

Sada Vzduch
Kat. číslo 104.0418





Pokusná sada Vzduch

Sadu doporučujeme používat od 4. do 6. třídy.

Obsah

Seznam materiálů sady pro provádění experimentů „Vzduch“	4
Uspořádání sady pro provádění experimentů „Vzduch“	5
1. K organizaci médií	6
1.1. Brožura pro učitele	6
1.2. Materiál pro provádění pokusů	6
2. Cíle výuky	7
2.1. Všeobecné cíle výuky	7
2.2. Speciální cíle výuky	7
3. Základní informace	8
4. Informace k materiálům pro provádění pokusů.....	12
5. Návrhy na provádění vyučování.....	13
5.1. Vzduch zabírá prostor.....	13
5.2. Vzduch působí silou.....	17
5.3. Vzduch se skládá z částic.....	25
5.4. Znečištění vzduchu	27
5.5. Vzduch něco váží.....	28
Kopírovací předlohy pracovních listů	29

© Cornelsen Experimenta, 2006
Všechna práva vyhrazena.

„Dílo a jeho části jsou chráněny autorským právem. Jakékoli použití v jiných případech, než dovoluje zákon, vyžaduje předchozí písemný souhlas společnosti Cornelsen Experimenta. Upozornění k § 52a autorského zákona: Dílo ani jeho součásti se nesmí bez takového svolení skenovat a instalovat do sítě. To platí i pro intranet škol a ostatních vzdělávacích zařízení.“

Za škody, které jsou způsobeny používáním materiálů v rozporu se stanoveným účelem, neneseme odpovědnost.

Seznam materiálů sady pro provádění experimentů „Vzduch“

Sada „Vzduch“ obsahuje následující materiály pro vybavení 6 žákovských skupin:

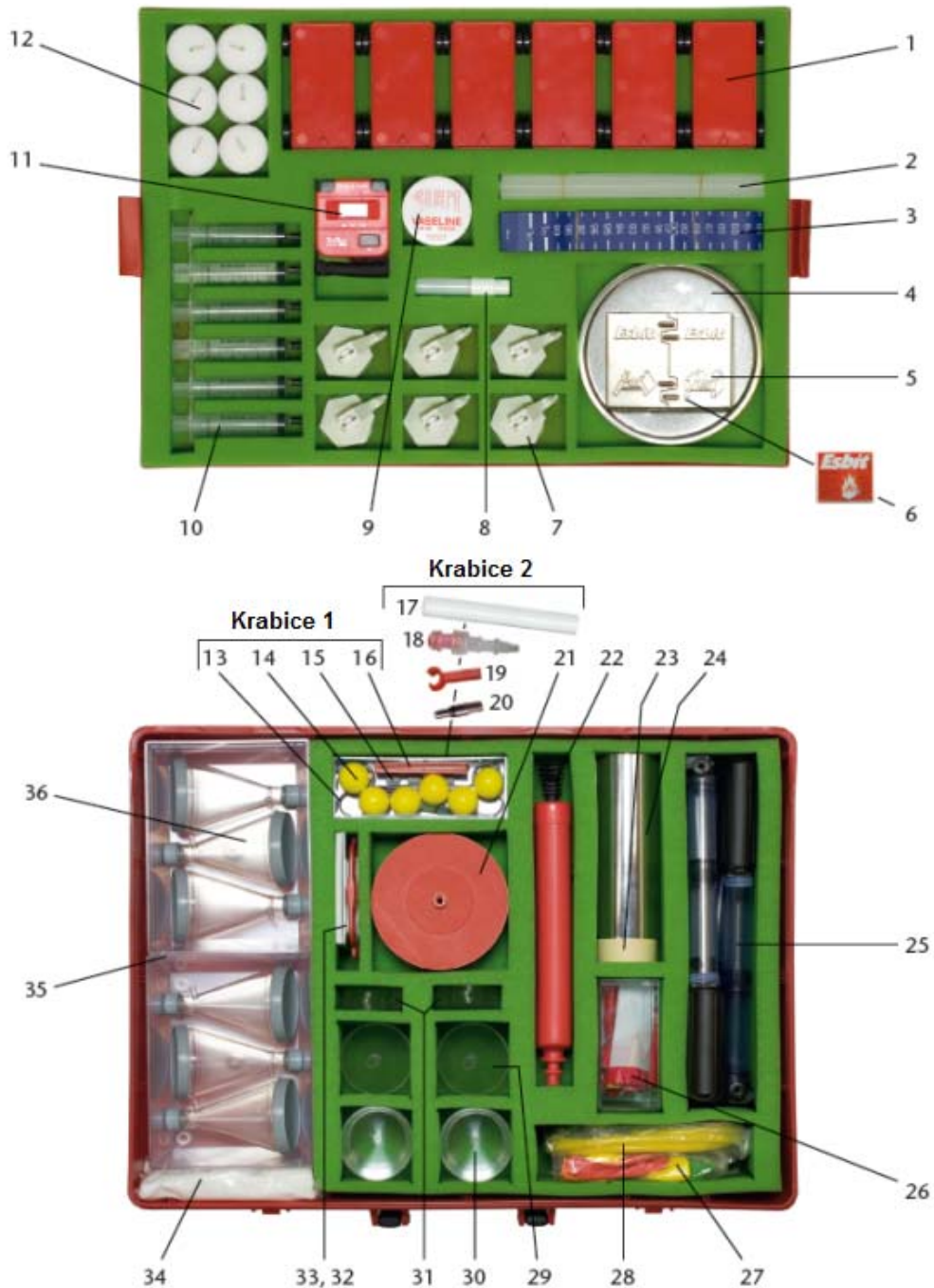
Obr. č.	Počet	Název položky	Obj. č.
1	6	Testovací vozíky	47644
2	12	Plastové hadičky, průhledné, délka 200 mm	47687
3	6	Měřicí pásma	945
4	1	Kovový talíř	47890
5	1	Poniklovaný hořák Esbit	47806
6	1	Balíček paliva Esbit	47857
7	6	Háčky s přísavkou	47709
8	1	Rozprašovač	12999
9	1	Kelímek vazelíny	47768
10	6	Stříkačky s nástavcem pro hadičku, 10 ml	47695
11	1	Stopky	41794
12	6	Čajové svíčky (svíčky v kovovém kalíšku)	12816
13	2	Nůžky	17648
14	6	Plováky	47636
15	6	Víčka na sací trubky	47849
16	6	Podložní sklíčka s členěním, plast	47717
17	6	Trubičky (pro pokus <i>Balonek na lanovce</i>)	317103
16	6	Ventily do nafukovacích balonků	47660
19	6	Vidličky pro ventily na testovací vozíky	47865
20	6	Rychlé ventily	47610
21	6	Desky pro vytvoření vzduchového polštáře s hrdlem pro ventil	47652
22	1	Pumpa na nafukování balonků	47741
23	1	Role lepicí pásky	48195
24	1	Žárová trubka pro hořák Esbit	47784
25	6	Hustilky, průhledný válec	47628
26	2	Padáky, Ø 600 mm, se závažím (v plastové krabici 13804)	47679
27	50	Nafukovací balonky, se zesíleným povrchovým napětím	47725
28	1	Model rakety	29200
29	6	Trychtýř, plast, Ø 60 mm, vhodný pro sací láhev	47571
30	6	Kelímky, plast, 100 ml	47580
31	6	Tříčočkové lupy	17613
32	6	Plastové desky, bílé, 90 x 90 mm	13731
33	1	Provázek na cívce	19039
34	2	Čisticí utěrky (v sáčku)	18105
35	6	Vaničky na vodu, průhledné, 173 x 132 x 70 mm	47555
36	6	Sací láhve s víčkem s otvorem a odnímatelným dnem, plast, 90 ml	47563
-	1	Horkovzdušný balon ze speciální fólie (<i>uložený ve víku kufru</i>)	47792
-	2	Plastové krabice, 140 x 50 x 35 mm (= krabice 1/2)	13189

Písemné materiály:

- 1 Brožura pro učitele „Vzduch“, 32 stran, DIN A4, s kopírovacími předlohami.....317105
- 1 Učení na stanicích v základní škole
„Experimentování se vzduchem“, 52 stran, DIN A4 220864

Všechny výrobky můžete dodatečně objednat jednotlivě nebo v malých množstvích.
List objednávky najdete na straně 31.

Uspořádání pokusné sady Vzduch:



1. K organizaci médií

Materiál pro vyučovací jednotku „Vzduch“ se dělí na dvě skupiny:

1. tato brožura pro učitele,
2. materiály pro provádění pokusů v kufříku.

1.1. Brožura pro učitele

Brožura pro učitele má vyučujícím usnadnit dva úkoly: věcnou analýzu a plánování.

Věcné informace získá vyučující díky stručnému popisu důležitých základních informací.

Při přípravě na vyučování pomohou vyučujícímu **podrobné návrhy plánování** na každou vyučovací hodinu, kde jsou uvedeny

- cíle výuky,
- metodické kroky, které se osvědčily v praxi pro dosažení úmyslu výuky,
- potřebné pokusy včetně jejich výsledků,
- možnosti diferenciací na základě různých, částečně podobných pokusů.

V návrzích výuky jsou rozlišeny tři formy práce: **Většina experimentů by měly být žákovské pokusy. Některé pokusy jsou označeny jako pokusy učitele, protože náklady na materiály nebo časová náročnost jsou v porovnání s efektem výuky opravdu vysoké. Forma mezi žákovským pokusem a pokusem, který provádí učitel, je žákovský demonstrační pokus.** Při tomto pokusu se trochu kompenzují nevýhody pokusu učitele, který nutí žáky k pouhému přihlížení tím, že alespoň někteří žáci dostanou příležitost provádět pokusy sami.

Informace o možném průběhu vyučování vyplynuly z pokusů prováděných při vyučování. Protože však jakékoli vyučování závisí vedle dalších faktorů také na specifických podmínkách konkrétní třídy (výkonnost, postoj k práci, sociální struktura, úroveň inteligence atd.) a tyto podmínky se někdy silně mění, musí vyučující přizpůsobit plánování konkrétní situaci vyučované skupiny.

Přes částečně podrobná zadání plánování vyučování je stanovením dílčích kroků a dílčích cílů výuky určen jen možný rámec výuky. Vyučující by měl neustále kriticky prověřovat, zda lze pokus modifikovat, rozšířit a prohloubit. Žáci by v zásadě měli dostat příležitost samostatně objevovat pokusy a jejich rozšíření.

1.2. Materiál pro provádění pokusů

Sada pro provádění pokusů byla sestavena podle následujících hledisek:

- **Obsahuje všechny součásti (až 6 x) potřebné pro provádění žákovských pokusů ve třídě.**
- Umožňuje provedení téměř všech pokusů ve skupině žáků.
- Obsahuje převážně takové materiály, které lze později použít v hodinách fyziky a chemie, z části také materiály, s nimiž se žáci setkávají ve svém okolí a které lze zakoupit v obchodech.
- Díky této sadě nemusí vyučující pořizovat a nosit s sebou materiály pro provádění pokusů, takže ušetří neproduktivně vynaložený čas.
- Vyučující má kdykoliv ve snadno přenosném kufříku k dispozici pohromadě všechna média, která potřebuje v rámci ucelené jednotky.
- Materiál je uspořádán tak, aby vyučující mohl snadno a rychle zkontrolovat jeho úplnost.

Při vyučování na prvním stupni, ale také v pokročilejších třídách zpravidla doporučujeme vypracovat nové téma nebo nový aspekt již známého vyučovacího předmětu nejprve s věcmi a příklady z prostředí žáků. Protože žáci mají také předchozí zkušenosti se zacházením s těmito známými věcmi, mohou svoji pozornost plně věnovat věcnému problému a nemusí se nejprve seznamovat s tím, jak zacházet s neznámým přístrojem.

Často však bývá nevyhnutelné – a ve smyslu propedeutické funkce věcného vyučování také žádoucí – pracovat s přístroji z fyzikálního vyučování. Někdy se dá jen takovými médii prokázat nějaký jev nebo hladce provést nějaký pokus. Je např. těžké utěsnit trychtýř na láhvi okolo hrdla láhve tak, aby z láhve nemohl uniknout žádný vzduch. Proto byla pro vyučovací jednotku „Vzduch“ vyvinuta nerozbitná sací láhev, která tyto požadavky splňuje.

Pokyny pro použití brožury „Učení na stanicích v základní škole, provádění pokusů se vzduchem“, nakladatelství Cornelsen Scriptor, obj. č. 220864:

Materiály pro provádění pokusů v sadě byly doplněny o některé součásti, aby bylo možné vypracovat také následující úkoly stanic z brožury:

Stanice A3: Vzduch potřebujeme k životu
Materiál: měřicí pásmo (6 x), stopky (1 x)

Stanice D2: Lanovka pro raketu

Stanice E2: Proč se letadlo odpoutá od země?

Stanice E4: Dílna pro padáky

Stanice E6: Vyrábíme letoun z trubiček

Materiál: cívka s 50 m provázkem, nůžky (2x) role lepicí pásky, trubičky na lanovku (6x)

2. Cíle výuky

Skutečnosti, že neustále vdechujeme a vydechujeme vzduch, že na nás působí silný tlak vzduchu, že vzduch je něco konkrétního, hmotného, si žáci na prvním stupni většinou vůbec neuvědomují. Mnohé vlastnosti vzduchu, které jsou pro žáky dosud neznámé, protože byly zcela samozřejmé, musí být nejprve „zpochybněny“, aby je žáci mohli rozpoznat.

Návrhy výuky jsou seřazeny podle cílů výuky. To neznamená, že je stanoveno nějaké pořadí, kdy a co vyučovat, seznam slouží jen jako pomůcka, aby vyučující mohl své vybrané pokusy snáze přiřadit k důležitým cílům výuky.

Pokusy se dají provádět ve 4. až 6. třídách. Příslušné rozhodnutí se řídí podle aktuálních vyučovacích plánů a předpokladů třídy. U pokusů, které jsou určeny výhradně pro 5. a 6. třídu, je uvedena poznámka.

Cíle výuky jsou určeny pro orientaci vyučujícího a nepředstavují poučky nebo věty, které si má žák doslovně pamatovat na konci vyučování, přesto je musí žák poznat a pochopit.

2.1. Všeobecné cíle výuky

Žáci se naučí

- verbalizovat a uspořádat své předchozí znalosti,
- sestavovat a ověřovat hypotézy, opustit chybné hypotézy,
- naplánovat uspořádání pokusu pokud možno samostatně, ale také ve spolupráci nebo dle instrukcí,
- správně provádět pokusy, a to samostatně, ve dvojicích nebo ve skupině,
- přesně sledovat a pozorovat,
- vyvozovat a zdůvodnit závěry, diskutovat,
- vzájemně oddělit pozorování a jeho výklad,
- na základě poznání rozumně zacházet s přístroji pro provádění pokusů.

2.2. Speciální cíle výuky

Vzduch zabírá prostor

- Zdánlivě prázdné nádoby obsahují vzduch.
- Vzduch je těleso, které zabírá určitý prostor.
- Prostor nádoby, který zabírá vzduch, nelze současně zaplnit jinou látkou (materiálem):
- Vzduch může vytlačit z nádoby vodu, stejně jako voda může vytlačit vzduch.
- Kapalina může téci z nádoby jen tehdy, pokud se do nádoby dostane vzduch.
- Vzduch může být uzavřen v jiných látkách.

Vzduch působí silou

- Vzduch se dá stlačit a poté se opět rozpíná.
- Silou stlačeného vzduchu lze nadzvednout předmět.
- Silou proudícího vzduchu lze pohybovat předmětem.
- Naplníme-li vzduch do předmětu z elastického materiálu, pak je vzduchové odpružení tím větší, čím více vzduchu se v předmětu stlačí.
- Zpětný ráz jako hnací síla
- Ohřátý vzduch se rozpíná, je lehčí a proto stoupá nahoru.
- Mezi přetlakem a podtlakem existuje interakce.
- Konstrukce a princip funkce hustilek
- Konstrukce a princip funkce rychlých ventilů

Vzduch se skládá z částic

- Vzduch klade odpor tělesům, která se pohybují.
- Vzduch se skládá z malých částic.

Znečištění vzduchu

- Ve vzduchu se nacházejí částice nečistot.
- Saze jsou škodlivá látka ve vzduchu.
- V dešťové vodě se nacházejí částice nečistot.

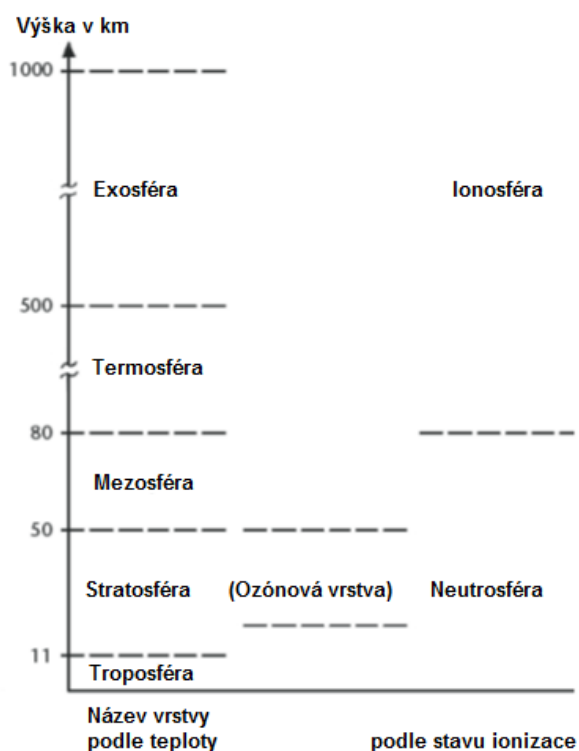
Vzduch něco váží

3. Základní informace

Zemská atmosféra

Stejně jako další planety má i Země atmosféru (řecky atmos = pára, sphaira = koule). Atmosféra sahá od Země až do výšky více než 1000 km. Tento velký obal okolo pevného zemského tělesa tvoří vzduch, který je od zeměkoule směrem nahoru čím dál řidší, až nakonec, sestává jen z ojedinělých molekul a přechází do volného kosmického prostoru (obr. 1).

Obr. 1: Struktura vrstev atmosféry



Nejspodnější vrstva atmosféry, která je nejbližší naší planetě, se nazývá troposféra a sahá přibližně do výšky 11 km, kde její teplota klesá až na cca $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zde se prakticky odehrávají všechny změny počasí. Tato vrstva rovněž obsahuje veškerou vodní páru atmosféry.

Zhruba do výšky 50 km se poté rozprostírá stratosféra. Zahrnuje cca 30 km vysokou ozónovou vrstvu (ozón je forma kyslíku, kterou tvoří tříatomové molekuly, O_3). Ozónová vrstva absorbuje velkou část ultrafialového záření ze Slunce, které by bylo v plné intenzitě škodlivé pro život na naší planetě. Ve stratosféře stoupá teplota s rostoucí výškou opět na cca $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Po stratosféře následuje mezofosféra, a to až do výšky přibližně 80 km. Zde teplota opět klesá a v termosféře (do 500 km) znovu stoupá na cca $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tato vysoká teplota nevypovídá vzhledem k silnému zředění vzduchu v těchto výškách nic o „teple“ vzduchu, které by mohl například vnímat člověk: zde je teplota spíše jen veličina, která vypovídá o průměrné rychlosti (přesněji: o průměrné kinetické energii) částic vzduchu.

Od 500 km přibližně do 1000 km se nachází takzvaná exosféra. Tato vrstva tvoří přechod do meziplanetárního vesmírného prostoru.

Výše uvedené názvy vrstev jsou odvozeny od rozložení teplot. Další označení vrstev se orientuje podle stavu ionizace vzduchu. Podle toho rozlišujeme neutrosféru (cca do 80 km) a ionosféru (do více než 1000 km). V neutrosféře jsou částice vzduchu elektricky neutrální, v ionosféře jsou naproti tomu částečně ionizované, tzn. elektricky nabitě. Ionizaci způsobuje sluneční záření. Ionizované vrstvy vzduchu mohou odrážet rádiové vlny. Ionosféra proto hraje důležitou roli při přijímání rozhlasových vln (zejména v krátkovlnném pásmu).

Složení vzduchu

Vzduch je směs plynů. Procentuální podíly jednotlivých složek (→ tabulka) zůstávají až do výšky cca 100 km nad zemským povrchem stejné. Výjimku přitom však tvoří vodní pára, která se v podstatě vyskytuje jen v troposféře.

Název složky		Podíl v obj. %
Dusík	N ₂	78,09
Kyslík	O ₂	20,95
Argon	Ar	0,93
Oxid uhličitý	CO ₂	0,03
Neon	Ne	1,80 · 10 ⁻³
Hélium	He	5,24 · 10 ⁻⁴
Metan	CH ₄	2,00 · 10 ⁻⁴
Krypton	Kr	1,00 · 10 ⁻⁴
Vodík	H ₂	5,00 · 10 ⁻⁵
Oxid dusný	N ₂ O	5,00 · 10 ⁻⁵
Xenon	X	0,80 · 10 ⁻⁵
Ozón	O ₃	2,00 · 10 ⁻⁶
Čpavek	NH ₃	2,00 · 10 ⁻⁶
Jód	J	3,50 · 10 ⁻⁹

Znečištění vzduchu

Znečištění znamená na jedné straně proces a na straně druhé výsledek tohoto procesu. V tomto textu se věnujeme v první řadě výsledku, tzn. pevným, kapalným a plynným složkám, které se nevyskytují v „čistém“ vzduchu nebo se v něm vyskytují jen v nepostřehnutelně nízkých koncentracích, jako např. oxid dusičitý nebo oxid siřičitý. Některé z těchto látek, které mohou být ve vysokých koncentracích velmi škodlivé pro lidi, zvířata i rostliny, se dostávají do vzduchu přirozeným způsobem, například při sopečných erupcích, z horkých pramenů, při biologických hnilobných procesech a rozkladech nebo při přirozených procesech spalování. Patří sem také prašné bouře a bouře nad mořem, které jsou odpovědné na obsah soli ve vzduchu v blízkosti pobřeží. Tato „přírodní“ znečištění vzduchu nepředstavují pro člověka zpravidla žádné nebezpečí. Díky pohybu vzduchu se nečistoty rychle rozptýlí a klesnou z části na zem, kde je často rozloží půdní bakterie. Teprve z důvodu rozšířených možností techniky se stalo znečištění vzduchu vážným nebezpečím pro člověka. Nad velkými městy a průmyslovými komplexy může být v závislosti na počasí počet cizích částic na centimetr krychlový pětistokrát větší než nad lesnatými krajinami, nad horami nebo nad oceány. Ve znečištěném vzduchu se vyskytují především: létavý popílek, saze, další různý průmyslový prach, oxid siřičitý, čpavek, oxid dusnatý, oxid uhelnatý, uhlovodíky, také chlorovodík, sloučeniny fluoru a ozón.

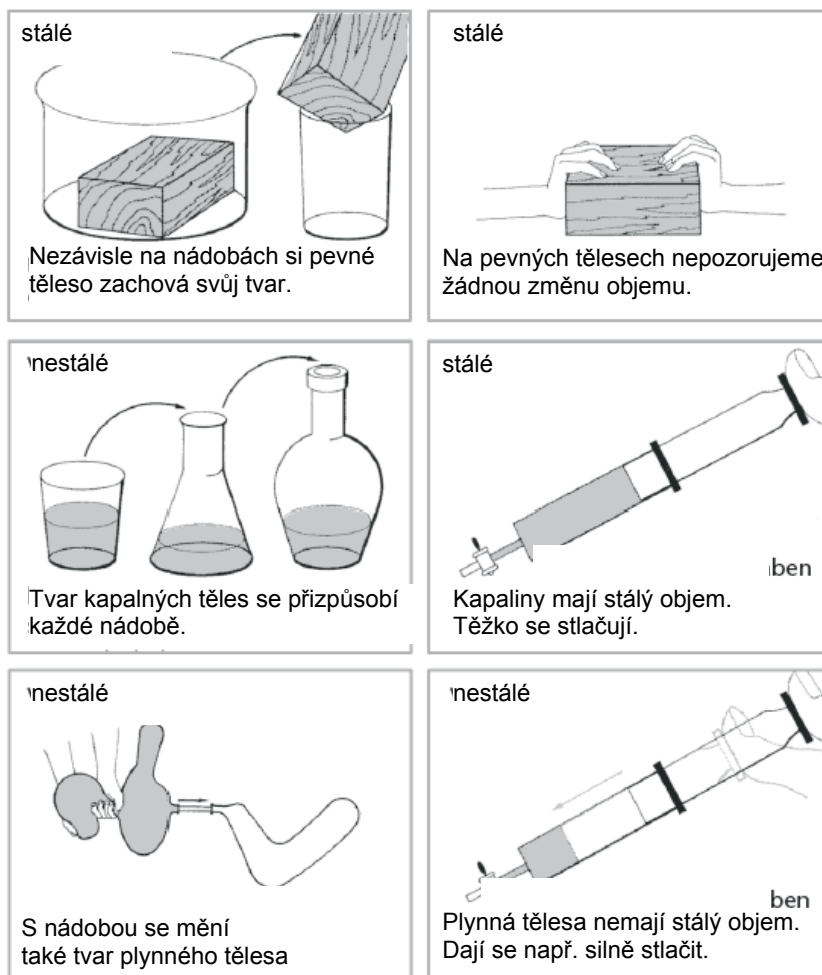
Oxid siřičitý, který se ve velkých množstvích uvolňuje spalováním fosilních látek (ropy nebo uhlí), jsou považovány za nebezpečného znečišťovatele životního prostředí. Jeho sloučením s kyslíkem a dešťovou vodou se vytváří kyselina sírová, která způsobuje atmosférické srážky, dnes nazývané „kyselý déšť“. Tento déšť mimo jiné ohrožuje naše lesy. Příčiny „umírání stromů“ však nejsou úplně objasněny. Minimálně v uplynulých třech stoletích vymíraly v Německu borovice a jedle v několikanásobně větším rozsahu než v současnosti, což však tehdy nemohly způsobit „kyselé deště“.

Technici učinili mnoho opatření, aby se množství škodlivin ve vzduchu snížilo. Mnohem více jsou však zapotřebí technické vědecké snahy, politická rozhodnutí a výchovná osvěta po celém světě, aby lidstvo dokázalo zachovat čistý

vzduch jako jeden z nejdůležitějších předpokladů pro veškerý život na Zemi. Nesmyslné a logicky nezdůvodnitelné jsou v rámci takových snah ideologická obviňování. Hledání viny nedokáže pomoci, ale jen vytváří předsudky. Celosvětová realita rovněž ukazuje, že způsob vlastnictví výrobních prostředků, které způsobují škodlivé látky v průmyslu, hospodářství a domácnostech, není rozhodující pro znečištění životního prostředí. Otáčení kola dějin ve vývoji lidstva zpátky až do bodu, kdy člověk se svými pracovními technikami tvořil kompatibilní jednotu s přírodou, jsou utopickou fantazií. Utopické však snad nejsou naděje, že v povědomí lidstva a každého člověka poroste nebo zesílí vůle a schopnost netolerovat vědeckotechnický pokrok jen za cenu omezení kvality života, ale uznávat jej jen tehdy, když přinese zároveň pokrok také pro tuto kvalitu života.

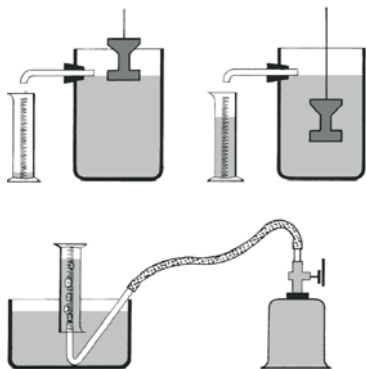
Vzduch je těleso

Ve fyzice znamená těleso věc z neživé přírody jako kámen, určité množství vody, vzduchová bublina. Těleso a látka neznamenají to samé. Určité těleso se může skládat z různých látek. Všechna tělesa zaplňují určitý prostor. Rozlišujeme pevná, kapalná a plynná tělesa. Pevná tělesa jsou ve velké míře tvarově a objemově stálá, kapalná tělesa jen objemově stálá a plynná tělesa mohou relativně snadno měnit svůj tvar a objem (obr. 2).



Obr. 2: Objemová a tvarová stálost těles

Pravidlo známé již ve starověké fyzice zní: Tam, kde je jedno těleso, nemůže být druhé těleso. Výjimku představuje houba, kde se nachází tělesa vody nebo vzduchu. Těleso „houba“ má dutiny, které mohou vyplňovat jiná tělesa. Vnikne-li do houby voda, vypudí z ní vzduch. Spadne-li do misky s vodou (nebo jinou kapalinou) kámen, vytlačí kapalinu, která v misce stoupne nebo přeteče ven. Také vzduch a jiné plyny mohou vytlačit kapalinu (obr. 3).



Obr. 3: Tělesa se mohou vzájemně vytlačit

Některá pevná tělesa mají vlastnost, že se po vytvarování působením síly opět vrátí do svého původního tvaru, jakmile na ně přestane síla působit. Tuto vlastnost nazýváme elasticita. Uzavřený plyn může působením síly změnit svůj objem. Po skončení působení síly se plyn vrátí do svého původního objemu. Tato vlastnost plynů však nemá nic společného s elasticitou pevných těles, ale přičítá se rozpínavosti, která je společná pro všechny plyny. Technická forma této vlastnosti je plynové pérování (např. duše jízdního kola, vzduchový nárazník atd.)

Tlak vzduchu

Jeden litr vzduchu váží za normálních podmínek přibližně 1,3 gramu. Představíme-li si na zemském povrchu ve výšce u hladiny moře vytyčenou plochu o rozloze 1 m^2 , má vzduchový sloupec, který se nad touto plochou nachází, hmotnost (váhu) cca 10 000 kg, to odpovídá hmotnosti (váze) 10 metrů krychlových vody. Příslušná

tíhová síla činí po zaokrouhlení 100 000 newtonů (10^5 N). V mezinárodní soustavě jednotek měříme tlak v „pascalech“.

Platí: jeden pascal = $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Tlak ve výšce u hladiny moře je tedy přibližně 10^5 Pa . 10^5 Pa se také nazývá 1 bar nebo 1000 mbar. Od roku 1984 se tlak vzduchu¹ uvádí ve zprávě o počasí v hektopascálech (hPa): $1 \text{ hPa} = 1 \text{ mbar}$.

Otto von Guericke předvedl již v roce 1656 na „Magdeburských polokoulích“ (obr. 4) působení tlaku vzduchu. Přiložil polokoule k sobě a odčerpал zevnitř vzduch. Tlak vnějšího vzduchu stlačoval polokoule k sobě tak, že je ani 16 párů koní nedokázalo od sebe odtrhnout. Teprve když Guericke otevřel kohout, k němuž byla předtím připojena pumpa, polokoule se od sebe samy oddělily.



Obr. 4: Magdeburské polokoule (demonstrační zařízení současného typu)

Změna stavu plynů

Stav plynu lze přesně definovat pomocí jeho objemu, jeho tlaku a jeho teploty. Tyto veličiny se proto také nazývají stavové veličiny. Mezi nimi platí určité zákonitosti. Zvýší-li se např. tlak plynu, může se přitom snížit objem. Zůstane-li teplota u tohoto procesu konstantní, pak platí, že

součin tlaku a objemu je vždy stejný ($p \cdot V = \text{konst.}$). Tento zákon se nazývá Boyleův–Mariottův zákon a platí jen tehdy, pokud jsou splněny určité ideální rámcové podmínky (Boyle, 1627-1691), angl. fyzik; Mariotte, 1620-1684, franc. fyzik).

V praxi většinou dojde se snížením objemu plynu nejen ke zvýšení tlaku, ale současně také ke zvýšení teploty. (Příklad: hustilka pro jízdní kolo se při delším používání zahřívá.) Často dochází také ke zvýšení teploty, které má za následek zvýšený tlak, aniž by se měnil objem.

¹ Jednotky tlaku vzduchu

Dnes jen zřídka používané jednotky tlaku jsou 1 mm Hg nebo 1 torr.

Platí:

$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ torr} = 133,32 \text{ Pa}$$

Normální tlak vzduchu ve výšce u hladiny moře byl dříve stanoven na 760 torrů.

760 torrů se nazývalo „fyzikální atmosféra“ (1 atm):

$$\begin{aligned} 760 \text{ torrů} &= 1 \text{ atm} \\ 1 \text{ atm} &= 101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ mbar} \end{aligned}$$

V technice se dříve používala takzvaná „technická atmosféra“ (at). Platilo:

$$\begin{aligned} 1 \text{ at} &= 9,81 \text{ N/cm}^2 \\ 1 \text{ at} &= 98066,5 \text{ Pa} = 980,66 \text{ mbar} \end{aligned}$$

(Příklad: pneumatiky automobilu po delší rychlé jízdě.) Zahřívání určitého množství plynu může být také převážně spojeno se zvětšením objemu. Toto množství plynu se poté stane specificky lehčí a může stoupat nahoru. (Příklad: vzduch nad ohništěm.)

Tohoto jevu, kdy se plyn „stane lehčím“, využili v roce 1783 bratři Montgolfierové při stavbě horkovzdušného balonu. Jako zdroj tepla použili žhnoucí dřevěné uhlí. První (velmi krátký) let horkovzdušného balonu s posádkou se podle dobové zprávy uskutečnil 8. srpna 1709 v Portugalsku na dvoře krále Jana V.

Princip zpětného rázu

Z raketové techniky je dostatečně známo, že látky (u většiny raket ohřáté plyny), které raketa vypouští za sebe, pohánějí raketu zároveň dopředu. Příčinou je skutečnost, že ke každé síle patří stejně velká síla působící opačným směrem (další příklady: skákání na trampolíně, rotující zahradní zavlažovač, otisk chodidla na měkké půdě atd.)

Součin hmotnosti „m“ tělesa a jeho rychlosti „v“ se nazývá impuls. Pokud se systém skládá ze dvou těles o hmotnosti m_1 a m_2 , mezi nimiž působí vnitřní síla, pak platí podle věty o zachování impulsu $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$



Plocha působení síly

Obr. 5: Vysvětlení věty o zachování impulsu

Těleso s větší hmotností má po působení síly menší rychlost než těleso s menší hmotností.

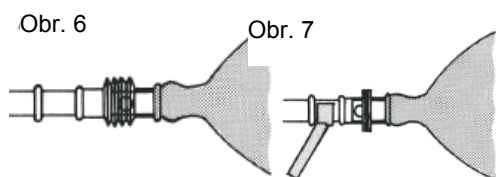
4. Informace k materiálům pro provádění pokusů

Speciální nafukovací balonky jsou zhotoveny ze směsi gumy, která poskytuje větší povrchové napětí než běžné nafukovací balonky. Díky tomu je dosaženo delší, rovnoměrné vypouštění vzduchu, které zaručuje lepší průběh pokusu. Tyto balonky lze navíc používat vícekrát.

Měli byste mít dostatečnou zásobu **nafukovacích balonků**, protože při pokusech vždy některé balonky prasknou. Jsou-li mezi pokusy s nafukovacími balonky delší prodlevy, musí se nejprve namátkou vyzkoušet, jestli materiál nezpórovatěl. Doporučujeme proto již použité balonky uschovat do přiloženého druhého sáčku s tlakovým uzávěrem. Pokud někteří žáci nedokážou balonky nafouknout (větší pevnost stěn), měli by při prvním nafukování použít pumpičku na balonky. Balonky se přitom nafukují jen na trojnásobnou velikost pěsti.

Ventily pro **nafukovací balonky** usnadňují nafukování balonků a umožňují jejich upevnění na vidlici pro ventil na testovacím vozíku.

Balonek nejprve natáhněte na kratší hrdlo až k manžetě (obr. 6). Při nafukování přidrže ventil jednou rukou u úst a druhou rukou roztahujte během nafukování manžetu. Stlačíte-li manžetu k sobě, ventil se zablokuje a z balonku nemůže unikat žádný vzduch (obr. 7). Poté nasadte balonek s ventilem (se stlačenou manžetou) na vidlici pro ventil na testovacím vozíku nebo jej zasuňte do hrdla desky pro vytvoření vzduchového polštáře. Teprve pak manžetu roztáhněte, vzduch může začít proudit ven.



Může se stát, že se ve ventilu nahromadí vlhkost z vydechovaného vzduchu a manžeta se trochu slepí. Stačí ji roztáhnout a po očištění nechat uschnout.

Poznámka: Ventily a hadičky používané ústy byste měli očistit horkou vodou a před uložením do kufru nechat uschnout.

Stříkačky s nástavcem pro hadičku jsou vybaveny speciálním pístem pro dlouhodobé použití. Pokud se píst stříkačky pohybuje po delším skladování ztěžka, stačí ke zprovoznění kapka silikonového oleje.

Stopky

Stopky se používají k měření dob pádu různých papírových vzorků (viz [strana 25](#), pokus 34).

Rozsah měření času:	59 min, 59 s, 99/100 s zobrazení do 10 minut pětimístné
Baterie:	1 knoflíková baterie 1,5 V

Typ baterie: LR 44
Doba provozu: cca 12 až 14 měsíců



Výměna baterie: Otevřete přihrádku na baterii na zadní straně krytu ve směru šipky a vyklepněte ven baterii. Vložte novou baterii s plusovým pólem nahoru. Víčko opět zavřete proti směru šipky.

Použití jako stopky

Pomocí tlačítka „Time/Chrono“ nebo „Mode“ nastavíte funkci stopek.

Vynulování: Podle stavu programu

0.00 00

- Před měřením času zásadně krátce stiskněte tlačítko pro vynulování „reset“.

- Stiskněte tlačítko „reset“.

0.42 30

0.25 17

- Stiskněte tlačítko „stop“, dvakrát stiskněte tlačítko „reset“.

0.33 34

- Stiskněte dvakrát tlačítko „reset“.

Funkce start/stop

Start: Stiskněte tlačítko „start“.

Stop: Stiskněte tlačítko „stop“.

Vynulování: Stiskněte tlačítko „reset“.

Funkce sčítání

Start/stop: Stiskněte tlačítko „start“ a „stop“. Tento postup můžete opakovat libovolně často.

Vynulování: Stiskněte tlačítko „reset“.

Další funkce jsou uvedeny v příloženém návodu.

5. Návrhy na provádění vyučování

5.1. Vzduch zabírá prostor.

5.1.1. Cíl výuky: Zdánlivě prázdné nádoby obsahují vzduch.

Pokus 1

Materiál: -

Navíc potřebujete: Láhve různého tvaru a velikosti, řadu dalších nádob, jednu větší, pokud možno průhlednou vanu (např. akvárium), do které se dají nádoby úplně ponořit do vody.

Tento pokus se dá provádět také s pomůckami z pracovní sady (viz pokus 2). Doporučujeme však provést pokus nejprve s pomůckami, které žáci znají ze svého okolí.

Všichni žáci již někdy ponořili „prázdnou“ láhev do vody a radovali se z bublajících vzduchových bublin. Na tyto zkušenosti může navázat první pokus.

Vyzvěte jednotlivé žáky, aby před třídou ponořili láhve různého tvaru a velikosti do vody. Všichni žáci pozorují stoupání vzduchových bublin nahoru a slyší bubláni. V závislosti na velikosti láhve a jejího otvoru může být optické a akustické vnímání odlišné.

Proberte se žáky následující otázky:

- Co jsme viděli a slyšeli?
- Kde byl vzduch?
- Byly láhve opravdu prázdné?

Zde se dá již učinit první krok k poznání, že zdánlivě prázdné nádoby ve skutečnosti obsahují vzduch.

Žáci mohou tento pokus (také doma) opakovat s dalšími nádobami jako např. hrnečky, kelímky a konvičky a pozorovat stejný výsledek.

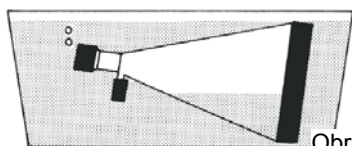
Poznámka: Výsledky jsou jednoznačnější, je-li otvor nádoby úzký; to znamená, že hrnky na pití jsou vhodnější než např. misky.

Pokus 2

Materiál pro každou skupinu: 1 kelímek
1 sací láhev
1 víčko na sací trubku
1 vanička s vodou

Ponoříte-li „prázdný“ převrácený kelímek do vody a pod vodou jej pomalu otáčíte, vidíte, jak unikají vzduchové bubliny. Tento pokus se lépe podaří s nádobou, jejíž otvor je užší, např. se sací láhví.

Sací trubku (boční otvor sací láhve) uzavřete víčkem. Podržíte-li nyní sací láhev šikmo pod vodou, s otvorem téměř u vodní hladiny, stoupají vzduchové bubliny nahoru. Ve zdánlivě prázdné sací láhvi je obsažen vzduch (obr. 8).



Obr. 8

Poznámka: Sací láhev se nikdy nenaplní úplně vodou. I když je vanička naplněna téměř po okraj vodou, nemůže být hladina vody v šikmo položené sací láhvi výše než hladina ve vaničce. V sací láhvi vždy zůstane určité množství vzduchu. Vezmete-li místo toho větší vanu (viz „Navíc potřebujete“, pokus 1), v níž může sací láhev stát kolmo pod hladinou vody, nezůstane v sací láhvi žádný vzduch.

Pokus 3

Materiál pro každou skupinu: 1 nafukovací balonek
1 ventil pro nafukovací balonek

Navíc potřebujete: Nafukovací zvířátka do vody, plovací rukávky atd.

Že vzduch dokáže zaplnit určitý prostor, žáci dobře uvidí, pokud dostanou příležitost nafouknout různé předměty ze svého prostředí jako např. nafukovací balonky, míče, nafukovací zvířátka do vody. Tato činnost se hodí jako úvod k tématu „vzduch“, protože ji žáci znají a protože se provádí s předměty, které si mohou přinést z domova.

Poznámka: Nafukovací balonky se snáze nafukují pomocí ventilu pro nafukovací balonky (viz str. 11).

5.1.2. Cíl výuky: Vzduch je těleso, které zabírá určitý prostor.**Pokus 4**

Materiál pro každou skupinu: 1 nafukovací balonek
1 ventil pro nafukovací balonek
1 vanička s vodou

Žáci, kteří někdy lepili píchlou duši na jízdním kole nebo koloběžce, nebo lepení přihlíželi, znají metodu, která se používá při hledání malé dírky v duši: Nafouknutá duše se ponoří do vody. Unikající vzduchové bublinky prozradí, kde duše netěsní.

Žáci si ve skupince nafouknou jeden balonek. Protože nechceme nafukovací balonky zničit, budeme postup, kterým dokážeme objevit malou díрку, jen simulovat. Žáci trochu pootevrou ventil balonku. Nyní jej podrží ve vodě. Uvidí stoupat vzduchové bubliny ve vodě nahoru a uslyší bublající zvuk.

Žáci poznají, že nafukovací balonky jsou elastické. Pokud vmáčknou do balonku důlek, po uvolnění důlek okamžitě opět zmizí. Žáci ucítí také odpor, který jim klade stlačený vzduch.

5.1.3. Cíl výuky: Prostor nádoby, který zabírá vzduch, nelze současně zaplnit jiným tělesem.**Pokus 5 (také 5./6. třída)**

Materiál pro každou skupinu: 1 sací láhev
1 trychtýř
1 víčko na trubku
1 kelímek s vodou
1 vanička

Žáci se dozvědí, že trychtýřem můžeme do nádob nalévat vodu, olej a jiné kapaliny. Možná mají někteří žáci dokonce již zkušenost, že kapalina teče do nádoby pomalu, když je trychtýř usazen na otvoru nádoby příliš těsně.