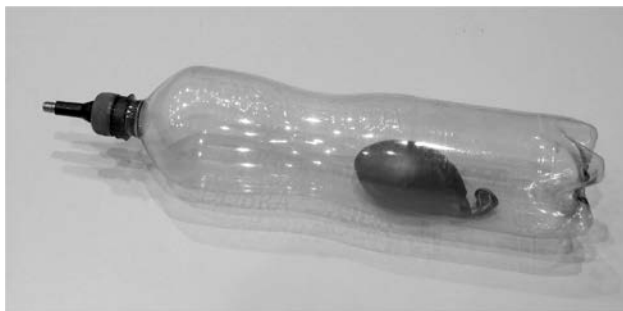
Ve druhém případě nafukujeme do láhve vzduch a zvýšíme tlak vody na úrovni hladiny v hadičce oproti tlaku vzduchu nad ní a voda v hadičce stoupá, dokud se tlaky nevyrovnají. Každý centimetr vodního sloupce přitom představuje zvýšení tlaku o 100 Pa (1 hPa).

Metodická poznámka: Z hygienických důvodů opatříme konec hadičky, do které se fouká, pro každé dítě vždy novým kouskem brčka.

- **Vyfukování a nafukování zavázaného balonku**

Pomůcky: PET láhev s uzávěrem s automobilovým ventilkem (výroba viz vážení vzduchu), nafukovací balónek, kus niti, plastová hadička, automobilová hustilka

Provedení: Do láhve zasuneme trubičku a tělo balónku. Balónek nafoukneme, vytáhneme trubičku a zavážeme balónek. Zbytek balónku zatlačíme do hrdla a láhev uzavřeme. Hustilkou nahustíme láhev, až se balónek výrazně zmenší. Jestliže pak zmáčkne uzávěr ventilku a budeme upouštět stlačený vzduch z láhve, balónek se bude nafukovat. Nahuštěním vzduchu se pak balónek opět zmenší.



Otázky pro žáky: Proč se balónek v láhvi nafukuje? Jak můžeme balónek zase zmenšit?

Vysvětlení pokusu: Upouštěním vzduchu z láhve snižujeme jeho tlak. Balónek se nafukuje a zvětšuje svůj objem, aby tlaky zůstávaly vyrovnané.

Při opětovném nahušťování láhve naopak zvyšujeme tlak vzduchu v láhvi a ten stlačuje balónek.

Metodická poznámka: Natlakovanou láhev s balónkem si lze připravit chvíli předem a pokus dát dětem jako problém, zda je možné balónek v láhvi nafouknout, aniž bychom ho rozvázali. Další problém, který můžeme spojit s tímto pokusem, je, jak nafouknout balónek dovnitř láhve. Děti si to mohou vyzkoušet a přijít na to, že bez toho, aby nechaly průchod vzduchu, který je v láhvi, ven, to nepůjde. Průchod v našem případě zajišťuje trubička.

POZOR: Víčkem s ventilkem na nikoho nemiřte, může se stát, že se víčko utrhne a vystřelí. Natlakované láhve nenechávejte bez dozoru a neskladujte je.

Pokusy s ruční vývěvou

Ruční vývěva se dá koupit v kuchyňských potřebách. Slouží k odčerpání vzduchu při uskladňování a zamrazování potravin. Pro pokusy je vhodná vyšší nádoba.

- **Balónek (a jiné) pod vývěvou**

Pomůcky: ruční vývěva, nafukovací balónek, holicí pěna, scvrklé jablko, marshmallow, indiánek

Provedení: Pod vývěvu dáme trošku nafouknutý zavázaný balónek a sledujeme, jak se chová při snižování tlaku vzduchu. Můžeme vyzkoušet, co bude při odčerpávání vzduchu dělat holicí pěna (dáme jí trochu do skleničky), scvrklé jablko, marshmallow či indiánek.

Otázky pro žáky: Co se stane s balónkem, jestliže z jeho okolí budeme odčerpávat vzduch? Proč nemůžeme po odsátí vzduchu otevřít víko nádoby a nafouklý balónek (plnou sklenici pěny, vyhlazené jablko, narostlý marshmallow či indiánek) vyndat? Co musíme udělat, abychom mohli víko otevřít? Co se přitom stane s balónkem (pěnou, jablkem, marshmallow a indiánkem)?



Vysvětlení pokusu: Snižujeme-li tlak vzduchu v okolí balónku, začne se vzduch uvnitř rozpínat a balónek se nafukuje (podobně se zvětšují bublinky uvnitř pěny a narůstá její objem, „nafukuje se“ a vyhlazuje scvrklé jablko, nafukuje se marshmallow či pěna v indiánku). Po odčerpání části vzduchu zevnitř nádoby má okolní vzduch vyšší tlak a přitlačuje víko nádoby, takže ji neotevřeme. Abychom tak mohli učinit, musíme dovnitř napustit zpět vzduch, aby se tlaky vyrovnaly.

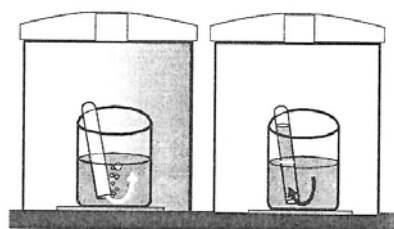
Při zpětném napouštění vzduchu do nádoby se objem balónku (i dalších věcí) opět zmenší.

Metodická poznámka: Děti si často chybně myslí, že balónek se při odsátí vzduchu začne vznášet (nebude-li vzduch, nebude fungovat ani gravitace).

• Nasávání vody

Pomůcky: ruční vývěva, sklenice, zkumavka, voda

Provedení: Pod vývěvu dáme sklenici naplněnou asi do poloviny vodou a v ní vnořenou zkumavku dnem vzhůru. Sledujeme, co se bude dít při odčerpávání a zpětném nasávání vzduchu.



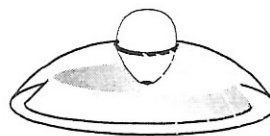
Otázky pro žáky: Proč vzduch ze zkumavky při odčerpávání vzduchu z nádoby vybublává? Proč pak při napouštění vzduchu do nádoby stoupá voda do zkumavky?

Vysvětlení pokusu: Odčerpáváním vzduchu z nádoby se snižuje jeho tlak na vodní hladinu. Tlak vzduchu ve zkumavce je vyšší a vzduch z ní začne vybublávat, aby se tlaky vyrovnaly. Při opětovném napouštění vzduchu do nádoby se zvýší jeho tlak na vodní hladinu a vzduch začne tlačit vodu do zkumavky a stlačovat vzduch v ní, tak, aby opět došlo k vyrovnání tlaků.

• Vajíčko pod vývěvou

Pomůcky: ruční vývěva, syrové vajíčko, jehla, plastová láhev, nůž, miska

Provedení: Vyrobíme si stojánek na vajíčko, např. z horní části plastové láhve. Odřízneme spodek láhve a hrdlo v takové výšce, aby špička vajíčka byla 3 – 5 mm nad miskou – viz obrázek. Do špičky syrového vajíčka uděláme jehlou otvor o průměru asi 5 mm. Vajíčko vložíme do stojánku umístěného v nádobě vývěvy. Začneme odčerpávat vzduch a sledujeme, jak z vajíčka vytéká bílek a postupně i žloutek.



Při opětovném napouštění vzduchu se bílek a žloutek vrací zpět (k tomu je třeba, aby se zcela neoddělil otvor ve vajíčku od vyteklého obsahu).

Otázky pro žáky: Co vytlačuje bílek a žloutek z vajíčka? Proč se při opětovném napouštění vzduchu do nádoby vrací obsah vajíčka zpět do skořápky?

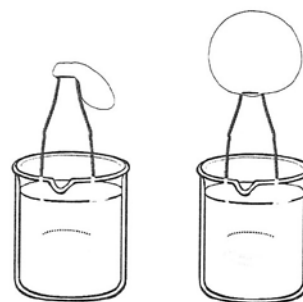
Vysvětlení pokusu: Při odčerpávání vzduchu z nádoby a snižování jeho tlaku začne vzduchová bublina, která je uvnitř vajíčka, zvětšovat svůj objem a vytlačovat jeho obsah ven do misky. Při opětovném napouštění vzduchu do nádoby se zvyšuje jeho tlak, a vzduch natlačí obsah vajíčka zpět do skořápky.

Zahřívání vzduchu

- Nafukování balónku na láhvi**

Pomůcky: láhev, nafukovací balónek, dvě sklenice – jedna s horkou a jedna se studenou vodou

Provedení: Na hrdlo láhve navlékneme nenafofknutý balónek. Láhev postavíme nejprve do sklenice s horkou vodou a sledujeme, co se bude dít. Balónek se nafukuje. Pak láhev přemístíme do sklenice se studenou vodou. Balónek splaskne.



Otázky pro žáky: Proč se balónek nafoukl při ponoření láhve do horké vody? Proč balónek splaskl, když byla láhev ve studené vodě?

Vysvětlení pokusu: V horké vodě se vzduch v láhvi ohřívá a zvětšuje svůj objem. Ve studené vodě se pak ochlazuje a svůj objem zmenšuje.

Metodická poznámka: Před navléknutím je dobré balónek několikrát nafouknout a vyfouknout.

Můžeme postupovat tak, že dětem předem neprozradíme nic o teplotě vody ve sklenicích a necháme je hledat příčinu nafukování a splaskávání balónku.

- Bublina na láhvi**

Pomůcky: skleněná láhev, brčko, roztok z bublifuku

Provedení: Na hrdle láhve, které předtím smočíme v bublifuku, vyfoukneme brčkem malou bublinu. Jestliže láhev zahřejeme (můžeme ji jen držet v dlaních), začne se bublina zvětšovat.

Otázky pro žáky: Proč se bublina nafukuje?

Vysvětlení pokusu: Vzduch v láhvi se zahřívá a rozpíná se.

Metodická poznámka: Kvalitnější bublifukový roztok vyrobíme tak, že rozpustíme 1 kávovou lžičku medu v 10 lžičkách převařené vody a do tohoto roztoku přidáme 1 lžičku čistého glycerinu (lze ho koupit v lékárně) a nakonec 1 lžičku koncentrovaného jaru. Bublifuk vydrží dlouho, budeme-li ho skladovat v chladničce.

- Stožár na láhvi**

Pomůcky: skleněná láhev, knoflík se stožárem, bublifuk

Provedení: Knoflík se „stožárem“ vyrobíme z rovného lehkého plastového knoflíku, který má takovou velikost, že jeho okraj dosedá na okraj hrdla láhve. Knoflíkové dírky zakápneme rozehřátým parafínem ze svíčky (nebo kapkou lepidla). Na knoflíku vztyčíme „stožár“, např. brčko nebo špejli. Stožár musí držet tak, aby se při usazení knoflíku na hrdlo láhve nekácel.



Hrdlo láhve nejprve smočíme v bublifuku a potom na něj posadíme knoflík se stožárem. Jestliže láhev zahřejeme v dlaních (nebo v teplé vodě), knoflík se stožárem se začne díky unikajícímu vzduchu střídavě naklánět a vracet do původní polohy.

Otázky pro žáky: Proč se knoflík se stožárem naklání?

Vysvětlení pokusu: Při zahřívání láhve se ohřívá i vzduch v ní a zvyšuje se jeho tlak, až do okamžiku, kdy vzduch nadzvedne knoflík a část ho unikne. Knoflík se vrátí do původní polohy a vše se opakuje.

Metodická poznámka: Místo knoflíku se „stožárem“ stačí vzít vhodnou minci, která pak na hrdle poskakuje.

Proudění vzduchu

- **Foukání mezi papíry**

Pomůcky: 2 listy papíru

Provedení: Listy papíru podržíme svisle dolů cca 5 cm od sebe a foukneme mezi ně. Papíry se k sobě přiblíží.

Jinou variantou je podržet jeden list papíru za okraje a fouknout nad něj. List se nadzvedává do vodorovné polohy.

Otázky pro žáky: Co očekáváte, že udělají listy papíru, jestliže mezi ně foukneme? (Děti většinou čekají, že se listy vzdálí.) Proč se listy přiblížily, co je k sobě přitlačilo? (Okolní vzduch.)

Vysvětlení pokusu: V proudícím vzduchu je nižší tlak než ve vzduchu, který je v klidu. Papíry k sobě přitiskne okolní vzduch, který má vyšší tlak než vzduch proudící mezi papíry.



- **Fixírka**

Pomůcky: 2 brčka, sklenice, voda, nůžky, hadr

Provedení: Ustříhneme dva kousky brčka, jeden asi 8 cm a druhý 5 cm dlouhý. Do sklenice s vodou ponoříme delší brčko, tak aby horní část koukala z vody. Druhým brčkem nad něj foukáme. Do brčka ve sklenici vystupuje voda, kterou druhým brčkem rozstříkujeme.

Otázky pro žáky: Proč stoupá voda do brčka ve sklenici, kdo ji tam natlačí? (Okolní vzduch.)



Vysvětlení pokusu: V proudícím vzduchu nad koncem brčka ve sklenici je nižší tlak, než má vzduch nad hladinou vody ve sklenici a ten natlačí vodu do brčka. Proudící vzduch nad brčkem pak vodu rozprašuje.

Metodická poznámka: Pokus je dobré si předem vyzkoušet a najít vhodný sklon brčka, do kterého foukáme. Foukat je třeba dost silně.

- **Míček v proudu vzduchu**

Pomůcky: fén, pingpongový míček

Provedení: Fén otočte tak, aby foukal kolmo vzhůru, zapněte ho a do proudu vzduchu položte pingpongový míček. Míček se vznáší v proudu vzduchu. Zkuste do něj opatrně strčit z boku (a vychýlit ho tak z osy proudu vzduchu). Míček se vrátí zpět. Fén pomalu naklánějte tam a zpět. Míček bude sledovat pohyb proudu vzduchu a až do určitého náklonu fénu nespadne.

Otázky pro žáky: Kdo (co) drží míček nad fénem? Přitahuje míček, který se vznáší v proudu vzduchu nad fénem, Země? (Míček drží nad fénem vzduch, který proudí vzhůru z ústí fénu, a strká zespodu do míčku. Země míček stále přitahuje. Snaží se jej stáhnout dolů, zatímco proud vzduchu ho tlačí nahoru. Vzduch a Země se o míček „přetahují“.)



Vysvětlení pokusu: Vysvětlení tohoto zdánlivě jednoduchého pokusu je poměrně složité. To, že míček zůstává „viset“ v proudu vzduchu nad fénem, lze zjednodušeně vysvětlit tak, jak je to uvedeno v předchozím odstavci – proud vzduchu tlačí míček směrem vzhůru, Země jej přitahuje dolů a obě tyto síly jsou v místě, kde míček „visí“, stejně veliké.

Vysvětlení stability míčku v proudu vzduchu (toho, že se míček vrací zpět, když se jej pokusíme vystrčit do strany) je složité a nemá smysl pokoušet se o něj na úrovni prvního stupně ZŠ.

To, že se míček udrží nad nakloněným fénem lze vysvětlit tím, že nad míčkem proudí vzduch rychleji a je tam tedy menší tlak než v pomalejším, nebo klidném vzduchu pod ním. Zespodu tedy tlačí



vzduch do míčku více než shora. Na míček působí kromě vzduchu směrem dolů ještě zemská přitažlivost. Míček se ustálí v takovém místě, kde se síly vyrovnají – rozdíl tlakových sil vzduchu je v tomto místě roven zemské přitažlivosti.

Poznámka: Pokus, kdy se v proudu vzduchu nad fukarem vznáší míč, bývá k vidění v různých science centrech. Boční stabilita míče bývá občas nesprávně vysvětlována tzv. Bernoulliho principem. Podrobnějším rozбором situace lze dojít k tomu, že toto vysvětlení je nesprávné.

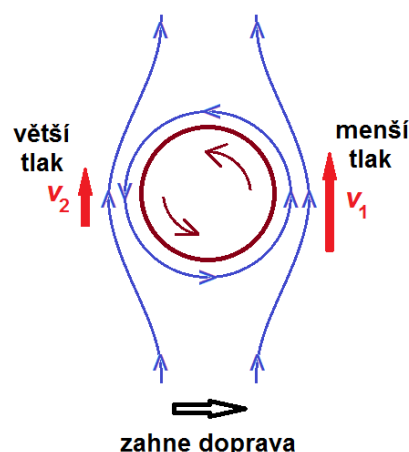
- **Magnusův válec**

Pomůcky: prkno, lehký papírový válec, kulička, nebo např. dřevěný váleček

Provedení: Podržte prkno v šikmé poloze a nechte po něm skutálet kuličku, nebo dřevěný váleček. Všimněte si, jak kulička (váleček) „skočí“ z prkna na zem. Nebude na tom zřejmě nic divného.

Nyní nechte z prkna skutálet lehký papírový válec. Ten po opuštění prkna během pádu překvapivě zatočí pod prkno.

Vysvětlení: Válec, který se kutálí po prkně, strhává vzduch ve svém okolí. Vzduch má tu vlastnost, že se „lepí“ na předměty, které se jím pohybují. Když válec padá dolů po opuštění prkna, stále strhává vrstvičku vzduchu okolo sebe. Tato vrstva vzduchu se tedy točí spolu s válcem. Když válec padá, pohybuje se vůči okolnímu vzduchu. Z hlediska válce si to můžeme představit tak, že proti němu zdola fouká vzduch. Rotující vrstvička vzduchu brzdí „foukající“ vzduch na jedné straně a urychluje ho na straně opačné (tyto dva proudy vzduchu se k sobě totiž také trochu lepí). Výsledkem je to, že na jedné straně padajícího válce (a k němu nalepené vrstvičky vzduchu) je menší tlak než na straně druhé. Vzduch odtlačuje válec z místa, kde je větší tlak do místa, kde je tlak menší.



Metodická poznámka: Jevu, který jsme si vyzkoušeli tímto pokusem, se říká Magnusův jev (podle významného německého fyzika Heinricha Gustava Magnuse, který žil v 19. století a tento jev objevil).

Tento jev pomáhá např. fotbalistům nebo hráčům stolního tenisu, protože letící rotující míč nečekaně mění směr letu.



- **Padající kornouty**

Pomůcky: papír, nůžky, lepidlo, kružítko

Provedení: Vystříháme z papíru dva stejné kruhy a slepíme z nich dva stejné mělké kornouty podle obrázku. Přelep uděláme jen tenký, aby kornout nebyl na jedné straně výrazně těžší.

Necháme oba kornouty padat nejprve vedle sebe.

Dopadnou přibližně stejně. Pak pustíme kornouty tak, že je jeden nad druhým. Horní kornout je rychlejší a dožene ten pod ním.



Otázky pro žáky: Proč dohnal horní kornout ten spodní? Využívá se to někde? (Využívají to např. cyklisté či běžci – první rozráží vzduch, ostatní se vezou v tzv. vzduchovém pytlí za ním.)

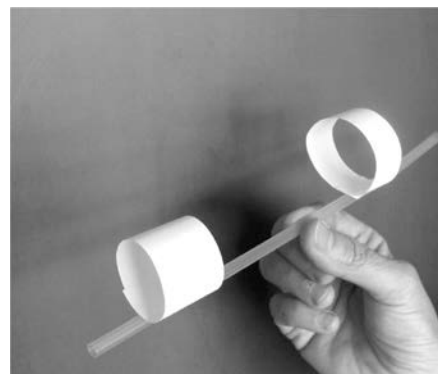
Vysvětlení pokusu: Tento pokus je často vysvětlován tak, že dolní kornout rozráží vzduch a na horní kornout už nepůsobí tak velký odpor vzduchu. Tak jednoduché to ale není (uvědomte si, že i horní kornout musí „rozrážet“ vzduch pod sebou). Vysvětlení je v tom, jak složitě proudí vzduch okolo dolního kornoutu a jak se chová horní kornout v tomto proudícím vzduchu. Pro úroveň 1. stupně ZŠ by ale vysvětlení bylo příliš složité.

- **Výroba létajících brček**

Pomůcky: brčka, papír, nůžky, lepidlo

Provedení: Nejprve ukážeme, jak letí samotné brčko, jestliže ho hodíme. Pak slepíme z papíru dva kroužky (mohou mít různý průměr i různou šířku) nalepíme je na brčko a necháme chvíli zaschnout.

Uspořádáme soutěž v doletu vyrobených „okroužkovaných“ brček.



Metodická poznámka: Není žádný recept na to, jak velké a široké mají být kroužky, aby brčko letělo co nejlépe. Je třeba to zkoušet. Nechte děti, ať vyrábí podle své fantazie a zkouší úspěšnost letu.

- **Výroba vrtulek**

Pomůcky: vzory vrtulek (viz níže), nůžky lepidlo, kancelářské svorky

Provedení: Vystříháme vrtulky podle plných čar.

Tělo zájčka přehneme podle tečkovaných čar a sepneme kancelářskou svorkou, která slouží zároveň jako zátěž. Uši zájce ohneme každé na jednu stranu.

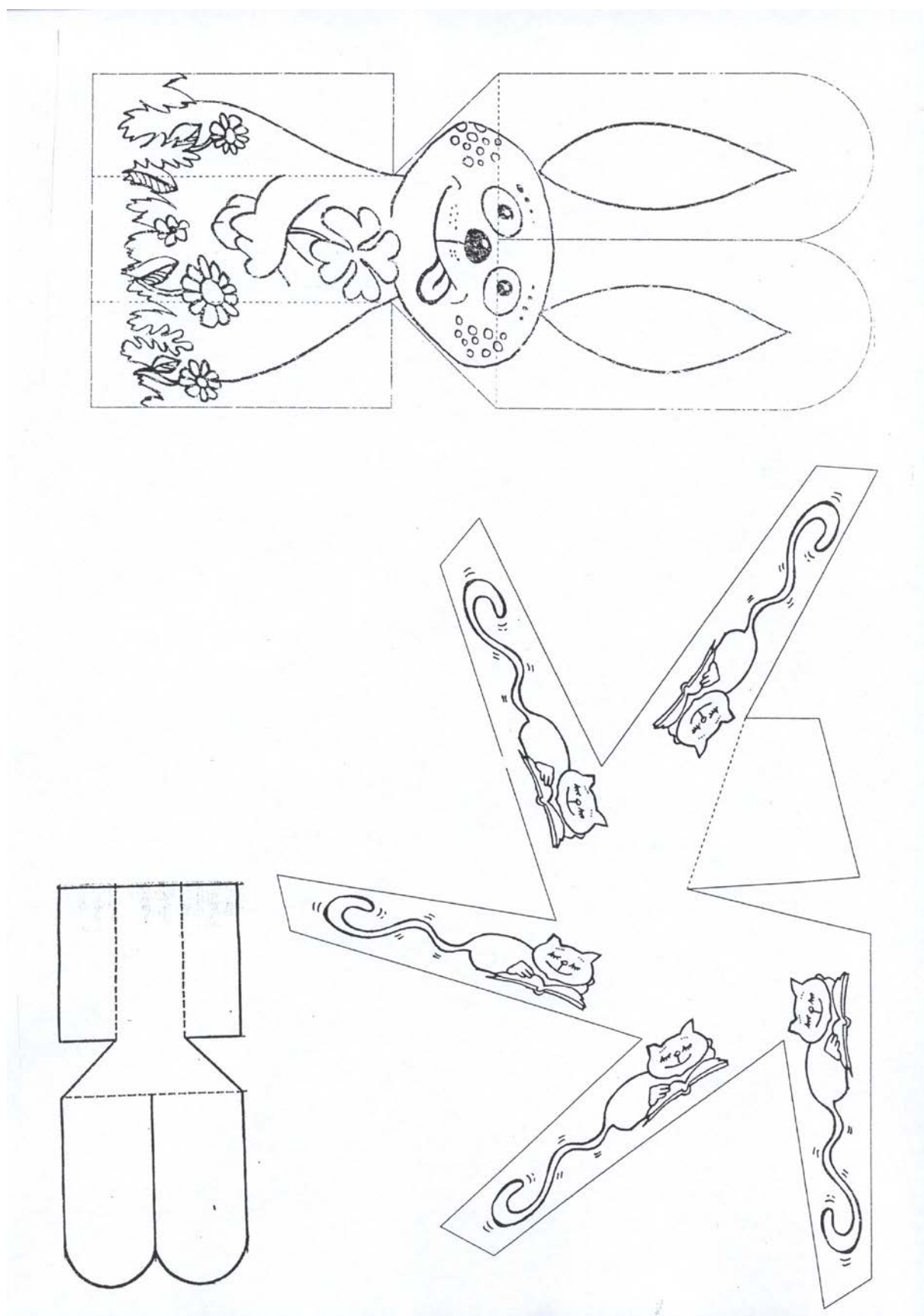
Vrtulku s kočičkou slepíme do „kornoutku“ podle čárkované čáry.

Vrtulky pouštíme z výšky (např. ze židle či stolu) a sledujeme jejich pohyb.

Metodická poznámka: Při pokusu se dá připomenout analogie ke způsobům šíření semen rostlin.



Vzory – vrtulky (Zdroj: Věra Bdinková, debrujaři)



Další plyny

K následujícím pokusům budeme potřebovat oxid uhličitý (CO_2). Připravit ho můžeme smícháním jedlé sody a octa. Jedlou sodu nasypeme na dno sklenice a zalijeme ji octem, při jejich reakci se uvolňuje oxid uhličitý, a protože má vyšší hustotu než vzduch (litr CO_2 váží při normálním tlaku a pokojové teplotě přibližně 1,8 g, litr vzduchu za stejných podmínek asi 1,2 g), zůstane u dna sklenice a „neuteče“ z ní.

Pokud máte starou sifonovou láhev, můžete oxid uhličitý získat tak, že do prázdné láhve vypustíte 2 – 3 sifonové bombičky. Pro další práci je pak dobré opatřit vypouštěcí trubičku láhve gumovou nebo plastovou hadičkou.

• Přelévání neviditelného

Pomůcky: oxid uhličitý, zásobník butanu (plyn do zapalovačů), dvě větší sklenice (např. na zavařování), špejle, svíčka, zápalky

Provedení: Do sklenice dáme hořící špejli a ukážeme, že dál hoří a nic se neděje. Pak do sklenice napustíme (nalijeme) opatrně oxid uhličitý a ukážeme, že při ponoření špejle do sklenice plamen tentokrát zhasne. Pomocí hořící špejle ukážeme, že je ve druhé sklenici jen vzduch. Pak do ní zkusíme přelít oxid uhličitý. Hořící špejli ukážeme, zda jsme byli úspěšní.

Obdobný pokus můžeme udělat s butanem. Zásobník postavíme dnem vzhůru do sklenice a mírným stlačením dna zásobníku vstříkneme trochu butanu do sklenice. Při vnoření hořící špejle butan prudce vzplane.

Otázky pro žáky: Proč špejle při vnoření do oxidu uhličitého zhasla a při vnoření do butanu vzplála? Proč oxid uhličitý (butan) zůstal ve sklenici a neutekl nahoru?

Vysvětlení pokusu: Oxid uhličitý zabrání přístupu vzduchu a tedy i kyslíku, který je k hoření nezbytný, k plamenu. Butan je hořlavý a začne ve sklenici hořet.

Oxid uhličitý i butan mají vyšší hustotu než vzduch (jsou „těžší“), proto zůstanou u dna sklenice.

Metodická poznámka: Litř butanu váží při normálním tlaku a pokojové teplotě přibližně 1,7 g. Děti pojem hustota neznají, je proto přirozené, když říkají, že butan či oxid uhličitý jsou těžší než vzduch, i když to není zcela přesné a bylo by třeba dodat při stejném objemu, tlaku a teplotě.

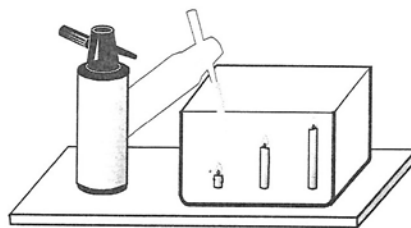
Chceme-li pokus s butanem opakovat, musíme nechat sklenici před jeho vstříknutím vychladnout, jinak by mohl při napouštění vzplát!



Zhasínání svíček

Pomůcky: akvárium nebo jiná větší průhledná nádoba, oxid uhličitý, tři různě dlouhé svíčky, zápalky

Provedení: Na dno nádoby postavíme tři různě dlouhé svíčky a zapálíme je. Do nádoby pomalu napouštíme po její stěně oxid uhličitý. Svíčky postupně zhasínají.



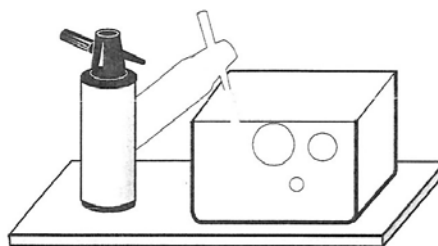
Otázky pro žáky: Proč svíčky zhasínají postupně a ne všechny najednou?

Vysvětlení pokusu: Oxid uhličitý má vyšší hustotu než vzduch (je „těžší“) a hromadí se postupně ode dna nádoby. Zhasínající plameny svíček nám ukazují, jak vysoko je jeho hladina, kterou nevidíme.

• Plavání bublin

Pomůcky: akvárium nebo jiná větší průhledná nádoba, oxid uhličitý, bublifuk

Provedení: Nádobu naplníme oxidem uhličitým alespoň do poloviny výšky. Do nádoby pak pouštíme bubliny z bublifuku (lepší jsou velké), které zůstanou plavat na hladině.



Otázky pro žáky: Proč bubliny neklesnou hned na dno nádoby a plavou v oxidu uhličitém?

Vysvětlení pokusu: Oxid uhličitý má vyšší hustotu (je „těžší“) než vzduch v bublinách a nadlehčuje je podobně jako voda míč položený na hladinu.

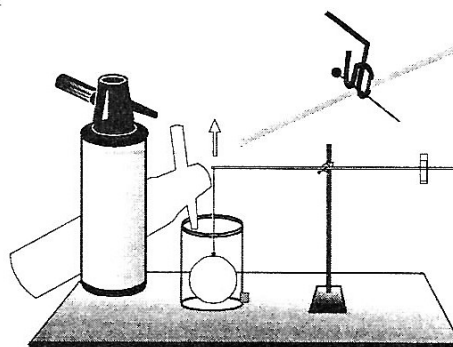
Metodická poznámka: Bubliny časem postupně klesají ke dnu nádoby, protože oxid uhličitý proniká skrze jejich povrchovou blánu dovnitř.

• Nadlehčení balónku v oxidu uhličitém

Pomůcky: oxid uhličitý, sklenice, nafukovací balónek, kancelářská svorka, malý plastový kolíček, špejle, špendlík, svíčka, nit

Provedení: Vyrobit si improvizované váhy. Vahadlo uděláme ze špejle, kterou propíchneme špendlíkem a nasadíme do závěsu z kancelářské svorky (vidíte to na obrázku). Závěs zapícháme např. do svíčky nebo ho upevníme na jiný stojánek.

Nafoukneme trochu poutový balónek a zavážeme ho. Balónek pověsíme na jednu stranu vahadla a pomocí kolíčku nebo kancelářských svorek ho na druhé straně vyvážíme. Do sklenice (takové, aby se do ní vešel nafouknutý balónek) napustíme oxid uhličitý. Balónek na vahadle pak opatrně ponoříme do sklenice s oxidem uhličitým. Rovnováha se poruší, strana s kolíčkem poklesne.



Otázky pro žáky: Proč se váha po ponoření balónku do sklenice s oxidem uhličitým vychýlila? (Oxid uhličitý ve sklenici balónek nadlehčil.)

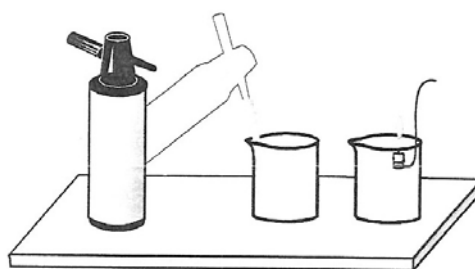
Vysvětlení pokusu: Vztlaková síla, která působí na balónek v oxidu uhličitém, je větší než ve vzduchu, protože oxid uhličitý má vyšší hustotu.

Metodická poznámka: Pokus se pak dá znovu připomenout u Archimédova zákona v tématu „Voda“.

• Chytání bludičky

Pomůcky: větší sklenice, oxid uhličitý, svíčka, zápalky, kus drátu

Provedení: Ve sklenici vyrobíme nebo do ní nalijeme oxid uhličitý. Z drátu uděláme držáček na svíčku (viz obrázek). Svíčku zapálíme a necháme ji rozhořet. Pak ji opatrně vnoříme těsně pod hladinu oxidu uhličitého. Od potopené doutnající svíčky se na okamžik odtrhne plamen, který můžeme rychlým vynořením svíčky opět přichytit ke knotu. To lze několikrát opakovat.



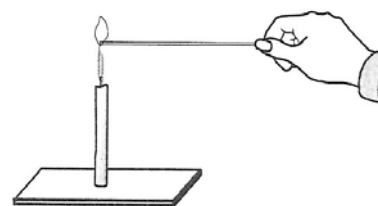
Otázky pro žáky: Co hoří nad hladinou oxidu uhličitého? (Parafrínové páry.)

Vysvětlení pokusu: U svíčky nehoří knot, ale parafrínové páry. Knot funguje jen jako „zplynovač“ roztaveného parafrínu. Ukázat to lze následujícím pokusem.

• Zapalování parafrínových par

Pomůcky: svíčka, zápalky, špejle

Provedení: Svíčku zapálíme a necháme ji důkladně rozhořet. Svíčku sfoukneme a do dýmu vnoříme zapálenou špejli tak, abychom se nedotkli knotu. Plyny vzplanou a plamen se opět chytí na knot svíčky. Při silném dýmu lze svíčku zapálit až 2 cm od knotu.



Otázky pro žáky: Co špejlí vlastně zapalujeme? (Parafrínové páry.)

Vysvětlení pokusu: U svíčky nehoří knot, ale parafrínové páry. Parafrínové páry mohou hořet i bez knotu, což lze ukázat tak, že kousky parafrínu zahříváme v mističce z alobalu nad plamenem svíčky a parafrínové páry nad alobalem zapálíme. Podobně benzín i další hořlavé kapaliny nehoří v kapalném stavu, ale až když jsou jejich páry smíchány se vzduchem.