

Pokusy v přírodovědě na 1. stupni ZŠ

Téma 1: Vzduch

Vyrobte si raketu

Pomůcky: plastová láhev, líh, 2 kancelářské sponky, izolepa, silonový vlasec, vrták s průměrem 8 mm

Návod: Do víčka plastové láhve vyvrtejte otvor o průměru 8 mm (trysku rakety). Víčko je měkké, takže lze vrtat bez použití vrtačky (stačí držet vrták v ruce). Z kancelářských sponek vytvarujte dvě vodící očka a pomocí izolepy je připevněte k láhvi. Do láhve nalijte trochu lihu, protřepejte, našroubujte provrtané víčko a otvorem v něm vylijte líh ven z láhve (uvnitř by mělo zůstat jenom malé množství lihu – pár kapek). Ke vhodnému úchytu přivažte silonový vlasec, natáhněte jej na vzdálenost několika metrů a zavěste na něj láhev (pomocí vodících oček). V blízkosti otvoru (trysky) přidržte zapálenou zápalku (pozor na případné přepálení silonu).

Výroba nosiče z CD

Pomůcky: CD, vrtáček – průměr 1,5 mm, rezná nit, kelímek či hrnek

Návod: Asi 2 mm od okraje CD vyvrtejte symetricky 3 otvory. Provlékněte a uvažte nitě dlouhé asi 50 cm a nahoře svažte tak, aby byl tácek vodorovně.

Vzduch a jeho vlastnosti

Existence vzduchu

Vzduch je sice všude kolem nás, ale není ani vidět ani cítit, takže jeho existenci často běžně nevnímáme.

- Zkuste vymyslet a předvést pokus, kterým byste ukázali existenci vzduchu.
- Přelévání vzduchu pod vodou
Potřebovat budete dvě sklenice a nádobu s vodou. Zkuste přelít vzduch pod vodou z jedné sklenice do druhé.
- Dokážete ponořit papír pod vodu tak, aby zůstal suchý? Zkuste to.
- Vyzkoušejte různé způsoby, jak vylít vodu z láhve. Který je nejrychlejší a proč?
- „Tornádo“ – 2 PET lahve slepené k sobě víčky, ve kterých je provrtaný otvor, jedna láhev je naplněná vodou; úkolem je přelít vodu do druhé láhve.
- Odhadněte, kolik váží vzduch v místnosti, kde se nacházíte. Udělejte společně pokus, při kterém zvažíte vzduch a svůj odhad zkontrolujte.
Vážení vzduchu: viz níže článek *Zkoumáme vzduch*

Tlak vzduchu

- Rozmačkání plechovky

Do plechovky od piva nebo limonády dejte trochu vody a přiveďte ji do prudkého varu. Plechovku pak rychle otočte dnem vzhůru a ponořte do nádoby se studenou vodou. Vysvětlete výsledek pokusu.

- Udělejte společně pokus s Magdeburskými polokoulemi. Odhadněte, jak velkou silou jsou k sobě po vyčerpání vzduchu polokoule přitlačovány.

- Zvedání vzduchu. Kus překližky (cca 25 x 25 cm), která má uprostřed háček, překryjte velkým listem novin. K háčku uvažte provázek. Nejprve táhněte za provázek pomalu – noviny s překližkou zvednete. Pak zkuste zvednout noviny tak, že za provázek velmi prudce škubnete (provázek si raději namotejte na nějakou tyčku, aby se vám nezařízl do ruky) – přetrhne se. Proč?

- Vejce v láhvi

Potřebovat budete skleněnou láhev od mléka či od kečupu, natvrdo uvažené a oloupané vejce, kousek papíru a zápalky. Proužek papíru zapalte a vhodte do láhve. Na hrdlo láhve co nejrychleji položte vajíčko špičkou dolů. Sledujte a popište, co se děje. Pokus vysvětlete.

- Nafukování rukavice

Skleněnou nádobu, která má u dna vzduchotěsně zapuštěnou trubičku, na níž je napojena dlouhá hadička (alespoň metr), naplňte vodou. Na hrdlo nádoby navlékněte a dobře upevněte gumovou rukavici. Postavte láhev tak, aby hadička visela dolů a voda mohla vytékat do připravené nádoby. Sledujte a vysvětlete, co se děje.

- Borcení láhve

Potřebovat budete plastovou láhev, která má u dna vzduchotěsně zapuštěnou trubičku, na níž je napojena dlouhá hadička (alespoň metr). Láhev naplňte vodou a uzavřete. Postavte láhev tak, aby hadička visela dolů a voda mohla vytékat do připravené nádoby. Sledujte a vysvětlete, co se děje.

- Svíčka pod sklenicí

Do středu misky postavte svíčku a nalijte do misky trochu vody. Svíčku zapalte a přiklopte sklenicí. Sledujte, co se bude dít a vysvětlete to.

- Nafukování balónku na láhvi

Na hrdlo láhve natáhněte balónek. Láhev postavte nejprve do sklenice s horkou vodou a sledujte, co se bude dít. Pak láhev dejte do sklenice se studenou vodou. Výsledek pokusu vysvětlete.

- Kouzelná sklenice

Sklenici naplňte po okraj vodou a hladinu překryjte kusem papíru. Papír přidržte a otočte sklenici dnem vzhůru. Proč voda nevyteče?

- Proveďte Torricelliho pokus s vodou: viz níže článek *Zkoumáme vzduch*

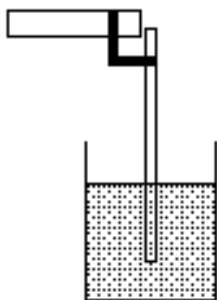
- Barometr ve výtahu (prozkoumejte, jak se chová barometr, když s ním vyjedete ze suterénu do 11. patra)
- Úkol: fouknout kuličku do láhve (Udělejte si malou papírovou kuličku, láhev položte vodorovně na stůl, kuličku dejte na kraj hrdla a foukněte ji dovnitř láhve.)

Pokusy s vývěvou

- Balónek pod vývěvou
Dejte pod vývěvu trošku nafouknutý zavázaná balónek a sledujte, jak se chová při snižování tlaku vzduchu.
Můžete vyzkoušet také indiánka, holicí pěnu ve skleničce, scvrklé jablko, marshmallow.
- Přepouštění vody
- Nasávání vody
Pod vývěvu dejte kádinku naplněnou asi do poloviny vodou a v ní vnořenou zkumavku dnem vzhůru. Sledujte a vysvětlete, co se bude dít při odčerpávání a zpětném nasávání vzduchu.
- Vajíčko
Pod vývěvu dejte do stojánku syrové vejce, které má ve špičce propíchnutou díрку (o průměru cca 5 mm). Pod vejce dejte misku tak, aby byla asi 5 mm pod špičkou. Sledujte a vysvětlete, co se bude dít při odčerpávání a zpětném nasávání vzduchu.
- Dasymetr
Dasymetr jsou vážky, na jejichž jednom rameni je dutá zatavená baňka, která je na druhém rameni vyvážená malým závažím. Postavte vyvážený dasymetr pod vývěvu. Zkuste předpovědět, zda se při odčerpávání vzduchu rovnováha poruší a případně jak. Pak pokus proveďte.

Proudění vzduchu

- Foukání mezi papíry
- Fixírka
Do kádinky s vodou ponoříme brčko, tak aby horní část koukala z vody. Druhým brčkem nad něj foukáme.



(obr. převzat z: <http://fyzweb.cuni.cz/piskac/pokusy/www/mechtek/fixirka.htm>)

Nad koncem brčka vzduch proudí a jeho tlak je tedy nižší než tlak vzduchu nad hladinou. Vzduch nad hladinou tlačí vodu do brčka, ta jím stoupá a nahoře ji proudící vzduch rozprašuje.

- Míček v proudu vzduchu
- Magnusův válec (zatačení rotujících míčů)
- Padající kornouty
- „Tramvaj“ (na kterou stranu půjde nafukovací balonek v zatáčející tramvaji)
- Horkovzdušný balon - výroba
- Létající čajový pytlík
- Výroba létajících brček
- Výroba vrtulek (vzory – viz níže)

Výroba vznášedla

Vlastnosti vzduchového polštáře předvádí následující pokus s vlastnoručně vyrobeným modelem vznášedla.

Pomůcky: CD, gumička, víčko od PET láhve (nebo krabička od kinofilmu), balónek, hřebík, kleště, svíčka (hořák), zápalky, lepidlo, rovná dlouhá deska (stůl)

Návod: Na vyřazený CD disk se přesně na střed nalepí sekundovým lepidlem vršek z PET lahve. Nahřejeme hřebík a jím pak propálíme do středu víčka otvor. Balónek, který použijeme, nejprve ústy nafoukneme a necháme vzduch opět uniknout otvorem ven. Potom balónek natáhneme na víčko a zajistíme jej gumičkou, aby se nestáhl z krabičky.



Vznášedlo umístíme na začátek stolu a jemným posunutím se pokusíme je po stole poslat. Vznášedlo se neposune daleko. Pokud však balónek nafoukneme a pošleme vznášedlo po stole, začne se pohybovat jako by se vznášelo. Vzduch vytéká pod diskem a vytvoří vzduchový polštář, na kterém klouže CD disk s balónkem téměř bez tření.

Další plyny

- Přelévání neviditelného

Napust'te do sklenice CO_2 a zkuste ho přelít do druhé sklenice. O úspěšnosti svého pokusu se přesvědčte hořící špejlí. Vyzkoušejte totéž s propanem (plyn do zapalovačů).

- Zhasínání svíček

Do akvária dejte 3 různě dlouhé svíčky a zapalte je. Pak do akvária pomalu napouštějte CO_2 . Která svíčka zhasne první a proč?

- Chytání bludičky

- Plavání bublin.

Do akvária či jiné větší nádoby napust'te CO_2 ze 2-3 sifonových bombiček. Do nádoby pak pouštějte bubliny z bublifuku, sledujte a vysvětlete jejich chování.

- Pokusy s kapalným dusíkem

Zkoumáme vzduch

Zdeněk Drozd

Co a proč budeme zkoumat

Mezi důležité charakteristiky vzduchu patří jeho hustota a tlak. Pokuste se je změřit. Nepoužijete ale běžné přístroje – vyrobíte si je sami. Důležitou pomůckou bude jednoduchá tlaková láhev, pro jejíž výrobu vám poslouží plastová láhev a automobilový ventilek. Použijete ji ještě k jiným experimentům se vzduchem. Pokusy, které jsou popsány dále, jsou poměrně známé. Nejde o nic originálního, přesto je ale asi užitečné je občas připomenout. Pojd'te se tedy do nich pustit.

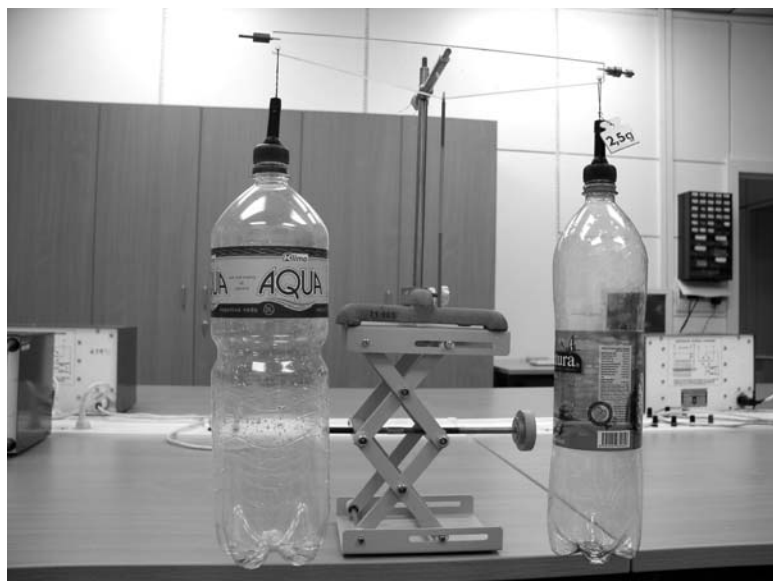
Vážení vzduchu

Tímto pokusem se pokusíte zvážit určitý objem vzduchu. To znamená, že získáte údaje pro výpočet hustoty vzduchu. Budete potřebovat nějaké vahadlo. To, které bylo použito v Náchodské dílně, bylo vyrobeno z plexiskla (vyříznuto pilkou na železo a obroušeno). Takové vahadlo sice vypadá efektně, ale jeho zhotovení je zbytečně pracné a zdlouhavé. S jeho výrobou si ale jistě nějak poradíte. Vahadlo má na koncích pomocí pevné nití přivázány dvě čepičky od automobilového ventilků.

Další důležitou pomůckou jsou dvě plastové lahve (1,5 l) s upravenými víčky. Úprava spočívá v tom, že do víček namontujete automobilové ventilků. Ty seženete v pneuservisu. Používají se pro bezdušové pneumatiky. Cena ventilků je asi 40 Kč. Změřte pro jistotu průměr ventilků. (Náchodské ventilků měly průměr 13 mm, ale možná že koupíte jiný.) Do víčka plastové lahve vyvrtejte otvor stejného průměru a začistěte jej. Můžete použít vrták do dřeva a vrtat přímo rukou (vrtačka není nutná). Pro jistotu držte vrták v nějaké staré rukavici – snadno byste se jinak mohli pořezat. Ventilek potom do vyvrtaného otvoru ve víčku nasuňte. Nasouvání jde ztěžka – nebojte se použít větší sílu. Víčko našroubujte na láhev a jste hotovi.

Láhve budete potřebovat dvě. Jedna bude sloužit jako závaží, ve druhé budete vážit vzduch. Jednu z nich tedy natlakujte pomocí vhodné hustilky, nebo kompresoru. Dříve než se do toho pustíte, sežeňte si ještě asi půl metru dlouhou hadičku, kterou lze těsně navléknout na ventilek. Měla by to být pokud možno měkká hadička.

Přistupte k samotnému měření. Natlakovanou láhev připevněte na jeden konec vahadla, druhou láhev na konec druhý. Vahadlo pečlivě vyvažte (lze použít např. kolíček na prádlo, který posouváte po vahadle). Nyní vahadlo podepřete nebo nějak jinak zajistěte a láhev se stlačeným vzduchem opatrně sundejte. Vezměte dvoulitrovou plastovou láhev plnou vody, obraťte ji dnem vzhůru a ponořte (hrdlem dolů) do kbelíku s vodou. Držte láhev tak, aby hrdlo bylo několik cm pod hladinou a odšroubujte víčko. Láhev nechejte podržet pomocníkovi. Na ventilek láhve se stlačeným vzduchem nasuňte hadičku a její druhý konec zasuněte do láhve s vodou (ve kbelíku). Přes hadičku mačkejte ventilek a vypouštějte vzduch z láhve. Vzduch vytlačuje vodu z druhé láhve. Ta má objem 2 litry, takže až bude voda téměř vypuzena, ubudou z „tlakové lahve“ 2 litry vzduchu. Láhev, která je nyní lehčí o vypuštěné dva litry vzduchu, opět našroubujte na vahadlo. Je vidět, že je skutečně lehčí. Dovažte ji vhodným závažím. Hmotnost 2 l vzduchu je zhruba 2,5 g. Můžete si tedy předem připravit vhodné závaží. Vyrobte jej např. z plastové destičky a napište na něj hmotnost. Podařilo se vám zvážit vzduch. Následující fotografie (obr. 1) ukazuje vahadlo s láhvemi.



Obr.1. Vahadlo s lahvemi

Vodní barometr

Dalším pokusem změříte atmosférický tlak. Požijete k tomu vodní barometr. Ten zřejmě jako první používal při svých slavných pokusech v Magdeburgu Otto von Guericke. Vodní barometr je poměrně známý.

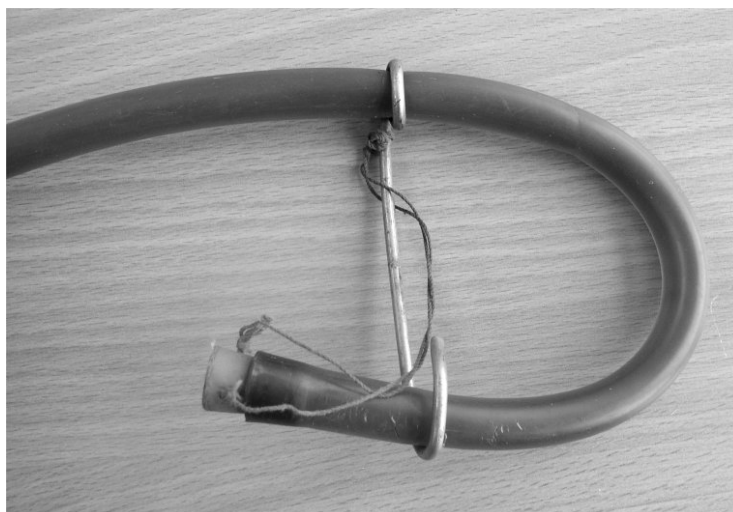
Budete potřebovat něco více než 10 m dlouhou hadici (jakoukoliv zahradní hadici – vyberte raději nějakou lehčí, dobře ohebnou). Efektní je, když jeden její konec opatříte ještě skleněnou trubicí. Je jí nutné pevně a vodotěsně přilepit (vhodné je např. epoxidové lepidlo). Konec trubice zašpuntujte, špunt pořádně utěsněte a do trubice zalepte. Mě se osvědčilo spoje trubice s hadicí a špuntem omotat barevnou elektrikařskou lepicí páskou, přetřít epoxidovým lepidlem, po zaschnutí omotat druhou vrstvou pásky a opět přetřít epoxidem. Barometr bude samozřejmě fungovat i bez skleněného zakončení. V tom případě vlepte špunt přímo do hadice. Takto uzavřený konec hadice ještě opatřete nějakým očkem nebo háčkem, za nějž celý barometr přivážete k provazu. Počítejte s tím, že barometr naplněný vodou něco váží. Úchyt musí proto být pevný a spolehlivý. (Používám kovový úchyt, který je provlečený provrtaným špuntem. Špunt je atypický – vyrobený z tvrdého plastu. Použijete-li gumový nebo korkový špunt, budete asi muset hadici upevnit nějak jinak.)

Hadici naplňte obarvenou vodou. Nesmí v ní zůstat žádné vzduchové bublinky (je to poměrně náročná operace). Po naplnění zašpuntujte hadici a její konec (ten opačný, než o kterém byla řeč před chvílí) ohněte do tvaru písmem U. V tomto tvaru zajistěte konec hadice drátem. Ohnutý konec je asi 10 cm dlouhý. Hadici spusťte z přiměřeně vysokého okna. Horní konec přivažte na provaz, který buď držte, nebo někam přivažte. Dole potom vyndejte špunt. Trocha vody vyteče, ale zbytek zůstane v hadici. Po chvíli hadici opět zašpuntujte. Na horním konci označte, kam klesla voda. Po opětovném vytažení hadice změřte délku hadice od spodní části až ke značce, kam klesla voda. Tím zjistíte, jak vysoký sloupec vody vzduch udržel v hadici. Z toho již můžete zkusit vypočítat tlak vzduchu.

Detaily vodního barometru ukazují následující obrázky. Na obr. 2 je barometr jako celek, na obr. 3 detail zakončení s gumovým špuntem a obr. 4 ukazuje horní konec barometru s kovovým okem pro zavěšení.



Obr. 2. Vodní barometr jako celek



Obr. 3. Zakončení s gumovým špuntem



Obr. 4. Horní konec barometru s okem pro zavěšení

Pokusy s tlakovou lahví

Tlakovou láhev z předchozího pokusu můžete využít i k dalším pokusům. Můžete pomocí ní např. ukázat izochorické stlačování vzduchu nebo jeho adiabatickou expanzi. Pokusy jsou velice jednoduché. Pomocí hustilky zvětšíte tlak vzduchu v lahvi. Ihned po nahuštění na láhev sáhněte – cítíte, že vzduch se ohřál. Při izochorické kompresi se tedy zvětšuje tlak a teplota. To je v souladu se známým vzorcem pro izochorický děj:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \quad (1)$$

kde p je tlak a T teplota.

Když natlakovanou láhev vypustíte (tak, že stisknete vypouštěcí výčnělek ve ventilkem), láhev se ochladí. Změna tlaku, ke které přitom došlo, proběhla poměrně rychle, vzduch neměl dostatek času na to, aby si vyměnil teplo s okolím, a tento děj lze považovat za adiabatický. Při adiabatické expanzi se plyn ochlazuje, což popsany pokus umožní pozorovat.

Závěr

Uvedené pokusy jsou pouze motivací k jiným podobným. Lze jimi ukázat nejenom příslušný fyzikální děj a vlastnost vzduchu, ale slouží zároveň i pro rozvíjení experimentálních dovedností žáků a vedou k tvůrčímu fyzikálnímu myšlení.

Na závěr ještě jedno upozornění.

S tlakovou lahví pracujte opatrně. Nikdy na nikoho nemiřte ventilkem, je-li láhev nahuštěna. Nenaklánějte se nad láhev a nenechávejte ji nikde bez dozoru. Kdyby stlačený vzduch utrhl víčko s ventilkem, mohlo by dojít ke zranění.

