



Fakulta pedagogická
Katedra obecné fyziky

MOTIVACE A AKTIVIZACE ŽÁKŮ VE VÝUCE
FYZIKY: EXPERIMENTY S PLYNY

Rigorózní práce

Plzeň, 2009

Mgr. Zdeňka Kielbusová

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni dne 29. 11. 2009

.....
vlastnoruční podpis

Plzeň, 2009

Na tomto místě bych velice ráda poděkovala své rodině a mým kolegům z katedry obecné fyziky, za jejich přátelství, pomoc a podporu.

Anotace

Hlavním cílem práce je analyzovat možnosti zařazení experimentů do výuky tak, aby spolu výkladem učinily hodiny fyziky atraktivnější. Práce poukazuje na motivační a aktivizující roli experimentu a další pozitiva, ale i negativa s tím spojená. Sestavení souboru jednoduchých a názorných experimentů ve smyslu didaktických zásad lze pak chápat jako další hlavní cíl, či spíše soubor dílčích cílů.

Při sestavování souboru jednoduchých experimentů pro výuku poznatků o plynech na základní škole jsem využila praxi, kterou jsem získala výukou předmětu „praktika školních pokusů“ pod vedením doc. M. Rojka, pořádáním projektových dní pro základní školy a výukou předmětu „Fyzikální hrátky pro každého“ na katedře obecné fyziky, ZČU v Plzni.

Veškeré experimenty jsou vyzkoušeny, podrobně popsány a fotograficky zdokumentovány, některé dokonce doplněny názornými video-sekvencemi. Jednou ze součástí mé práce, která má sloužit k motivaci žáků, je i stručná historie pojmu „horror vacui“.

Obsah

1	Úvod	5
2	Předmět didaktika fyziky	8
3	Didaktické zásady	11
3.1	„Klasické“ didaktické zásady	11
3.1.1	Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka.....	11
3.1.2	Zásada vědeckosti	12
3.1.3	Zásada individuálního přístupu k žákům	12
3.1.4	Zásada spojení teorie s praxí.....	13
3.1.5	Zásada uvědomělosti a aktivity.....	13
3.1.6	Zásada názornosti	13
3.1.7	Zásada přiměřenosti.....	14
3.1.8	Zásada soustavnosti	14
3.1.9	Zásada trvalosti a operativnosti.....	14
3.2	Soudobé didaktické zásady	14
4	Edukační cíle	16
4.1	Pojem a struktura edukačních cílů	16
4.2	Struktura a vlastnosti edukačních cílů	17
4.3	Cíle výuky fyziky	22
4.4	Taxonomie edukačních cílů	23
4.4.1	Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. S. Blooma	23
4.4.2	Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle D. Tollingerové	25
4.4.3	Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. Niemierka	26
4.4.4	Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle D. R. Krathwohla.....	27
4.4.5	Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle B. Niemierka	27
4.4.6	Taxonomie cílů v psychomotorické oblasti podle R. H. Davea	28
4.5	Stanovení edukačních cílů	29
5	Metody výuky ve fyzice	30
5.1	Klasické metody výuky fyziky	32
5.1.1	Slovní metody	32
5.1.2	Názorně demonstrační metody.....	35
5.1.3	Praktické metody	35
5.2	Aktivizující metody výuky fyziky	36

5.3	Fyzikální experiment jako aktivizující prvek	39
5.3.1	Klasifikace experimentů ve školské fyzice.....	40
5.3.2	Význam a didaktické funkce experimentu ve výuce.....	44
6	<i>Motivace a aktivizace ve výuce fyziky.....</i>	46
6.1	Motivování žáků ve vyučování	49
7	<i>Současné postavení fyziky ve vzdělávání v České republice.....</i>	51
7.1	Rámcově vzdělávací program a současná didaktika	51
7.2	Současný stav předmětu fyzika	53
7.3	Soubor experimentů a rozvíjení klíčových kompetencí	55
8	<i>Historie „Horror Vacui“ jako aktivizační prvek výuky fyziky</i>	57
9	<i>Experimentální část</i>	62
9.1	Existence vzduchu.....	63
9.1.1	Jsou sklenička a sáček skutečně prázdné?	63
9.1.2	Přelévání vzduchu pod vodou.....	64
9.1.3	Suchý papír pod vodou	65
9.1.4	Vlívání vody do láhve	66
9.1.5	Kolik vzduchu vydechneme.....	69
9.1.6	Co stlačíme snáz? Vodu nebo vzduch?.....	70
9.2	Tíha vzduchu.....	72
9.2.1	Má vzduch hmotnost? I.....	72
9.2.2	Má vzduch hmotnost? II	73
9.2.3	Vážení vzduchu.....	74
9.3	Projevy atmosférického tlaku.....	75
9.3.1	Torricelliho experiment s vodou.....	75
9.3.2	Jak pijeme slámkou?.....	76
9.3.3	Voda ve skleničce	77
9.3.4	Vnikání zkumavky do zkumavky	78
9.3.5	Rozmačkání plechovky tlakem vzduchu.....	80
9.3.6	Zlomení prkénka	81
9.3.7	Borcení láhve vypouštěním vody.....	82
9.3.8	Vtékání vzduchu do láhve s vodou	83
9.3.9	Sklenička a pohlednice	84
9.4	Pascalův zákon.....	88
9.4.1	Demonstrace Pascalova zákona	88

9.4.2	Zvedání knih	89
9.5	Soupeření plynů	90
9.5.1	Jak dostat balónek do láhve	90
9.5.2	Síla vzduchu.....	93
9.5.3	Nafukování a vyfukování zavázaného balónku	94
9.6	Archimédův zákon pro plyny	96
9.6.1	Dasymetr ve vývěvě.....	96
9.6.2	Přetlakový dasymetr.....	97
9.6.3	Nadlehčení balónku na páce a vypuštění CO ₂	98
9.7	Experimenty s přetlakem	100
9.7.1	Heronova fontána.....	100
9.7.2	Deformace marshmallow	101
9.7.3	Promáčknutí bubínku	103
9.7.4	Zatavená injekční stříkačka.....	104
9.8	Podtlak – experimenty bez vývěvy	106
9.8.1	Voda do skleničky	106
9.8.2	Uzavření zavařovací sklenice plamenem	108
9.8.3	Model funkce plíc	109
9.8.4	Jak dostat vajíčko do láhve	111
9.8.5	Jak si oloupat banán	112
9.8.6	Marshmallow a podtlak.....	113
9.8.7	Sklenička na ruce	114
9.8.8	Sklenička na poutřovém balónku.....	115
9.8.9	Domácí magdeburské polokoule.....	116
9.8.10	Magdeburské skleničky	118
9.9	Experimenty s vývěvou.....	120
9.9.1	Magdeburské polokoule	120
9.9.2	Svíčka pod vývěvou	121
9.9.3	Žárovka pod vývěvou	122
9.9.4	Budík pod vývěvou.....	122
9.9.5	Var vody za sníženého tlaku.....	123
9.9.6	Nasávání vody.....	124
9.9.7	Přečerpávání vody.....	127
9.9.8	Heronova fontána.....	129
9.9.9	Vývěva a balónek.....	130
9.9.10	Bublina a vývěva	131

9.9.11	Hrnečku, vař!	132
9.9.12	Indiánek ve vývěvě	134
9.9.13	Panáček z marshmallow	135
9.9.14	Protržení blány	137
9.9.15	Pivo ve vývěvě	138
9.9.16	Vajíčko ve vývěvě	139
9.9.17	Pěna na holení ve vývěvě	140
9.9.18	Lifting jablíčka	142
9.10	Projevy při zahřívání a ochlazování vzduchu	144
9.10.1	Nafukování a vyfukování balónku	144
9.10.2	Čínský balón tajných přání	145
9.10.3	Deformace plastové láhve	146
9.10.4	Pouťové balónky a tekutý dusík	147
9.10.5	Bublina na láhvi	148
9.10.6	Tančící brčko	149
9.11	Experimenty s těžkými plyny	150
9.11.1	Je CO ₂ těžší než vzduch?	150
9.11.2	Větrný mlýnek	151
9.11.3	Postupné zhasínání svíček	152
9.11.4	Nalévání a přelévání CO ₂	153
9.11.5	Plavání vzduchových bublin	155
9.11.6	Nalévání a přelévání propanu	156
9.11.7	Zapalování parafrínových par	157
9.12	Práce plynu	159
9.12.1	Princip činnosti zážehového motoru	159
9.12.2	Princip činnosti reaktivního motoru	160
9.12.3	Reaktivní autíčko	161
9.12.4	Tekutý dusík a ping-pongový míček	162
10	Závěr	164
11	Seznam použité literatury a internetových zdrojů	165
12	Seznam obrázků	170
13	Přílohy	174

1 Úvod

Na počátku 21. století je předpokladem pro rozvoj naší společnosti zavádění nových, stále složitějších technologií a vyspělých metod komunikace. K tomu, aby docházelo ke stálému zdokonalování těchto technologií a metod, je zapotřebí dostatečného počtu lidí, kteří jsou vzděláni v přírodních a technických vědách. Bohužel se v posledních deseti letech ukazuje, že obliba exaktních a některých přírodních věd na základních školách klesá, jak je patrné mj. z následující tabulky, pocházející z výzkumu publikovaného v roce 2005, jehož se zúčastnilo 3764 žáků základních škol.¹

Tab. 1: Četnost stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů 0 – 6 na ZŠ (0 – nejméně oblíbený)

	Inf.	Tv	Vv	Praxe	RV	Hv	Ov	Bi	Př	Dě	Ze	Ma	Aj	Ch	Aj.	Fy	Aj.
0	57	157	263	190	185	301	184	29	175	278	178	323	200	247	156	342	333
1	55	92	144	116	148	167	152	15	135	147	147	217	118	181	95	232	260
2	58	116	171	158	212	215	255	33	345	343	374	423	284	323	211	423	451
3	145	349	482	479	560	598	745	117	869	875	974	921	653	748	498	1045	1511
4	146	274	482	430	545	544	628	88	664	603	690	575	443	506	257	659	596
5	379	573	707	611	744	672	757	88	716	675	683	647	378	410	192	563	388
6	1342	2123	1455	1204	1270	1209	915	106	782	784	658	595	319	389	255	434	162
Φ	5,10	4,90	4,35	4,35	4,30	4,10	4,04	3,91	3,90	3,76	3,76	3,49	3,43	3,38	3,32	3,32	2,97

(předměty se ve zkratce označují: Inf – informatika, Tv – tělesná výchova, Vv – výtvarná výchova, Praxe – praktické předměty, Ev – rodinná výchova, Hv – hudební výchova, Ov – občanská výchova, Bi – biologie, Př – přírodopis, Dě – dějepis, Ze – zeměpis, Ma – matematika, Aj – anglický jazyk, Ch – chemie, Aj. – německý jazyk, Fy – fyziky, Aj. – český jazyk)

Z tabulky 1 jasně vyplývá, že fyzika náleží mezi žáky k jednomu z nejméně oblíbených předmětů. Hodnocení chemie a matematiky dopadla možná o něco lépe, ovšem sami vidíme, které pozice v tabulce zauímají.

Řada vyspělých zemí si nebezpečí takového vývoje uvědomila a podniká nutné kroky k nápravě. V dokumentu Evropské unie „Sdělení Evropské komise Evropské radě, Evropskému parlamentu, Hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru pro regiony“ čteme: „Členské státy a Společenství by rychle měly provést rozsáhlý společný průzkum, aby stanovily úlohu přírodovědných oborů ve vzdělávacím systému a položily si otázku, jak dále rozvíjet výuku těchto oborů na primárním, sekundárním a terciálním stupni škol v EU.“

Též zpráva Evropské komise z r. 2007 (IBSE) konstatuje značný pokles zájmu mladých lidí obecně o přírodovědné předměty, a varuje, že pokud nebudou v dohledné době přijata efektivní opatření, bude z dlouhodobého hlediska klesat schopnost Evropy inovovat a provádět kvalitní výzkum a ve vzrůstající míře bude také ohroženo získávání dovedností, které se stávají zásadními ve všech oblastech současného života. Za jednu z hlavních příčin ochabujícího zájmu mladých lidí o studium přírodních věd autoři zprávy považují způsoby,

¹ (Höfer, 2005)

kterými se přírodní vědy vyučují ve školách. Ač odborníci z pedagogického výzkumu v naprosté většině souhlasí s tím, že pedagogické postupy založené na tzv. badatelsky orientovaných metodách jsou efektivnější než postupy založené na tradičních metodách, realita školní praxe je jiná. Ve většině evropských zemí nejsou badatelsky orientované metody ve školách prakticky realizovány.

Tohoto faktu jsou si mnozí pedagogové vědomi, aniž se museli seznámit s výsledky jakéhokoli výzkumu. Uvědomují si, že zejména v současné době je důležité hledat nové možnosti zatraktivnění výuky fyziky s důrazem na mezipředmětové vztahy. Proto přicházejí s invenčními motivačními prvky ve snaze zvýšit zájem o tento předmět a jeho oblibu. Ve své rigorózní práci se budu zabývat možnostmi motivace a aktivizace žáků pomocí experimentů zařazených do výuky poznatků o plynech na prvním i druhém stupni základní školy a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií.

V první části své práce nabídnu teoretický vhled do didaktiky fyziky jako takové. Bude se jednat o stručné pojednání, které umožní čtenáři základní seznámení s problematikou. Následuje vyjmenování a popis obecných didaktických zásad. V další části se pak budu zabývat edukačními cíly, včetně jejich taxonomie a jejich role ve výuce fyziky. Kratší stať pak stručně obeznámí s motivací a aktivizací ve výuce, bude následovat rozbor klasických a aktivizujících metod výuky fyziky. Součástí práce bude i stručná historie termínu *horror vacui*, která dobře poslouží jako příklad motivačního prvku ve výuce poznatků o plynech, nadto využije mezipředmětové vztahy například mezi dějepisem, zeměpisem, biologii a fyzikou. První část práce uzavře popis současného postavení fyziky v domácím vzdělávacím systému.

Pokládám za potřebné zmínit, že znalost obecných didaktických zásad zůstává pro každého vyučujícího naprosto klíčovou, stejně jako téma edukačních cílů. Čtenáři má tato část práce sloužit jako nezbytný teoretický podklad při případné aplikaci některého z experimentů, zařazeného do následujícího souboru, který celou práci završuje.

Při sestavování souboru jednoduchých experimentů pro výuku poznatků o plynech na základní škole využiji vlastních zkušeností z výuky předmětu „praktika školních pokusů (1, 2)“. Budu se snažit, aby výsledek posloužil čtenáři svou přehledností, stručností a jednotnou strukturou obsahující u každého experimentu stanovení jeho cíle, vyjmenování pomůcek potřebných k jeho realizaci, popis jeho přípravy a vlastního provedení, vysvětlení z fyzikálního hlediska, otázky k zamyšlení a dodatečný tip pro pedagoga. Každý experiment bude doplněn obrázkem, fotografií (popř. sledem fotografií), některé budou zaznamenány na přiložených video-sekvencích.

Cílem práce bude předložit možnosti, které nabízejí zařazené experimenty do výuky poznatků o plynech, a upozornit na jejich pozitiva a negativa ve výuce fyziky. Důraz bude kladen nejen na heuristickou formu výuky, kdy žáci sami objevují a vyvozují nové poznatky na základě vlastních zkušeností, ale též na badatelskou formu výuky, kdy žáci sta-

noví hypotézu, kterou pak experimentálně ověřují.

Hlavním cílem práce bude rozbor a vytvoření souboru vhodných a jednoduchých experimentů ve smyslu didaktických zásad. Experiment představuje důležitý motivační prvek ve výuce fyziky, zejména pokud je zpracován způsobem, který žáky zaujme a vnitřně povzbudí. Za svůj didaktický cíl si kladu zařadit experiment nejen do výuky fyziky, ale i do výuky přírodovědy tak, aby se stal běžnou a nedílnou součástí vyučovací hodiny.

2 Předmět didaktika fyziky

Nejprve se zaměříme na vědeckou disciplínu, která zastřešuje celý systém výuky fyziky – na didaktiku fyziky.

Dle J. Fuky¹ chápeme vědecké disciplíny, které studují problematiku vyučování jednotlivým předmětům, jako předmětové didaktiky. Didaktiku fyziky lze pak stručně definovat jako vědu o vyučování fyzice či jako teorii vyučování fyzice. Vhodnější je spíše první definice, neboť pojem teorie je užší než pojem věda (pojem věda v sobě zahrnuje nejen obsah, ale i způsoby vědecké práce, vědecké metody). Předmětem didaktiky fyziky je vyučování, přesněji řečeno zvláštnosti, které vznikají tím, že vyučování fyzice odráží obsah a metody fyziky jako vědy.

Předmět didaktiky fyziky se tak nepřekrývá s předmětem obecné didaktiky, a proto pouze z ní nemůže být vyvozen. Didaktika fyziky není jen specializací obecné didaktiky, přestože z ní přejímá velmi mnoho obecných poznatků a pojmovou strukturu, pokud jde o výuku.

Termín „*didaktika fyziky*“ nahradil dřívější termíny „*metodika vyučování fyzice*“ (pojem vyučování se začal používat pouze pro činnost učitele) nebo také často užívaný výraz „*teorie vyučování fyzice*“ (zužuje problematiku jen na proces výuky a vzbuzuje dojem odtržení teorie od praxe).

Metodika vyučování fyzice byla orientována na tvorbu návodů pro činnosti učitele fyziky, jako jsou vedení fyzikálních praktik, řízení laboratorních prací, vybavení odborných učeben a kabinetů. Metodika fyziky se vyvíjela jako praktická disciplína, koncipována tak, aby pomáhala učitelům hledat schůdnější cesty ke snadnějším a pochopitelnějším výkladům fyzikální problematiky.

Aplikační pojetí didaktiky fyziky je teoreticky odvozováno z obecné didaktiky a pedagogiky. Fyzikální věda je zde uplatňována jako sekundární. Teoretickým těžištěm takto chápané didaktiky fyziky bylo stanovení optimálních vyučovacích postupů, zejména se zřetelem na potřeby učitele.

S potřebou začleňovat do výuky nové poznatky z moderní fyziky i na středních školách vznikla potřeba nového integračního pojetí. Již nestačilo pouhé odvozování z obecné didaktiky, ale musely se zapojit i další vědy, například filozofie, pedagogika, sociologie, psychologie, historie, kybernetika, statistika apod. Integrační pojetí jen potvrdilo a zdůraznilo interdisciplinární charakter didaktiky fyziky.

Aplikační a integrační pojetí jsou důležitými postupy didaktiky fyziky, samy však nestačí k charakteristice její metodologie.

Proto přichází komunikační pojetí kladoucí důraz na souvislý proces, který předává a zprostředkovává výsledky fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců a tím i do spole-

¹(Fuka, Lepil, Bednařík, 1981)

čenského vědomí. Při tomto procesu dochází nejenom k transferu informací, ale i k učení. Má proto vedle funkce informativní také funkci kognitivně formativní a výchovnou.

„Předmět didaktiky fyziky v našem pojetí je celý souvislý proces předávání a zprostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí.“¹

Při tomto ovlivnitelném procesu, který můžeme nazvat didaktickou komunikací fyziky, dochází nejen k přenosu informace, ale i k učení. Má proto vedle funkce informativní také výraznou funkci kognitivně formativní a výchovnou.

Druhým znakem didaktiky fyziky, vedle předmětu, je systém základních kategorií z hlediska didaktické komunikace, které během fyzikálního poznání prodělají několik výrazných transformací.

Tento systém v sobě zahrnuje osm základních kategorií, které popisují základní problémové oblasti didaktiky fyziky (tzn. celý edukační proces od fyzikálního poznatku až na úroveň znalostí nebo dovedností žáka).

I. *Vědecký systém fyziky*

Zahrnuje fyzikální poznání jeho metody, současné i prognostické pojetí. Didaktika fyziky jej zkoumá z hlediska sdělitelnosti a možnosti přenosu.

II. *Didaktický systém fyziky*

Obsahuje otázky smyslu a pojetí fyziky, ale také strukturu edukačních cílů a obsah výuky fyziky v návaznosti na vědecký systém.

III. *Výukový projekt fyziky*

Realizace didaktického systému fyziky do tvorby učebních standardů, metodických příruček, učebnic, učebních plánů, apod. Didaktika fyziky zahrnuje tvorbu těchto materiálů, pomůcek a hledá jejich vzájemné vztahy.

IV. *Výuka fyziky*

Zahrnuje činnosti učitele (vyučování) i činnosti žáka (učení). Zabývá se všemi formami výuky, výchovy i sebevzdělávání ve fyzice.

V. *Hodnocení výuky fyziky*

Objektivně ověřuje výsledky během celého procesu edukace. Používané metody bývají zároveň metodami, které využívá didaktika fyziky k vlastnímu bádání.

VI. *Fyzikální vzdělávání a jeho uplatnění*

Zkoumá celkové uplatnění fyzikálního vzdělávání v životě jedince i společnosti mimo vlastní sféru výchovy.

VII. *Příprava učitelů včetně jejich dalšího vzdělávání*

Studuje veškeré činitele týkající se přípravy a dalšího vzdělávání učitelů.

VIII. *Metodologie a historie didaktiky fyziky*

¹ (Fenclová, 1982)

Shrnuje poznatky o základech a tvorbě didaktiky fyziky, zkoumá proces fyziky v širších souvislostech a je si vědoma historické kontinuity.

Třetím znakem didaktiky fyziky je systém výzkumných metod, který se využívá při výzkumu výše uvedených kategorií. Systém zahrnuje dvě kategorie výzkumných metod:

Do první kategorie patří empirické výzkumné metody, mezi které zahrnujeme například metodu pozorování, shromažďování dat, dotazníkové šetření, testování apod.

Druhou kategorií jsou teoretické výzkumné metody, mezi které patří didaktická analýza a syntéza, modelování a mezinárodní komparace.

Didaktika fyziky jako živá vědecká disciplína řeší také aktuální problémy a úkoly ve školské praxi. Jedná se především o metodický materiál a učebnice fyziky, tvorbu vzdělávacích standardů, přípravu evaluačních kritérií, tvorbu testů, vytváření Rámcově vzdělávacích programů z fyziky pro základní a střední vzdělávání apod. ¹

¹ (Fuka, Lepil, 1981), (Janás, 1996), (Svoboda, Kolářová, 2006)

3 Didaktické zásady

Bez základní znalosti didaktických zásad nemůže žádný pedagog věřit, že je schopen zajistit každé hodině své výuky patřičnou efektivitu

Pod pojmem didaktické zásady rozumíme určité požadavky a pravidla, která jsou formulována na základě poznání zákonitostí vyučovacího procesu a jejichž dodržování ovlivňuje efektivitu a úspěšnost vyučovacího procesu. Dodržování didaktických zásad není cílem vyučovací hodiny, ale účinným prostředkem k zajištění kvalitnější výuky. Zprvu byly didaktické zásady při využití zkušeností učitelů formulovány na empirickém základě, postupně pak doplňovány a upřesňovány na základě pedagogického vědeckého výzkumu. První ucelenější systém didaktických zásad formuloval již J. A. Komenský ve své *Velké didaktice*, kde v XVI. Kapitole „Jak dělati, aby učení najisto bylo“ uvedl devět všeobecných zásad vyučování a učení. Jednotlivé zásady uvedl vždy mottem spjatým s přírodou: „Příroda pilně šetří času každé věci příslušného; příroda sobě hotoví látku dřív, nežli formovati začíná; příroda bere k věci své látku způsobnou, aneb ji sobě, aby způsobná byla, strojí; příroda jednoho času jednu toliko věc dělá nejpředněji; příroda začíná působení své od vnitřku; příroda cokoli formovati začíná, toho sobě obecně nejprv celou podobu udělá a potom teprve po částkách vydělává; příroda se nezamotává, ale po svých stupních pořád kráčí; příroda jak začne, tak nepřestane, až dokoná a příroda pilně odporným věcem vyhýbá.“¹

V současné době není počet ani pořadí didaktických zásad sjednoceno. Vyučující je přesto znají, uvědomují si souvislosti mezi nimi a ovládají způsoby, jak je lze pozitivně a prakticky využít.²

3.1 „Klasické“ didaktické zásady

V odborné literatuře se u téměř každého autora setkáme s jeho vlastním originálním výčtem didaktických zásad. V bohatém seznamu různých klasifikací nalezneme společné prvky, nadto průnikem vybraných klasifikací získáme devět „klasických“, nejčastěji uváděných didaktických zásad.

3.1.1 Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka

Tato zásada klade učiteli za cíl rozvíjet všechny tři roviny žákovy osobnosti, a sice v oblasti kognitivní (poznávací), afektivní (postojové) a psychomotorické. Z hlediska výchovy pak

¹ (Komenský, 2004)

² (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

musí docházet k rozvoji v rovině rozumové, mravní, estetické, pracovní a tělesné. Proces vzdělávání a výchovy probíhá vždy současně.¹

3.1.2 Zásada vědeckosti

Tato zásada požaduje, aby základní poznatky technických i pedagogických věd byly odborně i metodicky zpracovány po stránce teoretické i praktické a učivo diferencované tak, aby odpovídalo momentální kognitivní úrovni žáků. Vědecké poznatky musí zaručovat návaznost a metodické zpracování, které je nezkrusuje, ale pouze zjednodušuje ke snadnějšímu pochopení a následnému dalšímu rozvíjení.

V průběhu vyučovacího procesu by měly být používány adekvátní vyučovací metody, formy a prostředky, které u žáka vyvolají tvořivost, samostatnost a aktivitu.

Zásada vědeckosti je náročná, pedagog se musí průběžně vzdělávat a vyrovnávat s novými poznatky věd a s nejnovějšími trendy v rámci učitelské profese.²

3.1.3 Zásada individuálního přístupu k žákům

Díky poznatkům z psychologie osobnosti dnes již víme, že individuální přístup k žákům je potřebný k co nejefektivnějšímu průběhu vyučovacího procesu. K realizaci této didaktické zásady využíváme pedagogickou diagnostiku a zjištěné údaje promítáme do přípravy učitele na výuku.

M. Kurelová (1993) doporučuje přihlížet k následujícím rozdílům: k celkovému tělesnému a zdravotnímu stavu, k úrovni vývoje kognitivních procesů a k jejich vlastnostem (učení žáka je ovlivněno subjektivní úrovní myšlení, chápání, představivosti, vnímání, zapamatování si a schopností pozornosti a koncentrace), k žákovým citovým procesům, k vlastnostem volných procesů, k úrovni a zvláštnostem rozvoje obecných a specifických schopností, k zájmům a sklonům, k charakterovým vlastnostem žáka, k potřebám žáka, ke zvláštnostem motivace učení, ke zvláštnostem domácího prostředí.³

¹ (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

² (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

³ (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999), (Kurelová, 1993)

3.1.4 Zásada spojení teorie s praxí

Zde se často setkáme s alternativním názvem „zásada aplikability učiva“. Postrádá smysl, aby si žáci osvojovali teoretické znalosti, pokud nejsou propojeny s jejich praktickou činností jak na úrovni teoretických řešení problémů, tak na úrovni praktických činností či při osvojování psychomotorických dovedností. Hodláme-li žákovi umožnit navázat v dalším studiu, zajistíme přenos dovedností a znalostí.¹

3.1.5 Zásada uvědomělosti a aktivity

Zásada uvědomělosti a aktivity vychází především z teorií motivace. Tato zásada vyžaduje, aby se pedagog snažil žáka nadchnout pro vyučovaný předmět, a žák sám vyvíjel žádoucí aktivitu. Tento úkol je obtížný, pokud je žák obklopen negativními faktory.

Když si žák cíleně osvojí učivo, měl by poté umět vystihnout podstatné znaky, rozumět osvojeným poznatkům a doložit získaná pravidla vlastními příklady. Žák by měl být průběžně a bezprostředně poté informován o svém snažení a o pozitivních výsledcích svého učení.

Žák se pak snaží vykonávat každou činnost co nejlépe a využívat při ní všech svých schopností, dovedností a sil.²

3.1.6 Zásada názornosti

Zásada názornosti je jednou z nejstarších didaktických zásad a zmínky o ní můžeme najít i v díle J. A. Komenského: „Proto budiž učitelům zlatým pravidlem, aby všechno bylo předváděno všem smyslům, kolika možno.“³ Je důležité, aby žákům byly poskytnuty vjemy zrakové, sluchové, čichové, chuťové, hmatové i pohybové. Podle dílčích analyzátorů přijímají žáci nejvíce informací zrakem (80 %), sluchem pak jen 12 %, hmatem 5 % a na ostatní vjemy zbývají pouhá 3 %. V praxi při běžné výuce bývá bohužel procento vjemů zastoupeno jinak.⁴

¹ (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999), (Kurelová, 1993)

² (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

³ (Komenský, 2004)

⁴ (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

3.1.7 Zásada přiměřenosti

Zásada přiměřenosti vyjadřuje požadavek, aby cíle, proces i prostředky vzdělávání byly přiměřené. Obsah učiva, co se obsahu i rozsahu týče, musí odpovídat somatickému a psychickému rozvoji žáka. Přiměřené vyučování optimálně povzbuzuje žáka a pozitivně přispívá k jeho rozvoji. Učitel musí přizpůsobovat míru obtížnosti a rychlost postupu s ohledem na individuální rozdíly mezi žáky.¹

3.1.8 Zásada soustavnosti

V literatuře se setkáme též s označením zásada systematickosti. Formuluje klasický požadavek, aby žáci postupovali v osvojování vědomostí a dovedností systematicky. Učivo musí být uspořádáno do didaktického systému tak, aby mělo logickou posloupnost a jeden celek logicky vyplýval z druhého.

Tato zásada také žáka formuje tak, aby pracoval pravidelně a soustavně a postupně si vytvářel svůj osobní učební a pracovní styl.²

3.1.9 Zásada trvalosti a operativnosti

Jak název napovídá, jedná se o didaktickou zásadu vycházející z faktu, že lidský mozek velmi rychle zapomíná. Znalost zákonitostí paměti je více než nutná a je důležité ji zohledňovat při učební činnosti žáků. Pokud budeme žáky vhodně motivovat a nové poznatky často opakovat, podpoříme tím trvalé osvojení vědomostí a dovedností.³

3.2 Soudobé didaktické zásady

Vznikem některých novějších koncepcí vyučování se objevily formulace nových specifických požadavků. Zakladatel koncepce programového učení B. F. Skinner formuloval jeho principy jako principy aktivní odpovědi, malých kroků, zpětné vazby, individuálního tempa a o princip hodnocení žákova výkonu a prověřování programu v praxi.

¹ (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999), (Kurelová, 1993)

² (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

³ (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999), (Kurelová, 1993)

Koncepce **L. V. Zankova** s jeho zásadami rozvíjejícího vyučování rozlišuje pět následujících zásad:

Zásada vyučování na vysokém stupni obtížnosti

Hlavním znakem této zásady je zdolávání střední normy obtížnosti a žáka vede k odkrývání jeho vnitřních duševních síl, kterým pak dává prostor a směr.

Zásada postupu vpřed rychlým tempem

Žák si ustavičně obohacuje své získané vědomosti a dovednosti, zmizí tak určité ustrnutí na místě a jednotvárné opakování probrané látky.

Zásada vedoucí úlohy teoretických vědomostí v počátečním vyučování

Na rozdíl od tradiční didaktiky vycházející z konkrétního myšlení dítěte mladšího školního věku se zde staví na utváření pojmů pomocí cesty od abstraktního ke konkrétnímu.

Zásada uvědomělosti

Uvědomělost je důležitá u všech činností a dovedností. Zdůrazňuje se uvědomělý vztah žáků ke školní práci.

Zásada cílevědomého a systematického rozvoje všech žáků ve třídě, včetně těch nejslabších

Přetěžování slabších žáků vedlo k většímu rozdílu, a slabší žáci zaostávali ještě více. Tato koncepce vidí řešení v zadávání přiměřených úloh, aby je slabší žáci bez prožití stresu a svým tempem úspěšně zvládli. Tím uspokojí svou potřebu úspěchu a jsou motivováni k další práci.

Americký pedagog **Marvin Pasch** formuluje vlastní didaktické zásady; ve svých publikacích uvádí šest didaktických principů pro realizaci učebních činností žáků.

Některé z nich jsou odlišně od výše uvedených zásad, zejména následující první princip je specifický pro americkou společnost.

Princip kulturního kontextu požaduje respektování všech odlišností, ať jde o rovnoprávnost obou pohlaví či původ z rozličných kultur.

Princip soustředění se na klíčové pojmy zamítá memorování velkého množství izolovaných dat a edukační proces staví na klíčových pojmech.

Princip předchozích znalostí vychází z již známých faktů, které žáci mohou rekonstruovat.

Princip kognitivní náročnosti požaduje po pedagogovi „nastartovat“ u žáků tvořivé myšlení.

Princip aktivního zpracování požaduje po žácích aktivitu při prohlubování znalostí v daném kontextu.

Princip rozmanitosti vyžaduje přizpůsobení výuky učebním stylům, potřebám a preferencím žáků.¹

¹ (Kalhous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

4 Edukační cíle

Ke zdárnému průběhu a dobrým výsledkům vyučovacího procesu je potřeba stanovit si konkrétní edukační cíle. K tomuto úkonu musíme znát jejich strukturu, požadavky na ně kladené a samozřejmě i jejich taxonomii.

4.1 Pojem a struktura edukačních cílů

Pedagogický slovník nám definuje edukační (neboli vzdělávací) cíle jakožto „... jednu z klíčových didaktických kategorií, která vymezuje účel a výsledek výuky a měla by zahrnovat hodnoty, postoje, činnosti, dovednosti, poznatky a porozumění.“¹

Jarmila Skalková každý jednotlivý edukační cíl chápe jako „... zamýšlený a očekávaný výsledek, k němuž učitel v součinnosti se žáky směřuje.“²

Můžeme se setkat i s tvrzením, že edukační cíle jsou „... zamýšlené změny v učení a rozvoji žáka (ve vědomostech, dovednostech, vlastnostech, hodnotových orientacích, osobnostním a sociálním rozvoji jedince), kterých má být dosaženo výukou.“³

Záměrně nabízím i vysvětlení edukačních cílů jako představ „o kvalitativních i kvantitativních změnách u jednotlivých žáků v oblasti kognitivní, afektivní a psychomotorické, kterých má být dosaženo ve stanoveném čase v procesu výuky.“⁴

Zároveň souhlasím s tím, že edukační cíl je „... základní pedagogickou kategorií, projektuje výchovně-vzdělávací výsledky, vyjadřuje účel edukace a implikuje směr působení, metody, principy, prostředky, formy atd.; je to konkretizace žádoucího stavu.“⁵

Dle mého názoru si výše uvedené definice nijak neodporují a jednotliví odborníci jen používají různá slova k vyjádření prakticky téhož. Osobně chápu edukační cíle jakožto zamýšlené kvalitativní i kvantitativní změny v mnoha oblastech rozvoje vzdělávaných jedinců, přičemž těchto změn má být dosaženo právě edukací (výukou, vzděláváním).

Vhodně zvolené edukační cíle mají důležitou motivující, regulační a usměrňující roli během celého procesu učení. Při stanovování edukačních cílů jsou na pedagoga kladeny velké požadavky. Edukační cíle jsou totiž jednou z nejpodstatnějších součástí celého procesu edukace. Učitel musí při formulaci individuálních edukačních cílů zohledňovat řadu faktorů, jako jsou individuální možnosti žáků, volit rozsah a obsah učiva, metodické postupy, učeb-

¹ (Průcha, Walterová, Mareš, 1998)

² (Skalková, 2007)

³ (Vališová, Kasíková, 2007)

⁴ (Kalous, Obst, 2003)

⁵ (Vlčková, 2006)

ní činnosti či organizační formy.

Edukační cíle se uplatňují vůči celé komplexní osobnosti každého jednoho žáka, proto se pedagog při jejich formulaci zaobírá všemi složkami osobnosti.

Dílní edukační cíle dle jejich další specifikace obvykle dělíme na:

- *kognitivní* (vzdělávací, vědomostní) – zaměřené na rozvoj poznávacích procesů,
- *afektivní* (postojové, výchovné) – zaměřené na utváření postojů a hodnotových orientací,
- *psychomotorické* (výcvikové, dovednostní) – zaměřené na činnosti vyžadující nervosvalovou koordinaci.

Všechny tyto dílní edukační cíle by měly být homogenně zastoupeny ve vyučovacím procesu. Je evidentní, že v určitých tematických celcích některých učebních předmětů bude převládat jedna ze tří skupin edukačních cílů. Učitel musí systematicky pracovat se všemi třemi skupinami, jakkoli to pro něj není jednoduché. Stojí za to zmínit, že afektivní cíle bývají ve školní praxi obecně často opomíjeny na úkor cílů kognitivních. Za ideální můžeme považovat stav, kdy se jednotlivé dílní složky edukačních cílů navzájem doplňují.¹

4.2 Struktura a vlastnosti edukačních cílů

Pokud požadujeme, aby vymezené edukační cíle vykazovaly co nejvíce užítku, musí splňovat následující vlastnosti: komplexnost, jasnost a jednoznačnost, kontrolovatelnost, přiměřenost a konzistentnost. Požadavek komplexnosti prezentuje zastoupení všech tří skupin edukačních cílů. Při určování afektivních cílů si dobrý pedagog pokládá v každém tematickém celku otázku, jak dané téma ovlivní postoje žáků a jejich hodnotovou orientaci. U kognitivních cílů musíme v jasných konturách stanovit, co od žáka potřebujeme. Psychomotorické cíle určujeme podle požadovaných psychomotorických dovedností, mezi které například patří znalost ovládání používaných přístrojů, rýsování, koordinace pohybů, přesná artikulace včetně správné výslovnosti cizojazyčných termínů apod.

Vlastnost jasnosti a jednoznačnosti požaduje takovou formulaci cíle, která nepřipouští jinou možnost výkladu jeho smyslu ani ze strany učitele, ani ze strany žáka.

Edukační cíle musí být stanoveny tak, aby bylo možné následně zjistit, zda bylo cíle dosaženo či nikoli. Splnění či nesplnění daného cíle můžeme posoudit pouze na základě pozorovatelné činnosti jednotlivých žáků.

Potřeba kontrolovatelnosti nevyhnutelně vymezuje formu cílů. Edukační cíle by měly zahrnovat požadovaný žákův výkon, jeho normu a podmínky, za kterých má být realizován, přičemž jej formulujeme tak, abychom mohli činnosti žáka následně zaznamenat. Při formulování cílů využíváme aktivní slovesa s předmětem činnosti (například definovat jednotku tlaku, nakreslit schéma paralelního zapojení atd.).

¹ (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Nelešovská, Spáčilová, 1999)

Podmínkami výkonu chápeme užší specifikaci pro vlastní realizaci určité činnosti žákem (např. pracuje-li samostatně či v týmu, které učební pomůcky smí použít, pokud vůbec, zda musí konkrétní úkol splnit v daném časovém limitu apod.). Norma výkonu je označení pro kvalitu výkonu ke vztahu k určenému konkrétnímu cíli (např. kolik příkladů musí žák vyřešit, tolerovaný počet chyb, ...).

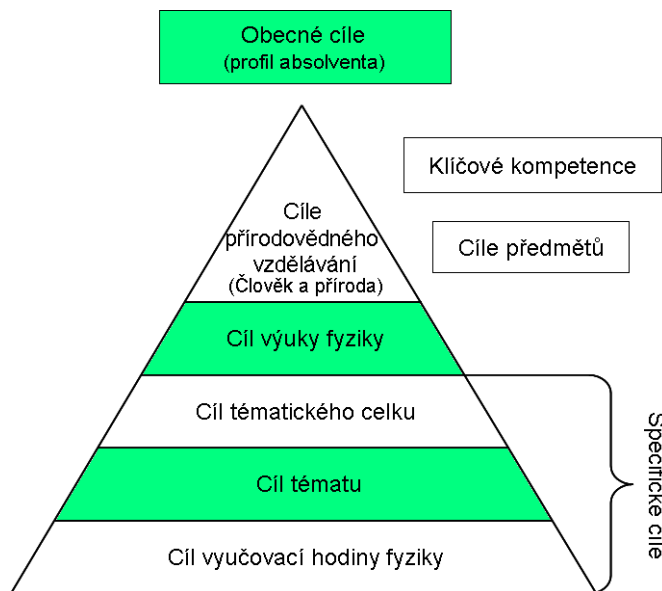
Kognitivní a psychomotorické cíle jsou obecně lépe kontrolovatelné než afektivní postoje, které se upevňují dlouhodobě a nedokážeme verifikovat jeho splnění bezprostředně poté.

Požadavek přiměřenosti znamená, že edukační cíle je třeba stanovovat tak, aby byly náročné, ovšem zároveň splnitelné pro většinu žáků. Dobrý pedagog nesmí postrádat schopnost analyzovat uskutečnitelnost nových a dosažení předchozích edukačních cílů, přičemž vždy zohledňuje úroveň aktuálních vnitřních a vnějších podmínek výuky v dané třídě. Zároveň musí brát v potaz individualitu jednotlivých žáků a určovat tak diferencované specifikované edukační cíle pro žáky na stejných úrovních.

Konzistentností edukačních cílů rozumíme určitou vnitřní vazbu, která podléhá hierarchii. Nižší cíle jsou podřízeny vyšším, tj. například cíle jednotlivých vyučovacích hodin jsou podřízené cílům tematických celků. Nejvyšším edukačním cílem je všestranně, harmonicky a konzistentně rozvinutá osobnost žáka. Tento nejobecnější cíl je na jednotlivých stupních a typech škol dále konkretizován.¹

Struktura edukačních cílů je znázorněna pomocí pyramidy na obrázku 1. Abychom mohli splnit obecnější cíle, musíme dosáhnout nižších stupňů, dílčích a postupných cílů. První čtyři stupně pyramidy edukačních cílů (cíle částí vyučovacích hodin, cíle vyučovacích hodin, cíle tematických celků a cíle tematických okruhů) jsou tvořeny tzv. specifickými cíli, které si učitel stanovuje sám. Dobrý pedagog s jistou měrou nadsázky projevuje značné metodo-logické vlohy, neb zná klima třídního kolektivu a individuální potřeby svých žáků.

Na pátém stupni pyramidy nalezneme cíle jednotlivých předmětů, které jsou formulovány učebními osnovami



Obr. 1: Pyramida edukačních cílů

¹ (Drahovzal, Kilián, 1997), (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Skalková, 2007), (Vališová, Kasíková, 2007)

a vzdělávacími programy a učitel je může ovlivňovat již jen částečně. V nejvyšších patrech pyramidy se nachází obecné cíle studia na škole, tzv. profil absolventa a obecný cíl výchovy. Profil absolventa je vymezen nejen potřebami společnosti, nýbrž i individuálními potřebami samotného žáka. Každá vzdělávací instituce definuje vlastní specifický profil absolventa, vymezený klíčovými kompetencemi, které „... představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti.“¹

Klíčové kompetence hrají významnou roli v nové koncepci vzdělávání – v tzv. Rámcových vzdělávacích programech. Soubor klíčových kompetencí musí být dosažitelný všem žákům, kteří se s jeho přispěním lépe připraví na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti. Úroveň klíčových kompetencí, kterých žáci mohou individuálně dosáhnout na konci základního vzdělání, nelze označit za konečnou. Získané klíčové kompetence vytvářejí vhodný základ žáka pro následující celoživotní vzdělávání.²

Na úrovni základního vzdělávání diferencujeme šest klíčových kompetencí, a to kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanské a pracovní kompetence.

➤ **Kompetence k učení:**

Žák:

- vybírá a používá pro efektivní učení vhodné způsoby, metody a strategie, organizuje a řídí vlastní učení, projevuje ochotu k dalšímu studiu a celoživotnímu učení,
- vyhledává a smysluplně třídí informace, efektivně je využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě,
- operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, klade jednotlivé do souvislostí, přičemž na základě toho vytváří komplexnější pohled na matematické, přírodní, společenské a kulturní jevy,
- samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky srovnává, kriticky hodnotí a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti,
- poznává smysl a cíl učení, má pozitivní vztah k učení, naplňuje, jakým způsobem může své učení vylepšit, kriticky posuzuje výsledky svého učení a diskutuje o nich.

➤ **Kompetence k řešení problémů³**

Žák:

- vnímá nejrůznější problémové situace ve škole i mimo ni, umí je řešit a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností,

¹ (Svoboda, Kolářová, 2006)

² (Skalková, 2007), (Svoboda, Kolářová, 2006),

³ tato klíčová kompetence se liší od ostatních klíčových kompetencí, protože její dílčí složky nabývají smyslu teprve v kontextu s ostatními složkami a nelze je stavět samostatně jako u ostatních klíčových kompetencí.

- vyhledá informace vhodné k řešení problému, používá získané vědomosti a dovednosti k nalezení různých variant řešení, nedá se zastrašit nezdarem a stále hledá konečné řešení problému,
- samostatně řeší problémy, využívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy,
- prakticky ověřuje správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení podobných či nových problémových situací, sleduje svůj pokrok při zdolávání problémů,
- kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí.

☞ **Kompetence komunikativní**

Žák:

- formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory, vyjadřuje se výstižně, souvisle a kultivovaně v písemném i ústním projevu,
- naslouchá druhým lidem, umí jim porozumět, přiměřeně na ně reaguje, zapojuje se smysluplně do diskuse, obhajuje svůj názor a vhodně argumentuje,
- rozumí různým typům textů, obrazových materiálů, běžně užívaných gest, zvuků a jiných informačních a komunikačních prostředků, reaguje na ně a využívá je ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění,
- využívá moderní informační a komunikační prostředky a technologie pro komunikaci s okolním světem,
- využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi.

☞ **Kompetence sociální a personální**

Žák:

- účinně spolupracuje ve skupině, spoluvytváří pravidla práce v týmu, na základě poznání či nové role v pracovní činnosti pozitivně ovlivňuje kvalitu společné práce,
- podílí se na vytváření příjemné pracovní atmosféry, na základě ohleduplnosti a úcty při jednání s druhými lidmi přispívá k dobrým mezilidským vztahům, pokud je potřeba, poskytne pomoc nebo o ni požádá,
- přispívá k diskusi v malé skupině i celé třídě, chápe potřebu spolupráce s druhými při řešení úkolu, oceňuje zkušenosti druhých lidí, respektuje různá hlediska a čerpá poučení,
- vytváří si pozitivní představu o sobě samém, ovládá a řídí svoje jednání a chování tak, aby dosáhl pocitu sebeuspokojení a sebeúcty.

➤ *Kompetence občanské*

Žák:

- respektuje přesvědčení a umí se vcítit do situace druhých lidí, váží si jejich vnitřních hodnot, odmítá útlak a hrubé zacházení, chápe povinnost postavit se fyzickému i psychickému násilí,
- chápe základní principy, na nichž se zakládají zákony a společenské normy, je si vědom svých práv a povinností ve škole i mimo školu,
- rozhoduje se zodpovědně v dané situaci, poskytne dle svých možností účinnou pomoc a chová se zodpovědně v krizových situacích i v situacích ohrožujících život a zdraví člověka,
- respektuje, oceňuje a chrání naše tradice a kulturní i historické dědictví, projevuje pozitivní smysl pro kulturu a tvořivost, aktivně se zapojuje do kulturního dění a sportovních aktivit,
- chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problematiku, rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti.

➤ *Kompetence pracovní*

Žák:

- používá bezpečně a efektivně nástroje a vybavení, dodržuje pravidla práce, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo zcela nové pracovní podmínky,
- přistupuje k výsledkům práce nejen z hlediska kvality, funkčnosti a společenského významu, ale i z hlediska ochrany svého zdraví i zdraví druhých, ochrany životního prostředí i ochrany kulturních a společenských hodnot,
- využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech v zájmu vlastního rozvoje i své přípravy na budoucnost,
- orientuje se v základních aktivitách potřebných k uskutečnění pracovního záměru a k jeho realizaci.¹

Stejně klíčové kompetence můžeme nalézt i na úrovni gymnaziálního vzdělávání, pouze místo kompetence pracovní je zavedena kompetence k podnikavosti. Klíčové kompetence se u gymnaziálních žáků dále rozvíjejí, protože jsou připravováni pro další studium a uplatnění v pracovním životě. U studentů se dotváří hodnotový systém, rozvíjí se jejich samostatnost, tolerantnost a zodpovědnost. U absolventa gymnázia se předpokládá, že bude pokračovat ve vysokoškolském studiu, a proto by měl být schopen přizpůsobit se novým požadavkům na trhu práce, popř. najít uplatnění v zahraničí.

Střední odborné vzdělání má obecné cíle vzdělávání vymezeny podle tzv. Delorsovy koncepce čtyř pilířů, formulované komisí UNESCO, které předsedal J. Delors.

¹ Rámcově vzdělávací program pro ZV, (2007), (Klíčové kompetence v ZV, 2007), (Svoboda, Kolářová, 2006)

- ☞ *Učit se poznávat*
- ☞ *Učit se pracovat a jednat*
- ☞ *Učit se být*
- ☞ *Učit se žít společně – učit se žít s ostatními*

Středné odborné vzdělávání vychází z klíčových kompetencí pro základní vzdělávání. Pouze jsou rozšířeny o kompetence využívat prostředky moderních informačních a komunikačních technologií, aplikovat základní matematické postupy při řešení praktických úkolů a o kompetenci k pracovnímu uplatnění. Mezi odborné kompetence patří dodržování platných technických norem, provádění odborných výpočtů, vykonávání odborné praktické činnosti apod.¹

4.3 Cíle výuky fyziky

Zkonkretizováním obecných edukačních cílů získáme fyzikální edukační cíle. Fyzikální cíle mají svou strukturu, kdy na nejvyšším pomyslném stupni stojí cíle oboru, na nižších stupních se pak postupně objevují cíle výuky fyziky, které následují specifické cíle. Těmito užšími cíli míníme například cíl tematického okruhu, cíl daného tématu a cíl vyučovací hodiny. Každý pedagog sám formuluje specifické cíle, jelikož on zná nejlépe individuální potřeby svých žáků. Tato struktura cílů ovšem není konečná a můžeme ji dále větvit na dílčí cíle během hodiny apod.

Definovat cíle výuky fyziky můžeme jako „... výsledné, relativně stálé změny v osobnosti žáka, ke kterým má výuka fyziky na daném typu školy směřovat. Jde o změny ve vědomí, chování a postojích žáka projevující s osvojením nových fyzikálních poznatků a dovedností a rozvojem žádoucích rysů osobnosti žáka.“²

J. Fuka a kolektiv chápou jako cíl fyzikálního vzdělávání „... dovednost popsat fyzikální děj nejprve slovně, pak zaznamenat informace týkající se sledovaného děje, provést jejich analýzu, syntézu a začlenit pozorovaný fyzikální děj do širších souvislostí, čili hodnotit jej.“³

Totožně jako obecné edukační cíle (též viz výše) formulujeme i edukační cíle ve fyzice. Hovoříme obvykle o třech rovinách, jedná se o kognitivní, afektivní a psychomotorické cíle.

Kognitivní (poznávací) cíle fyziky vymezují požadované vědomosti, které by si každý jednotlivý žák měl osvojit. Nejníže postaveným poznávacím cílem fyzikálního vzdělávání je zvládnutí fyzikálních pojmů, které označují konkrétní či abstraktní objekty. Následující fyzikální pojmy vyjadřují vztahy mezi předchozími objekty. Následuje nutnost

¹ (Svoboda, Kolářová, 2006), (Enviwiki, 2007),

² (Svoboda, Kolářová, 2006)

³ (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981)

osvojení fyzikálních zákonů, kterým jsou nadřazeny fyzikální teorie. Mezi kognitivní cíle fyziky patří také intelektuální schopnosti a dovednosti, jako např. znalosti postupů řešení typových fyzikálních úloh.

Psychomotorické (či operační, činnostní, výcvikové) cíle fyziky jsou orientovány na praktickou činnost žáka a zaměřují se na vytváření intelektuálních a motorických schopností a dovedností.

Afektivní cíle fyziky (hodnotové, emocionální, výchovné) určují budoucí postoje žáka. Směřují žáka k vytvoření hodnotové orientace a usměrňují kvalitativní stránku jeho osobnosti.

Cíle výuky fyziky by měly být formulovány z hlediska činnosti žáků, nikoli učitele. Pedagogovým úkolem je vyvolat a řídit proces učení žáků. Z toho vyplývá, že soustava cílů fyziky by měla být konzistentní (specifické cíle by měly být podřízeny obecným cílům a pomáhat jejich plnění), přiměřená (cíle musí být dostatečně náročné, ale pro žáky splnitelné), jednoznačná (formulace cílu nesmí být zavádějící, musí být formulovány adresně, jasně a konkrétně) a kontrolovatelná (splnění cíle musí jít zpětně zhodnotit).¹

Edukační cíl fyziky chápeme tedy nejen jako pochopení podstaty fyzikálních jevů a zákonitostí, ale i v praktické činnosti žáka a v pozitivním ovlivnění chování žáka k sobě a svému okolí.

4.4 Taxonomie edukačních cílů

Taxonomie edukačních cílů je systematicky uspořádaný seznam určitých objektů, který poskytuje učitelům prostor zvažovat náročnost cílů výuky, jejich návaznost a komplexnost. Za pomoci taxonomie edukačních cílů je učitel schopen ve výuce snáze zabezpečit zvládnutí potřebných poznatkových elementů a aplikaci nových vědomostí, dovedností a postojů.

Autoři všech níže uvedených taxonomií vycházeli ze dvou aspektů. Jedním aspektem byl proces promyšlené změny osobnosti žáka při výuce, druhým pak strukturální koncepce osobnosti žáka. Tyto aspekty rozčlenily edukační cíle do jednotlivých oblastí, dělíme tedy edukační cíle v rovině kognitivní, afektivní a psychomotorické.²

4.4.1 Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. S. Blooma

Jedna z prvních taxonomií byla publikována americkým psychologem B. S. Bloomem (* 1913–† 1999) a jeho spolupracovníky v roce 1956. Na území dnešní České republiky o ní poprvé v tehdejší ČSSR referovali J. Váňa (1962) a V. Pařízek (1963). Toto uspořádá-

¹ (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981), (Svoboda, Kolářová, 2006)

² (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Vališová, Kasíková, 2007), (Průcha, Valterová, 1998)

ní je nejnámější a vychází z pedagogicko-psychologických potřeb na řízenou kognitivní činnost žáků ve výuce.

Poznávací činnost žáků je strukturována a je z ní vytvořen hierarchický systém, který slouží nejen k logickému propojení učiva s činnostmi žáků, ovšem zajišťuje též zpětnou vazbu. K vymezení cílů se využívají tzv. aktivní slovesa a ustálené slovesné vazby, které se používají při konkrétním vymezení poznávacích cílů.

Bloomova taxonomie je složena ze šesti hierarchicky uspořádaných kategorií cílů, přičemž každá kategorie je dále členěna na subkategorie, a ty ještě na dílčí subkategorie nižšího řádu. Uspořádání vychází z téměř aristotelovské hypotézy, dle níž je nezbytné nejdříve uchopit a zvládnout kategorii nižší, abychom mohli dojít k porozumění té vyšší.

Kategorie Bloomovy taxonomie:

A. Znalost (zapamatování)

Od žáka je vyžadováno, aby si byl schopen vybavit, rozpoznat a reprodukovat fakta a poznatky, nikoli jejich přímé užití. K formulaci cílů této úrovně používáme aktivní slovesa jako definovat, přiřadit, reprodukovat, identifikovat, opakovat, pojmenovat, vybrat, znázornit apod.

B. Porozumění

Žák dokáže na této úrovni vyjádřit poznatky vlastními slovy, matematicky zapsat definici veličiny. Žák by měl prokázat pochopení dané problematiky a být schopen znalosti použít. Aktivní slovesa použitá k formulování cílů jsou interpretovat, vysvětlit, odvodit, porovnat, vypočítat, uvést příklad, změřit apod.

C. Aplikace

V této fázi dochází k transferu učení do situací, které jsou pro žáka nové (problémové). Aktivní slovesa charakteristická pro tuto úroveň jsou demonstrovat, aplikovat, prokázat, navrhnout, načrtnout, vyzkoušet, plánovat, řešit, uvést vztah mezi, apod.

D. Analýza

Od žáka se zde očekává provádění složitějších myšlenkových operací. Žák dokáže rozložit složité informace na části tak, aby vyjasnil vzájemný vztah mezi jednotlivými částmi. Umí rozlišit hypotézy od faktů, důležité informace od méně důležitých. Typická aktivní slovesa jsou provést rozbor, analyzovat, ukázat jak, rozlišit, rozhodnout, vysvětlit proč apod.

E. Syntéza

Žák musí prokázat schopnost komplexním způsobem pracovat s informacemi tak, aby jejich skládáním vytvořil celek. Aktivní slovesa jsou klasifikovat, organizovat, kombinovat, kategorizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry apod.

F. Hodnotící posouzení

Žák dokáže posoudit hodnotu výtvoru, myšlenek, způsobů řešení atd. Charakteris-

tická aktivní slovesa jsou kritizovat, zdůvodnit, obhájit, oponovat, posoudit, vyvrátit apod.¹

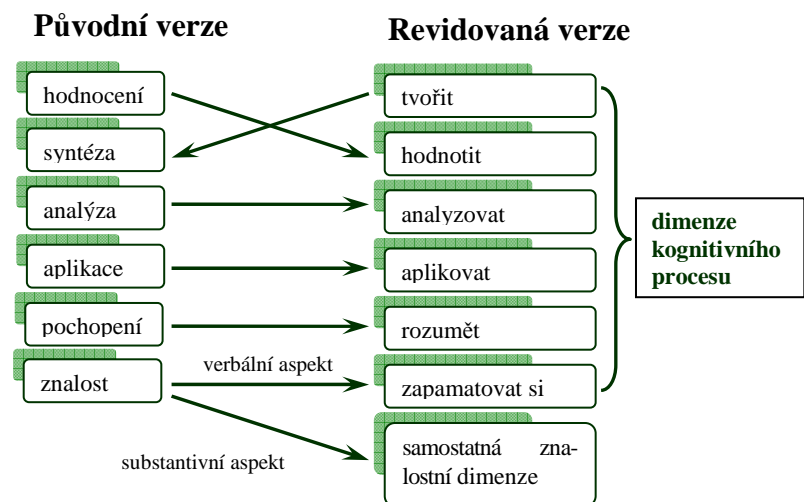
V roce 2001 prošla Bloomova taxonomie cílů revizí, kterou provedla skupina vědců pod vedením L. W. Andersona a D. R. Krathwohla. Zrevidovanou Bloomovu taxonomii publikovali v knize „*A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing*“.

Bloomova taxonomie edukačních cílů byla v dimenzi kognitivního procesu upravena následovně:

- A. *Znalost*
- B. *Porozumění*
- C. *Aplikace*
- D. *Analýza*
- E. *Hodnotící posouzení*
- F. *Tvůrčí činnost*

Syntéza byla z Bloomovy taxonomie úplně odstraněna. Tím se hodnotící posouzení posunulo na její místo a na poslední post přibyla nová kategorie, která se nazývá tvůrčí činnost.

(Obr. 2) Místo původní jedné dimenze, která má šest kategorií, byla přidána druhá, která má čtyři kategorie a to znalost faktů, konceptuální, procedurální a metakognitivní znalosti.²



Obr. 2: Grafické znázornění revize Bloomovi taxonomie výukových cílů

4.4.2 Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle D. Tollingerové

Tato taxonomie kognitivní oblasti je členěná formou učebních úloh. Taxonomie obsahuje celkem 27 typů učebních úloh, které jsou hierarchicky rozčleněny do pěti kategorií a vychází z Bloomovy taxonomie cílů:

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků

Opírají se o pamětní procesy, jejich úkolem je reprodukce faktů.

¹ (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003), (Průcha, Walterová, 1996), (Svoboda, Kolářová, 2006), (Vlčková, 15.9.2006)

² (Bloom's Taxonomy, 12.1.2008), (Pedagogika, 2004)

2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků

K řešení úloh musíme použít jednoduché myšlenkové operace, například úlohy na srovnání, zobecňování apod.

3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatků

V těchto úlohách dochází k transferu z reálné situace do symbolů a naopak.

4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků

Vyžadují po žákovi systematickou práci s vědomostmi a dovednostmi. Typickým příkladem je zpracování referátu, projektu či přehledu.

5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení

Mezi tyto úlohy řadíme především problémové úlohy a úlohy, které vyžadují tvůrčí myšlení.¹

4.4.3 Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. Niemierka

Taxonomie edukačních cílů Bolesława Niemierka rozeznává dvě roviny osvojení, přičemž každá z nich je dále rozdělena do dvou podskupin.

1. úroveň – vědomosti*a) zapamatování poznatků*

Žák si umí vybavit určitá fakta, zákony a teorie. Aktivní slovesa zní definovat, napsat, vybrat, reprodukovat apod.

b) porozumění poznatků

Žák dokáže zapamatované poznatky předložit v jiné formě, dokáže poznatky zestručnit a uspořádat. Aktivní slovesa, která používáme, zní objasnit, jinak formulovat, vypočítat, odhadnout, apod.

2. úroveň – dovednosti*a) používání vědomostí v typových situacích*

Žák dokáže používat vědomosti k řešení situací, které již byly jednou nastoleny. Typická aktivní slovesa zní vyzkoušet, aplikovat, použít, uvést vztah mezi, apod.

b) používání vědomostí v problémových situacích

Žák dokáže využít získaných poznatků k řešení problémové situace. Používáme aktivní slovesa rozlišit, rozhodnout, rozčlenit, shrnout, navrhnout, obhájit, argumentovat apod.²

Taxonomie edukačních cílů D. Tollingerové a B. Niemierka jsou obzvláště vhodné pro konkrétní přesnou evaluaci požadavků kladenou při edukačním procesu na žáky.

¹ (Průcha, Walterová, Mareš, 1996),

² (Kalous, Obst, 2002), (Kalous, Obst, 2003),

Na obou taxonomiích je zřejmé, že vycházely z Bloomovy taxonomie, která zahrnuje i obecnou rovinu edukačních cílů.

4.4.4 Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle D. R. Krathwohla

Taxonomie Davida R. Krathwohla z roku 1964 má pět úrovní.

1. *Přijímání (vnímavost)*

Žák je ochoten přijímat podněty, jeho pozornost je usměrněna (věnuje pozornost předváděnému jevu). Tato úroveň obsahuje tři subkategorie: uvědomění, ochotu přijímat a usměrněnou, výběrovou pozornost.

2. *Reagování*

Můžeme chápat jako žákovu aktivitu ve vyučovacím procesu. Zahrnuje subkategorie souhlas s reagováním, ochotu reagovat a uspokojení z reagování.

3. *Oceňování hodnoty*

K určitým věcem či jevům si žák přiřazuje vnitřní hodnotu. Odpovídá tomu i vnitřní struktura: akceptování hodnoty, preferování hodnoty a přesvědčení se o hodnotě.

4. *Integrace hodnot (organizace)*

Žák je schopen integrovat hodnoty do svého hodnotového systému a jejich prioritní význam.

5. *Integrace hodnot v charakteru*

Nejvyšší úroveň – dochází k vytvoření hodnotového systému, kterým se žák při svém chování řídí. Vnitřně se člení na generalizovanou zaměřenost a charakterovou vyhraněnost.¹

4.4.5 Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle B. Niemierka

B. Niemierko zjednodušil Krathwohlovu taxonomii do dvou úrovní s následující vnitřní strukturou:

1. *úroveň*

a. *účast na činnosti*

Žák se pouze se přizpůsobuje situaci.

b. *podjímání se činnosti*

Žák nejenže se přizpůsobuje dané činnosti, ale částečně i organizuje.

2. *úroveň*

a. *naladění k činnosti*

Žák cítí vnitřní potřebu k úspěšnému vykonání určené činnosti.

b. *systém činnosti*

¹ (Svoboda, Kolářová, 2006), (Kalous, Obst, 2003), (Kalous, Obst, 2002), (Vališová, Kasíková, 2007)

Žák si pozitivně uvědomuje důležitost činnosti, do určité míry se s ní ztotožňuje a reaguje kladně i ve složitých situacích.¹

Logická struktura výše uvedených taxonomií cílů v afektivní oblasti je více než patrná. Krathwohlova taxonomie nachází obecnější uplatnění, Niemiřkova taxonomie, která je jejím zjednodušením, je vhodnější a názornější pro učitele při vlastním edukačním procesu. Celý proces ztotožnění s postojovými cíli žáků je značně složitý. Obzvláště v prvních fázích vyžaduje proces individuální citlivou kontrolu a usměrňování učitelem.

4.4.6 Taxonomie cílů v psychomotorické oblasti podle R. H. Davea

Jedná se o jednu z nejstarších taxonomií, sestavenou pro psychomotorické cíle. Poprvé byla prezentována na Berlínské konferenci v roce 1968. R. H. Dave definoval svou taxonomii pěti kategoriemi, které jsou hierarchicky uspořádány:

1. *Imitace (nápodoba)*

Žák pozoruje a vědomě kopíruje příslušnou činnost. Příkladem může být pozorování přípravy experimentu a následné samostatné vykonání.

2. *Manipulace (praktická cvičení)*

Jde o schopnost žáka provádět určitou pohybovou činnost podle slovních instrukcí. Příkladem může být práce s počítačem dle návodu vyučujícího.

3. *Zpřesňování*

Na této úrovni se žák již snaží provádět činnost s větší přesností a účinností, přičemž nepotřebuje pomoc zvenčí.

4. *Koordinace*

Žák dokáže provádět více činností najednou v předem daném sledu a zároveň neporušit jejich vzájemnou soudržnost a koordinaci.

5. *Automatizace*

Na této úrovni je dosaženo maximální účinnosti a dochází k automatizaci jednotlivých psychomotorických dovedností při minimálním vynaložení energie.²

¹ (Kalous, Obst, 2003), (Kalous, Obst, 2002), (Vališová, Kasíková, 2007), (Vlčková, 15.9.2006)

² (Kalous, Obst, 2003), (Kalous, Obst, 2002), (Vališová, Kasíková, 2007), (Vlčková, 15.9.2006), (Chapman, 2006)

4.5 Stanovení edukačních cílů

Mají-li edukační cíle být funkční, nesmíme usilovat o komplexní vyjádření cíle, tedy sdružovat kognitivní, afektivní a psychomotorické cíle. Je důležité vymezit každý cíl z dané skupiny samostatně a nezapomenout zohlednit rozdílnosti a vzájemné podmíněnosti mezi nimi. Stanovené cíle podle R. F. Magera musí zahrnovat požadovaný výkon studenta vyjádřený aktivními slovesy nebo slovesnou vazbou, vnější podmínky při realizaci úkolu spolu s vyměřeným způsobem řešení a přesné stanovení normy splnění daného úkolu (procentuální úspěšnost, časový limit, apod.). Všechny tři složky nemusí být nutně rovnoměrně zastoupeny.

Při stanovování cíle Mager doporučoval níže uvedený postup:

1. předběžně vymezit obsahu učební látky a jeho struktury,
2. formulovat obecné cíle formou výkonů,
3. stanovit specifické dílčí cíle pomocí aktivních sloves,
4. uspořádat dílčí cíle podle časové posloupnosti¹

I. Turek doporučuje při stanovení specifických edukačních cílů následující pracovní postup, který formuloval v roce 1987:

- a. Analýza obsahu učiva
- b. Vymezení cíle z učebních osnov a určení výkonu žáka
- c. Kontrola jednoznačnosti a přiměřenosti
- d. Vymezení podmínek potřebných k výkonu
- e. Stanovení normy očekávaného výkonu

V současnosti se můžeme setkat v mnoha zemích se snahou o zavádění závazných a jednotných národních vzdělávacích standardů (cílů), které jsou všem žákům dané skupiny společné. Propagátoři těchto standardů tvrdí, že žáci musí být pravidelně testováni, aby se potvrdilo či vyvrátilo dosahování stanovených cílů. Učitelé jsou pak odpovědní za výsledky svých žáků.²

¹ (Janás, 1996)

² (Kalous, Obst, 2002)

5 Metody výuky ve fyzice

V rámci pojednání o vyučovacím procesu je nevyhnutelné zasvětit nadcházející kapitole metodám výuky.

Didaktika fyziky, ale i obecná didaktika chápe osvojování poznatků, vědomostí a dovedností jako výsledek aktivní činnosti žáka v celém edukačním procesu. Protože klasifikace metod výuky vychází z obecné didaktiky, můžeme ji aplikovat nejen na fyziku, ale i na ostatní vyučovací předměty.

V odborné literatuře můžeme najít různé způsoby klasifikace vyučovacích metod. Takřka všichni autoři uvádějí vlastní dělení metod výuky. Důsledně zpracovanou klasifikaci základních metod vyučování publikoval J. Maňák (1995):

I. Metody z hlediska pramene poznání a typu poznatků (didaktický aspekt)

A. Slovní metody

- a) *Monologické metody*
- b) *Dialogické metody*
- c) *Metody písemných prací*
- d) *Metody práce s učebnicí, knihou, textovým materiálem*

B. Názorně demonstrační metody

- a) *Pozorování předmětů a jevů*
- b) *Předvádění*
- c) *Demonstrace statických obrazů*
- d) *Projekce statická a dynamická*

C. Praktické metody

- a) *Nácvik pohybových a pracovních dovedností*
- b) *Laboratorní činnosti žáků*
- c) *Pracovní činnosti*
- d) *Grafické a výtvarné činnosti*

II. Metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků (psychologický aspekt)

A. Sdělovací metody

B. Metody samostatné práce žáků

C. Badatelské, výzkumné, problémové metody

III. Charakteristika metod z hlediska myšlenkových operací (logický aspekt)

A. Srovnávací postup

B. Induktivní postup

C. Deduktivní postup

D. Analyticko-syntetický postup

IV. Varianty metod z hlediska fází výchovně vzdělávacího procesu (procesuální aspekt)

- A. Motivační metody
- B. Expoziční metody
- C. Fixační metody
- D. Diagnostické metody
- E. Aplikační metody

V. Varianty metod z hlediska výukových forem a prostředků (organizační aspekt)

- A. Kombinace metod s vyučovacími formami
- B. Kombinace metod s vyučovacími pomůckami

VI. Aktivizující metody (interaktivní aspekt)

- A. Diskusní metody
- B. Situační metody
- C. Inscenační metody
- D. Didaktické hry
- E. Specifické metody ³¹

I. J. Lerner je autorem jednodušší klasifikace vyučovacích metod, která bere v potaz aktuální potřeby školní didaktiky. Tato klasifikace je vhodná pro pedagogickou praxi, protože vychází z kognitivních činností žáka při osvojování dané látky a z charakteristiky organizační činnosti pedagoga při výuce.

Lerner rozeznává pět vyučovacích metod:

- **informačně-receptivní** (učitel předkládá žákům hotové poznatky a ten je uvědoměle vnímá a pamatuje si je)
- **reproduktivní** (učitel tvoří systém učebních úloh činnosti, kterou žáci již znají)
- **metodu problémového výkladu** (učitel zadá žákům jim neznámou úlohu a ti postupně osvojeným algoritmem kroků nalézají řešení)
- **heuristickou** (aktivní činnost žáka i učitele při postupném řešení jednotlivých kroků problému)
- **výzkumnou** (žáci samostatně řeší komplexní problémy)

Výše uvedené vyučovací metody Lerner rozděluje do dvou základních skupin na metody reproduktivní (tj. informačně-receptivní a reproduktivní metodu) a produktivní (tj. heuristickou a výzkumnou metodu). Metoda problémového výkladu se nalézá na hranici obou základních metod, protože zahrnuje obě fáze kognitivních činností, čili aktivní činnost samotných žáků i osvojování již hotových poznatků. ¹

¹ (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 1995)

5.1 Klasické metody výuky fyziky

5.1.1 Slovní metody

Slovní metody hrají nezastupitelnou roli v celém edukačním procesu. Jsou-li během výuky používány převážně slovní metody, výuka může inklinovat k verbalismu a formalismu. Žáci si zapamatují pojmy, ovšem uniká jim hlubší význam či vzájemné propojení vztahů. Slovní metody by měly být příhodně doprovázeny dalšími názornými výukovými metodami, potažmo s nimi být náležitě kombinovány. Dnešní edukační cíle posunují do popředí důležitost správného vyjadřování a komunikace. Od žáků očekávají, že budou umět diskutovat, argumentovat a srozumitelně vyjadřovat svoje myšlenky.¹

5.1.1.1. Monologické slovní metody

Slovní metody monologické (akroamatické) jsou založené na používání plynulého jednostranného mluveného projevu, který pronáší nejčastěji pedagog směrem k žákům či případně jeden žák vůči ostatním žákům.

a. vyprávění

Vyprávění je přínosné tehdy, jsou-li na vypravěče kladeny vysoké nároky. Vypravěč by měl mít kvalitní hlasový projev, měl by správně artikulovat a pracovat s hlasem. Obsah musí být dynamický, názorný, poutavý, poučný a zajímavý. Metoda vyprávění nemusí mít jen funkci poznávací, ale při správném používání disponuje i funkcí motivační. Pokud je vhodně zvolen příběh a jeho podání, může u žáků podpořit i sociální učení.

b. vysvětlování

Metodu vysvětlování pedagog používá velice často tehdy, kdy z nejrůznějších důvodů nemůže vycházet z předcházejících zkušeností žáků. Zpracování dané problematiky musí mít logickou strukturu, která je žákům předávána systematicky. Při této metodě je třeba volit vhodné tempo a na naprosto nezbytné minimum omezit používání nových termínů a cizích slov. Hlavním cílem metody je utvořit logický systém nových poznatků, který mají žáci vhodně propojený s předcházejícími zkušenostmi a vědomostmi.

c. přednáška

Přednáška na rozdíl od vysvětlování zprostředkovává ucelený, delší, soustavný a logicky členěný projev s vyvozováním logických závěrů. Tato metoda je náročná pro pedagoga i žáka, proto nachází uplatnění až u starších žáků, kteří jsou schopni déle se

¹ (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 1995), (Skalková, 2007)

koncentrovat a disponují též rozvinutějším abstraktním myšlením. Pro přednášku platí shodná řečnická pravidla jako pro vyprávění, kultivovanost projevu považujeme za samozřejmou. Jako vhodné zpestření můžeme využít občasné zařazení překvapivých srovnání či řečnických otázek. Přednáška nachází vhodné uplatnění při úvodních seznámeních s novou problematikou, při roztřídění většího učebního celku či pro přehledné shrnutí probrané látky.

Žákovský referát je zvláštním případem přednášky. Žáci zpracují vybraný úsek učební látky a společně s vyučujícím vytváří osnovu svého projevu. Pedagog žáka vede a pomáhá mu jeho referát postupně dotvářet, aby neskončil fiaskem a byl přínosný především pro ostatní zúčastněné. Součástí referátu může být i jednouchý experiment, který si žák připraví.

d. instruktáž

Instruktáž je příprava a zároveň teoretický úvod k dané praktické činnosti (laboratorní úlohy, měření ve fyzikální laboratoři). Při instruktáži většinou použijeme celou řadu metod od vysvětlování a předvádění až k vlastnímu nácviku dané činnosti. Je podstatné, aby instruktáž byla jasná, srozumitelná, stručná, a zároveň výstižná, adresná a jasná všem žákům.¹

5.1.1.2. Dialogické slovní metody

Hlavním znakem této metody je vzájemná komunikace při přímé interakci mezi vyučujícím a žáky nebo mezi žáky navzájem. Dialogická slovní metoda přispívá k rozvoji kognitivních schopností a má nezastupitelnou roli při rozvíjení komunikativních dovedností.

a. rozhovor

Metoda rozhovoru využívá oboustranné komunikace mezi pedagogem a žákem (-ky) nebo řidčeji mezi žáky samotnými. Při rozhovoru dochází k výměně informací a zkušeností. Zazní otázky a hledání a nalézání odpovědí na ně. Tato metoda sleduje vždy předem stanovený cíl, proto je třeba předem rozmyslet stavbu a sled otázek. Rozhovor při výuce aktivizuje žáky. Velkou roli hraje i řídicí funkce prosté otázky, protože má být položena tak, aby navedla žáka na správnou cestu k novému k vyjádření poznání. Metoda rozhovoru vyžaduje od vyučujícího aktivní naslouchání, které může vyústit k dalším pomocným otázkám při zpřesňování žakových odpovědí.

b. dialog

Rozvinutější formou rozhovoru je dialog. Při metodě dialogu dochází k aktivní komunikaci učitele a žáků i žáků mezi sebou. Aby byl dialog přínosný, musí být splněno několik podmínek: Problematika dialogu by měla být zajímavá pro všechny žáky a především ve třídě musí panovat důvěrná a přátelská atmosféra, při které mohou žá-

¹ (Janás, 1996), (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006), (Vališová, Kasíková, 2007)

ci svobodně vyjadřovat vlastní názory, klást otázky, naslouchat druhému, apod.

c. *diskuze*

V diskuzi přechází každý hodnotný a plně rozvinutý dialog. Tato slovní metoda je typická tím, že používá na rozdíl od rozhovoru širší otázky. Předchozí příprava všech aktérů zaručí, aby diskuze byla obohacující. Pedagog disponuje při diskuzi několika důležitými funkcemi: Má za úkol diskuzi řídit, podporovat a na závěr dovést žáky ke shrnutí diskutované problematiky.

d. *brainstroming (burza nápadů)*

Brainstorming neboli burza nápadů je slovní metoda, která hledá nová řešení problémů za pomoci co největšího počtu nápadů všech zúčastněných. Hlavním cílem je ve vymezeném časovém limitu vyslovit co nejvíce spontánních nápadů k dané problematice, které se zapíší na tabuli nebo jinak dobře viditelné místo. Během časového limitu se vyslovené nápady nehodnotí. Po vypršení časového limitu jsou všechny nápady podrobeny kritické analýze. Brainwriting je jednou s forem brainstormingu, při které se nápady zapisují na kousky papíru.¹

5.1.1.3. Metody práce s učebnicí a knihou

Práce s knihou patří mezi jednu z nejdůležitějších a nejstarších metod získávání a upevňování poznatků. V současnosti je metoda práce s knihou rozšířena ještě o učení z textu, které nám poskytují moderní média (počítače, informační panely, interaktivní tabule, wikipedie apod.). Hlavním cílem metody práce s knihou je získání a posílení dovednosti žáka číst s porozuměním fyzikální text a naučit se vyhledávat další informace. Úkolem učitele je u žáků postupně rozvíjet nejen dovednost samostatné práce s učebnicí a další literaturou, ale též umět samostatně vhodnou literaturu nalézt. Pro další sebevzdělávání žáka je důležité zvládnutí práce s knihami a dalšími informačními zdroji.²

5.1.1.4. Metody písemných prací

Nedílnou součástí výuky a doplněním mluveného projevu je psaný (tištěný) projev, který ovšem některým žákům činí značné potíže, neboť neumějí vystihnout podstatu problému v několika větách. Jiným žáky naopak tato metoda velice prospívá, ovšem takovým většinou činí problém vyjádřit se ústní formou. Na bedrech pedagogových tak leží nelehký úkol, kdy metodu písemných prací vhodně kombinuje s ústním vyjadřováním. Nastolí tak vhodné podmínky pro všechny žáky.³

Samotnou kategorii v rámci metod písemných prací zastává domácí úkol. Pokud

¹ (Janás, 1996), (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006), (Vališová, Kasíková, 2007)

² (Janás, 1996), (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003)

³ (Maňák, Švec, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006)

dochází k zadávání domácích úkolů pravidelně a tyto jsou pedagogem kontrolovány rovněž pravidelně, umožňují učiteli kontrolovat míru pochopení dané problematiky u každého jednotlivého žáka zvlášť.

5.1.2 Názorně demonstrační metody

Názorně demonstrační metody umožňují žákovi přímý kontakt s poznávanou skutečností. Mezi názorně demonstrační metody patří

- a) pozorování
- b) předvádění
- c) demonstrace obrazových pomůcek
- d) projekce statická a dynamická

Jednotlivé názorně demonstrační metody se od sebe odlišují pouze názorným materiálem či technikou demonstrace.

Demonstrační metody obohacují žákovy představy, rozvíjí a přesněji vymezují abstraktní soubor pojmů. Velmi důležitá je názornost těchto metod. Jejich základem je plánovitě a cílevědomě pozorování daného jevu žáky. Díky pozorování získáme vhodnou zásobu konkrétních představ pro následnou kognitivní činnost, založenou již na abstraktním myšlení.

Správně použité demonstrační metody ve fyzice žáky naučí správnému pozorování fyzikálních jevů, zvyšují jejich aktivitu, vedou k rozvoji a trénování paměti, nepřipustí zakrnění fantazie, vedou k vytváření konkrétních představ a k myšlení jako takovému.¹

5.1.3 Praktické metody

Praktické metody na sebe ve výuce fyziky berou především podobu expozičních žákovských experimentů, laboratorních úloh, řešení fyzikálních úloh a technických námětů. Řadíme sem také praktické manuální a intelektuální činnosti žáků. Laboratorní práce i další praktické metody přispívají k rozvoji pozorovacích schopností a samostatnému uvažování a upevňování nových manuálních dovedností všech žáků. Při těchto metodách si osvojují psychomotorické a motorické dovednosti, naučí se zacházet s přístroji a nástroji, učí se vážit, plánovat svou práci, sestavovat protokol o provedené činnosti, vyvozovat závěry. Vyučující se účastní celého procesu jako poradce.

Praktické metody využíváme při osvojování různých dovedností, přičemž můžeme rozlišit několik klíčových momentů: aktualizaci schopností a zkušeností žáka při určité si-

¹ (Janás, 1996), (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006), (Vališová, Kasíková, 2007)

tuaci, orientaci v nastalé situaci, aktivní hledání řešení, variaci podmínek (pro následné širší uplatnění získané dovednosti) a přenos získaných dovedností směrem k novým situacím.¹

5.2 Aktivizující metody výuky fyziky

Aktivizující metody zařazujeme do výuky tehdy, kdy chceme obohatit výuku a vzbudit zájem o probírané učivo. Tyto metody povzbuzují a zdůrazňují aktivní účast žáků ve výuce fyziky a zapojují je do výukových činností. Pomáhají v rozvoji žáka a zaměřují se na myšlenkovou a charakterovou samostatnost, zodpovědnost a tvořivost. Mezi aktivizující metody řadíme:

➤ *Diskuzní metody*

Hovoříme-li o diskuzi, máme na mysli vždy komunikaci v určité zájmové skupině na dané téma. Podoba diskuze může mít mnoho variant, které se odlišují způsoby realizace i svými cíli. Metodou diskuze v procesu vzdělávání rozumíme „... takovou formu komunikace učitele a žáků, při níž si účastníci navzájem vyměňují názory na dané téma, na základě svých znalostí pro svá tvrzení uvádějí argumenty, a tím společně nacházejí řešení daného problému.“²

V moderní výuce nacházíme neustále nové varianty již známých forem diskuze. Mezi nové varianty patří panelová diskuse, sympóziium, debata, diskuze během přednášky, diskuze na základě tezí či referátů³

➤ *Situační metody*

O situačních metodách můžeme říci, že „... se vztahují na širší zázemí problému, na reálné případy ze života, které představují specifické, obtížné jevy, vyvolávají potřebu vypořádat se s nimi, vyžadují angažované úsilí a rozhodování.“⁴

Situačními metodami se žáci učí konstruktivně řešit vybrané typy konfliktů, tlumit emotivní postoje a rozvíjet asertivní chování. Správné reakce v navozených konfliktech podporujeme a posilujeme, nevhodné reakce naopak tlumíme či korigujeme.

➤ *Inscenační metody*

Jak již název napovídá, v těchto metodách hrají všichni zúčastnění určité role osob, které se nacházejí v určité simulované sociální situaci. Pro tuto metodu je typická kombinace dvou procesů hraní rolí a řešení problému. Role mohou být předem přiřazené, nebo si je mohou žáci sami zvolit. Pomocí inscenační metody neřešíme simulovanou sociální situaci pouze v teoretické rovině, ale žáci si ji prožijí přímo při vlastní realizaci.

¹ (Janás, 1996), (Kalous, Obst, 2003), (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006), (Vališová, Kasíková, 2007)

² (Maňák, Švec, 2003),

³ (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006),

⁴ (Maňák, Švec, 2003),

➤ *Didaktické hry*

Žák se setkává při didaktických hrách se souborem stanovených pravidel, které musí dodržovat, což podporuje jeho socializaci a vede jej k sebekontrolě. Do výuky nemůžeme zařazovat hru bez konkrétního cíle, jelikož by i hra jako jakýkoli jiný edukační proces měla přispívat ke komplexnímu rozvoji osobnosti žáka, především v jeho sociálních, kognitivních, kreativních, tělesných, volních a estetických kompetencích. Metodická příprava před začleněním hry do výuky musí obsahovat: vytyčení cílů hry, diagnózu připravenosti žáků, ujasnění pravidel hry, vymezení úlohy vedoucího hry, stanovení způsobu hodnocení, zajištění vhodného místa, příprava materiálu (pomůcky, rekvizity, ...), stanovení časového limitu hry a promyšlení případných dalších variant (neideální podmínky, rušivé zásahy z vnější, ...). Při realizaci her můžeme žákům přisoudit i jiné, neobvyklé role. Někteří mohou být asistenty, popř. můžeme zvolit celou skupinu pozorovatelů (se speciálním úkolem zadaným učitelem). Pozorovatelé vystoupí v závěrečné diskuzi a zhodnotí chování a jednání ostatních žáků během hry. Při závěrečné diskuzi spojíme průběh a výsledky hry s aktuálním učivem a využijeme zobecněných výsledků pro možné reálné situace.

➤ *Simulační metody*

Tyto metody vtahují žáky do analýzy vybraných problémů, které mohou existovat i v reálném světě. Simulací rozumíme zjednodušené předvedení určitého vybraného úseku skutečnosti. Simulační metody vyžadují aktivitu všech zúčastněných a využívají hojně například nákresy, modely, plastické mapy apod. Prožívání těchto cvičných situací navozuje v žácích pocit uvolnění, získávají nadhled a zaujímají bez obav určité, byť vyhraněné postoje.

➤ *Heuristické metody*

Pod pojmem heuristika rozumíme „... vědu zkoumající tvůrčí myšlení, také heuristickou činnost, tj. způsob řešení problémů“¹. Pomocí heuristických metod se učitel snaží získat žáky pro samostatnou a odpovědnou činnost různými technikami, které podporují objevování, pátrání apod. Využívá se například formulování problémových otázek či předkládání zajímavých situací a případů. Pokud využíváme heuristické postupy správně, žáky silně motivujeme a pomáháme jim osvojovat potřebné vědomosti a dovednosti. Stěžejním úkolem heuristických metod je podporování samostatného a tvořivého myšlení žáků. Problémovou výuku, neboli metodu řešení problémů, považujeme za nejefektivnější heuristickou výukovou strategii, která je vlastně myšlenkovou analogií metody učení pokusem a omylem. Žák se při tomto postupu učí nejen ze svých úspěchů, ale také z vlastních chyb a omylů. Při řešení problémů prochází žáci několika fázemi: fází identifikace problému (učitel je nápomocný při odhalení a formulování problému), analýzou problémové situace, fází vytváření hypotéz, verifikací hypotéz (přijetí, odmítnutí nebo oddálení rozhodnutí pro neúplnost údajů) a návratem k dřívějším fázím (hraje zásadní úlohu zpětné vazby).²

¹ (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006),

² (Janás, 1996), (Maňák, Švec, 2003), (Skalková, 2003), (Svoboda, Kolářová, 2006), (Vališová, Kasíková,

➤ *Badatelská metoda*

Při badatelské metodě získávají žáci zkušenosti z tvůrčí činnosti, je podmíněna několika funkcemi:

- formuje rysy tvůrčí činnosti, žák dominuje
- organizuje tvůrčí osvojování poznatků
- zajišťuje osvojení metod vědeckého poznání
- formuje zájmy a potřeby tvůrčí činnosti

Žák přirozenou cestou integruje nově objevené poznatky, které rozvíjejí jeho schopnost řešit nové problémy. Osobní zkušenost žáka poskytuje motivy, rozvíjí zájmy, a pomáhá odhalovat a řešit problémy praktického života. Podoby badatelské metody mohou být různé, od samostatného experimentování, samostatné teoretické činnosti až k řešení výzkumného úkolu. Jakožto náměty pro badatelskou činnost poslouží takové úkoly jako konstrukce čínskému balónu štěstí nebo stavba slunečního kolektoru. Velice důležité je odhadnutí časové náročnosti, kvality vědomostí a schopností žáků. Pro úspěšnost badatelské metody musí mít žáci osvojena pravidla pro týmovou práci. Pedagog zároveň musí ovládat umění koordinační a kontrolní činnosti.¹

2007)

¹ (Svoboda, Kolářová, 2006), (Janoušková, Maršák, 3.3.2008)

5.3 Fyzikální experiment jako aktivizující prvek

Odhalovat tajemství fyzikálních dějů v přírodě není nikdy jednoduché. Fyzikální děje totiž probíhají za různých podmínek, přičemž ne všechny můžeme ovlivnit.

Pokud bychom si přáli určitý fyzikální jev zevrubně prozkoumat, museli bychom jej pozorovat několikrát po sobě, nikdy se totiž nejedná o třesnutě jednoduché děje. Předpokladem pozorování téhož fyzikálního děje je zaručení přesně totožných podmínek, které panovaly u předchozích pozorování.

Výše popsané považujeme za dostatečně pádný argument, abychom záměrně uměle navozovali určité děje s předem stanovenými podmínkami. S tímto předporozuměním můžeme zkoumaný jev kdykoliv a kdekoliv, ovšem za zcela totožných podmínek zopakovat. Tuto poznávací metodu nazýváme ve fyzikální vědě fyzikálním experimentem. Často jsou mu přisuzovány tři funkce, je: „... zdrojem získávání poznatků o přírodě a jejich zařazení do systému fyziky, kritériem pravdivosti vytvořené hypotézy či teorie a je také prostředkem spojení vědeckých poznatků s technikou, výrobou a životem.“¹

Každý fyzikální experiment můžeme chápat jako dvojí proces, ve němž se spojuje fyzikální proces s procesem myšlení a poznání.

Cílem fyzikálního experimentu ve vyučování fyzice není objevování zcela nových zákonitostí a znalostí jako u experimentu vědeckého. Hlavním cílem fyzikálního experimentu je vysvětlit daný fenomén a zvýraznit jeho podstatné znaky.

Fyzikální experiment ve školské fyzice je zdrojem poznatků o fyzikálních jevech a faktech, ale též metodou získávání poznatků. Podstatně zlehčuje osvojení učiva především tím, že pomáhá vytvářet odpovídající představy o konkrétních fyzikálních pojmech. Ve vyučování zastává analogickou funkci jako ve vědě tím, že žákovi slouží k získávání nových poznatků. Fyzikální experiment přispívá k aktivizaci žáků především tehdy, pokud jej sami provádějí. V neposlední řadě tím v jejich očích zvyšuje atraktivitu fyziky. Experimenty napomáhají k vývoji fyzikálního myšlení, pozorovacích schopností a technických dovedností žáků

Každý experiment obecně by měl mít následující logickou strukturu: motivaci, provedení, pozorování, zhodnocení a zobecnění. Zařazení fyzikálního experimentu do výuky je významné nejen z pohledu vzdělávací činnosti, ale také z hlediska výchovy žáka. Správně provedený experiment vede žáka nejen k pečlivosti, přesnosti a vytrvalosti při odhalování různých fyzikálních zákonitostí, ale i k soustředěnému pozorování.²

¹ (Janás, 1996)

²(Fenclová, 1982), (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981), (Janás, 1996), (Svoboda, Kolářová, 2006)

5.3.1 Klasifikace experimentů ve školské fyzice

Klasifikace experimentů v didaktické fyzikální literatuře je rozdílná. Nejčastěji fyzikální experimenty klasifikujeme podle jejich zaměření, provedení, logické povahy a v neposlední řadě podle jejich didaktické funkce.

Klasifikace experimentů:

- Podle zaměření
 - Demonstrační
 - Žákovské frontální, skupinové a individuální (popř. domácí)
 - Laboratorní úlohy
- Podle provedení
 - Reálné – skutečně provedené
 - Myšlenkové – modelové situace
- Podle logické povahy
 - Kvalitativní – jen ukázky daného jevu
 - Kvantitativní – naměřené hodnoty veličin zpracováváme a vyhodnocujeme
- Podle didaktické funkce
 - Heuristické (objevitelské)
 - Ověřovací (verifikační)
 - Motivační
 - Ilustrační (expoziční)
 - Aplikační
 - Historické
 - Opakující a prohlubující
 - Kontrolní (diagnostické)
 - Uvádějící fyzikální problém

Existují experimenty na hranici výše uvedených členění, které mohou být zařazeny jako heuristické, ale zároveň jako ověřovací. Vždy záleží na pedagogovi a jeho konkrétním rozhodnutí.¹

¹ (Janás, 1996), (Svoboda, Kolářová, 2006)

Pohledme pak blíže na některé vybrané typy experimentů:

Demonstrační experiment

Demonstrační experiment se v minulosti těšil ve výuce fyziky dominujícímu postavení. Těž dnes hraje nezastupitelnou roli v hodinách fyziky.

„Význam demonstračního experimentu potvrzuje i současná psychologie, která názorné myšlení chápe jako jednu z úrovní myšlenkového přepracování a přetváření informací, což je významné pro vědeckou i technickou tvořivost“¹

Při správném provedení demonstračního experimentu si žáci jeho pozorováním vytvářejí prvotní představy o daných jevech a získávají smyslové vjemy, které napomáhají následné formulaci základních pojmů dané problematiky. Demonstrační experiment se vždy předvádí celé třídě, která se soustředí na ten „jeden probíhající experiment“.

Mezi funkce, které obsahuje demonstrační experiment, patří utváření počátečních představ o fyzikálních jevech, objasňování činnosti různých přístrojů a technických zařízení, studování vlastností fyzikálních objektů, jakož i prezentace příkladů využití probíraných fyzikálních jevů či vlastností.

Demonstrační experiment má své výhody a nevýhody stejně jako kterákoliv další didaktická metoda. K výhodám lze přičíst fakt, že se žáci orientují na jediný objekt, což jim umožní osvojit si určitý algoritmus. Perfektně provedený demonstrační experiment žákovi slouží jako vzor pro provádění samostatné činnosti. Míním např. laboratorní úlohu nebo žákovský experiment. Nenahraditelným se demonstrační experiment stává tam, kde je manipulace s pomůckami náročná či dokonce nebezpečná. Naproti tomu k negativům demonstračního experimentu náleží absence bezprostředního kontaktu žáka s daným experimentem a fakt, že nemůže být zajištěna aktivita všech žáků.

Demonstrační experimenty můžeme rozdělit podle didaktické funkce na aplikační, heuristické, historické, ilustrační, motivující učivo, ověřovací a uvádějící fyzikální problém.

Heuristické experimenty jakožto pedagogové používáme v úvodu nového učiva, žáky vedeme při vyvozování nových poznatků a zákonitostí induktivní metodou. Naproti tomu ověřovací experiment začleňujeme tehdy, když potvrzujeme vyvozené závěry, k nimž jsme dospěli deduktivní metodou.

Při demonstračních experimentech dodržujeme několik didaktických zásad. Zařazujeme je do výuky s optimálním načasováním tak, aby se staly nedílnou součástí vyučovací hodiny. Není žádoucí experimenty kumulovat a předvádět je najednou. Žáci pak postrádají přímé propojení s probíranými jevy a zákonitostmi. Experiment musí být názorný, srozumitelný, jednoduchý a přesvědčivý. Pokud experiment není sám o sobě jednoduchý, rozčle-

¹ (Janás, 1996)

níme jej na jednotlivé kroky. V případě složitějšího zapojení můžeme nakreslit schéma na tabuli a vysvětlit jednotlivé části nejprve na schématu a pak teprve přímo v zapojení. Pokud experiment probíhá příliš rychle, je vhodné jej několikrát zopakovat.

Pedagog by měl vždy preferovat přímou prezentaci před projekcí a zajistit dobrou pozorovatelnost experimentu všem žákům ve třídě, seznámit je se všemi přístroji a jejich součástmi a vysvětlit nebo připomenout jejich funkci. Při vlastní demonstraci nepřekáží na jeho stole nic víc než součásti předváděného jevu, protože vše ostatní působí rušivě a odpoutává pozornost žáků.

V zájmu dosažení co nejvyšší možné efektivity experimentu je potřeba rozlišit jeho hlavní fáze.

Jakožto první krok zazní artikulace jasného cíle experimentu, přičemž tyto cíle dále rozlišujeme na obecné a dílčí. K obecným patří např. rozvoj logického myšlení, porozumění fyzikálním poznatkům a jejich aplikaci v praxi. Dílčí cíle vyplývají z vlastního obsahu učiva, mohou být například psychomotorické (změření příslušné veličiny aj.) či hodnotové (dodržování zásad a pravidel bezpečné práce). Po stanovení jednotlivých cílů proběhne myšlenková a technická příprava experimentu, která hraje velmi důležitou roli. Následuje vlastní realizace daného experimentu se všemi náležitostmi, jako např. představení všech součástí experimentu, formulace předpokladů aj. Každý experiment musí být zakončen kvalitativním nebo kvantitativním zhodnocením, popř. obojím. U kvalitativního hodnocení směřujeme žáky nejlépe formou diskuse k formulaci závěru pozorovaného děje. Kvantitativní hodnocení zakončíme matematickým vztahem nebo grafickou závislostí.

Je vhodné vracet se k provedeným experimentům i při opakování na konci vyučovací hodiny či na konci probraného celku.¹

Žákovský experiment

Při tomto druhu experimentu je žák v bezprostředním kontaktu se studovaným fyzikálním jevem. Žák je nucen se aktivně zapojit na kognitivní i motorické úrovni. Tento druh experimentů je prostředkem k rozvíjení žákových tvůrčích a poznávacích aktivit.

Podle cíle žákovského experimentu jej řadíme do různých částí hodiny. Na začátku dané problematiky můžeme experiment zařadit jako motivační. Při probírání nového učiva můžeme díky žákovskému experimentu získat informace k formulaci pravidel, pouček nebo zákona. Při procvičování probrané látky jej můžeme využít k získání dat pro kvantitativní úlohy a nakonec při opakování probraného celku k upevnění probraného učiva.

Podle způsobu organizace a obsahu žákovských experimentů je můžeme rozdělit na individuální, frontální a skupinové. Individuální experiment realizuje jeden žák, a sice jako demonstrační experiment ostatním žákům nebo jako domácí experiment. Frontální žákovský experiment je žáky prováděn v menších skupinkách (2–4), přičemž každá skupinka

¹ (Fenclová, 1982), (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981), (Janás, 1996), (Kašpar, 1978), (Svoboda, Kolářová, 2006)

provádí tentýž experiment ve třídě se stejnými pomůckami. Experiment zpravidla trvá 5–10 minut a pedagog řídí žáky ústními pokyny. Postup plyne po jednotlivých krocích, vyučující žákům radí a dbá na střídání jednotlivých žáků při různých činnostech. Při skupinovém experimentování žáci ověřují složitější jevy či zákonitosti, vhodnějšími jsou zde experimenty heuristické, ověřovací a aplikační. Daná zkoumaná problematika může být rozdělena mezi jednotlivé skupiny. Jednotlivé skupiny pak řeší svůj dílčí problém a se svými závěry z experimentu pak seznamují ostatní skupiny.

Při žákovských experimentech je obzvlášť důležité dodržovat metodické pokyny. Vždy volíme jednoduché pomůcky, dodržujeme bezpečnost práce a respektujeme daná specifika jednotlivých druhů žákovských experimentů.¹

Laboratorní úlohy

Laboratorní úlohy jsou časově náročnější a zpravidla probíhají v samostatných hodinách řazených na závěr probraných tematických celků. Jedná se o kvantitativní žákovské experimenty, které opět probíhají v malých skupinkách žáků, kteří mohou pracovat na rozdílném či stejném experimentu. Hlavním znakem laboratorních úloh je diferencovanost, každá skupinka pracuje vlastním tempem.

Žáci ke každé laboratorní úloze zpracují písemný záznam, tzv. protokol o provedení laboratorní úlohy, který odevzdávají ke kontrole učiteli. Protokol obsahuje stručnou teorii úlohy, hlavní částí protokolu jsou tabulky naměřených hodnot, výpočty a grafické závislosti. Důležitou úlohu v protokolu má závěr s hodnocením výsledků měření. Učitel hodnotí vedle obsahové stránky také formální úpravu, grafické zpracování, pečlivost a přesnost měření. Získané výsledky z laboratorních úloh se následně společně hodnotí a vyvozují se obecné závěry.

Laboratorní úlohy se provádějí podle předem vypracovaných návodů. Žáci si prováděním laboratorních úloh rozvíjí svou dovednost a schopnosti pracovat se stále technicky složitějšími přístroji a pomůckami. Pracují samostatněji, pedagog stojí pouze v roli rádce. Při laboratorních úlohách si žáci osvojují důležité pracovní návyky, např. kontroly pomůcek před vlastními experimenty, akceptace laboratorního řádu, udržování pořádku na pracovišti a bezpečnost práce.²

¹ (Fenclová, 1982), (Janás, 1996), (Kašpar, 1978), (Svoboda, Kolářová, 2006)

² (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981), (Janás, 1996), (Kašpar, 1978), (Svoboda, Kolářová, 2006)

5.3.2 Význam a didaktické funkce experimentu ve výuce

Z předcházejících statí vyvozují důležitost a nezastupitelnost experimentu v celém edukačním procesu. Všechny fyzikální experimenty mají svůj specifický cíl a učitel je používá jako prostředek k řízení myšlenkových operací žáků a ke vstupům do logické stavby fyzikálního učiva.

Fyzikální experiment je důležitý jako zdroj poznatků o fyzikálních jevech a vlastnostech. Aktivizace žáků je pozorovatelná obzvláště při žákovském experimentu, kde napomáhá rozvoji fyzikálního myšlení, pozorovacích schopností, technických dovedností, zručnosti a samostatnosti.

Rozlišujeme celkem devět skupin experimentů, které jsou uvedené výše, neohraničujeme však natolik pevně, abychom vyloučili existenci přechodových podskupin vytvářejících se na nepevných hranicích mezi skupinami. Běžně se stává, že tentýž experiment v různých částech vyučovací hodiny aplikujeme s jiným cílem. Jednou jej použijeme jako heuristický, po pedagogickém výkladu jakožto aplikační či ověřující a při opakování jako prohlubující experiment.

Významným postavením mezi experimenty se honosí *experimenty heuristické (objevitelské)*, které na žáky mají silný aktivizující a motivující vliv, protože každý jeden žák se může na chvíli stát objevitelem a experimentální fyzikem. Žáci induktivně vyvozují své nové poznatky, fyzikální jevy a zákonitosti.

Ověřovací (verifikační) experimenty zařazujeme do výuky vždy, když deduktivní metodou odvodíme nový fyzikální vztah či zákon. Pochopitelně jej sdělujeme dogmaticky. Mezi ověřovací experimenty se řadíme též ty, kterými žáci ověřují správnost svého řešení daného problému.

Před zahájením výkladu nového fyzikálního jevu či poznatku je vhodné zařadit *motivační experiment*. Ty nebývají náročné, využívají jednoduché pomůcky. Pro zvýšení atraktivity používáme efektní experimenty s překvapivým průběh či koncem. Žáky můžeme aktivizovat také používáním netradičních pomůcek, jako jsou hračky, předměty denní potřeby, domácí „odpad“. Jako motivační experiment můžeme využívat i domácí experiment, je však nezbytné, aby experiment byl všem žákům dobře pochopitelný, jasný a v domácích podmínkách snadno proveditelný. Při výkladu nového učiva může vybraný žák daný experiment předvést znovu před celou třídou a tím připomenout probíranou látku. Jakmile vycházíme z motivačního experimentu při vlastním odvození fyzikálního zákona, je nutné, aby byl experiment zopakován i při samotném výkladu.

Mezi *ilustrační (expoziční) experimenty* řadíme většinu kvalitativních experimentů, kdy se žáci seznamují s tím, jak zkoumaný jev působí po vizuální stránce. Ilustrační experimenty kvantitativní povahy analogicky souvisí s verifikačními experimenty, u nichž

ovšem klademe důraz na zvýšenou názornost určitého jevu s jeho charakteristickými vlastnostmi.

Experimenty, které uvádějí fyzikální problém, můžeme využívat v mnoha částech vyučovací hodiny, mnohokrát využíváme spíše myšlenkového než reálného experimentu. Tyto experimenty můžeme využít jako aktivizující a motivační pomůcku před výkladem nového učiva. Častěji je využíváme jako součást opakování a prohlubování fyzikálního učiva nebo při kontrole vědomostí jednotlivých žáků. Můžeme je využít jako problémové úlohy, které dávají učiteli možnost diferencovaného přístupu k jednotlivým žákům a kontrolují správné a hlubší pochopení vybraného učiva.

Aplikační experimenty prezentují využití teoretických poznatků přímo v praxi, v běžném životě. Tyto experimenty vysvětlují často značně abstraktní poznatky na praktickém použití. Velmi často se používají jednoduché názorné modely složitějších technických zařízení nebo jejich hlavních částí.

Historické experimenty začleňujeme do výuky nejen kvůli jejich historické hodnotě (například objev fyzikálního zákona), ale i kvůli hlubšímu významu ve své době (rozvoj vědy, prospěšnost pro společnost). Historické experimenty jsou vhodné pro aktivizaci žáků, vybízí k využití mezipředmětových vztahů. Můžeme uvést zajímavosti té doby, významné události a významné osobnosti dějin. Mnoho historických experimentů je snadno proveditelných a proto mohou plnit funkci jak heuristickou i ověřovací.

K *experimentům opakujícím a prohlubujícím učivo* můžeme zařadit všechny laboratorní úlohy, problémové úlohy, opakující a shrnující experimenty. V mnoha případech můžeme mezi ně řadit i domácí experimenty. Důležitou roli při prohlubování učiva hrají myšlenkové experimenty.

Ke kontrole vědomostí můžeme využívat kontrolních (diagnostických) experimentů. Při nich může žák prokázat porozumění dané problematice, schopnost naplánovat daný experiment, sestavit jej, provést a vyhodnotit. Vlastním provedením experimentu žák trénuje manuální zručnost. Frontální experimenty, laboratorní a problémové úlohy můžeme částečně chápat jako kontrolní experimenty.¹

¹ (Fuka, Lepil, Bednařík, 1981), (Janás, 1996), (Kašpar, 1978), (Svoboda, Kolářová, 2006)

6 Motivace a aktivizace ve výuce fyziky

Touha objevovat, nacházet něco neočekávané, nové, užitečné pro praktický život, je nám všem více či méně vlastní a z pozice pedagoga ji v tom nejkladnějším smyslu slova využijeme k motivaci a aktivizaci žactva. Nadchnout žáky pro učení je důležitou dovedností a velkou výzvou pro každého učitele, protože práce s motivací je jeden s nejsložitějších úkolů učitele vůbec.

V úvodu si dovoluji nabídnout několik definic pojmu motivace z hlediska obecné psychologie, např. jakožto „souhrn vnitřních i vnějších faktorů, které: vzbuzují, aktivují, dodávají energii lidskému jednání a prožívání; zaměřují toto jednání a prožívání určitým směrem; řídí jeho průběh, způsob dosahování výsledků; ovlivňují též způsob reagování jedince na své jednání a prožívání, jeho vztahy k ostatním lidem a ke světu“¹ nebo „souhrnu všech skutečností, které podporují nebo tlumí jedince v tom, aby něco konal či nekonal“.² Velmi stroze chápal motivaci Balcar jakožto „výslednici více motivačních vlivů působících současně“³

Strukturu osobnosti člověka tvoří vedle schopností, temperamentu a charakterových vlastností také motivační dispozice, které určují směr a intenzitu chování jedince. Motivaci jsou přisuzovány funkce dynamizující, aktivizující a usměrňující. Motivace chování člověka vychází z vnitřních a vnějších pohnutek. Vnitřní motivační pohnutky jsou zejména jeho potřeby, které se projevují jako pocit vnitřního nedostatku nebo naopak přebytku. Vnější motivační pohnutky jsou incentivy, které mají schopnost vyvolat a skoro vždy uspokojit potřeby člověka. Pro úplnost dodám, že pokládám za důležité rozlišovat pojmy „motivace“ a „motiv“. Zatímco „motivace“ vyjadřuje proces, „motiv“ je hypotetický předpoklad k tomuto procesu a vzniká vzájemnou interakcí potřeb a incentiv.

S problematikou potřeb se velmi zásadně vypořádal známý americký klinický psycholog Abraham H. Maslow (1908–1970). Současná psychologická obec dodnes respektuje Maslowovu hierarchickou teorii potřeb, kterou publikoval v roce 1954. (Obr. 3) A. H. Maslow vysvětluje potřebu jako podmínku udržování fyzického a duševního zdraví. Spodní patra pyramidy tvoří tzv. základní potřeby, mezi které Maslow řadí fyziologické potřeby a potřebu bezpečí. Prostřední část pyramidy zahrnuje potřeby, které upevňují vazby jednotlivce na sociální podmínky jeho existence. Na vrcholu pyramidy nalezneme potřeby růstu, a sice kognitivní, estetické a potřeby seberealizace. Vrcholem Maslowovy pyramidy jsou vyšší potřeby, tzv. metapotřeby, které se mohou rozvíjet teprve tehdy, jsou-li alespoň v základní míře uspokojeny potřeby nižší. Například pokud bude mít jakýkoliv člověk hlad, žízeň a bude se cítit ohrožen, jistě nebude primárně vnímat potřeby kognitivní či potřebu

¹ (Průcha, 1998)

² (Nakonečný, 1995).

³ (Balcar, 1983).

seberealizace. Maslowovu pyramidu si ovšem nelze vykládat tak, že uspokojení primárních potřeb nás samo od sebe povede k vyšším úrovním. Maslow konstatoval, že při neuspokojených fyziologických potřebách vyčerpáme všechnu vlastní motivační energii na to, abychom zůstali naživu, a pro vyšší zájmy nám energie již žádná nezbyvá.

Na vrchol pyramidy řadíme potřeby poznávání, které se obvykle rozvinou během školní docházky, která je pro jejich rozvoj nejpříhodnějším obdobím a stává se jedním z trvalých zdrojů rozvoje celé osobnosti žáka a kvalitním motivačním zdrojem vzdělání.

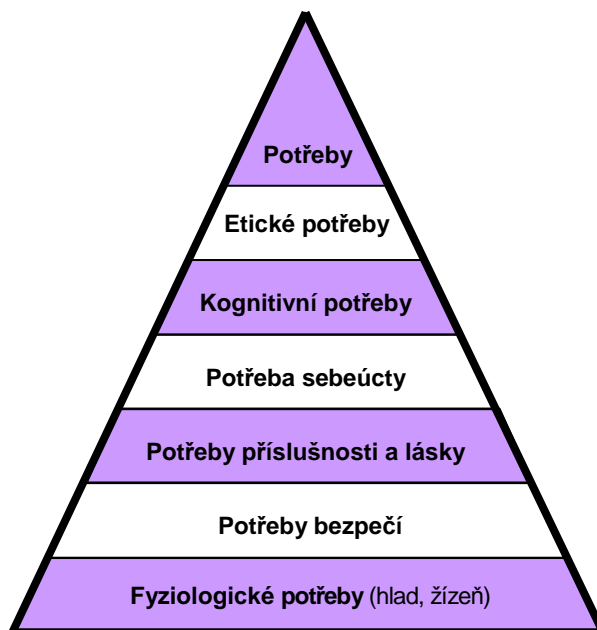
Motivace je s kognitivními procesy natolik provázána, že hovoříme dokonce o kognitivně-motivačních procesech

Prvním z významných předpokladů k efektivnímu učení je motivace k učení a získávání nových znalostí. Druhým významným předpokladem je rozvoj zájmů, vůle, potřeb a dalších autoregulačních zdatností. Obě tyto role motivace od sebe nelze oddělovat, protože jsou navzájem úzce provázány.

V závislosti na délce trvání můžeme hovořit o krátkodobé nebo dlouhodobé motivaci.

Krátkodobá motivace je intenzivnější a silnější než dlouhodobá motivace, ovšem nevydrží dlouho, setkáme se s ní spíše u dětí na základní škole. Ke krátkodobé motivaci můžeme přistupovat různě. Pedagog usiluje o to, aby v hodinách navodil takové situace, které zahrnují tak silné incentivy pro určitou skupinu potřeb, až je pravděpodobné, že vzniklá motivace bude u většiny žáků vycházet právě z aktualizace daných potřeb. Může však také respektovat dominující potřeby a vybrat témata a úlohy s ohledem na zájmy jednotlivých žáků. Dlouhodobá motivace vyžaduje značnou míru sebezapření a cílevědomosti. Dochází kde k systematickému rozvoji osobnostní sféry potřeb, proto se s ní setkáváme u zralejších a vyzrálejších studentů.

Jakmile není dítě dostatečně vnitřně motivováno, nemůžeme od něj očekávat ani obstojné učení ve škole. Mezi obecně přijímané hypotézy patří i ta, že lidé mají přirozený pud zvědavosti, která není soustředěna na určitý objekt, nýbrž vyvolává neuvědomělé zkoumání a objevování již od raného věku. Bude-li dítě za své učiněné objevy odměňováno obdivem a povzbuzováním dospělého jedince, nejspíš bude ve svém bádání pokračovat a svoji zvědavost a pozornost zaměřovat čím dál více cíleně. Úzce spojená s dětskou zvědavostí jako motivačním činitelem stojí míra zájmu vzbuzovaná osobní zkušeností s výukou.



Obr. 3: Maslowova pyramida

Setká-li se žák při výuce s návazností na osobní zkušenosti a zájmy, vyplní dosud prázdná místa v životě. Takový žák bývá flexibilnější, spontánnější a tvůrčí.

K dosažení co nejvyšší vnitřní motivace měli bychom se řídit několika zásadami:¹

1. zásada „překvapivosti“ – např. v hodinách fyziky můžeme prezentovat fyzikální jev, který je v rozporu s předpoklady a dosud získanými znalostmi; zásadu překvapivosti můžeme využít ke zvýšení vnitřní motivace.
2. vyvolání pochybností – prezentovat obecný princip, který může nebo nemusí být platný
3. vytvoření kognitivní nejistoty – postavit problém tak, aby měl dvě řešení
4. zadání obtížného, na první pohled téměř neřešitelného problému (s včasnou nápovědou učitele, aby nedošlo k negativnímu motivačnímu efektu)
5. prezentování očividného rozporu, tzv. tvrzení jdoucí proti „zdravému rozumu“

Pro fyzikální vzdělávání ve škole má význam především vnitřní motivace. Poznávací aktivity udržují zájem žáka o poznávané objekty a jevy. Posláním učitele je tento zájem nejen podnítit, ale i udržovat. Existuje více způsobů, jak toho dosáhnout, např. vytvoření takové situace, kdy žák může vlastní samostatnou činností dosáhnout určitých úspěchů. Dnes už nepochybuje, že významnými a nejvíce upevněnými jsou znalosti a dovednosti, kterých žáci nabydou vlastní činností, při níž získávají zdravou sebedůvěru a těší se z radosti z poznání. Jedním z nejdůležitějších úkolů souvisejících s motivací je pěstování zdravé sebedůvěry dítěte, tedy jeho víry v sebe sama, ve své schopnosti. Udržovat žáky ve stavu vnitřní motivace, to jest základní a současně nejobtížnější úkol pedagogovy práce.

Pedagog pochopitelně během své praxe často čelí stavu, kdy vnitřní motivace nepostačuje a stává se nutným pozvat na pomoc motivaci vnější povahy. Vnější motivaci v procesu učení nazýváme stav, v němž si žák osvojuje vědomosti nikoli z vlastního zájmu, ale pouze pod vnějším vlivem činitelů. Za takovou motivaci považujeme známkování, vysvědčení, testy, sdělení rodičům, zkoušení, ovšem zároveň i pochvalu.

Je-li dítě objektivně úspěšné, získává prestiž ostatních, uznání rodičů, učitelů, spolužáků a tím napomáhá rozvoji tzv. výkonové motivace. Děti zjišťují, že úspěch bývá oceněn a stávají se cílevědomějšími²

¹ (Pavelková, 2002)

² (Hrabal, Man, Pavelková, 1989), (Nakonečný, 1996), (Ďurič, Grác, Štefanovič, 1991), (Fontana, 2003), (Lokšová, 1999), (Langer, 1984)

6.1 Motivování žáků ve vyučování

- 1) Vytváření problémových situací, které aktualizují potřeby poznávání.
- 2) Navozování spolupráce nebo soutěže, která aktualizuje sociální potřeby.
- 3) Užítí individuálních vztahových norem k aktualizaci potřeby úspěšného výkonu.
- 4) Pedagog by měl dát najevo, že i jeho vyučovaná problematika zajímá, je pro ni zapálený.
- 5) Zaměřit se na zajímavosti.
- 6) Spíše pokládat otázky než přednášet fakta.
- 7) Nezapomínat uvádět souvislosti mezi tím, co učí a běžným životem.
- 8) Snažit se vést děti k tvořivosti, seberealizaci a aktivitě.
- 9) Pedagog by měl často měnit aktivity žáků, zařazovat překvapivé a nové činnosti.
- 10) Snažit se přizpůsobit učení způsobu života žactva.
- 11) Učitel by měl přidat svému předmětu lidský rozměr.
- 12) Učitel by měl používat skupinové techniky práce, soutěže, vědecké projekty.

Pokud výše napsané pedagog ovládá, významně zvyšuje výsledky učení.

Navodit stav motivace lze různými způsoby, zejména jednoduchými experimenty, problémovými úlohami, rozhovorem o ilustračních příkladech, využití fyzikálních poznatků v praxi, žakovský referát s následnou diskuzí.¹

Pro udržení poznávací aktivity je podstatné, aby se žák na chvíli stal badatelem, od něž je očekáván objev nebo vysvětlení určitého jevu. Necht' zůstane aktivním i v etapě seznamování se s cíli své následující činnosti. Pedagog by měl žákům zajistit co nejlepší podmínky, vybrat přiměřeně obtížné úkoly tak, aby došlo k potřebnému rozvoji poznávacích potřeb. K základním znakům úloh, které aktivizují poznávací potřeby, patří především: novost, překvapivost, problémovost, neurčitost, neobvyklost, záhadnost a možnost experimentovat.

Pedagogova funkce potom spočívá v navozování a řízení se zákony aktivity. Měl by též umožnit žákům vybrat si úkol z nabídky několika možností. I domácí úkoly by měly mít spíše charakter tvořivých samostatných úkolů než mechanického vypracování cvičení. Učitel by měl dát žákům prostor pro vlastní rozhodování a možnost samostatně si zorganizovat práci. Rámcové vzdělávací programy umožňují naplnit hlavní složku vzdělávacího procesu, a sice pěstovat u žáků schopnost aktivně a samostatně vyhledávat informace, řešit problémy, hledat souvislosti a tvořit.

K samostatnosti žáků můžeme jakožto učitelé přispět tím, že vyučovací hodiny prolne experimenty, na nichž se žáci aktivně podílejí. Výsledky z pedagogicko-

¹ (Janás, 1993)

psychologických výzkumů potvrzují, že slyšíme-li něco, zapamatujeme si pouhých 10 až 15 % slyšeného. Doplní-li sluch ještě zrak, úspěšnost se zvýší. Efektivita učení vzrůstá diskuzí o problému a zejména vlastní aktivitou. V naší paměti se učené nejefektivněji zaryje tehdy, když se snažíme naučit druhé (až 90 %). Samostatná činnost má ohromný motivační aspekt. Všichni známe ten báječný pocit, když na něco sami přijdeme. Motivuje nás to, abychom pokračovali v činnosti a vraceli se k ní.

Ideálem učitele fyziky je vyvolat v žácích vnitřní motivaci k fyzice, tzn. zájem o samotný obsah, který ho naplňuje. Této cílové roviny dosáhne učitel nejprve jen u některých žáků, a to u těch, u nichž jejich struktura inteligence koresponduje k přírodovědnému zaměření. U většiny dětí si pedagog alespoň po určitou dobu vystačí s motivací, která spočívá v nějakém vnějším aspektu souvisejícím s vyučovaným předmětem. V tomto případě je indikované využít této sekundární motivace a na jejím základě budovat motivaci primární, při níž žák prožívá radost z vlastní činnosti, z poznání, k němuž sám dospěl. Rámcové vzdělávací programy jsou právě svým přesahem živnou půdou pro přechod sekundární motivace v primární podněty probouzející primární motivaci, která je pak skutečným a stálým zdrojem zájmu o příslušný obor. ¹

K tomu, abychom u žáků vzbudili zájem o předmět jako takový, je potřeba dodržovat především základní didaktické zásady. „Desatero“ didaktických zásad zmiňuji v této své práci na více místech. Považuji za potřebné a tak si také každému pedagogovi dovoluji poradit, že kromě dodržení základů didaktických zásad je nutné stanovovat edukační cíle dosažitelné v rámci možností. Možnosti každého pedagoga se pochopitelně liší v závislosti na konkrétních podmínkách. Jakkoli se takové možnosti mohou v některých případech jevit limitujícími, vyučující je vždy povinen své svěřence nabít správnými dávkami motivace. Předpoklad ke zvýšení motivace každého jednotlivého žáka vyžaduje využití vhodných metod výuky. Didaktickými zásadami, motivací žáků a aplikací vhodných metod výuky se podrobněji zabývám v teoretické části své práce.

¹ (Janás, 1993)

7 Současné postavení fyziky ve vzdělávání v České republice

7.1 Rámcově vzdělávací program a současná didaktika

Za předpokladu existence kvalitních mateřských škol se budoucí žáci s experimentováním a pozorováním setkají již během předškolního vzdělávání, někteří dokonce již v domácnostech. Proto trefně, ač zešíroka, pojmenovává RVP pro předškolní vzdělávání¹ jeden z edukačních cílů „vytvoření povědomí o vlastní sounáležitosti se světem, s živou a neživou přírodou, lidmi, společností, planetou Zemí, kde se děti mají naučit přirozené i zprostředkované poznávat přírodního okolí, sledování rozmanitostí a změn v přírodě (příroda živá i neživá, přírodní jevy a děje, podnebí, počasí, ovzduší, roční období).“

Celostátní vzdělávací plán ovšem musí pamatovat i na ty, jimž nejrůznější objektivní podmínky zabránily takovým setkáním. Aniž eliminuje invenci samotného pedagoga, předpokládá plán vzhled do tématu plyn (resp. vzduch) již na prvním stupni základního vzdělávání a sice v oblasti *člověk a jeho svět*, kde v okruhu č. 21 s názvem neživá příroda figuruje téma vzduch, poznávání a využívání přírody. Žáci by si měli z těchto témat pro svůj budoucí život osvojit následující elementární znalosti:

Téma vzduch:

- složení: kyslík, dusík, oxid uhlíku aj.
- vlastnosti: hmotnost, objem, proudění vzduchu aj.
- výskyt a význam vzduchu v přírodě, podmínka života, přítomnost v půdě a ve vodě
- čistota ovzduší, ochrana ovzduší

Pohyb v přírodě:

- přírodní zákonitosti (= přírodní zákony)

Poznávání a využívání přírody:

- pozorování, pokusy (experimenty)
- vědecký výzkum, využití technických prostředků umožňujících poznávání přírody
- význam zkoumání přírody
- nutnost respektování přírodních zákonitostí v životě jedince i společnosti

Jedním z cílů vzdělávací oblasti *člověk a jeho svět* zůstává vést žáky k porozumění existence přírodních zákonitostí, a tím i k porozumění řádu čehokoliv. Logickou součástí velkého soukolí celého vzdělávacího procesu tvoří zjištění, že jedna z cest lidského poznání může vést skrz pozorování a experimentování a včetně záznamu k využívání získaných poznatků v jejich každodenním životě. Naplňování těchto cílů vede k utváření a rozvíjení

¹ (RVP PV, 2004)

všech šesti klíčových kompetencí.

Program předpokládá, že na druhém stupni základního vzdělávání pak v oblasti *člověk a příroda* dochází u žáků k rozvoji znalostí v předmětu zeměpis, kde se zabývají poznatky o zemské atmosféře. V hodinách fyziky jsou seznámeni s mechanikou plynů, kterou nalezneme společně s mechanikou kapalin zařazenou v okruhu Mechanické vlastnosti tekutin.

Rámcově vzdělávací plán základního vzdělávání očekává tyto výstupy z mechaniky plynů:¹

- *využití poznatků o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů*

Učivo

- **Pascalův zákon** – hydraulická zařízení
- **hydrostatický a atmosférický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny; souvislost atmosférického tlaku s některými procesy v atmosféře
- **Archimédův zákon** – vztlaková síla; potápění, vznášení se a plování těles v klidných tekutinách

Současná didaktika preferuje metodu pedagogem podávaného dokonalého výkladu spojeného s frontální experimentální činností žáků, často formálně řízenou. Zní zde pobídka k posílení heuristické, resp. poloheuristické metody výuky, která umožní využít a rozvinout skryté intelektuální schopnosti žáků, resp. nezpochybnit je. Dnes již přežitá tradiční metody výkladu se příliš často omezují na pouhé přejímání poznatků, kde ani následná aplikace poznatků alespoň užitím nacvičených algoritmů není úplnou samozřejmostí.

Pokud v souladu s „učitelem národů“ usilujeme o to, aby výuka fyziky byla hrou a dobrodružstvím poznávání nikoliv jen proto, aby se žáci bavili, ale především protože nalézání vnitřního štěstí z úspěchů produktivního myšlení a konání je obecně nejlepším hnacím motorem pro činnost v celém lidském životě, musíme dbát, aby se metody výuky fyziky (podobně, jak činí současné trendy ve vyučování cizím jazykům) přiblížily spontánnímu učení, které je nesporně efektivnější než současná (nezdráhám se použít pejorativní výraz zastaralá) školní výuka.

Dle mého názoru se nacházíme v periodě po objevu nových trendů, které již celoevropsky opanovaly své pozice v direktivách jednotlivých ministerstev školství. Obecně ovšem po každém apelu na zásadní změnu čehokoliv přichází změna samotná teprve s jistou setrvačností. Progresivní pedagogové již uvádějí nové trendy v praxi. Za charakteristické pro dnešní klima ve vzdělávání v České republice však považuji zatím stále vysoký počet vyučujících, kterým v progresivitě brání různé příčiny – materiální, čistě lidské, či dokonce výše zmíněná setrvačnost.

¹ (RVP ZV, 2007)

Za pomoci fyzikálních experimentů, pozorování a měření se žáci naučí zkoumat různá přírodní fakta a jejich souvislosti. Jakožto důsledek získají potřebu klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi. To je dále vede k posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz, což ovlivňuje způsob myšlení pozornějších žáků až do té míry, že vyžadují ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby. Dobrý učitel fyziky rozvine u většiny žáků tyto schopnosti. Přispět může mj. tím, že ve výuce co nejčastěji používá jednoduché předměty denní potřeby. Tím může každý pedagog pomoci mýtit v současnosti stále hojně rozšířené předsudky, které fyzikálním zákonům přisuzují platnost omezenou na prostor učebny fyziky, laboratoř a fyzikální přístroje, zatímco skutečný svět se řídí jinými, „vlastními“, zákony.

7.2 Současný stav předmětu fyzika

V roce 2005 byly publikovány výsledky výzkumu provedeného pod vedením PaedDr. Gerharda Höfera, jehož se celkem zúčastnilo 6408 žáků (z toho byli 3764 žáci základních škol, 803 žáci nižších gymnázií, 760 žáků vyšších gymnázií, a konečně 1117 žáků ostatních středních škol). Výzkum byl orientován na zjištění oblíbenosti jednotlivých předmětů na zmíněných stupních vzdělávání v České republice.

Následující tabulka, převzatá z této práce, zachycuje oblíbenost jednotlivých vyučovacích předmětů na základní škole:

Tab. 2: Absolutní četnost stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů 0 – 6 na ZŠ¹

	Inf.	Tv	Vv	Rv	Hv	Ov	Př	Dě	Ze	Ma	Aj	Ch	Nj	Fy	Čj
0	57	157	263	185	301	184	175	278	178	323	200	247	156	342	333
1	55	92	144	148	167	152	135	147	147	217	118	181	95	232	260
2	58	116	171	212	215	255	345	343	374	423	284	323	211	423	451
3	145	349	482	560	598	745	869	875	974	921	653	748	498	1045	1511
4	146	274	482	545	544	628	664	603	690	575	443	506	257	659	596
5	379	573	707	744	672	757	716	675	683	647	378	410	192	563	388
6	1342	2123	1455	1270	1209	915	782	784	658	595	319	389	255	434	162
Součet	2182	3684	3704	3664	3706	3636	3686	3705	3704	3701	2395	2804	1664	3698	3701
Průměr	5,10	4,90	4,35	4,30	4,10	4,04	3,90	3,76	3,76	3,49	3,43	3,38	3,32	3,32	2,97

Informatika je hodnocena jako neoblíbenější předmět, v těsném závěsu za ní pak předměty

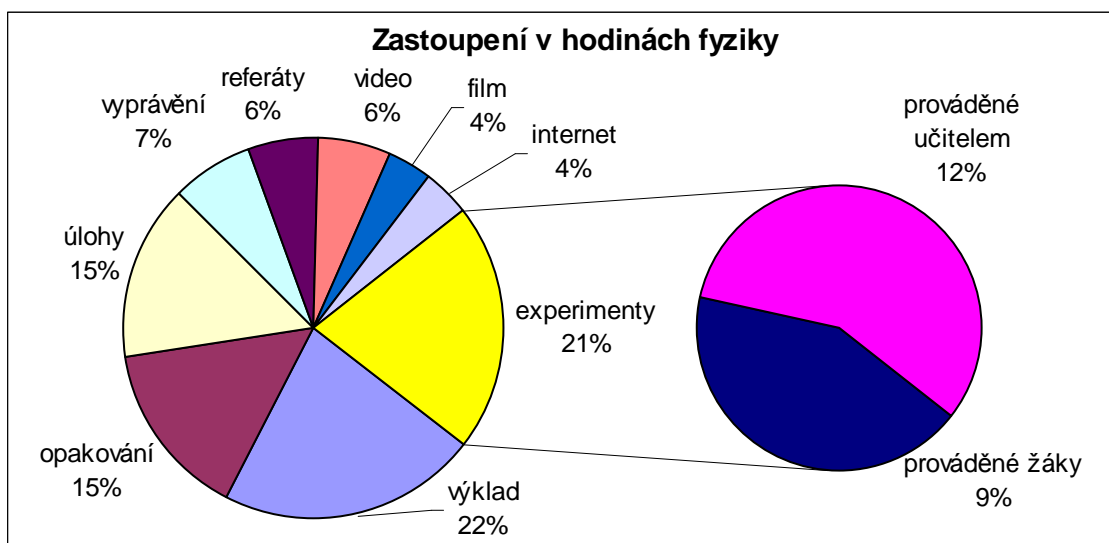
¹ Hodnota 0 přitom znamenala předmět „krajně neoblíbený“, hodnota 3 „středně (ne)oblíbený“ a hodnota 6 „velmi oblíbený“. V tabulce jsou použity zkratky jednotlivých předmětů: Inf – informatika, Tv – tělesná výchova, Vv – výtvarná výchova, Rv – rodinná výchova, Hv – hudební výchova, Ov – občanská výchova, Př – přírodopis, Bi – biologie, Dě – dějepis, Ze – zeměpis, Ma – matematika, Aj – anglický jazyk, Ch – chemie, Nj – německý jazyk, Fy – fyzika, Čj – český jazyk.

esteticko-výchovně a tělovýchovné (Tv, Vv, Rv, Hv). Všechny tyto předměty získávají výrazně nadprůměrné hodnocení. Ve středu tabulky nalzáme předměty, jejichž obliba či neobliba nejsou jakkoli výrazné. V rámci humanitních předmětů se jedná o dějepis a občanskou výchovu, z přírodovědných pak především přírodopis, zeměpis a matematika.

Mezi méně oblíbené pak z jazykových předmětů náleží angličtina následovaná němčinou, přičemž nejvíce nenáviděn zůstává český jazyk. U přírodovědných předmětů se jedná o chemii a na samotném chvostu oblíbenosti o fyziku.

Součástí zkoumaného bylo i téma, týkající se hodin fyziky a jejich průběhu. Z výzkumu vyplynulo, že experimenty jsou obecně v rámci hodin fyziky na všech stupních škol velice oblíbené, ať se již jedná o experimenty předváděné vyučujícím, nebo ty, které provádějí samotní žáci.

V hodinách fyziky se na základních školách (ZŠ) v celorepublikovém průměru věnuje experimentům 21 % výukového času, z toho experimentům předváděným vyučujícím 12% a experimentům prováděným samotnými žáky 9 %. (Další procentuální složení vyučovací jednotky vypadá následovně: výklad – 22 %, opakování – 15 %, úlohy – 15 %, vyprávění – 7 %, referáty – 6 %, video – 6 %, film – 4 %, internet – 4 %.)



Obr. 4: Zastoupení v hodinách fyziky na ZŠ

Překvapivá čísla se objevila u nižších tříd víceletých gymnázií (NG). Během vyučování experimenty prováděné vyučujícím a žáky spolknou 18 % vyučovací jednotky. Učitel věnuje experimentům ve svých hodinách přibližně 11 % svého celkového časového vkladu a žáci experimentují průměrně po dobu 7 % výuky. Snížení procentuálního zastoupení výskytu experimentu v hodinách fyziky je pravděpodobně způsobeno tím, že vyučující již kladou větší důraz na výklad a procvičení učiva (opakováním a úlohami), jako je tomu u vyšších ročníků gymnázií. (Další složky vyučovací hodiny tvoří: výklad – 26 %, opakování – 19 %, úlohy – 19 %, referáty – 5 %, vyprávění – 4 %, video – 4 %, film – 3 % a internet – 2 %)

Experimenty předváděné učitelem, které žáci na všech typech škol hodnotili jako nejoblíbenější součást vyučovací hodiny, zaujímají ve výuce přibližně jen desetinu (na ZŠ 12 %, na NG 11 %, na VG 10 % a na OŠ 9 %). Experimentům prováděným samotnými žáky se v hodinách fyziky věnuje v průměru necelých 8% celkové časové dotace (na ZŠ 9 %, na NG 7 %, na VG 7 % a na OŠ 6 %), ač dle výzkumu představují v pořadí druhou z definovaných nejoblíbenějších částí hodiny. Důvod přednosti experimentů předváděných samotným vyučujícím před těmi žákovskými shledáváme společně s Höferem v ojedinelosti jejich provádění. Logicky můžeme sice vyvozovat, že vlastní činnost se bude u žáků těšit větší oblibě než pouhé pozorování, ale je možné, že pokud na samostatné provádění experimentů zvyklí zkrátka nejsou, cítí se při této činnosti natolik nejistě, že upřednostní pasivnější činnost. K vybuzení jejich přirozené zvědavosti a aktivity je potřeba do výuky co nejdříve zařazovat největší možné množství experimentů ve všech možných formách. Od experimentů ozřejmujících základní pojmy a popisujících probíraný jev přes experimenty kvantitativní (vhodné jako laboratorní úlohy), problémové úlohy až po experimenty, kdy si žáci sami něco vyrobí. Pokud žáci navyknou sami experimentovat, stává se během vyučovací hodiny reálným poskytnout pouze návod k provedení experimentu či k vyrobení svého vlastního fyzikálního přístroje, popř. fyzikální hračky. Značného úspěchu dosáhne pedagog tehdy, když žáci příslušné experimenty doma se zájmem provedou. Motivovat je může např. výzvou, aby své výrobky na příští hodinu přinesli, protože s nimi bude něco dále prováděno, popř. že nejlepší výtvořky budou náležitě oceněny.¹

7.3 Soubor experimentů a rozvíjení klíčových kompetencí

Za pomoci experimentů, pozorování a měření v oblasti mechaniky plynů se žáci učí zkoumat různá přírodní fakta a jejich souvislosti dochází k rozvíjení všech klíčových kompetencí ve fyzice:

Kompetence k učení

K rozvíjení kompetence k učení dochází téměř ve všech experimentech, které jsou v následující experimentální části uvedeny, protože žáky učí samostatně experimentovat, pozorovat, přesně popisovat fyzikální jevy, extrahovat to zásadní pro daný jev a kriticky zhodnotit výsledky experimentu. V některých následujících experimentech dochází k aplikaci poznatků o plynech v praktickém životě. Jako příklad mohu uvést následující experimenty číslo 9.1.5., 9.3.2., 9.5.1., 9.8.2., aj.

Kompetence k řešení problémů

Následující experimenty rozvíjí dovednosti ve vytváření hypotéz, navrhování a ověřování řešení jednotlivých problémů. Jako příklad mohu uvést následující experimenty číslo 9.2.1., 9.3.7., 9.5.1., aj.

¹ (Höfer, 2005)

Kompetence komunikativní

Experimenty podněcují žáky k vyjadřování svých názorů a myšlenek, naslouchání druhým a argumentaci. Učí je samostatnému myšlení, které nepodléhá manipulaci okolím.

Kompetence personální a interpersonální

Žáci rozvíjí tuto kompetenci při provádění experimentů, které realizují ve skupinách, kde si vzájemně pomáhají a učí se nést odpovědnost za úspěch celé skupiny. Jako vhodné experimenty prováděné ve skupinách jsou například: 9.1.2., 9.1.5., 9.5.1., aj.

Kompetence občanské

Pro pochopení historického vývoje lidského poznání obecně je třeba začlenit i historii lidského poznání v oblasti fyziky a porozumění, že fyzika je stále se rozvíjející živou vědou. Proto jsem zařadila historii pojmu *horror vacui* do své práce.

Kompetence pracovní

Manuální činností při provádění experimentů a vytvářením vlastních výrobků se rozvíjí zručnost všech žáků obecně. Jako příklad mohu uvést následující experimenty číslo: 9.1.2., 9.5.1., 9.10.2, 9.11.2., aj.

V následující části práce uvádím více vzorových experimentů k podpoře výuky o plynech na obou stupních základní školy, popř. v nižších ročnících víceletých gymnázií. Zvolila jsem takové uspořádání experimentů a poznatků o plynech, aby na sebe logicky navazovaly a rozvíjeli již získané dovednosti a znalosti. Žáci mohou pomocí heuristických experimentů na základě vlastních zkušeností z pozorování vzduchu při různých situacích logicky vyvozovat dílčí poznatky. Uvedla jsem řadu alternativních experimentů, které umožňují vyučujícímu vybrat ten nejvhodnější experiment pro své žáky, popř. mohou inspirovat k další experimentům. Výběrem usiluji o to, aby experimenty s plyny byly hrou a dobrodružstvím poznávání nikoliv jen proto, aby se žáci bavili, ale především protože nalézání vnitřního štěstí z úspěchů produktivního myšlení a konání je obecně nejlepším hnacím motorem pro činnost v celém lidském životě. Považuji za žádoucí, aby se metody výuky fyziky přiblížily spontánnímu učení, které je nesporně efektivnější než současná (nezdráhám se použít pejorativní výraz zastaralá) školní výuka.

Záleží pak už jen na možnostech každého konkrétního pedagoga, s jakou funkcí následující experimenty do svých vyučovacích hodin zařadí, pokud je vůbec použije.

8 Historie „Horror Vacui“ jako aktivizační prvek výuky fyziky

„Jak může být nic něčím?“ zní otázka, kterou si pokládali starověcí řečtí filozofové. Pro **Platóna** (* 427 B. C. – † 347 B. C.) nebyla myšlenka vakua vůbec představitelná. Platón věřil, že všechny věci fyzické vznikají zhmotněním abstraktního platonického ideálu, tudíž si ani nemohl představit „ideální“ formu vakua. Obdobně smýšlel i **Aristoteles** (* 348 B. C. – † 322 B. C.), který považoval vytvoření vakua za nemožné. Tento řecký filozof nadto předpokládal, že sublunární svět se skládá ze čtyř živlů (ohně, vzduchu, země a vody) a tvrdil, že každý z nich zaujímá své vlastní přirozené místo, ze kterého by mohl být odstraněn pouze aktem násilí. Vzduch dle tohoto řeckého filozofa a mnohých jeho následovníků tedy neměl váhu a nevyvíjel ani tlak. Pozdější řečtí myslitelé se domnívali, že vakuum může existovat vedle vesmíru, ale nikoli uvnitř něj. Nesmíme zapomenout zmínit se o řeckém filozofovi Demokritovi, který **zavedl pojem atom**. K ideji atomu dospěl úvahou, že pokud bychom rozdělovali hmotu donekonečna, získali bychom nic. Z ničeho ale nelze hmotu znovu sestavit. Demokritos prohlašoval, že svět je tvořen malými kousky hmoty (atomy) a prázdnoty (kenony). Stojí za zmínku, že atom byl také považován za základní stavební kámen duše.

Ve středověku byla pouhá úvaha o vakuu obecně pojímána jako myšlenka amorální či dokonce i kacířská. Akceptovat myšlenku nepřítomnosti něčeho by totiž znamenalo implikovat nepřítomnost Boha a dopustit tak uvržení zpět v nicotu. Tuto úvahu nalezneme v knize Genesis. Pokud už se některý ze středověkých myšlenkových experimentů nějak týkal vakua, kladl si především dotaz, zda vakuum je či není darem. Tyto spekulace uzavřel roku 1277 v Paříži biskup Etienne Temper prohlášením, že neexistují žádná omezení sil Boha, a vyvodil závěr, že Bůh by jistě vakuum vytvořil, pokud by si to přál.

Myšlenkové proudy středověku zkrátka neopouštěly přesvědčení, že v přírodě nelze vytvořit prázdnotu za pomoci přírodních sil. Myšlenky Aristotelova pojednání *Fyzika*, rozpracovalo několik středověkých autorů v teorii přírody a jejího *odmítání prázdnoty (vakua)*. Příroda má vrozenou hrůzu z prázdnoty, vyhýbá se jí a zabraňuje jejímu vzniku. Teorie o hrůze z prázdnoty byla použita k výkladu různých přírodních jevů, jako jsou například: obtížnost odtržení dvou dokonale vyleštěných ploch od sebe, obtížné otevírání dobře uzavřených měchů, neodtékání vody z malých otvorů v láhvi, když je uzavřená... Hrůzou z prázdnoty byl vysvětlován i výškový limit, kam se toho času podařilo nejvýše vyčerpát vodu a byl jí objasňován problém zapečetěné láhve naplněné vodou, která praskne, když zmrzne. Zde vyvodili učení pánové z dnešního pohledu chybný závěr, že pokud voda zmrzla, její objem se snížil, a láhev praskla tedy proto, aby zabránila vytvoření vakua.

Aristotelovská teorie strachu z prázdnoty začala být často diskutována a především zpochybňována od poloviny šestnáctého století, kdy došlo k jistému znovuzrození atomismu. Tento myšlenkový proud považoval doktrínu o existenci vakua za ústřední a zásadní.

Souběžně s tím posunul i značný rozvoj experimentování ke středu diskuse otázku, jaká je váha vzduchu, zda a pokud vůbec existuje. Přes určité intuitivní závěry některých atomismu nakloněných středověkých autorů zůstal atmosférický tlak velkou neznámou až do počátku sedmnáctého století. Obecný nesouhlas s ideou existence vakua v přírodě však přetrvával až do dob vědecké revoluce v čele s učením jako **Paolo Casati** (* 1617, Piacenza – † 1707) nebo **Athanasius Kircher** (* 1602, Geisa – † 1680), který představoval vskutku tvrdého odpůrce vakua.

Mezi prvními, kteří nabídli inovativní pohled na prázdnotu a tlak vzduchu, byl Holanďan **Isaac Beeckman** (*1588, Middelburg – † 1637), činorodý experimentátor, který svými moudrými postupy zkoumal řadu fyzikálních problémů. V roce 1626 stanovil vztah mezi tlakem a objemem při daném množství vzduchu, přičemž zjistil, že tlak roste až na úroveň vždy poněkud vyšší, než představuje snížení jeho objemu. Přijal existenci prázdna a uznal, že vzduch tlačí v každém směru. Zároveň byl jedním z prvních, kdo zavedl pojem pružnosti vzduchu.

V roce 1630 významný experimentátor **Jean Rey** (* 1582, Le Buque – † 1645) předpokládal, že nárůst hmotnosti v pozorovaném kalcinovaném cínu je způsoben absorpcí vzduchu kovem během procesu kalcinace, přičemž se tímto experimentem snažil stanovit hmotnost vzduchu.

Giovan Battista Baliani (* 1582 Genova – † 1666 Genova), italský matematik a fyzik, v anglofonních kruzích známý spíše jako John the Baptist Baliano, se stal známým svým pečlivým studiem mechaniky. Jakožto guvernér města Savonne narazil při zavlažování zahrad na nepřekonatelný problém. Potřeboval vodu vyčerpat do výše 21 metrů, což se



Obr. 5: Historický záznam Torricelliho experimentů¹

ukazovalo jako nemožné. S tímto problémem se obrátil na **Galileo Galilea** (* 1564, Pisa – † 1642, Arcetri), který z tohoto podnětu provedl experimentální měření, na jejichž základě stanovil maximální výšku vodního sloupce na 18 sáhů (což přibližně odpovídá 11 metrům).

Gasparo Berti (* 1600 – † 1643) se mezi lety 1640 až 1643 spolu s **Raffaellem Magiottim** (* 1579 – † 1656) zabýval vývojem různých experimentálních zařízení se záměrem empiricky potvrdit hladinu stoupání vody v trubici. Zatímco Galileo stanovil maximální výšku vodního sloupce 18 sáhů, Berti postavil na dvoře svého domu aparát, v němž voda vystoupala do výše asi 22 sáhů. Těmito výsledky tak diskreditoval pravdivost závěrů Galilea.

Ve Florencii na jaře roku 1644 provedl **Evangelista Torricelli** (* 1608, Faenza – † 1647, Firenze) experiment se skleněnými trubicemi zatavenými na jednom konci a napl-

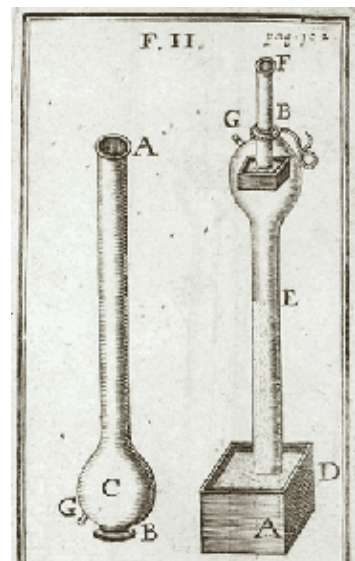
něnými rtutí. Naplněnou trubici na otevřeném konci uzavřel koncem prstu, otočil trubici zataveným koncem vzhůru a ponořil její otevřený konec, stále ucpaný prstem, do skleněné misky plné rtuti. Zjistil, že sloupec rtuti klesl pouze zčásti a hladina se zastavila ve výšce okolo 76 cm (Obr. 5¹). Torricelli byl přesvědčen, že prostor, který vznikl klesnutím rtuti ve skleněné trubici, je tvořen pouze vakuem, a že výška sloupce rtuti je závislá na tlaku vzduchu, který tlačí na hladinu rtuti ve skleněné misce. V dopise vědci jménem **Michelangelo Ricci** (* 1619 – † 1682) 11. června 1644 Torricelli prohlásil, že jeho experiment implikuje dvě podstatná zjištění, a sice: Příroda z prázdnoty nikdy hrůzu neměla a vzduch má vlastní hmotnost. Ricci hrál důležitou roli v teoretických i experimentálních diskuzích, které probíhaly v době před Torricelliho objevem a po něm.

Tímto svým slavným experimentem, který byl inspirován Galileem, rozpoutal Torricelli divokou diskuzi, a to jak ve vědeckých, filozofických, ale i v kosmologických kruzích. Tímto experimentem nastartoval úplnou „atmosférickou horečku“. Největší z filozofů, vědců a teologů z celé Evropy, se začali intenzivně věnovat období reflexe a experimentování, jehož cílem bylo potvrdit anebo zpochybnit existenci vakua a atmosférického tlaku. Příznivce Aristotela ani Descarta experiment nepřesvědčil a tvrdili, že sklo má velmi jemné póry, jimiž mohou, pronikají paprsky světla, magnetu a jiné částice hmoty.

„*Mnoho povyku pro nic*“, pravil by možná William Shakespeare, a byl by v tomto případě opět velmi výstižný, protože pojem prázdnota (vakuum) tvoří synonymum k pojmu nic. V polovině sedmnáctého století, v době rozkvětu vědecké revoluce, jsou jedním z hlavních témat diskuzí jednání o prázdnotě a atmosférickém tlaku vzduchu, o stavbě hmoty a povaze vesmíru. Hlavními rozhodčími v této diskuzi byli Galileo, Descartes, Gassendi, Hobbes, Pascal and Newton.

Adrien Auzout (*1622, Rouen – †1691, Roma) prováděl výzkumy především v oblastech statiky plynů a astronomie. Byl výtečným experimentátorem a mezi jeho největší úspěchy můžeme zařadit experiment, který provedl na podzim roku

1647 a který bývá nazýván „prázdnota uvnitř prázdnoty“. Při tomto experimentu dokázal, že výška sloupce rtuti je závislá na tlaku vzduchu uvnitř zařízení (Obr.6²). Experiment probíhal následovně: Barometrickou trubici se rtutí vložil do přístroje, v němž vzápětí vytvořil vakuum. Takto v barometrické trubici hladina rtuti významně klesla. Tím demonstroval, jakou úlohu má atmosférický tlak pro funkci rtuťového barometru.



Obr. 6: Jean Pecquet, 1661, *Experimenta nova anatomica*¹

¹ <http://www.observatory.cz/news/images/167-Torricelli.jpg>

² http://www.imss.fi.it/vuoto/2775_02.gif

Blaise Pascal (* 1632, Clermont-Ferrand – † 1662, Paris) proslul nejen jako fyzik, matematik, ale též teolog a křesťanský filozof. Jeho první experimenty vycházely z Torricelliho experimentů s barometrickou trubicí. Jeden z nejznámějších experimentů, které Pascal provedl, byl experiment v Clermont-Ferrandu a na blízkém Puy-de-Dome, kde provedl za veřejné asistence řadu exaktních srovnávacích měření rtuťového sloupce v různých nadmořských výškách. Dokázal možnost existence vakua a prezentoval, že rtuťový sloupec podléhá pouze gravitaci a tlaku atmosféry.

V rámci hodnocení příspěvků **Torricelliho** a **Pascala**, mluví sami za sebe dvě jednotky tlaku, které byly po nich pojmenovány.



Obr. 7: Průběh experimentu provedeným roku 1654 Otto von Guericke ¹

Otto von Guericke (* 1602, Magdeburg – † 1686), fyzik, matematik a starosta Magdeburgu, provedl v tomto městě v roce 1654 slavný experiment, kterému se dodnes říká Magdeburské polokoule. Experimentem se odhodlal prezentovat, jak velikou tlakovou silou na nás působí okolní vzduch. Duté Magdeburské polokoule o průměru 1,2 stopy (cca 51cm) nechal vyrobít z mědi. Na jejich vnitřních okrajích byly připevněny kožené pásy napuštěné olejem, které fungovaly jako těsnění zabraňující vnikání vzduchu dovnitř mezi polokoule. V jedné polokouli zela otvor, kterým vědec vodní vývěvou vyčerpával vzduch z prostoru mezi polokoulemi. Teď k sobě polokoule přitlačoval již jen okolní vzduch. K vnějším úchytům každé polokoule byly zapřaženy čtyři páry koní, kteří se měli pokusit polokoule od sebe odtrhnout (Obr. 7¹). Tlak vzduchu byl ovšem tak veliký, že polokoule držely pevně u sebe. Teprve po delší námaze se koním povedlo polokoule od sebe odtrhnout, přičemž se ozvala ohromná rána, která byla slyšet údajně až za hranice města. Experiment demonstroval sílu vakua a dokázal existenci atmosférického tlaku. Originální Magdeburské polokoule jsou k vidění v Technickém muzeu v Mnichově (Obr. 8).



Obr. 8: Originální Magdeburské polokoule

¹ http://www.hebig.org/blogs/archives/main/guericke_cropped.gif

Robert Boyle (* 1627, Lismore – † 1691) chtěl sestrojít přístroj, který by mu usnadnil výrobu vakua. Za vydatné pomoci svého asistenta **Roberta Hooka** (* 1635, Freshwater – † 1702) se mu to v roce 1657 podařilo. Začal zkoumat vlastnosti vakua, mezi nejznámější experimenty patří šíření zvuku, experimenty s hořením, nebo zjištění, že vzduch je nezbytný pro život. Experiment, kterým k tomuto zjištění dospěl, zachytil v roce 1768 Joseph Wright of Derby na svém obraze, který pojmenoval: „*An Experiment on a Bird in the Air Pump*“.(Obr. 9¹) Mezi nejznámější vědovy počiny patří Boyleův zákon, který



nám sděluje, že součin objemu a tlaku ideálního plynu je stálý při konstantní teplotě.²

Dalším zlomem v oblasti výzkumu vakua byl rok 1855, kdy Heinrich Geissler (* 1814, Igelshieb – † 1879, Bonn) vynalezl rtuťové objemové čerpadlo, které dokázalo vytvořit tehdy rekordní vakuum asi 10 Pa (0,1 Torr)

Obr. 9: Experiment s ptáčkem ve vývěvě¹

¹ <http://radicalart.info/physics/vacuum/WrightAirPump1768-S.jpg>

² (Smejkal, 1977), (Lenard, 1943), (Jáchim, říjen 1997), http://cs.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal, <http://www.quido.cz/osobnosti/torricelli.htm>, http://en.wikipedia.org/wiki/Evangelista_Torricelli, <http://www.imss.fi.it/vuoto/eauzou.html>, <http://www.historyofscience.nl/author.cfm?RecordId=1>, http://en.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke, http://en.wikipedia.org/wiki/Gasparo_Berti, <http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9mokritos>

9 Experimentální část

Co se experimentů týče, čerpala jsem z české i cizojazyčné odborné literatury, historické i současné, jakož i z učebnic pro základní školu a z internetových zdrojů. Několikrát mě během přípravy této práce potkala tato příhoda: Byla jsem pevně přesvědčena, že ten konkrétní experiment jsem vymyslela jen a jen já. Ke svému zděšení jsem jej nakonec našla většinou v některém starším zdroji v oblasti literatury. Jako jeden z těchto příkladů uvádím experiment „Pivo pod vývěvou“, který jsem dávno po několikeré jeho pyšné realizaci našla v první české učebnici fyziky od K. Šádka, která byla vydána roku 1825 a nese název *Přírodověda neb fyzika čili Učení o přirozených věcech*.

Pokud jsem experiment převzala, uvádím vždy u jeho názvu odkaz na číslo, pod nímž se daná učebnice, kniha či internetový odkaz nachází v seznamu použité literatury.

Vytvořila jsem soubor experimentů, který obsahuje modifikace klasických experimentů, méně známých experimentů, a konečně i mé skutečně vlastní experimenty. Některé experimenty nabízím ve více různých alternativách. Každý experiment je v práci detailně popsán a doplněn příslušnou fotografií popř. souborem fotografií, ilustrací či některou z přiložených video-sequencí. Všechny tyto materiály mohou sloužit jako metodická pomůcka při výuce poznatků o plynech. Všechny experimenty jsem důkladně ověřila a uvedla vlastní náměty a poznámky pro pedagogy či případně další čtenáře mé práce.

K provádění následujících experimentů pedagog potřebuje minimum drahých pomůcek. Vystačí si s PET-láhvemi, plastovými hadičkami, pouťovými balónky, skleničkami, zkumavkami, nálevkou, autoventilkem zapuštěným do víčka a podobnými předměty denní potřeby. Za jedinou uvedenou skutečně drahou pomůcku považuji rotační vývěvu s recipientem, kterou učitelé na základních školách často k dispozici nemívají. Částečně i proto jsem k experimentům s vývěvou připojila krátké a názorné video-sequenční, které zachycují průběhy jednotlivých experimentů.

Žáci mohou pomocí heuristických experimentů na základě vlastních zkušeností z pozorování plynu při různých situacích logicky vyvozovat dílčí poznatky. V experimentální části je uvedena řada alternativních experimentů, které pedagogovi umožňují vybrat v rámci svých možností ten nejvhodnější pro své žáky. Zároveň jej mohou inspirovat k dalším experimentům. Příval inovací je omezen pouze schopnostmi a možnostmi každého konkrétního pedagoga, který přejímá odpovědnost, s jakou funkcí zařadí a využije vybrané experimenty do výuky.

9.1 Existence vzduchu

9.1.1 Jsou sklenička a sáček skutečně prázdné?

Cíl experimentu:

Potvrzení, že vzduch zaujímá prostor, přestože není vidět.

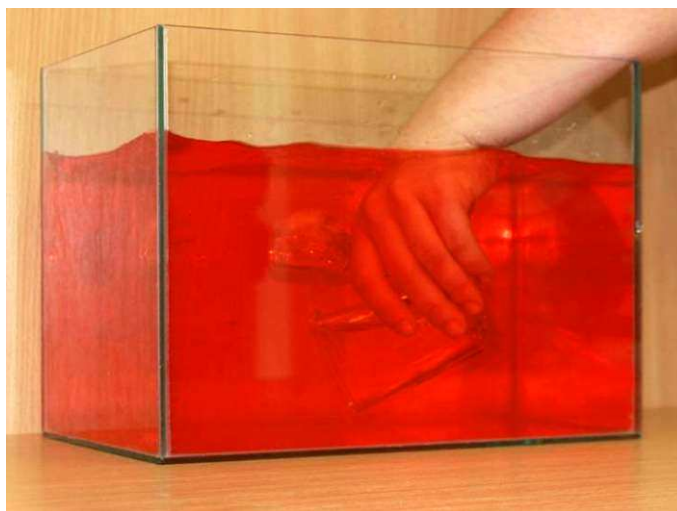
Pomůcky:

akvárium, sklenice, igelitový sáček, svíčka, zápalky, voda

Sklenička¹

Provedení:

Akvárium naplňte vodou, ponořte do něj sklenici dnem vzhůru. Po mírném naklonění sklenice pozorujte, jak z ní unikají vzduchové bubliny (Obr. 10). Po opětovném narovnání skleničky pozorujte, jak na místo vzduchu, který unikl, vnikla voda.



Obr. 10: Je sklenička skutečně prázdná?

Vysvětlení:

Voda do „prázdné“ skleničky nepronikne, protože v ní je vzduch, který v ní zaujímá určitý objem. Dokud ze skleničky nemůže vzduch uniknout (vzduch je lehčí než voda), zabraňuje vniknutí okolní vody do skleničky. Jakmile nakloníte skleničku, část vzduchu unikne a na jeho místo nateče okolní voda.

Otázky k zamyšlení:

Proč voda nevnikla do skleničky, když jsme ji vnořili do nádoby dnem vzhůru?

Co se stane, když skleničku se vzduchem pod vodou mírně nakloníte?

Sáček²

Provedení:

Zapalte připravenou svíčku. Igelitový sáček na odpadky co nejvíce otevřete a potom jeho okraj těsně stiskněte a držte uzavřený. Nechte žáky, aby si igelitový sáček zkusili

¹ z 3

² z 48

jemně zmáčknout. Potom trochu uvolněte sevření, namířte ústí pytlíku na zapálenou svíčku a nechte jednoho žáka znovu, tentokrát silněji zmáčknout igelitový pytlík.



Obr. 11: Pomůcky k experimentu 9.1.1.

Vysvětlení:

Igelitový sáček nešel zmáčknout, protože v „prázdném“ sáčku byl vzduch. Při namíření na svíčku a silnějším zmáčknutím žák vytlačil vzduch z igelitového pytlíku a sfoukl ji.

Otázky k zamyšlení:

Proč nejde uzavřený igelitový sáček snadno stisknout k sobě?

Co se stalo s plamenem svíčky?

Tipy:

Tyto experimenty je obzvláště vhodné zařadit do výuky na prvním stupni do tématu člověk a jeho svět. Oba tyto experimenty můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediným omezením je, aby vyučující měl dostatečné množství pomůcek.



Obr. 12: Je sáček skutečně prázdný?

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 14 sekund.

9.1.2 Přelévání vzduchu pod vodou

Cíl experimentu:

Ověření, že vzduch má menší hustotu než-li voda.

Pomůcky:

akvárium, dvě skleničky, voda

Provedení:

Akvárium naplníme vodou. První skleničku ponoříme do vody a také ji naplníme vodou, potom ponoříme druhou skleničku do akvária dnem vzhůru. Pokusíme se přelít vzduch z jedné skleničky do druhé a zpět (Obr. 13).

Vysvětlení:

Při naklopení druhé sklenice začne unikat vzduch, který je lehčí než voda. Vzduchové bublinky jsou chytány do druhé skleničky, která je plná vody. Vnikající vzduch do skleničky z ní bude vytlačovat vodu.



Obr. 13: Přelévání vzduchu

Otázky k zamýšlení:

Popište, jak probíhal experiment a co se při něm dělo.

Tipy:

Tento experiment je obzvláště vhodné zařadit do výuky na prvním stupni do tématu člověk a jeho svět. Experiment je vhodný provádět jako heuristický žákovský. Můžeme mezi žáky uspořádat soutěž, o to, kterému se povede vícekrát přelít vzduch bez jakéhokoliv úniku. Pokud nemáte dostatečné množství skleniček, použijte průhledné plastové kalíšky.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 47 sekund.

9.1.3 Suchý papír pod vodou¹

Cíl experimentu:

Experimentem dospějeme k poznání, že vzduch zaujímá určitý objem.

Pomůcky:

akvárium, sklenice, papír, voda

Provedení:

Akvárium napustíme vodou. Vezmeme kus papíru a vmáčkneme



Obr. 14: Pomůcky k experimentu 9.1.3

¹ z 17, 48

me jej na dno skleničky tak, aby tam držel. Otočíme skleničku dnem vzhůru a ponoříme ji do akvária. Uspořádání experimentu je názorně vidět na obrázku č. 14 a 15.

Vysvětlení:

Vzduch ve sklenici zaujímá určitý objem, který zabraňuje vnikání okolní vody do skleničky a tím pádem i k papíru, který je u dna.

Otázky k zamýšlení:

Jak to, že papír zůstal suchý?

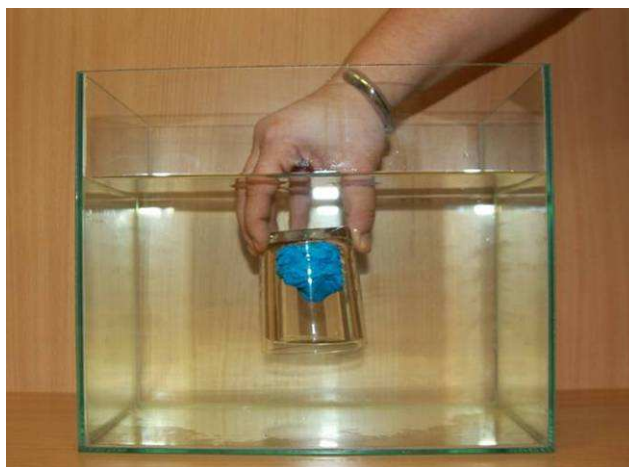
Tipy:

Před zahájením vlastního experimentu můžeme žákům položit otázku, zda je možné ponořit papír pod vodu tak, aby zůstal suchý.

Tento experiment můžeme provádět jako heuristický, ale lze jej do výuky zařadit jako ověřovací, kdy již znají předpokládané chování „prázdné“ skleničky, otočené dnem vzhůru. Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na obou stupních základního vzdělání. V historickém kontextu, můžeme zmínit, že tohoto principu se využívalo v potápěčských zvonech.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 39 sekund.



Obr. 15: Suchý papír pod vodou

9.1.4 Vlévání vody do láhve

Cíl experimentu:

Ověření faktu, že vzduch zaujímá určitý objem.

Varianta 1¹

Pomůcky:

vhodná skleněná láhev, nálevka s rovným výtokovým otvorem, modelovací hmota „modelína“, voda, potravinářské barvivo, špejle



Obr. 16: Vlévání vody do nálevky I.

¹ z 17

Provedení:

Experiment sestavíme podle obrázku č. 16. Nálevku modelínou vzduchotěsně utěsníme do hrdla skleněné láhve. Nalijeme-li do nálevky obarvenou vodu nebude vtékat do láhve.

Pokud budeme chtít, aby voda vtékala do láhve, použijeme špejli nebo nějaký jiný vhodný předmět a uděláme do modelínové zátky dírku (Obr. 17) tak, aby mohl z láhve unikat vzduch.



Obr. 17: Vlévání vody do nálevky II.

Vysvětlení:

Vzduch v láhvi zaujímá určitý objem a zabraňuje svým tlakem vnikání okolní vody do vnitřku láhve. Jestliže uděláme dírku do modelínové zátky, uvolníme pro vzduch cestu ven, poklesne tlak vzduchu v láhvi a do láhve vnikne voda.

Otázky k zamyšlení:

Proč nevtéká voda do láhve?

Co se stalo, když jsme do zátky udělali dírku?

Tipy:

Do nálevky je vhodné nalít obarvenou vodu pro lepší viditelnost jevu. K experimentu si vyberte vhodnou nálevku, která by neměla mít na konci příliš velký nebo šikmo seříznutý otvor, aby vzduch nemohl probublávat vzhůru samotnou nálevkou. S takovou, v hrdle upevněnou nálevkou můžeme ukázat střídavé probublávání vzduchu z nádoby a vytékání vody do nádoby.

Varianta 2¹**Pomůcky:**

vhodná skleněná láhev, nálevka, zátka se dvěma otvory, hadička, skleněná trubička, dětská sponka, kádinka (sklenička), voda, potravinářské barvivo

Provedení:

Experiment sestavíme podle obrázku č. 18. Nálevku vzduchotěsně utěsníme do jednoho z otvorů zátky.



Obr. 18: Sestavení experimentu 9.1.4.b

¹ z 48

Druhým otvorem v zátce vedeme vzduchotěsně skleněnou trubičku s navléknutou hadičkou ke kádince. Nalijeme-li do nálevky obarvenou vodu, nebude vtékat do láhve, pokud máme hadičku uzavřenou tlačkou. Po uvolnění tlačky začne obarvená voda do láhve vtékat a bublinky v kádince zviditelní unikání vzduchu (Obr. 19).



Vysvětlení:

Vzduch v láhvi zaujímá určitý objem a zabraňuje svým tlakem vnikání okolní vody. Jestliže uvolníme vzduchu cestu ven hadičkou, poklesne tlak vzduchu v láhvi a do láhve vnikne voda.

Otázky k zamyšlení:

Proč nevtéká voda do láhve, když máme uzavřenou hadičku?

Co se stalo, když byla hadička uvolněna?

Tipy:

Obr. 19: Průběh experimentu
9.1.4.b

Pokud nemáme vhodnou zátku se dvěma otvory, můžeme ji nahradit „modelínou“, kterou pečlivě utěsníme kolem nálevky a skleněné trubičky. Do nálevky je vhodné nalít obarvenou, ale v kádince je lepší nechat jen slabě obarvenou vodu, bublinky vzduchu jsou pak lépe vidět. K experimentu si vyberte vhodnou nálevku, která by neměla mít na konci příliš velký a šikmo seříznutý otvor, aby vzduch nemohl probublávat vzhůru samotnou nálevkou. S takovou nevhodnou v hrdle upevněnou nálevkou můžeme ukázat střídavé probublávání vzduchu z nádoby a vytékání vody do nádoby. Tento experiment je vhodné zařadit jak do výuky na prvním stupni, tak i na stupni druhém. Je vhodný i jako domácí žákovský experiment.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 26 sekund.

9.1.5 Kolik vzduchu vydechneme¹

Cíl experimentu:

Zjištění objemu plic.

Pomůcky:

plastový demižon o objemu 5 l, akvárium, hadička, skleněná trubička

Příprava:

Do plastového demižonu o objemu 5 l postupně vléváme vodu. Po každém 0,5 l na stěně demižonu vyznačíme výšku hladiny, abychom vytvořili stupnici objemu.

Provedení:

Demižon plný vody umístíme dnem vzhůru do akvária s vodou. Do hrdla demižonu zasuneme konec hadičky. Do láhve vyfoukneme po hlubokém nadechnutí vzduch a změříme objem vydechnutého vzduchu, který jsme vyfoukli do lahve.

Otázky k zamyšlení:

Kolik litrů vzduchu jsi vydechnul?

Jak tvoje plíce získávají více vzduchu při namáhavé práci?

Tipy:

Z hygienických důvodů konec hadičky opatříme vždy novým nátrubkem skleněnou trubičkou, kterou vždy vydesinfikujeme, nebo brčkem, které vždy vyměníme.

Tento experiment se hodí jako žákovský. Tento experiment podporuje mezi předmětové vztahy (přírodopis – fyzika).

¹ z 48

9.1.6 Co stlačíme snáz? Vodu nebo vzduch?

Cíl experimentu:

Ověření rozdílnosti stlačitelnosti vzduchu a vody.

Pomůcky:

injekční stříkačka, utavená jehla (pro uzavření otvoru pro jehlu), voda

Provedení:

Injekční stříkačku naplníme vodou, na otvor nasadíme utavenou jehlu a pokusíme se o stlačení vody. Vypustíme vodu a necháme v injekční stříkačce jen vzduch a porovnáme stlačitelnost vzduchu a vody. Poté nasajeme do jedné poloviny objemu injekční stříkačky obarvenou vodu, otočíme ji a do druhé poloviny objemu nasajeme vzduch. Poté na otvor nasadíme utavenou jehlu a opět se pokusíme o stlačení, je názorně vidět, že objem vody se nezmění. Naopak vzduch se nám povedlo stlačit.



Obr. 21: Průběh experimentu 9.1.6



Obr. 20: Pomůcky experiment 9.1.6

Vysvětlení:

Vzduch je pružný, proto jej lze stlačit mnohem snadněji než voda. Vzduch je na rozdíl od kapalin stlačitelný, protože mezi molekulami plynu jsou mnohem větší vzdálenosti než mezi molekulami kapalin. Působením vnější síly lze tyto vzdálenosti výrazně zmenšit. Jakmile přestaneme působit vnější silou na píst, plyn se opět rozepne a vyplní celý prostor injekční stříkačky.

Otázky k zamyšlení:

Porovnejte, nakolik je v injekční stříkačce možné stlačit vodu a vzduch?

Která z těchto látek je stlačitelnější?

Zůstane vzduch stlačen i poté, co se do něj přestane opírat píst?

Kde se pružnost vzduchu využívá?

Tipy:

Tento experiment lze provádět jako heuristický. Jedinou podmínkou je dostatečné množství injekčních stříkaček. Stlačování vzduchu můžeme demonstrovat i v hustilce na kolo. Místo vzduchu můžeme zkusit nasát jiný plyn, např. oxid uhličitý. Výsledek

experimentu bude stejný.

Můžeme zatavit i samotnou stříkačku, ale pozor! Píst nikdy nenechávejte dole., jinak už se Vám nepovede píst vytáhnout. Pokud nemáte utavenou jehlu a nechcete znehodnotit injekční stříkačku, postačí vám i váš palec.

9.2 Tíha vzduchu

9.2.1 Má vzduch hmotnost? I¹

Cíl experimentu:

Zjištění, že vzduch má hmotnost.

Pomůcky:

digitální váhy, vyfouklý míč na volejbal nebo pouťový balónek, hustilka na míče



Obr. 23: Průběh experimentu 9.2.1.a

Provedení:

Připravíme si digitální váhy a zapneme je. Vezmeme vyfouklý míč na volejbal (nebo pouťový balónek) a zvážíme ho (Obr. 23). Změřenou hmotnost zapíšeme. Připravíme si hustilku a nafoukneme její pomocí volejbalový míč (balónek). Nefoukáme ústy, neboť výsledek by byl zkreslený vodní párou

obsaženou ve vydechovaném dechu. Balónek opět zvážíme a hodnotu na vahách opět zapíšeme (Obr. 22).



Obr. 22: Průběh experimentu 9.2.1.b

Vysvětlení:

Vzduch má vlastní hmotnost, proto hmotnost balónku naplněného vzduchem bude vyšší než hmotnost prázdného balónku. Rozdíl hmotností zjištěný vážením není dán rozdílem obou hmotností v prázdném a v nafouklém balónku. Je to důsledek nadnášení Archimédovou vztakovou silou, která je u nafouknutého balónku vzhledem k většímu objemu větší. 1 litr vzduchu za normálního tlaku má hmotnost přibližně 1,3 g.

Otázky k zamyšlení:

Proč je nafouklý balón těžší než splasklý?

¹ z 37

9.2.2 Má vzduch hmotnost? II

Cíl experimentu:

Zjištění, že vzduch má hmotnost.

Pomůcky:

tělo rovnoramenných vah, 2 stejné balóanky, 2 stejné háčky

Provedení:

Použijeme tělo starých rovnoramenných vah, na konce ramen zavěsíme háčky.



Obr. 25: Porušená rovnováha na vahách

Proč se porušila rovnováha na vahách?

Otázky k zamýšlení:

Proč se porušila rovnováha na vahách?

Tipy:

Pokud nemáme k dispozici staré funkční tělo rovnoramenných vah, postačí nám: 2 kelímky, 2 špejle, izolepa, provázek. Váhy sestavíme tak, že svážeme ze dvou špejlí kříž, který je vyvážený. Vezmeme dva kelímky a otočíme je dnem vzhůru. Připevníme na ně dva protilehlé konce špejlí. Na houpačku, která nám tím vznikla, připevníme balóanky.



Obr. 24: Rovnováha na vahách

Na háčky zavěsíme stejné prázdné balóanky (Obr. 24). Odaretujeme a pozorujeme, že váhy jsou v rovnováze. Váhy opět zaaretujeme a sundáme jeden balóanek. Balóanek nafoukneme a opět ho pověsíme zpět na jeho místo. Váhy odaretujeme a pozorujeme, že rovnováha vah je narušena (Obr. 25).

Vysvětlení:

K porušení rovnováhy dojde v důsledku toho, že vzduch má vlastní hmotnost, a proto hmotnost balóanku naplněného vzduchem je vyšší než hmotnost prázdného balóanku. Je to důsledek nadnášení Archimédovou vztakovou silou, která je u nafouknutého balóanku vzhledem k většímu objemu větší.

9.2.3 Vážení vzduchu¹

Cíl experimentu:

Zjištění, že vzduch má hmotnost.

Pomůcky:

improvizované váhy (lepidlo, pravítko, lehký kolíček na prádlo, automobilová hustilka (kompresor), 2 dvoulitrové plastové láhve s ventilkem a 1 plastová láhev bez ventilkem, tenkostěnná plastová hadička o vnitřním průměru 0,7 mm nebo 0,9 mm, akvárium, závažíčko 2,5 g

Příprava:

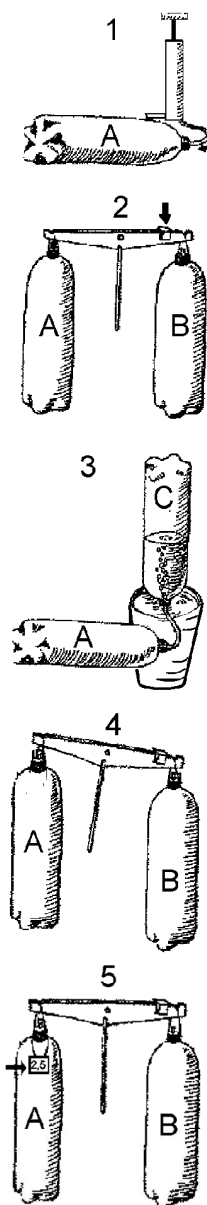
Plastové láhve s ventilkem zhotovíme tak, že do uzávěru dvoulitrové plastové láhve od limonády vyvrtáme otvor o průměru 12 mm. Do něho vtláčíme automobilový ventilek do bezdušové pneumatiky. Jeho rýhu, která bude těsnit v zátce, potřeme lepidlem (chemopren nebo jiné lepidlo na gumu). Vahadlo improvizovaných vah zhotovíme z plastového pravítka 30 cm dlouhého. Vahadlo může být i z překližky, z plexiskla, z dřevěných modelářských nosníků apod. Celý postup experimentu naznačují jednotlivé fáze znázorněné na obrázku.

Provedení:

Jednu z láhví důkladně nahustíme vzduchem (automobilovou hustilkou nebo předem kompresorem u benzínové pumpy) a druhou jen uzavřeme. Obě potom zavěsíme na vahadlo a vyvážíme lehkým kolíčkem, plíškem nebo těžší kancelářskou sponkou. Potom z nahuštěné láhve vypustíme tenkostěnnou hadičkou 2 litry vzduchu do láhve naplněné vodou podobně, jak ukazuje obrázek dalšího experimentu. Zavěsíme-li pak láhev na vahadlo, je z vychýlení vahadla patrný pokles hmotnosti. Rovnováhu obnovíme, když na láhev zavěsíme přívazek 2,5 gramu těžký. Máme-li digitální nebo laboratorní váhy, zjistíme změnu hmotnosti dvojím vážením.

Otázky k zamyšlení:

Kolik váží 2 litry, resp. 4 litry vzduchu?



Obr. 26: Průběh experimentu 9.2.3¹

¹ z 69

9.3 Projevy atmosférického tlaku

9.3.1 Torricelliho experiment s vodou¹

Cíl experimentu:

Důkaz atmosférického tlaku.

Pomůcky:

Torricelliho trubice (Průhledná 10 m dlouhá plastová trubice o průměru 8 – 10 mm zakončená vzduchotěsnou zátkou nebo na konci zatavenou skleněnou trubicí asi 70 cm dlouhou), voda, fluorescein



Obr. 27: Vodní torricelliho trubice

Provedení:

Trubicí pověsíme z okna (alespoň ve výšce 11 m) uzavřeným koncem dolů a naplníme ji vodou s fluoresceinem. Plnění je časově poněkud náročnější, protože vzduchové bubliny stoupají vzhůru pomalu. Když je trubice zcela zaplněná a bez bublin, pořádně ji zazátkujeme a tento konec spustíme dolů. Druhý, při plnění spodní konec, vytáhneme vzhůru. Spodní konec hadice poté ohneme a vytáhneme zátku. Tlak vzduchu dovolí vytékat vodě jen do té doby, než se výška hladiny vodního sloupce v trubici ustálí přibližně v desetimetrové výšce nad otvorem.

Vysvětlení:

Voda z hadice nevytéká, protože na ni působí tlaková síla vzduchu.

Vzduch, který tvoří obal Země, tlačí stejně velkým tlakem, jako desetimetrový sloupec vody. Na každý centimetr čtverečný tlačí vzduch přibližně stejně, jako kdyby na této ploše stálo kilogramové závaží. Výška vodní hladiny je při tomto experimentu o 20 – 30 cm nižší než odpovídá atmosférickému tlaku vzduchu. Nad hladinou sice není vakuum, ale sytá vodní pára a vzduch uvolněný z vody, ve které byl rozpuštěn. To ovšem výsledek dramaticky neovlivní.

Otázky pro žáky:

Proč voda z trubice nevytéká, co na ni tlačí?

Tipy:

Do vody přidáme fluorescein pro lepší viditelnost hladiny vodního sloupce, nikdy do Torricelliho trubice nedáváme potravinářské barvivo, protože to nám obarví i trubici a vodní hladina není pořádně vidět. Tento experiment je vhodný pro druhý stupeň. Neměli bychom zapomenout na historický kontext tohoto experimentu a naopak bychom jej měli vyzdvihnout.

¹ z 17, 37

9.3.2 Jak pijeme slámkou?¹

Cíl experimentu:

Ozřejmění principu slámky a pipety.

Pomůcky:

sklenice, skleněná nebo plastová trubička, voda, potravinářské barvivo

Provedení:

Do sklenice nalijeme obarvenou vodu. Uchopíme trubičku a prstem uzavřeme její horní otvor. Ponoříme část trubičky do vody a pozorujeme ji (Obr. 28). Uvolníme prst na horním okraji a sledujeme, co se bude dít. Zakryjeme horní otvor trubičky prstem a vytáhneme trubičku z vody (Obr. 28). S trubičkou nad sklenicí uvolníme prst a opět sledujeme, co se stane.



Obr. 28: Jak pijeme slámkou

Vysvětlení:

Vzduch v ucpané trubičce zaujímá určitý objem, který zabraňuje vnikání okolní vody do trubičky. Jakmile uvolníme horní okraj trubičky, vzduch má kam uniknout a voda vnikne do trubičky. Atmosférický tlak působí stejně na vodu ve sklenici i na vodu v trubičce. Když po naplnění trubičky vodou opět uzavřeme její horní okraj prstem a trubičku vysuneme z vody, zůstane voda v trubičce, protože atmosférický tlak vzduchu působící na dolní okraj trubičky přemůže tíhovou sílu. Tlak nad hladinou vody v trubičce se snížil malým poklesem vody v trubičce. Jakmile uvolníme horní okraj trubičky, tlak vzduchu na jejím horním a dolním okraji se vyrovná, tíhová síla převáží a voda vyteče ven.

Otázky k zamyšlení:

Proč voda nevteče do trubičky, pokud je její horní okraj uzavřen prstem?
Co se děje se vzduchem v brčku při pití limonády?

¹ z 1, 35, 60

Tipy:

Je vhodné volit průhlednou slámku a obarvit vodu pro lepší viditelnost prováděného experimentu. Nesmíme zapomenout poukázat na využití tohoto jevu v praxi.

Je obzvláště vhodné jej zařadit do výuky na prvním stupni do tématu člověk a jeho svět. Tento experiment můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediné omezení představuje množství pomůcek, kterými vyučující disponuje.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na dvou video-sekvencích o délce 22 sekund (kratší verze s detailním záběrem, co se děje ve slámce) a 60 sekund (delší verze).

9.3.3 Voda ve skleničce¹

Cíl experimentu:

Předvést důkaz existence atmosférického tlaku.

Pomůcky:

akvárium, sklenička, potravinářské barvivo, voda

Provedení:

Do akvária nebo jiné vhodné nádoby nalijeme vodu obarvenou potravinářským barvivem. Skleničku ponoříme celou do akvária a naplníme ji vodou. Otočíme plnou skleničku dnem vzhůru a začneme ji pomalu zvedat tak, až se sklenička skoro celá ocitá nad hladinou (Obr. 29).

Vysvětlení:

Voda drží ve skleničce díky atmosférické tlakové síle, která působí na hladinu obarvené vody v akváriu.



Obr. 29: Průběh experimentu

¹ z 17, 45

Otázky k zamyšlení:

Proč voda ze skleničky nevyteče dřív, než ji zvedneme nad hladinu?

Tipy:

Opět prospěje vodu obarvit potravinářským barvivem, aby byl průběh experimentu dobře viditelný. Místo skleniček nám postačí průhledné plastové kalíšky.

Tento experiment je obzvláště vhodné zařadit do výuky na prvním stupni do tématu člověk a příroda. Oba tyto experimenty můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediné omezení představuje množství pomůcek, které má vyučující k dispozici.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 28 sekund.

9.3.4 Vnikání zkumavky do zkumavky¹

Cíl experimentu:

Prokázat existenci atmosférického tlaku.

Pomůcky:

fotomiska, dvojice zkumavek, z nichž jedna je menší a je možné ji zasunout do větší zkumavky, kádinka, voda, potravinářské barvivo

Provedení:

Větší ze zkumavek naplníme vodou, zasuneme do ní druhou a obě pak rychle nad miskou obrátíme dnem vzhůru (Obr. 30). Přitom do vnitřní zkumavky ještě trochu zatlačíme. Voda z velké zkumavky začne po stěnách té menší vytékat a vnitřní zkumavka pomalu stoupá vzhůru, dokud se její dno nezarazí o dno velké zkumavky (Obr. 31).



Obr. 30: Pomůcky k experimentu 9.3.4

Vysvětlení:

Malou zkumavku dovnitř tlačí atmosférický tlak vzduchu.

¹ z 2

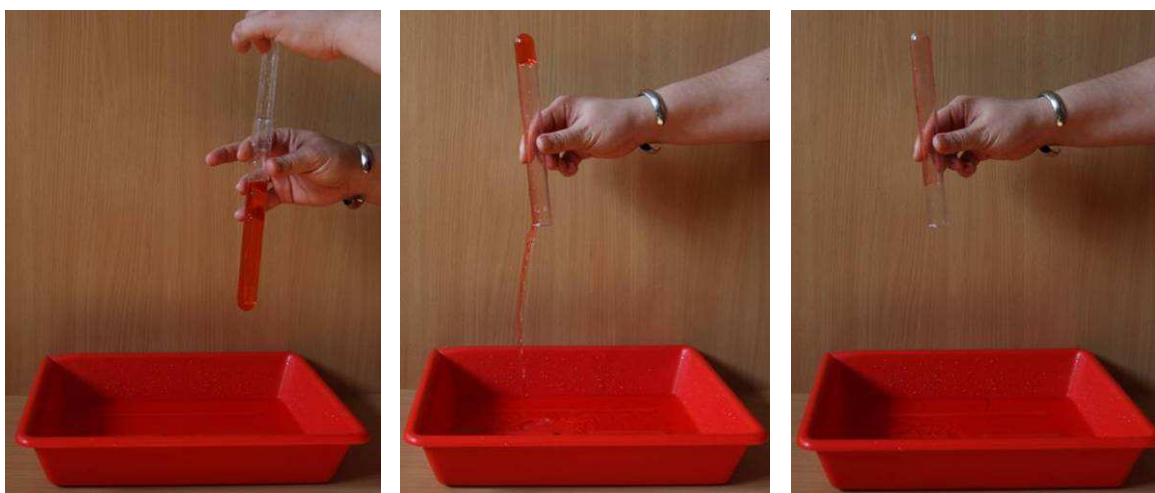
Otázky k zamyšlení:

Co tlačí malou zkumavku dovnitř?

Tipy:

Neuškodí zkumavky předem vyzkoušet, rozdíl velikostí nesmí být moc veliký, aby vzduchové bubliny nevnikaly mezi zkumavky. Přesvědčivosti experimentu též prospěje, seženeme-li menší zkumavku bez okraje, protože zkumavka zajede celá dovnitř.

Tento experiment je opět velmi vhodný pro první i pro druhý stupeň. Experiment můžeme zařadit do výuky jako motivační, ale i jako heuristický žákovský. Abychom předešli ztrátám na zkumavkách, můžeme použít místo klasických skleněných zkumavky umělohmotné. Existuje jediné omezení a tím je dostatečné množství vhodných zkumavek a fotomisek.



Obr. 31: Průběh experimentu zkumavka do zkumavky

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 35 sekund.

9.3.5 Rozmačkání plechovky tlakem vzduchu¹

Cíl experimentu:

Důkaz síly atmosférického tlaku.

Pomůcky:

akvárium, plechovka od piva, kahan, chňapka (kožená rukavice)

Provedení:

Akvárium naplníme do 3/4 vodou. Do plechovky nalijeme do výše 1 cm vodu a zahřejeme ji k prudkému varu (Obr. 32). Necháme ji cca 1 minutu prudce vařit. Vezmeme chňapku a plechovku s vroucí vodou překlápíme dnem vzhůru do akvária s vodou. Vnější tlak vzduchu plechovku zbortí. (Obr. 33).



Obr. 32: Zahřívání plechovky

Vysvětlení:

Voda v akváriu uzavře plechovku. Pára v plechovce rychle zkapalní, tím se sníží tlak v plechovce a atmosférický tlak vzduchu ji rozmačká dřív, než do ní vnikne voda.

Otázky k zamyšlení:

Co zmačkalo plechovku?

Proč vzduch nerozmačkal plechovku, jakmile jsme vypili její obsah?

Jak by probíhal experiment, kdyby plechovka byla natolik pevná, aby tlak vzduchu vydržela?



Obr. 33: Průběh experimentu borcení plechovky

¹ z 56

Tipy:

Dbejte na to, aby se voda z plechovky nevyvařila, jinak se vám experiment nezdaří. Tento experiment můžeme zařadit do výuky na prvním stupni, ale samozřejmě i na stupni druhém.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 18 sekund.

9.3.6 Zlomení prkénka¹

Cíl experimentu:

Žáci se přesvědčí o síle atmosférického tlaku.

Pomůcky:

dvojlist novin, prkénko z lísky (laťka),
pevná podložka (nejlépe stůl)

Provedení:

Prkénko z lísky položíme na stůl tak, aby se jedna z jeho polovin ocitla mimo desku stolu (Obr. 34). Dvojlist novin rozložíme a položíme na desku stolu tak, aby jeho střed překrýval prkénko. Noviny jsou celou svou plochou položeny na desce stolu. Noviny nezapomeneme uhladit. Jedním **rychlým** pohybem udeříme do vyčuhující části prkénka. Prkénko se zlomí (Obr. 35).



Obr. 34: Uspořádání experimentu



Obr. 35: Zlomené prkénko z lísky

Vysvětlení:

Atmosférický tlak vzduchu pod novinami i nad novinami je na začátku experimentu stejný. Úderem do prkénka se jeho druhý konec, schovaný pod novinami, snaží noviny nadzvednout. Tím pod novinami vznikne podtlak, shora na noviny tlačí setrvačnou silou sloupec vzduchu a noviny zůstanou na potřebný moment na místě. Tím se prkénko z lísky octne ve „svěráku“ mezi stolem a novinami a prudkou ranou vedenou shora se zlomí.

¹ z 35

Otázky k zamyšlení:

Proč se prkénko zlomí?

Co by se stalo, kdybychom udeřili na hranu prkénka pomalu?

Tipy:

Výborně fungují dvojlisty z klasických deníků, které mají dostatečně velkou plochu.

Experiment je vhodné provádět jako heuristický žákovský. Můžeme mezi žáky uspořádat soutěž. Vyhlásíme, komu se povede dřív a lépe zlomit prkénko.

9.3.7 Borcení láhve vypouštěním vody¹

Cíl experimentu:

Demonstrovat důkaz atmosférického tlaku.

Pomůcky:

větší plastová láhev se zapuštěnou vypouštěcí hadičkou, obarvená voda, nádoba na zachytávání vody

Provedení:

Do dvoulitrové plastové láhve vytvoříme 2 cm ode dna otvor. Do vzniklého otvoru vsuneme hadičku tak, aby zasahovala cca 1cm do láhve a zbytek koukal ven. Hadičku utěsníme k láhvi průchodkou a lepidlem tak, aby dokonale těsnila. Hadička musí být dlouhá minimálně 1 m, protože pokles tlaku je dán svislou délkou vodního sloupce. Pokud bude hadička kratší, experiment se nezdaří. Plastovou láhev naplníme obarvenou vodou a umístíme ji na stůl tak, aby hadička mohla viset dolů a voda mohla vytékat do připravené nádoby. Při vytékání vody se plastová láhev postupně bortí (Obr. 36).



Obr. 36: Průběh experimentu borcení láhve

Vysvětlení:

Tlak vody v láhvi je na začátku stejný jako atmosférický tlak vzduchu. Když obarvená voda vytékala ven z láhve, klesl její tlak. Atmosférický tlak vzduchu byl větší než tlak uvnitř plastové láhve a začal ji bortit.

¹ z 70

Otázky k zamyšlení:

Proč se láhev při vytékání vody bortí?

Tipy:

Pro lepší viditelnost experimentu je vhodné použít obarvenou vodu. Tento experiment je vhodné zařadit jako demonstrační.

Experiment je vhodný, jak na první i druhý stupeň základního vzdělávání.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 64 sekund.

9.3.8 Vtékání vzduchu do láhve s vodou¹

Cíl experimentu:

Ověřit síly atmosférického tlaku.

Pomůcky:

skleněná láhev, hadička dlouhá minimálně 1,5 m, fotomiska, voda, potravinářské barvivo, stojan

Provedení:

Vodu obarvíme potravinářským barvivem pro lepší viditelnost experimentu a láhev jí naplníme až po okraj. Fotomisku také naplníme vodou, ta už obarvená být nemusí. Hrdlo láhve prostrčíme stojanem a ponoříme do fotomisky s vodou. Hadičku na jednom konci stiskneme a druhý konec vsuneme do hrdla láhve. Povolíme stisk na konci hadičky a pozorujeme, jak skrz ni vniká do láhve vzduch a láhev se postupně vyprazdňuje (Obr. 37).

Vysvětlení:

Vnější atmosférický tlak vzduchu je větší než hydrostatický tlak vody na ústí trubičky v láhvi a proto vniká vzduch dovnitř láhve.



Obr. 37: Průběh experimentu 9.3.8

¹ z 60

Otázky k zamyšlení:

Proč vniká vzduch dovnitř láhve?

Tipy:

Výborně se osvědčil stojan s kruhem. Je opět velice vhodné obarvit vodu potravinářským barvivem pro lepší viditelnost experimentu.

9.3.9 Sklenička a pohlednice

Varianta 1¹

Cíl experimentu:

Demonstrovat důkaz atmosférického tlaku.

Pomůcky:

sklenička, mince, pohled, voda, fotomiska

Provedení:

Naplníme skleničku do poloviny vodou, vložíme do ní pár mincí. Pohlednicí překryjeme skleničku a při jejím stálém přidržování ji otočíme dnem vzhůru. Pohlednice drží na sklenici a voda nevyteče (Obr. 38).

Vysvětlení:

Hmotností vody a zátěže se papír mírně prohne a objem vzduchu ve skleničce se zvětší, ale jeho tlak bude menší než tlak atmosférický. Tlak vody ve skleničce na pohlednici je menší než vnější tlak vzduchu na pohlednici.

Otázky k zamyšlení:

Proč pohlednice nepadla, když jsme skleničku obrátili dnem vzhůru?

Tipy:

Tento experiment můžeme využít jako motivační. Můžeme mezi žáky uspořádat soutěž, komu se podaří umístit do skleničky větší zátěž.



Obr. 38: Průběh experimentu 9.3.9.

¹ z 2

Varianta 2¹**Pomůcky:**

sklenička, pohlednice, voda, potravinářské barvivo, fotomiska

Provedení:

Vodu obarvíme potravinářským barvivem. Skleničku naplníme po okraj obarvenou vodou. Pohlednicí překryjeme skleničku a při jejím stálém přidržování ji otočíme dnem vzhůru. Pomalu přestaneme pohlednici přidržovat. Pohlednice drží na sklenici a voda nevyteče.



Obr. 39: Průběh experimentu

Vysvětlení:

Tlak vody ve skleničce na pohlednici je menší než vnější tlak vzduchu na pohlednici.

Otázky k zamyšlení:

Co přidržuje papír na sklenici?

Varianta 3²**Pomůcky:**

sklenička se sítkou, pohlednice, voda, potravinářské barvivo, fotomiska

Příprava:

Pro výrobu skleničky se sítkou potřebujeme vhodnou skleničku (měla by mít vhodný okraj (rovný a hladký) a objem kolem 30 dl). Na okraj skleničky nalepíme kvalitním lepidlem bílou vypnutou sítku (kousek staré záclony nebo kousek punčochy). Měli bychom si dát zaležet, aby síťka byla co nejméně vidět. Okraje začistíme tak, aby byly zcela hladké.

Provedení:

Do sklenice se sítkem nalijeme až po okraj vodu. Pohlednicí překryjeme skleničku a při jejím stálém přidržování ji



Obr. 40: Průběh experimentu kouzelná sklenka

¹ z 1

² z 70



otočíme dnem vzhůru. Pomalu přestaneme pohlednici přidržovat. Pohlednice drží na skleničce a voda nevyteče. Opatrně stáhneme pohlednici, voda přesto nevyteče (Obr. 40). Stačí však skleničku pouze naklonit nebo skleničkou zatřást a voda vyteče (Obr. 41).

Vysvětlení:

Tlak vody ve skleničce na pohlednici je menší než vnější tlak vzduchu na pohlednici. Po odebrání pohlednice zastanou její úlohu povrchové blanky na očkách síťky.

Otázky k zamyšlení:

Proč pohlednice neodpadne a voda nevyteče?
Co přidržuje vodu ve sklenici?

Obr. 41: Detail skleničky

Tipy:

Tento experiment lze používat jako motivační, problémový.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 56 sekund.

Varianta 4¹

Pomůcky:

sklenička cca 0,5 dl, plastové kolečko nebo polovina pohlednice, lepidlo, provázek, voda, potravinářské barvivo

Příprava:

Na střed plastového kolečka přilepíme lepidlem provázek dlouhý cca 20 cm a na jeho konci uděláme očko.

Provedení:

Skleničku naplníme až po okraj vodou a přitiskneme na ni plastové kolečko s provázkem. Převrátíme-li skleničku vzhůru nohama, plastové kolečko bude držen. Otočíme skleničku zpět, vezmeme do ruky provázek a skleničku pomalu pustíme. Skle-



Obr. 42: Průběh experimentu visící sklenka

¹ z 40

nička bude viset na provázku, který jsme přilepili ke kolečku.

Vysvětlení:

Tlak vody ve skleničce na plastové kolečko je menší než vnější tlak vzduchu na pohlednici. Sklenička bude viset za provázek, protože tlaková síla vzduchu na skleničku s vodou vykompenzuje sílu, kterou je sklenička s vodou přitahována k Zemi.

Otázky k zamyšlení:

Proč pohlednice neodpadne?

Jak je možné, že sklenička zůstane viset za provázek a nepadne?

Tipy:

Pokud nechce sklenička držet, zkuste mezi plastové kolečko a skleničku plnou vody dát jednu vrstvu papírového kapesníku, ubrousku nebo toaletního papíru, vyrovnají se tak případné nerovnosti na hraně skleničky. Vhodné je také použít „lehkou“ skleničku. Tento experiment je vhodné použít jako problémový, motivační.

9.4 Pascalův zákon

9.4.1 Demonstrace Pascalova zákona¹

Cíl experimentu:

Ověření Pascalova zákona

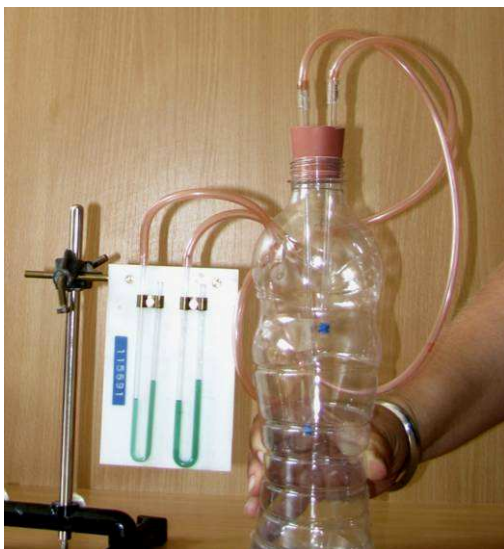
Pomůcky:

2 kapalinové manometry, plastová láhev, gumová zátka s otvory na skleněné trubičky, 2 skleněné trubičky (každá jinak dlouhá a na konci jinak ohnutá), stojánek, 2 gumové hadičky dlouhé cca 50 cm

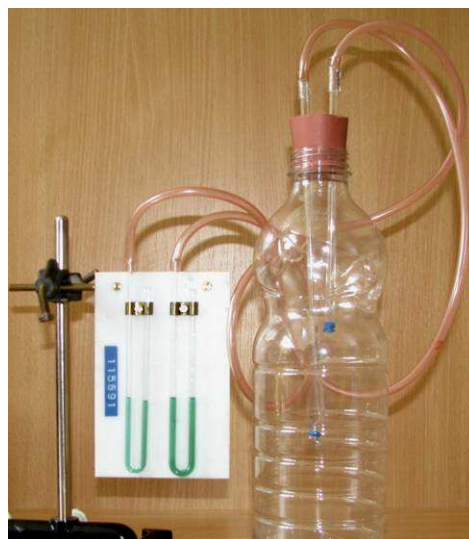
Provedení:

Do gumové zátky zasuneme skleněné trubičky tak, aby ohnuté konce směřovaly po zasunutí zátky do hrdla láhve dovnitř láhve. Na horním

konci zátky necháme vyčnívat cca 4 cm skleněných trubiček. Zamáčkneme zátku do hrdla plastové láhve. Na konce trubiček, které koukají ze zátky, připojíme gumové hadičky, jejichž druhé konce připojíme ke kapalinovým manometrům (Obr. 43). Jemně zmáčkneme plastovou láhev a pozorujeme kapalinu v trubicích manometru, jak stoupá do stejné výše (Obr. 44).



Obr. 44: Průběh experimentu ověření Pascalova zákona



Obr. 43: Uspořádání ověření Pascalova zákona

Vysvětlení:

Pozorujeme, že tlak uvnitř láhve po jejím stisknutí je větší než atmosférický tlak. Kapalina ve všech manometrech vystoupila do stejné výše, což dokazuje, že změna tlaku vzduchu vyvolána vnější silou (stlačením láhve) uvnitř láhve je ve všech směrech a místech stejná.

Otázky k zamyšlení:

Kde je v láhvi největší tlak?

¹ z 18

9.4.2 Zvedání knih¹

Cíl experimentu:

Ověření Pascalova zákona

Pomůcky:

Dětský celofánový balónek, brčko, hromádka knih, izolepa

Provedení:

Do ústí dětského celofánového balónku zasuneme brčko a přichytíme jej izolepou. Na balónek položíme hromádku knih. Balónek začneme pomalu nafukovat ústy. Knihy se pomalu začnou zvedat.



Obr. 45: Uspořádání experimentu zvedání knih

Vysvětlení:

Tlak uvnitř dětského balónku se šíří všemi směry stejně, proto zvedá celý stoh knih. Tlak vzduchu uvnitř dětského balónku je ve všech směrech stejný.



Obr. 46: Zvednuté knihy

Otázky k zamyšlení:

Proč se nám podaří zvednout knihy?

Tipy:

Pokud seženete pevnější kruh, který překryjete vhodnou deskou, můžete zvedat i osoby a ne jen knihy. Naše plíce dokážou vyvinout dostatečný tlak.

Video:

Průběh experimentu lze shlédnout na video-sekvenci dlouhé 41 sekund.

¹ z 2, 36

9.5 Soupeření plynů

9.5.1 Jak dostat balónek do láhve

Cíl experimentu:

Ukázka síly, která je ukryta v rozdílných tlacích.

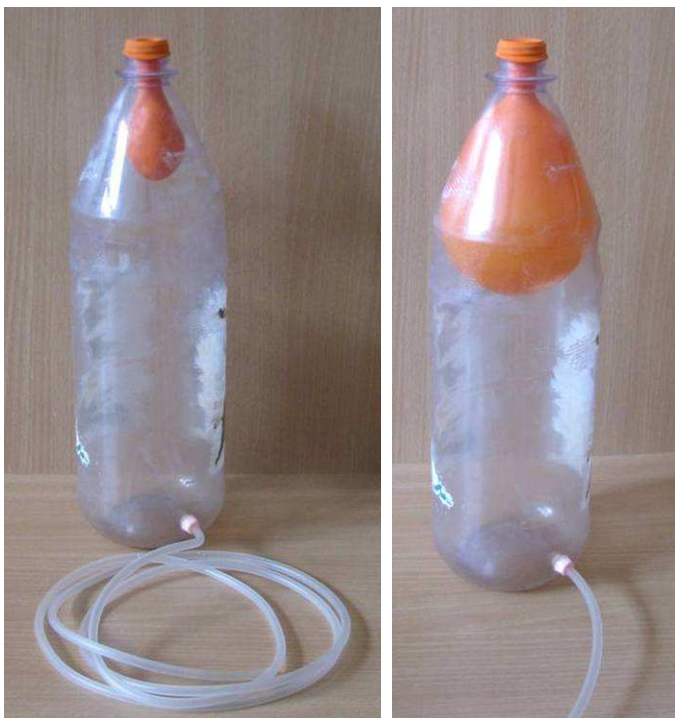
Varianta 1¹

Pomůcky:

balónek, plastová láhev s vývodem, gumička, tlačka, gumová hadička 1,5 m

Provedení:

Gumový balónek umístíme dovnitř láhve. A jeho okraj přetáhneme přes hrdlo láhve, kde



Obr. 47: Průběh experimentu jak dostat balónek do láhve

jej zajistíme gumičkou. V bočním vývodu z plastové láhve je nasazena gumová hadička, která má na sobě navlečenou tlačku. Uvolníme tlačku na gumové hadičce a přiložením úst na hrdlo plastové láhve nafoukneme vzduchem balónek. Po nafouknutí balónku uzavřeme tlačku. Balónek zůstane téměř stejně nafouklý bez ohledu na to, že je shora otevřen (Obr. 47). Jakmile uvolníme tlačku na plastové hadičce, pouťový balónek se vyfoukne.

Vysvětlení:

Balónek se neznatelně smrští a mezi jeho povrchem a stěnami láhve dojde ke slabému zředění vzduchu a snížení jeho tlaku na stěny balónku. Balónek si tak zachová nafouklý tvar. Součet síly, kterou vzduch působí plus síly, kterou působí blána balónku na vnitřní část balónku rovna tlakové síle vzduchu působící na jeho vnější část.

Otázky k zamýšlení:

Proč zůstane balónek nafouklý?

Co se stane, když opět otevřeme tlačku?

¹ z 2

Proč se balónek vyfoukne?

Varianta 2¹

Pomůcky:

skleněná láhev, pout'ový balónek, brčko

Provedení:

Do láhve vložíme pout'ový balónek tak, aby náustek vyčníval z láhve, a zkusíme ho nafouknout. Pout'ový balónek se nám nafouknout podaří jen nepatrně. Jakožto druhý krok přidáme k pout'ovému balónku do hrdla brčko (Obr. 48) a zkusíme balónek opět nafouknout. Teď už se nám podaří balónek nafouknout. Po vytažení brčka zůstane balónek nafouknutý uvnitř láhve (Obr. 49).



Obr. 49: Konečný stav 9.5.1b



Obr. 48: Výchozí stav 9.5.1b

Vysvětlení:

Balónek se nám podaří nafouknout jen nepatrně, protože tlak vzduchu uvnitř láhve tlačí z vnějšku na pout'ový balónek. Jakmile přidáme k pout'ovému balónku brčko, vzduch z plastové láhve může brčkem unikat a my můžeme balónek nafouknout. Jakmile nafoukneme balónek, vytáhneme brčko a přetáhneme balónek přes hrdlo láhve. Balónek se neznatelně smrští a mezi jeho povrchem a stěnami láhve dojde ke slabému zředění vzduchu a snížení jeho tlaku na stěny balónku. Balónek si tak zachová nafouklý tvar. Síla, kterou vzduch působí, plus síla, kterou působí blána balónku na vnitřní část balónku rovna tlakové síle vzduchu působící na jeho vnější část.

Otázky k zamyšlení:

Proč se nám nepovede nafouknout balónek, když je uvnitř skleněné láhve samotný?

Proč se nám balónek povede nafouknout, když k balónku přidáme brčko?

Jak je možné, že zůstane balónek nafouklý, když z hrdla láhve vytáhneme brčko?

Tipy:

Tento experiment můžeme provádět jako heuristický nebo použít jej jakožto ověřovací.

¹ z 44

Varianta 3¹**Pomůcky:**

balónek, plastová láhev o objemu 2 l, tlačka, hadička, lepidlo, gumičky

Příprava:

Ve dvoulitrové plastové láhvi vytvoříme 2 cm ode dna otvor. Do vzniklého otvoru vsuneme hadičku tak, aby zasahovala cca 1 cm do láhve a zbytek čněl ven. Hadičku utěsníme k láhvi průchodkou a lepidlem tak, aby dokonale těsnila.

Provedení:

Tlačkou uzavřeme vnější konec hadičky. Naplníme plastovou láhev vodou a nasadíme na její hrdlo větší pouťový



Obr. 51: Konečný stav varianta 3

balónek a gumičkou jej přichytíme k hrdlu (Obr. 50). Tlačku uvolníme a z hadičky necháme volně vytékat vodu z láhve. Balónek se začne rozpínat (Obr. 51). Odtok vody zastavíme opětovným nasazením tlačky. Balónek zůstane nafouklý bez ohledu na to, že je shora otevřen. Jakmile uvolníme hadičku, začne vnikat dovnitř vzduch a balónek se začne smršťovat na původní velikost.



Obr. 50: Výchozí stav varianta 3

Vysvětlení:

Na začátku experimentu je tlak na obou stranách balónku totožný. Vypouštěním vody klesá uvnitř láhve tlak a na vnitřek balónku působí atmosférická tlaková síla. Síla, kterou působí voda plus síla, kterou působí blána balónku na vnitřní část balónku rovna tlakové síle vzduchu působící na jeho vnější část.

Otázky k zamyšlení:

Proč zůstane balónek nafouklý?

Proč se balónek vyfoukne?

¹ z 70

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 146 sekund.

9.5.2 Síla vzduchu

Cíl experimentu:

Demonstrovat, jak vzniká a co dokáže podtlak.

Pomůcky:

širší zavařovací sklenice, přiměřeně veliký pytlík (nesmí být děravý), dostatečně veliká a silná gumička

Provedení:

Obr. 53: Průběh experimentu 9.5.2

Do širší sklenice vložíme pytlík tak, aby mezi ním a sklenicí zůstalo co nejméně vzduchu. Okraj pytlíku ohrneme přes okraj sklenice a zajistíme gumičkou tak, aby nemohl vnikat vzduch mezi pytlík a zavařovací sklenicí (Obr. 52). Uchopením za jeho střed se pokusíme pytlík vyjmout, což se nám nepovede. Společně s pytlíkem zvedneme i zavařovací sklenici (Obr. 53).



Obr. 52: Příprava 9.5.2

Vysvětlení:

Pytlík nelze ze sklenice vyndat, protože mezi ním a stěnami sklenice dochází ke zředění vzduchu a tím ke vzniku podtlaku.

Otázky k zamyšlení:

Proč nelze pytlík vyndat ze sklenice?

Tipy:

Je vhodné použít pytlíky na mražení potravin, protože jsou silnější, tudíž není tak snadné je protrhnout.

Tento experiment lze provádět jako heuristický. Též jej můžeme použít jako ověřovací či žákovský domácí experiment. Nic nám nebrání uspořádat mezi žáky soutěž o tom, komu se povede dříve zvednout zavařovací sklenici z podložky.

9.5.3 Nafukování a vyfukování zavázaného balónku¹

Cíl experimentu:

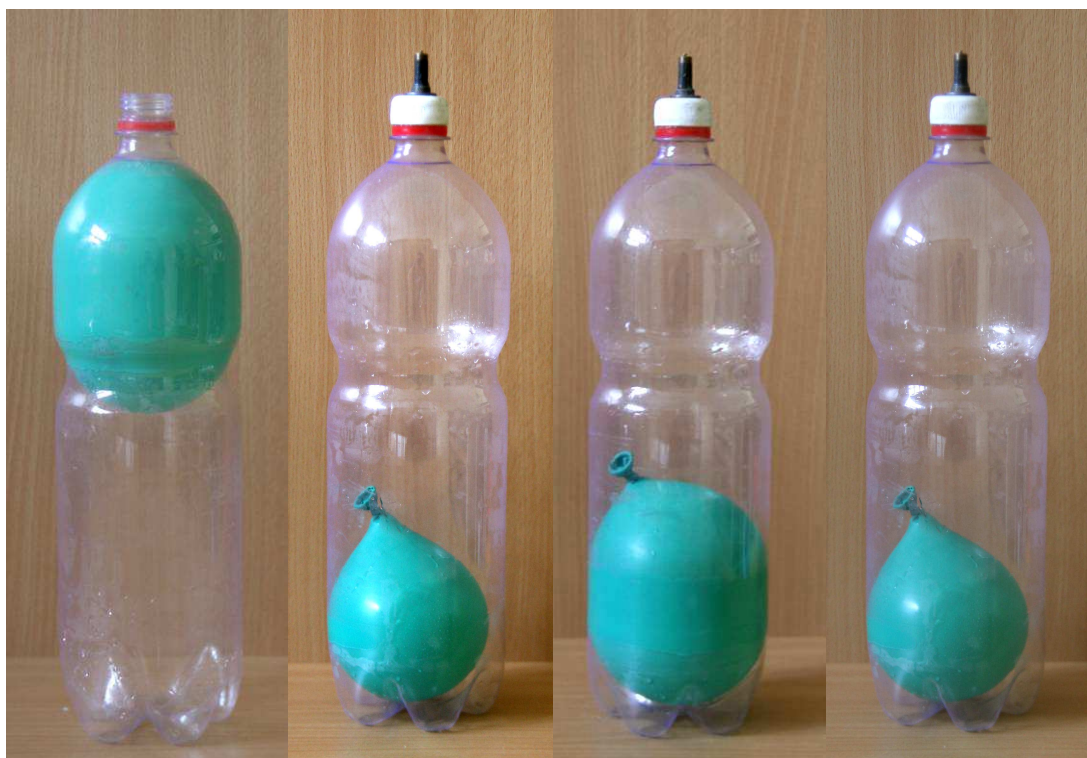
Ověření vědomostí o síle rozdílných tlaků vzduchu v praxi, mezioborová prezentace komprese a dekomprese plic.

Pomůcky:

PET láhev se závěrem s automobilovým ventilkem, plastová hadička, šňůrka, automobilová hustilka

Provedení:

Do láhve zasuneme navlhčenou hadičku a tělo pouťového balónku. Otvorem, který zůstane venku u hrdla, balónek nafoukneme, vytáhneme hadičku a potom balónek zavážeme. Zatlačíme zbytek balónku do hrdla a uzavřeme našroubováním uzávěru. Když hustilkou hustíme láhev, objem balónku se zmenšuje. Jestliže tlakem na uzávěr ventilků vypustíme z láhve stlačený vzduch, balónek se nafoukne. Huštěním vzduchu se zase objem balónku zmenšuje (Obr. 54).



Obr. 54: Průběh experimentu nafukování a vyfukování zavázaného balónku

¹ z 70

Vysvětlení:

Tlak vzduchu v láhvi je roven tlaku uvnitř balónku plus tlaku blány balónku, proto jakmile zvětšíme tlak uvnitř láhve, zvýší se i tlak uvnitř balónku a tím se zmenší jeho objem.

Experiment simuluje jev, který může nastat při potápění. Objem tělesných dutin vyplněných vzduchem (plíce, střední ucho) se zmenší až na polovinu už v hloubce 10 metrů pod vodou a na čtvrtinu ve 30 metrech pod vodní hladinou.

Otázky k zamyšlení:

Proč se balónek v láhvi nafukuje?

Proč se balónek v láhvi vyfukuje?

Tipy:

Poukážeme na fakt, že profesionálové používají při potápění dýchací přístroj. Ten automatickou regulací zajistí zvýšení tlaku dýchaného vzduchu.

Experiment můžeme také provést jako problémovou úlohu a před experimentem položit žákům otázku, jestli je možné balónek v láhvi vyfouknout a opětovně nafouknout, aniž ho rozvážeme nebo se ho jen dotkneme.

9.6 Archimédův zákon pro plyny

9.6.1 Dasymetr ve vývěvě¹

Cíl experimentu:

Ověřit pravdivost Archimédova zákona pro plyny.

Pomůcky:

rotační vývěva s recipientem a příslušenstvím, dasymetr

Provedení:

Dasymetr (vážky, které mají na jedné straně dutou skleněnou kouli a na druhé posuvné závaží) vložíme na talíř vývěvy a posuvným závažím vyrovnáme tak, aby byl v rovnováze. Přiklopíme jej recipientem a dbáme na to, aby se jej nedotýkal (Obr. 55). Zapneme vývěvu a sledujeme, jak se s klesajícím tlakem narušuje rovnováha na dasymetru, skleněná koule klesá (Obr. 56). Vypneme vývěvu a pomalu otevřeme ventil, kterým pod recipientem opět obnovíme atmosférický tlak. Rovnováha se obnoví.



Obr. 55: Rovnováha dasymetru

Vysvětlení:

Na skleněnou kouli a závaží působí tíhová i vztlačková síla vzduchu. Tím, že jsme pod recipientem odčerpali vzduch, klesla hustota vzduchu a tím i jeho vztlačková síla. Koule, která má větší objem než závaží, klesne, protože se vztlačková síla zmenší, tolikrát více, kolikrát je větší objem koule než objem závaží. Tím, že vypneme vývěvu a obnovíme atmosférický tlak pod recipientem, zvýšíme hustotu vzduchu a tím i jeho vztlačkovou sílu. Větší vztlačková síla působí na skleněnou kouli a rovnováha se obnoví.



Obr. 56: Porušená rovnováha dasymetru

¹ z 56

Otázky k zamyšlení:

Co se stane, když odčerpáme vzduch pod recipiensem vývěvy?

Proč skleněná koule poklesne více než závaží?

Jak zareaguje dasymetr na opětovné vyrovnání tlaku a proč?

9.6.2 Přetlakový dasymetr¹

Cíl experimentu:

Ověřit pravdivost Archimédova zákona pro plyny.

Pomůcky:

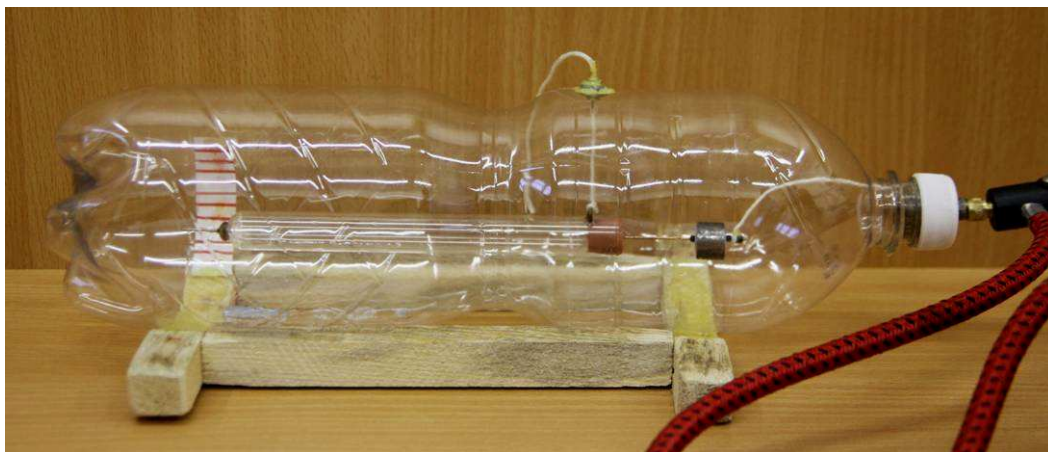
přetlakový dasymetr (velká plastová láhev), zkumavka (průměr musí být menší než hrdlo použité láhve), zátka, automobilový ventilek, pevná nit, špejle, papírová stupnice, lepidlo, fix, závaží, pumpička na auto

Příprava:

Přetlakový dasymetr sestavíme podle návodu, který je popsán v příloze č.4.

Provedení:

K přetlakovému dasymetru umístěnému na stojanu připojíme pumpičku a pumpováním začneme tlak v láhvi zvyšovat (Obr. 57). Sledujeme, jak souběžně s rostoucím tlakem špička ukazatele stoupá vzhůru. Jakmile odpojíme pumpičku a ventilkem vypouštíme vzduch z láhve, tlak v láhvi klesne až na původní stav a obnoví se rovnováha.



Obr. 57: Uspořádání experimentu s přetlakovým dasymetrem

¹ z 74

Vysvětlení:

Na začátku experimentu je v láhvi atmosférický tlak, proto vahadlo zůstává v rovnovážné poloze. Tíhová síla zkumavky a vztlaková síla, která na ni působí, je v rovnováze s tíhovou a vztlakovou silou působící na závaží. Jakmile v láhvi stoupne tlak, dojde ke zvýšení vztlakové síly, která na vahadlo působí, čímž se rovnováha sil naruší, a sice ve prospěch zkumavky, která má větší objem než závaží a vztlaková síla na ni je větší. Po návratu tlaku na původní hodnotu se obnoví i původní rovnováha, protože klesne vztlaková síla, která působí na vahadlo.

Otázky k zamyšlení:

Co se stane, když pumpičkou zvýšíme tlak v láhvi?

Proč zkumavka stoupne výše než závaží?

Jak zareaguje přetlakový dasymetr na opětovné vyrovnaní tlaku a proč?

Tipy:

Při sestrojování přetlakového dasymetru volíme co největší zkumavku, aby pákové vážky byly co nejcitlivější. Dáváme pozor, aby zkumavka byla perfektně utěsněná.

Pozorování může být narušeno vzduchem proudícím dovnitř láhve, proto je třeba vždy chvilku vyčkat, než se vahadlo uklidní.

9.6.3 Nadlehčení balónku na páce a vypuštění CO_2 ¹

Cíl experimentu:

Ověřit platnost Archimédova zákona pro plyny.

Pomůcky:

dasymetr, akvárium, skleněná deska na přikrytí akvária, sifonová láhev, 30 cm dlouhá plastová hadička o vhodném průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), 3–4 sifonové bombičky

Provedení:

Na dno akvária umístíme vyvážen dasymetr. Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky vypustíme 3–4 sifonové bombičky obsahujících oxid uhličitý. Na vypouštěcí



Obr. 58: Uspořádání experimentu 9.6.3

¹ z 57

trubičku sifonové láhve nasadíme plastovou hadičku, jejíž konec umístíme na dno akvária. Akvárium částečně zakryjeme skleněnou deskou a uzavřeme výpustní ventil. Pomalu začneme napouštět akvárium oxidem uhličitým z láhve. Sledujeme, jak dochází k narušení rovnováhy na dasymetru. Dutá skleněná koule se vychýlí vzhůru.



Obr. 59: Narušená rovnováha na dasymetru

Vysvětlení:

Hustota plynu v akváriu se zvětšila, protože oxid uhličitý má vyšší hustotu než vzduch. Této změně hustoty odpovídá zvětšení vztlakové síly působící na dutou skleněnou kouli dasymetru, která je větší než na menší závaží.

Otázky k zamyšlení:

Proč se dasymetr vychýlil?

9.7 Experimenty s přetlakem

9.7.1 Heronova fontána¹

Cíl experimentu:

Využití přetlaku k čerpání vody.

Pomůcky:

Skleněná kádinka popř. láhev, zátka s otvorem, skleněná trubička, voda, potravinářské barvivo, plastová láhev, fotomiska

Příprava:

Skleněnou trubičku nad kahanem z jedné strany zúžíme. Zasadíme ji do zátky tak, aby dosahovala při zasunutí zátky do láhve téměř na dno. Skleněná trubička musí v zátce dokonale těsnit. Plastovou láhev naplníme vodou a přidáme potravinářské barvivo.

Provedení:

Láhev naplníme asi do poloviny obarvenou vodou a zazátkujeme ji připravenou zátkou se skleněnou trubičkou. Opět si dáme pozor, aby zátka dokonale těsnila. Na fotomisku postavíme láhev s utěsněnou zátkou. Foukneme do skleněné trubičky, ze které začne poté vystřikovat voda jako z malého vodotrysku (Obr. 60).



Obr. 60: Heronova fontána

Vysvětlení:

Fouknutím do skleněné trubičky jsme v láhvi vytvořili přetlak a ten tlačí na hladinu obarvené vody. Vnější tlak vzduchu je menší, než tlak v láhvi. Přetlak, který je v láhvi, vytlačuje vodu přes trubičku ven.

Otázky k zamyšlení:

Co pohání vodu z láhve ven?

Tipy:

Tento experiment je vhodný pro první i druhý stupeň základního vzdělání. Experiment můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediným omezením zůstává množství pomůcek vyučujícího.

¹ z 48, 56

9.7.2 Deformace marshmallow

Cíl experimentu:

Předvést deformační účinky přetlaku.

Varianta 1

Pomůcky:

větší plastová láhev, bonbóny marshmallow, autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev, autopumpička

Provedení:

Bonbóny marshmallow vhodíme do plastové láhve a láhev uzavřeme víčkem, ve kterém je vzduchotěsně zasazen autoventilek (Obr. 61). K autoventilku připojíme autopumpičku a pumpováním začneme zvyšovat tlak uvnitř láhve. Se zvyšujícím tlakem uvnitř láhve pozorujeme, jak se bonbóny marshmallow zmenšují a deformují (Obr. 62). Jakmile tlak uvnitř láhve vrátíme na hodnotu atmosférického tlaku, pozorujeme, jak bonbóny získávají svoji původní velikost a tvar.



Obr. 61: Uspořádání experimentu 9.7.2

Vysvětlení:

Pěnové bonbóny marshmallow obsahují uzavřené vzduchové komůrky, které se vlivem zvyšování okolního tlaku v láhvi zmenšují, a bonbón se v důsledku toho zmenšuje a deformuje. Jakmile vrátíme tlak uvnitř láhve na hodnotu okolního (atmosférického) tlaku, vzduchové komůrky obnoví svoji původní velikost.

Otázky k zamyšlení:

Z jakého důvodu se bonbón marshmallow zmenšuje a deformuje?

Proč bonbón marshmallow obnoví svoji původní velikost, jakmile srovnáme tlak uvnitř láhve na hodnotu okolního tlaku?



Obr. 62: Zdeformované marshmallow

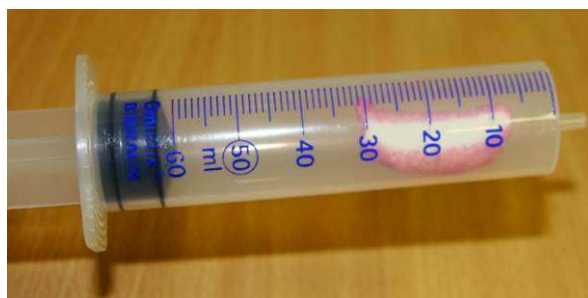
Varianta 2

Pomůcky:

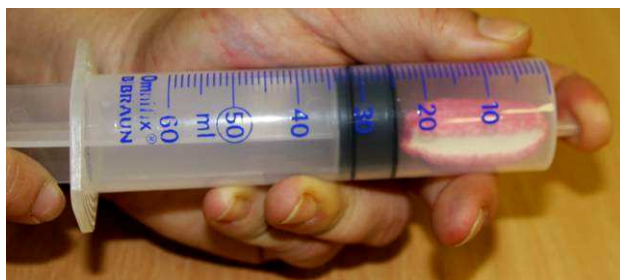
Větší injekční stříkačka, bombóny marshmallow, zatavená jehla na injekční stříkačku

Provedení:

Otevřeme injekční stříkačku a dovnitř umístíme jednu polovinu bombónu marshmallow. Na injekční stříkačku nasadíme zpět píst. Píst vytáhneme na hraniční hodnotu injekční stříkačky a nasadíme na její ústí zatavenou jehlu (Obr. 63). Pokud nemáme zatavenou jehlu, využijeme vlastní prst, nejlépe palec. Druhou rukou tlačíme na píst injekční stříkačky, dokud je to možné, a pozorujeme, co se děje s bombónem marshmallow (Obr. 64). Bombón marshmallow reaguje na zvyšující se tlak zmenšením a deformací.



Obr. 63: Atmosférický tlak v injekční stříkačka



Obr. 64: Přetlak v injekční stříkačce

Tím, že tlačíme na píst injekční stříkačky, zmenšujeme objem vzduchu a zvyšujeme tlak uvnitř. Vevnitř pěnového bombónu marshmallow zeje několik uzavřených vzduchových komůrek. Zvýšením tlaku v okolí bombónu dojde ke stlačení vzduchu uvnitř komůrek, a tím ke zmenšení celého bombónu a částečné deformaci.

Vysvětlení:

Tím, že tlačíme na píst injekční stříkačky, zmenšujeme objem vzduchu a zvyšujeme tlak uvnitř.

Otázky k zamyšlení:

Z jakého důvodu se bombón marshmallow zmenšuje a deformuje?

Proč se bombón marshmallow vrátí do původní velikosti, jakmile vyrovnáme tlak uvnitř láhve na hodnotu okolního tlaku?

Tipy:

Tyto experimenty je obzvláště vhodné zařadit do výuky na prvním stupni do tématu člověk a jeho svět. Oba tyto experimenty můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jako v mnoha předchozích případech existuje jediné omezení v podobě dostatečného množství pomůcek vyučujících.

9.7.3 Promáčknutí bubínku

Cíl experimentu:

Demonstrovat vliv přetlaku na ušní bubínek.

Pomůcky:

větší plastová láhev, zkumavka, kus pouťového balónku, gumička, autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev, autopumpička



Obr. 65: Atmosférický tlak v láhvi

Provedení:

Na hrdlo zkumavky napneme kus pouťového balónku jako blánu a zajistíme vzduchotěsně gumičkou proti posunutí. Takto upravenou zkumavku vložíme do plastové láhve a uzavřeme ji víčkem se vzduchotěsně zasazeným autoventilem (Obr. 65). K ventilku připojíme autopumpičku. Pumpováním zvyšujeme tlak v láhvi. Se zvyšujícím se tlakem uvnitř láhve dochází k prohnutí blány nasazené na zkumavce. Blána se prohýbá směrem dovnitř zkumavky (Obr. 66). Pokud budeme pokračovat, podaří se nám blánu protrhnout.



Obr. 66: Přetlak v láhvi

Vysvětlení:

Blána nasazená na zkumavce představuje ušní bubínek. Se zvyšujícím se tlakem uvnitř láhve roste tlak, který působí na blánu nasazenou na zkumavce. Blána se prohýbá směrem dovnitř, stlačuje vzduch a tím zvyšuje tlak ve zkumavce. Pokud se nám podaří blánu protrhnout, tlaky uvnitř zkumavky i v láhvi se vyrovnají. Můžeme upozornit na to, že tak může dopadnout

i náš ušní bubínek, když je vystaven přetlaku, který způsobí prudké zvýšení tlaku například při výbuchu. Protržený bubínek pak často způsobuje poruchy koordinace rovnováhy.

Otázky k zamýšlení:

Co se stane při zvyšování tlaku v láhvi s balónkovou blánou na zkumavce?

Vysvětli důvod navrácení blány do původní polohy.

Co by se stalo, kdybychom pokračovali ve zvyšování tlaku uvnitř plastové láhve?

Proč dochází k prohnutí blány na zkumavce?

Tipy:

Tento experiment je typickým příkladem využití mezipředmětových vztahů ve výuce a je vhodný pro výuku na prvním i druhém stupni základního vzdělávání.

9.7.4 Zatavená injekční stříkačka¹

Cíl experimentu:

Demonstrace vlivu přetlaku na zatavenou injekční jehlu.

Pomůcky:

větší plastová láhev, zatavená injekční stříkačka, pumpička, autoventilek vzduchotěsně zasazený do víčka na plastovou láhev



Obr. 67: Atmosférický tlak v láhvi s injekční stříkačkou

jekční stříkačky, jak reaguje na zvyšující se tlak uvnitř láhve (Obr. 68).

Vysvětlení:

Se zvyšujícím se tlakem uvnitř láhve roste tlak, který působí na píst zatavené injekční stříkačky. Píst se pomalu noří do vnitřku injekční stříkačky, stlačuje vzduch a tím zvyšuje tlak uvnitř zatavené injekční stříkačky. Poté, kdy vrátíme tlak v plastové láhvi na

Provedení:

Píst zatavené injekční stříkačky nastavíme tak, aby se jeho hrana ocitla na maximální hodnotě stupnice injekční stříkačky. Takto připravenou injekční stříkačku vložíme do větší plastové láhve a uzavřeme ji víčkem, do nějž předtím vzduchotěsně zasadíme autoventilek (Obr. 67). Šlauf připravené pumpičky připojíme k autoventilku a začneme pumpováním zvyšovat tlak uvnitř plastové láhve. Sledujeme píst in-



Obr. 68: Přetlak v láhvi s injekční stříkačkou

¹ z 75

hodnotu okolního (atmosférického) tlaku, píst na injekční stříkačce se vrátí na původní krajní hodnotu.

Otázky k zamyšlení:

Co by se stalo, kdybychom pokračovali ve zvyšování tlaku uvnitř plastové láhve?

Proč dochází k zatlačení pístu injekční stříkačky?

Vysvětli příčinu navrácení pístu injekční stříkačky do původní polohy.

Tipy:

Na tento experiment je potřeba vybrat injekční stříkačku, která dobře těsní, přičemž se v ní píst zároveň pohybuje volně. Pokud by docházelo k velkému tření mezi pístem a stěnou injekční stříkačky, nemusel by se experiment dařit.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 78 sekund.

9.8 Podtlak – experimenty bez vývěvy

9.8.1 Voda do skleničky ¹

Cíl experimentu:

Demonstrovat účinky atmosférické tlakové síly.

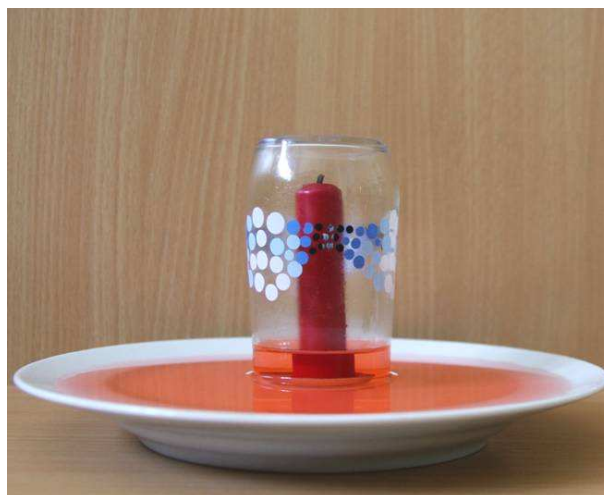
Varianta 1

Pomůcky:

větší sklenička, talířek (Petriho miska), zápalky, konzumní svíčka, voda, potravinářské barvivo, kádinka

Provedení:

Do kádinky nalijeme vodu a přidáme potravinářské barvivo. Na dno talířku položíme zápalku. Obarvenou vodu nalijeme na talířek. Doprostřed talířku umístíme zapálenou konzumní svíčku. Vezmeme větší skleničku a přiklopíme jí na konzumní svíčku tak, aby hranou stála na zápalce. Když svíčka zhasne, pozorujeme, jak je do skleničky vtlačována voda (Obr. 69).



Obr. 69: Konečný stav vody ve skleničce

Vysvětlení:

Když zhasne svíčka, teplý vzduch, plyny vzniklé hořením a vodní pára pod skleničkou zchladnou. Tím klesne tlak ve skleničce ve srovnání s venkovním (atmosférickým) tlakem. Atmosférická tlaková síla vtlačí vodu do skleničky. Platí zde, že vnější tlak se rovná tlaku uvnitř skleničky mínus hydrostatický tlak vody.

Otázky k zamyšlení:

Proč nateče voda do skleničky?

Tipy:

Tento experiment můžeme použít i jako problémovou úlohu. Text by mohl znít: Na mělkém talířku je položena na okraji pod vodou mince. Uchopíme minci do ruky, aniž

¹ z 50

se dotkneme vody.

Varianta 2

Pomůcky:

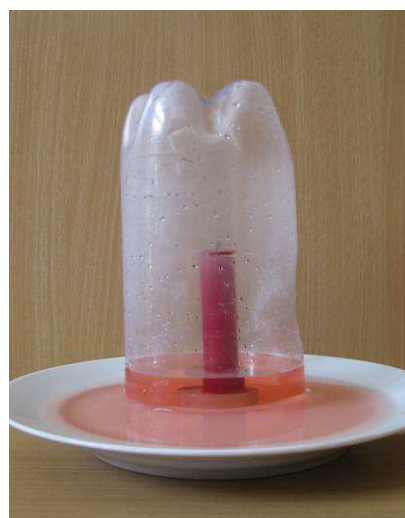
2 plastové láhve o objemu 1,5 l, talíř, zápalky, konzumní svíčka, voda, potravinářské barvivo

Příprava:

Plastovou láhev zkrátíme seříznutím horní části asi na $\frac{3}{4}$ její výšky. Na jednom místě řezu uděláme malý zářez hloubky cca 2 mm. Konzumní svíčku seřízneme tak, aby dosahovala výšky $\frac{1}{2}$ seříznuté plastové láhve.

Provedení:

Do druhé plastové láhve nalijeme vodu a přidáme potravinářské barvivo. Obarvenou vodu nalijeme na talíř. Doprostřed talířku umístíme seříznutou konzumní svíčku a zapálíme ji. Vezmeme upravenou plastovou láhev a přiklopíme ji na hořící konzumní svíčku. Když tato zhasne, pozorujeme samovolné nasávání vody do upravené plastové láhve (Obr. 70).



Obr. 70: Konečný stav varianta 2

Vysvětlení:

Když zhasne svíčka, teplý vzduch, plyny vzniklé hořením a vodní pára pod upravenou plastovou láhví zchladnou. Tím klesne tlak v plastové láhvi ve srovnání s venkovním (atmosférickým) tlakem. Atmosférická tlaková síla vtlačí vodu do plastové láhve.

Otázky k zamyšlení:

Proč nateče voda do plastové láhve?

Tipy:

Tento experiment můžeme použít i jako problémovou úlohu. Text by mohl znít: Na mělkém talířku je položena na okraji pod vodou mince. Uchopíme minci do ruky, aniž se dotkneme vody.

9.8.2 Uzavření zavařovací sklenice plamenem

Cíl experimentu:

Ověření využívání rozpínavosti plynů ke konzervaci potravin.

Varianta 1

Pomůcky:

zavařovací sklenice s víčkem, zápalky nebo zapalovač, proužek papíru

Provedení:

Proužek papíru zapálíme a vhodíme do připravené zavařovací láhve. Na ústí sklenice nasadíme víčko, trochu jej přitiskneme. Hořící papír za okamžik zhasne a víčko drží na sklenici.

Vysvětlení:

Horké plyny vzniklé hořením papíru se nejdříve rozejaly a částečně unikly ze sklenice. Po přiložení víčka se plyny o stěny sklenice ochladily a tím klesl jejich tlak. Na víčko tlačí zvenku větší tlaková síla a ta tiskne víčko k láhvi.

Otázky k zamyšlení:

Proč víčko nelze sejmout ze zavařovací sklenice?

Co způsobuje mlaskavý zvuk při otevření zavařovací sklenice?

Tipy:

Dbejte, aby víčko nebylo nijak pokroucené a guma uvnitř víčka nebyla poškozená jakýmkoli způsobem. Tento experiment je zástupce mezipředmětových vztahů, tohoto jevu se totiž využívá při zavařování (konzervaci potravin).

Varianta 2

Pomůcky:

sklenice se šroubovacím víčkem, kousek papíru, zápalky.

Provedení:

Otevřeme sklenici a vhodíme do ní zapálený kousek papíru. Na sklenici přiložíme víčko a uzavřeme. Za okamžik sklenice i vzduch uvnitř ní vychladne a pozorujeme, jak se víčko prohne dovnitř. Po otevření sklenice vznikne zvukový efekt, který vnímáme jako cvaknutí či mlasknutí při odskočení víčka.

Vysvětlení:

Horké plyny vzniklé hořením papíru se nejdříve rozpěnou a částečně unikly ze sklenice. Po přiložení víčka se plyny o stěny sklenice ochladily a tím klesl jejich tlak. Na víčko tlačí zvenku větší tlaková síla a ta tiskne víčko k láhvi. Jakmile odšroubujeme víčko, tlaky se rychle vyrovnají a tím vznikne zvukový efekt.

Otázky k zamyšlení:

Proč jde víčko po zhasnutí svíčky hůře odšroubovat?

Jak je možné, že si víčko „mlaskne“?

Tipy:

Výtečně poslouží sklenice od dětské přesnídávky nebo od sterilované zeleniny.

Tento experiment se hodí jako domácí žákovský experiment, dochází zde k prolínání mezipředmětových vztahů.

9.8.3 Model funkce plic¹

Cíl experimentu:

Demonstrovat funkci plic.

Pomůcky:

vyrobený model plic (tři pouťové balónky, velká pevnější plastová láhev, gumová zátka (vhodná do hrdla plastové láhve), dvě skleněné trubičky, izolopa, lepidlo, ulamovací nůž, vrtačka s vrtákem, který má průměr jako skleněné trubičky.

Příprava:

Velké pevnější plastové láhvi uřízneme dno. Místo dna nalepíme část pouťového balónku jako blánu. Do gumové zátky vrtačkou s vhodným vrtákem



Obr. 71: Průběh demonstrace funkce plic

¹ z 56

dva otvory, kterými vzduchotěsně protáhneme skleněné trubičky, představující průdušnice. Na konce skleněných trubiček přilepíme malé pout'ové balónky, které představují plíce. Zátku se zapuštěnými skleněnými trubičkami zasadíme do hrdla plastové láhve.

Provedení:

Vyrobený model plic držíme jednou rukou ve zpřímené poloze a druhou zatáhneme za blánu přilepenou místo dna plastové láhve a opět povolíme. Postup opakujeme. Pozorujeme, co se děje uvnitř plastové láhve s malými balónky. Dáme pozor, abychom blánu, za kterou taháme, neprotrhli.

Vysvětlení:

Zatáhneme-li za blánu na dně láhve, zvětšíme objem a snížíme tlak uvnitř láhve. Okamžitou reakcí na toto snížení tlaku je nafouknutí „plicních vaků“, ve kterých je atmosférický tlak vzduchu. Jakmile povolíme napnutou blánu, klesne objem a tím se zvýší tlak uvnitř láhve. Plicní vaky reagují na tuto změnu vyfouknutím, je nastolena rovnováha tlaků.

Otázky k zamyšlení:

Vysvětli princip činnosti plic.

Tipy:

Tento experiment je charakteristický příkladem využití mezipředmětových vztahů v tématickém celku člověk a příroda.

Experiment je vhodný pro výuku na prvním i druhém stupni základního vzdělání.

Video:

Průběh celého experimentu lze shlédnout na video-sekvenci, která je dlouhá 25 sekund

9.8.4 Jak dostat vajíčko do láhve¹

Cíl experimentu:

Ověření síly atmosférického tlaku.

Pomůcky:

vhodná láhev (např. od mléka či kečupu), proužek papíru, zápalky, oloupané vajíčko uvařené natvrdo

Provedení:

Proužek papíru složíme tak, aby jej bylo možné snadno vhodit do láhve. Zapálíme jej a vhodíme dovnitř láhve. Na hrdlo láhve co nejrychleji položíme uvařené oloupané vajíčko špičkou dovnitř (Obr. 72). Vejce začne nejdříve nadskakovat a potom s hlasitým mlasknutím skočí do láhve.

Vysvětlení:

Na začátku experimentu byl tlak v láhvi totožný s tlakem okolí. Po vhození hořícího papíru do láhve se vzduch uvnitř ní ohříval, hořením papíru vznikala CO_2 (oxid uhličitý) a horká vodní pára, tlak v láhvi se oproti okolnímu (atmosférickému) tlaku zvětšil, a vajíčko bylo zdviháno unikajícími plyny. Když přestal papír uvnitř láhve hořet, plyny se ochladily, pára zkondenzovala. Tlak uvnitř láhve se zmenšil. Venkovní (atmosférický) tlak vmáčkl vajíčko do láhve. Můžeme učinit závěr, že plyny se zahříváním rozpínají, a pokud jsou uzavřeny, zvětšují svůj tlak. Při ochlazení plynu v uzavřeném objemu jejich tlak klesá.

Otázky k zamýšlení:

Proč vajíčko zpočátku nadskakovalo?

Proč vajíčko nakonec vklouzlo do sklenice?

Tipy:

Vajíčko vaříme cca 5–6 minut.

Nemáme-li k dispozici vajíčko, postačí nám pouťový balónek, který nafoukneme do velikosti vajíčka.



Obr. 72: Průběh experimentu vajíčko do láhve

¹ z 37, 50

9.8.5 Jak si oloupat banán

Cíl experimentu:

Ověření síly atmosférického tlaku

Pomůcky:

vhodná láhev (např. od džusu či kečupu), vařící voda, zápalky, banán, trocha oleje

Provedení:

V rychlovarné konvici vaříme vodu. Banán zkraje naloupneme. Pokud je moc zahnutý, prospěje přelomit jej napůl. Jestliže příliš zahnutý není, můžeme jej ponechat celý. Hrdlo láhve pomažeme troškou oleje. Horkou vodu nalijeme dovnitř láhve, krouživým pohybem promícháme tekutinu a rovnoměrně ohřejeme sklo láhve a vzduch uvnitř. Horkou vodu vylijeme z láhve a ihned do hrdla vsuneme špičku naloupaného banánu a mírně jej k hrdlu přitlačíme (Obr. 73). Banán je pomalu vtlačěn do láhve (Obr. 74).



Obr. 73: Výchozí stav banánu



Obr. 74: Oloupaný banán

Vysvětlení:

Na začátku experimentu byl tlak v láhvi totožný s okolním tlakem. Po nalití

horké vody do láhve se vzduch uvnitř láhve ohřál a část vzduchu z láhve unikla. Jakmile jsme horkou vodu vylili a hrdlo ucpali banánem, ohřátý vzduch v láhvi se ochladil, pára kondenzovala a tlak uvnitř láhve se zmenšil. Venkovní (atmosférický) tlak vmáčkl banán do láhve. Hrdlo láhve jsme namazali trochou oleje proto, aby banán dobře přiléhal k vnitřku hrdla a těsnil.

Otázky k zamyšlení:

Proč banán nakonec vklouzl do sklenice?

Proč jsme namazali hrdlo láhve olejem?

Závěr:

Plyny se zahříváním rozpínají, a pokud jsou uzavřeny, zvětšují svůj tlak. Tlak plynu při jeho ochlazování v uzavřeném objemu klesá.

Tipy:

Banán nesmí být přezrálý ani příliš nezralý.

9.8.6 Marshmallow a podtlak

Cíl experimentu:

Prokázat účinky podtlaku na bonbóny marshmallow.

Pomůcky:

větší injekční stříkačka, bonbóny marshmallow, zatavená jehla na injekční stříkačku

Provedení:

Otevřeme injekční stříkačku a dovnitř umístíme jednu polovinu bonbónu marshmallow. Na injekční stříkačku nasadíme zpět píst. Píst zatlačíme do injekční stříkačky tak, aby se téměř dotýkal bonbónu. Nasadíme na ústí stříkačky zatavenou jehlu. Pokud ji nemáme, využijeme vlastní prst, nejlépe palec. Druhou rukou táhneme za píst injekční stříkačky, dokud je to možné a pozorujeme, co se s bonbónem marshmallow děje. Bonbón evidentně reaguje na snižující se tlak svým zvětšením (Obr. 75).

Vysvětlení:

Tím, že táhneme za píst injekční stříkačky, zvětšujeme objem vzduchu a snižujeme jeho tlak. Uvnitř pěnového bonbónu marshmallow je několik uzavřených vzduchových komůrek. Snižováním tlaku v okolí bonbónu dojde k rozepnutí vzduchu uvnitř komůrek, a tím ke zvětšení celého bonbónu.



Obr. 75: Podtlak

Otázky k zamyšlení:

Z jakého důvodu se bonbón marshmallow zvětšuje?

Proč se bonbón marshmallow vrátí do původní velikosti, jakmile vyrovnáme tlak uvnitř stříkačky s hodnotou okolního tlaku?

Tipy:

Tento experiment je obzvláště vhodné zařadit do výuky na prvním stupni při tématu člověk a jeho svět. Experiment můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediné omezení představuje množství pomůcek vyučujícího.

9.8.7 Sklenička na ruce¹

Cíl experimentu:

Demonstrovat vznik podtlaku chemickou cestou.

Pomůcky:

sklenička, sifonová láhev, 1–2 bombičky s oxidem uhličitým, 20 % roztok hydroxidu sodného

Provedení:

Na dno skleničky umístíme 1–2 cm 20 % roztoku hydroxidu sodného (NaOH) a na něj napustíme ze sifonové láhve oxid uhličitý (CO₂). Vlhkou dlaň přitiskneme k hrdlu skleničky a jemně jí potřásáme. Pomalu pustíme skleničku, ta zůstane viset na ruce (Obr. 76).



Obr. 76: Průběh experimentu

Vysvětlení:

Reakcí oxidu uhličitého s hydroxidem sodným vznikne soda. Touto reakcí se snížilo množství CO₂ ve sklenici oproti začátku experimentu. Tlak uvnitř skleničky je nižší než vnější (atmosférický) tlak a proto sklenička drží na ruce.

Otázky k zamyšlení:

Proč drží sklenička na ruce?

Tipy:

Pokud nelze přisávat skleničku na vlastní ruku (malá dlaň), můžeme použít nafouknutý pouťový balónek místo dlaně.

Tento experiment je typickým příkladem využití mezipředmětových vztahů ve výuce (fyzika–chemie). Experiment je vhodný do tématu člověk a příroda.

¹ z 26

9.8.8 Sklenička na pouťovém balónku

Cíl experimentu:

Odhalit princip baňkování.

Pomůcky:

sklenička, zápalky, čajová svíčka, pouťový balónek

Provedení:

Nafoukneme pouťový balónek a zapálíme čajovou svíčku. Skleničku uchopíme za dno, otočíme ji dnem vzhůru a přiklopíme ji na pouťový balónek. Nebude na balónku držet. Přesuneme skleničku nad plamen čajové svíčky a nahřejeme vzduch uvnitř. Zahřátou skleničku přiklopíme opět na pouťový balónek. Pozorujeme, jak je balónek vsáván dovnitř skleničky. Uchopíme balónek a zvedneme jen nad podložku, sklenička drží na balónku (Obr. 77).



Obr. 77: Průběh experimentu 9.8.8

Vysvětlení:

Na začátku experimentu byl tlak ve skleničce stejný jako v jejím okolí, proto sklenička nedržela na pouťovém balónku. Jakmile jsme vzduch uvnitř skleničky nahřáli, vzduch se začal rozpínat. Odstraněním skleničky od zdroje tepla a přiklopením na pouťový balónek jsme zabránili opětovnému vnikání vzduchu do skleničky a vzduch uvnitř ní zchladl. Tlak vzduchu uvnitř skleničky je nižší než vnější tlak a proto sklenička drží na pouťovém balónku.

Otázky k zamyšlení:

Proč drží sklenička na pouťovém balónku?

Tipy:

Povrch pouťového balónku je dobré trošku navlhčit, aby se sklenička dobře přisála. Tento experiment se využívá v běžném životě a sice při masážích, kterým se říká baňkování. Jde o baňky, které se nahřívají nad plamenem svíčky a přikládají se na bolavá místa, nejčastěji záda.

Tento experiment můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediným omezením je, aby vyučující měl dostatečné množství pomůcek.

9.8.9 Domácí magdeburské polokoule

Cíl experimentu:

Demonstrace síly atmosférického tlaku

Varianta 1

Pomůcky:

Dva háčky s přísavkami na dlaždičky, držadla k připevnění

Příprava:

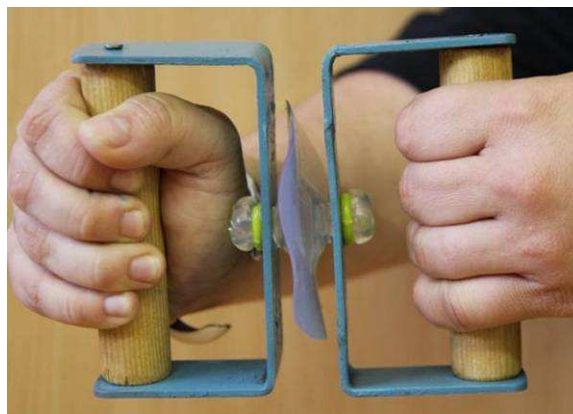
Z háčku s přísavkou sejmeme skobičku a místo ní připevníme k přísavce držátko vyrobené ze dřeva. Musí být dostatečně pevné, aby se neprohýbalo (Obr. 78).



Obr. 78: Domácí magdeburské polokoule

Provedení:

Obě „magdeburské polokoule“ k sobě přitiskneme tak, abychom vytlačili vzduch mezi nimi. Zkusíme je od sebe oddělit (Obr. 79).



Obr. 79: Průběh experimentu 9.8.9

Vysvětlení:

Zevnitř magdeburských polokoulí jsme vytlačili vzduch a vnější tlak, který je mnohem větší, drží „magdeburské polokoule“ u sebe.

Otázky k zamyšlení:

Proč se magdeburské polokoule od sebe nehodlají odtrhnout?

Kdy se nám povede magdeburské polokoule od sebe oddělit?

Tipy:

Pokud neseženeme dvě přísavky, postačí nám pouze jedna s nějakým hladkým povrchem. Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni základního vzdělání.

Varianta 2¹**Pomůcky:**

2 zvony na odpad, vakuová vazelína

Provedení:

Oba odpadní zvony k sobě přitiskneme tak, abychom vytlačili vzduch mezi nimi. Zkusíme je od sebe oddělit.

Vysvětlení:

Zevnitř odpadních zvonů jsme vytlačili částečně vzduch a vnější tlak, který je mnohem větší, nepustí „magdeburské polokoule“ od sebe.

Otázky k zamyšlení:

Proč není „naše magdeburské polokoule“ možné od sebe odtrhnout?

Kdy se nám povede „naše magdeburské polokoule“ od sebe oddělit?

Tipy:

Pokud máte jen jeden zvon, můžeme použít variantu, kdy odpadní zvon přitiskneme na hladkou podložku a pokusíme se jej odtrhnout. Jestli chceme, aby zvon opravdu dobře držel, pak hranu potřeme vakuovou vazelínou (Obr. 80).

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na obou stupních základního vzdělání.



Obr. 80: Zvon na dlaždicích

¹ z 35

9.8.10 Magdeburské skleničky

Cíl experimentu:

Demonstrovat důkaz atmosférického tlaku.

Pomůcky:

2 stejné skleničky s rovným okrajem, čajová svíčka, zápalky, troška oleje nebo vazelíny, vystřížené kolečko z tvrdého papíru o poněkud větším průměru, než je okraj skleničky



Obr. 81: Pomůcky potřebné k experimentu

Provedení:

Okraje obou skleniček potřeme olejem nebo vazelínou. Do jedné skleničky postavíme na dno čajovou svíčku a zapálíme ji. Na skleničku přiklopíme vystřížené kolečko a na něj umístíme druhou skleničku tak, aby na sebe okraje obou skleniček přesně naléhaly. Na horní skleničku s citem zatlačíme. Sledujeme, jak svíčka zhasíná. Chvilku počkáme a pak horní skleničku zdvihneme. Obě skleničky lze za horní najednou zvednout (Obr. 82).



Obr. 82: Průběh experimentu magdeburské skleničky

Vysvětlení:

Zapálením svíčky ve spodní skleničce jsme ohřáli plyny, které se začaly rozpínat, přičemž část jich unikla ze skleničky. Přiklopením kolečka a druhé skleničky jsme zabránili dalšímu přístupu vzduchu, svíčka spotřebovala kyslík a zhasla. Plyny, které se teplem rozepnuly, opět zchladly a tím se v prostoru mezi skleničkami snížil tlak. Vnější tlak je mnohem větší, proto přidržuje „magdeburské“ skleničky u sebe.

Otázky k zamyšlení:

Proč nejdou magdeburské skleničky od sebe odtrhnout?

Kdy se nám povede magdeburské skleničky od sebe oddělit?

Tipy:

Je důležité vybrat skleničky s rovnými hrdly, protože je tak dosáhneme toho, aby hrdla skleniček k sobě dobře přilnula. Nejsou-li totiž hrdla skleniček rovná, dochází

k vnikání okolního vzduchu dovnitř. Pokud neseženete skleničky, zkuste použít plastové půllitrové kelímky na pivo.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni, můžeme jej se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediným limitujícím faktorem je dostatečné množství skleniček.

9.9 Experimenty s vývěvou

9.9.1 Magdeburské polokoule ¹

Cíl experimentu:

Předvést důkaz atmosférického tlaku.

Pomůcky:

model magdeburských polokoulí, rotační vývěva, redukce pro nasazení magdeburských polokoulí na vývěvu, vakuová vazelína

Provedení:

Na jednu z magdeburských polokoulí nasadíme redukci, se kterou ji připevníme k vývěvě. Druhou polokouli potřeme na obvodu vazelínou a přiklopíme na první polokouli, připevněnou k vývěvě. Zapneme vývěvu a vysajeme zevnitř magdeburských polokoulí vzduch. Po odsátí vzduchu uzavřeme ventilem vnitřek magdeburských polokoulí a sejmem je z vývěvy. Odstraníme redukci a nasadíme kroužek.

Vysvětlení:

V magdeburských polokoulích jsme snížili tlak a vnější tlak vzduchu, který je mnohem větší, drží magdeburské polokoule u sebe.

Otázky k zamyšlení:

Proč nelze magdeburské polokoule od sebe odtrhnout?

Kdy se nám povede magdeburské polokoule od sebe oddělit?

Tipy:

Vakuovou vazelínou, zaplníme případné nerovnosti na hranách polokoulí a ty k sobě ideálně přilnou. Je také možné mezi polokoule vložit gumové těsnění, které bohužel dlouho nevydrží. Nejvíce se mi osvědčilo kolečko vyrobené za čtvrtky s průměrem cca o 0,5 cm větším než je průměr magdeburských polokoulí a pomazaná z obou stran



Obr. 83: Průběh experimentu s modelem magdeburských polokoulí

¹ z 3, 35, 47

silnou vrstvou vakuové vazelíny.

Tento experiment je klasickým zástupcem historického experimentu. Tento experiment je obzvláště vhodné zařadit do výuky na druhém stupni v tématu člověk a jeho svět. Je vhodné nechat žáky, aby se na vlastní kůži pokusili od sebe model magdeburských polokoulí odtrhnout.

9.9.2 Svíčka pod vývěvou ¹

Cíl experimentu:

Ukázat, že podmínkou hoření je přítomnost kyslíku.

Pomůcky:

rotační vývěva s recipientem, konzumní svíčka, svícen, zápalky

Provedení:

Svíčku ve svícnu zapálíme a umístíme pod recipient vývěvy. Spustíme vývěvu, a jakmile začneme odčerpávat vzduch, plamen na svíčce začne poblikávat, až zcela zhasne (Obr. 84).

Vysvětlení:

K hoření je potřeba kyslíku, který odčerpáváním klesá s tlakem.



Obr. 84: Průběh experimentu svíčka pod vývěvou

Otázky k zamyšlení:

Proč zhasne plamen svíčky po odčerpání vzduchu z vývěvy?

Tipy:

Je dobré nechat svíčku pořádně rozhořet.

Tento experiment je vhodný pro první i druhý stupeň základního vzdělávání.

¹ z 57

9.9.3 Žárovka pod vývěvou

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, modul se žárovkou, baterie, vodiče, přepínače

Provedení:

Modul se žárovkou propojíme vodiči s baterií, rozsvítíme a umístíme pod recipient vývěvy. Spustíme vývěvu, a jakmile začneme odčerpávat vzduch, sledujeme žárovku. Žárovka pořád svítí, jas žárovky se nemění.

Vysvětlení:

Šíření světla není vázáno na okolní prostředí, šíří se i ve vakuu.

Otázky k zamýšlení:

Proč žárovka nezhasla po odčerpání vzduchu zpod recipientu vývěvy?

9.9.4 Budík pod vývěvou¹

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, budík

Provedení:

Pod recipient vývěvy umístíme natažený a nastavený budík tak, aby začal zvonit za jednu minutu. K částečnému ztišení budíku dojde již tehdy, když jej přiklopíme recipientem. Spustíme vývěvu a vyčerpáme vzduch (Obr. 85). Pozorujeme budík, a jakmile vidíme, že budík začal zvonit, pomalu otevřeme ventil a vpustíme vzduch zpět pod recipient.



Obr. 85: Průběh experimentu budík pod vývěvou

Zvuk budíku společně se stoupajícím tlakem uslyšíme stále silněji.

Vysvětlení:

Zvuk ke svému šíření potřebuje vzduch. Pokud jsme jej zpod recipientu vývěvy vy-

¹ z 37

čerpali, zvuk se nešíří a my jej nemůžeme slyšet. Zvonení budíku si domýšlíme pouze pomocí zrakového vjemu paličky narážející do těl zvonků. Jakmile začneme napouštět vzduch zpět pod recipient, slyšíme, jak se postupně zvyšuje hlasitost zvonku na budíku.

Otázky k zamýšlení:

Jak je možné, že není slyšet zvuk zvonícího budíku?

Jak jinak bychom ještě mohli ztlumit zvuk budíku?

Tipy:

Budík pod recipient bychom měli umístit na molitan, abychom zabránili nežádoucímu přenosu zvuku přes talíř vývěvy.

Video:

Průběh celého experimentu lze shlédnout na video-sekvenci, která je dlouhá 121 sekund.

9.9.5 Var vody za sníženého tlaku¹

Cíl experimentu:

Dokázat, že klesáním tlaku se snižuje bod varu vody.

Pomůcky:

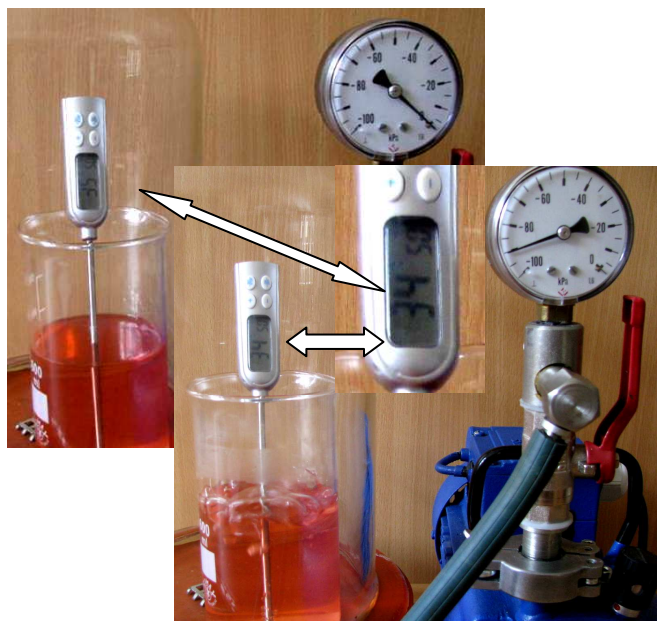
vývěva s recipientem a příslušenstvím, kádinka s vodou, digitální teploměr

Provedení:

Pod recipient vývěvy umístíme kádinku s vodou a digitálním teploměrem. Spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch, voda pomalu začne vařit při nižší teplotě než je obvyklé (Obr. 86).

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak a



Obr. 86: Průběh experimentu var za sníženého tlaku

¹ z 57

snižuje se teplota varu vody.

Otázky k zamyšlení:

Jak je možné, že voda vaří při teplotě nižší než 100 °C?

Kde v domácnosti bychom se mohli setkat s opačným jevem?

Tipy:

Je dobré zmínit, že díky tomuto jevu si ve vysokohorských oblastech neuvaříte bez Papinova hrnce fazole.

Video:

Průběh celého experimentu lze shlédnout na video-sekvenci, která je dlouhá 69 sekund.

9.9.6 Nasávání vody¹

Cíl experimentu:

Ověření rozpínavosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Varianta 1

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, voda, potravinářské barvivo, plastová láhev, kádinka, zkumavka

Provedení:

Plastovou láhev naplníme vodou a přidáme potravinářské barvivo. Pod recipient vývěvy vložíme kádinku, do které jsme nalili obarvenou vodu. Do kádinky vložíme větší prázdnou zkumavku dnem vzhůru. Spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch z pod recipientu, začne ze zkumavky unikat rozpínající se vzduch, probublává skrz vodu. Jakmile začneme opět napouštět vzduch zpět pod recipient (vyrovnávat tlak s okolím), začne se zkumavka naplňovat vodou (Obr. 87).

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu z pod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí zkumavky, vzduch uvnitř ní se tedy začne rozpínat a unikat ven skrz vodu. Jakmile začneme pod recipient vývěvy opět napouštět vzduch (vyrovnáme tlak s okolním), tlak na hladinu vody

¹ z 70

se zvětší a vtačuje vodu do zkumavky, ve které je tlak vzduchu nižší.

Otázky k zamyšlení:

Proč při napouštění vzduchu zpět pod recipient stoupá voda do zkumavky?
Co pohání vodu ze zkumavky ven?

Tipy:

Voda obarvená potravinářským barvivem by neměla být moc tmavá, aby byly vidět bublinky unikající ze zkumavky. Experiment lze libovolně opakovat, hladina obarvené vody ve zkumavce se vždy jen nepatrně zvedne.



Obr. 87: Průběh experimentu nasávání vody

Video:

Na video-sekvenci lze shlédnout celý průběh experimentu. Délka sekvencí je 92 sekund (pouze jeden cyklus) a 171 sekund (dva cykly za sebou).

Varianta 2

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, voda, potravinářské barvivo, plastová láhev, kádinka, skleněná trubička dlouhá cca 20 cm, gumová zátka s dírou (kterou vzduchotěsně projde skleněná trubička), kulová baňka.

Provedení:

Plastovou láhev naplníme vodou a přidáme potravinářské barvivo. Pod recipient vývěvy vložíme kádinku, do které jsme nalili obarvenou vodu. Do zátky zasuneme skle-

něnou trubičku tak, jak je vidět na obrázku č. 88. Zátka se skleněnou trubičkou vzduchotěsně zasuneme do kulové baňky. Do kádinky vložíme konec skleněné trubičky, na jejímž druhém konci se nachází zátka s kulovou baňkou. Spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch z pod recipientu, začne ze skleněné trubičky unikat rozpínající se vzduch, probublává skrz vodu. Jakmile začneme opět napouštět vzduch zpět pod recipient (vyrovnávat tlak s okolím), začne skrz skleněnou trubičku tryskat do kulové baňky obarvená voda (Obr. 88).



Obr. 88: Průběh experimentu nasávání vody

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu z pod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí kulové baňky, vzduch uvnitř ní se tedy začne rozpínat a unikat ven skrz skleněnou trubičku a vodu. Jakmile začneme pod recipient vývěvy opět napouštět vzduch (vyrovnáme tlak s okolím), tlak na hladinu vody se zvětší a vtláče vodu skrz skleněnou trubičku do kulové baňky, ve které je tlak vzduchu nižší.

Otázky k zamyšlení:

Proč při napouštění vzduchu zpět pod recipient tryská voda do kulové baňky?
Co pohání vodu z kulové baňky ven?

Tipy:

Voda obarvená potravinářským barvivem by neměla být moc tmavá, aby byly vidět

bublínky unikající ze zkumavky. Experiment lze libovolně opakovat, hladina obarvené vody ve zkumavce se vždy jen nepatrně zvedne.

Video:

Na video-sekvenci lze shlédnout celý průběh experimentu. Délka sekvencí je 57 sekund (jeden cyklus) a 113 sekund (dva cykly).

9.9.7 Přečerpávání vody¹

Cíl experimentu:

Ověření využití rozdílných tlaků k čerpání vody.

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, voda, potravinářské barvivo, plastová láhev, Erlenmayerovy baňky, skleněná trubička, zátky s dírkou, kahan

Příprava:

Skleněnou trubičku ohneme nad kahanem tak, aby tvořila most mezi dvěma Erlenmayerovými baňkami. Jeden konec ohnuté skleněné trubičky zasadíme vzduchotěsně do zátky tak, aby při zasunutí do Erlenmayerovy baňky dosahovala těsně nad dno. Plastovou láhev naplníme vodou a přidáme potravinářské barvivo. Obarvenou vodu nalijeme do jedné Erlenmayerovy baňky a vzduchotěsně ji zazátkujeme připravenou zátkou se skleněnou trubičkou.

Provedení:

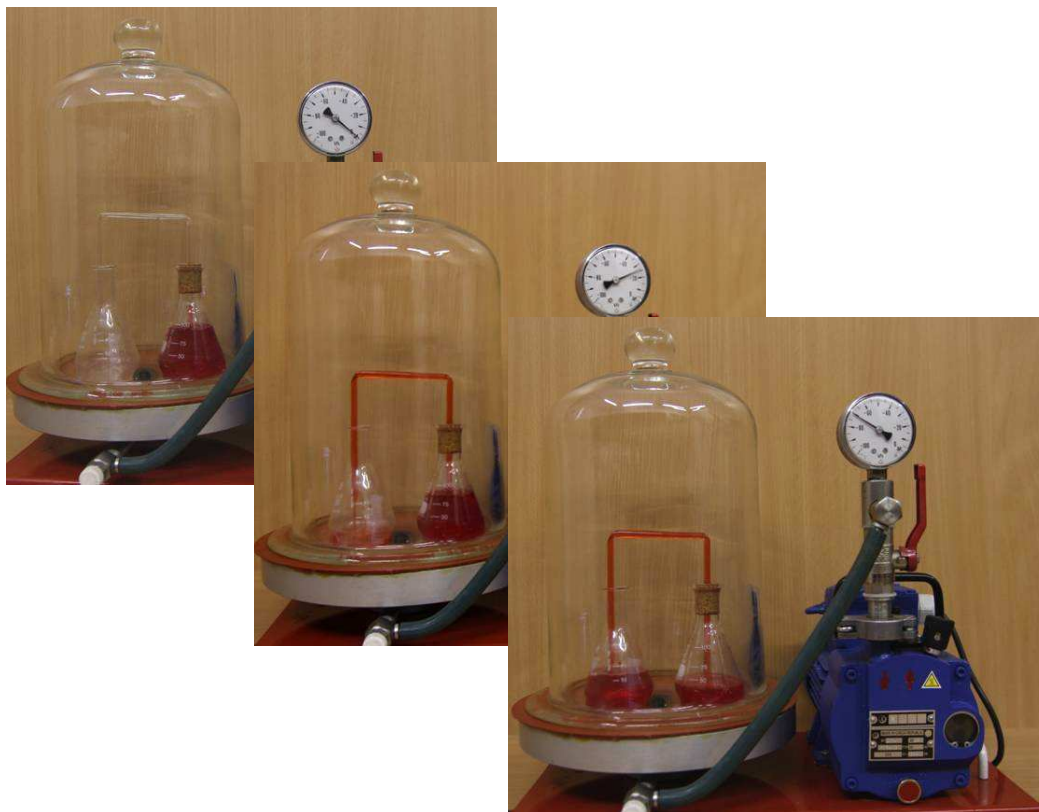
Pod recipient vývěvy vložíme obě Erlenmayerovy baňky, které spojíme skleněnou trubičkou. Spustíme vývěvu. Jakmile začneme odčerpávat vzduch zpod recipientu, skleněná trubička se začne naplňovat a voda pomalu začne přetékat do druhé Erlenmayerovy baňky (Obr. 89).

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí zazátkované Erlenmayerovy baňky. Vzduch v ní se začne rozpínat (vznikne přetlak) a vytlačovat obarvenou vodu do skleněné trubičky. Obarvená voda začne přetékat do druhé Erlenmayerovy baňky a tím vyrovnávat tlaky. Jakmile vývěvu zastavíme, ustane i přelévání vody, protože tlaky v první Erlenmayerově baňce a jejím okolí pod recipientem vývěvy jsou vyrovnány. Jakmile otevřeme ventil a vzduch začne proudit pod recipient

¹ z 12

vývěvy, obarvená voda se vrací zpět do první Erlenmayerovy baňky. Jakmile uzavřeme ventil a opět zapneme vývěvu, předchozí děj se zopakuje.



Obr. 89: Průběh experimentu přečerpávání vody

Otázky k zamyšlení:

Co pohání vodu z baňky ven?

Proč se při napouštění vzduchu voda nepřecherpá zpátky?

Tipy:

Zátka musí perfektně vzduchotěsně sedět v hrdle Erlenmayerovy baňky. Potravinářským barvivem nemusíme šetřit. Čím bude tmavší, tím bude postupující hladina obarvené vody lépe vidět.

Video:

Na video-sekvenci je vidět celý průběh experimentu. Délka sekvence je 65 sekund.

9.9.8 Heronova fontána¹

Cíl experimentu:

Využití rozdílu tlaků k čerpání vody.

Pomůcky:

vývěva s recipiensem s příslušenstvím, láhev, zátka s dírou, skleněná trubička, voda, potravinářské barvivo, plastová láhev, velká Petriho miska

Příprava:

Skleněnou trubičku nad kahanem z jedné strany zúžíme. Zasadíme ji do zátky tak, aby dosahovala při zasunutí zátky do láhve téměř na dno. Skleněná trubička musí v zátce dokonale těsnit. Plastovou láhev naplníme vodou a přidáme potravinářské barvivo.



Obr. 90: Heronova fontána

Provedení:

Láhev naplníme asi do poloviny obarvenou vodou a zazátkujeme ji připravenou zátkou se skleněnou trubičkou. Opět dáme pozor, aby zátka dokonale těsnila. Do vývěvy položíme velkou Petriho misku, do jejího středu postavíme láhev s utěsněnou zátkou a spustíme vývěvu. Jakmile začneme od-

čerpávat vzduch zpod recipientu, z trubičky začne vystříkovat voda jako z malého vodotrysku (Obr. 90).

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu z recipientu vývěvy klesá jeho tlak. Tento tlak je menší než tlak v láhvi. Přetlak, který je v láhvi, vytlačuje vodu trubičkou ven.

Otázky k zamyšlení:

Co pohání vodu z láhve ven?

Tipy:

Tento experiment lze realizovat i bez vývěvy. Postačí, když do skleněné trubičky

¹ z 37

foukneme, čím rovněž vytvoříme v láhvi přetlak. (viz. 9.7.1)

Video:

Na video-sekvenci lze spatřit celý průběh experimentu, její délka činí 23 sekund.

9.9.9 Vývěva a balónek¹

Cíl experimentu:

Ověření rozpínivosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, pouťové balónky

Provedení:

Pouťové balónky trochu nafoukneme, uzavřeme a umístíme je pod recipient vývěvy, kterou spustíme. Jakmile začneme odčerpávat vzduch, balónky se postupně zvětšují.

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí balónku. Tlak uvnitř něj je větší, proto se balónek začne rozpínat.



Obr. 91: Průběh experimentu s pouťovými balónky ve vývěvě

Otázky k zamyšlení:

Proč se balónek zvětšuje, přestože jsou zavázány?

Tipy:

Balónek nafoukněte jen trošku, změna pak bude vizuálně nejvýraznější.

Video:

Průběh experimentu lze shlédnout na video-sekvenci dlouhé 136 sekund.

9.9.10 Bublina a vývěva

Cíl experimentu:

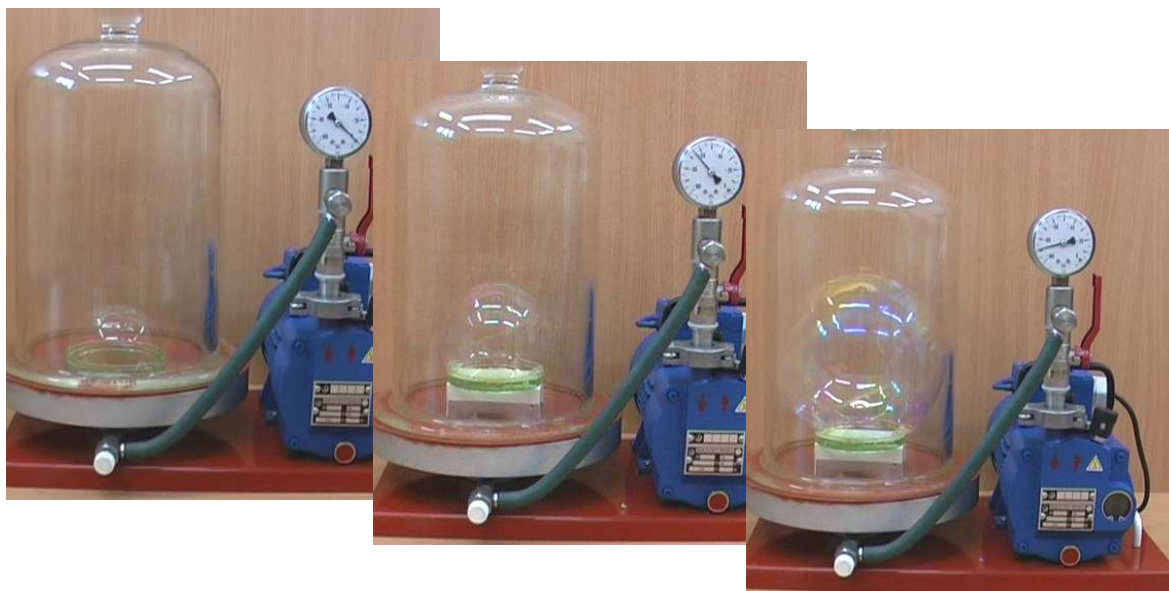
Ověření rozpínivosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, Petriho miska, roztok na bubliny, brčko

Provedení:

Pod recipient vývěvy umístíme Petriho misku s roztokem na tvorbu bublin, na které jsme brčkem vyfoukli bublinu. Spustíme vývěvu, a jakmile začneme odčerpávat vzduch, bublina se začne zvětšovat (Obr. 92).



Obr. 92: Průběh experimentu bublina ve vývěvě

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí bubliny. Bublina se začne rozpínat a tlak uvnitř ní se začne zmenšovat (snaží se vyrovnat s klesajícím tlakem pod recipientem).

Otázky k zamyšlení:

Proč se bublina zvětšuje?

Tipy:

Použijte roztok na bubliny, který je uveden v příloze č. 2.

Video:

Průběh celého experimentu lze shlédnout na video-sekvenci, která je dlouhá 58 sekund.

9.9.11 Hrnečku, vař!

Cíl experimentu:

Ověření rozpínavosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem, sliz, hrneček, Petriho miska

Provedení:

Pod zvon vývěvy umístíme hrneček, do nějž vložíme sliz. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak sliz expanduje z hrnečku. Vypneme vývěvu a otevřeme ventil, kterým vpusťme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku. Souběžně se stoupajícím tlakem se sliz opět začne smršťovat až na původní objem, ovšem nenasouká se zpět do hrnečku, což výsledný vizuální efekt poněkud kazí. Průběh experimentu včetně hodnot na vakuometru lze sledovat na obrázku č. 93.

Vysvětlení:

Sliz obsahuje uzavřené vzduchové komůrky, které se vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem rozpínají, čímž se zvětšuje jeho celkový objem.

Otázky k zamyšlení:

Proč se sliz pod recipientem rozpíná?



Obr. 93: Průběh experimentu Hrnečku, vař!

Tipy:

Nenechte se odradit, když se vám bude zdát, že sliz nereaguje. Vytvejte, sliz reaguje se zpožděním. Recept na sliz najdete v příloze č 3.

Tento experiment je vhodný jak na první tak i druhý stupeň základního vzdělávání.

Video:

Na video-sekvenci dlouhé 103 sekund je zaznamenán průběh experimentu.

9.9.12 Indiánek ve vývěvě¹

Cíl experimentu:

Ověření rozpínivosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenství, Petriho miska, indiánek (cukrovinka)



Obr. 94: Průběh experimentu s indiánkem ve vývěvě

Provedení:

Pod recipient vývěvy umístíme na Petriho misku indiánek. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak indiánek v průběhu snižování tlaku pod recipientem zvětšuje svůj objem. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku, indiánek zmenšuje svůj objem, až se úplně zborťí. Průběh experimentu včetně hodnot na vakuometru lze sledovat na obrázku 94.

Vysvětlení:

Našlehaný krém v indiánkovi obsahuje uzavřené vzduchové komůrky, které se vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem rozpínají, a tím se zvětšuje celkový objem krému. Čokoláda žádné vzduchové komůrky nemá a tak vlivem zvětšujícího se objemu krému popraská.

¹ z 50

Otázky k zamyšlení:

Proč se indiánek rozpíná?
Proč dojde ke zhroucení indiánku?

Tipy:

Do vývěvy lze umístit jakýkoliv druh indiánka. Nejvíce se ovšem osvědčily sériově vyráběné s prodlouženou trvanlivostí na 4 měsíce, prodávané v krabici po deseti kusích. Neseženete-li indiánka, můžete použít kremroli či špičku.

Tento experiment je vhodný zařadit do výuky jak do tématu člověk a jeho svět, tak i člověk a příroda.

Video:

Průběh experimentu lze shlédnout na připojené video-sekvenci dlouhé 94 sekund.

9.9.13 Panáček z marshmallow

Cíl experimentu:

Ověření rozpínavosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem, klasické marshmallow, stojánek, špejle nebo párátka

Příprava:

Z klasických bonbónů marshmallow a špejlí vytvoříme panáčka (Obr. 95)

Provedení:

Pod recipient vývěvy umístíme na stojánek vyrobeného panáčka. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak panáček v průběhu snižování tlaku pod recipientem zvětšuje svůj objem. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se zvyšuje až na hodnotu atmosférického tlaku, panáček zmenšuje svůj objem, až se úplně zborší. Průběh experimentu včetně hodnot na vakuometru, lze sledovat na obrázku č. 95.

Vysvětlení:

Pěnové bonbóny marshmallow obsahují uzavřené vzduchové komůrky, které se vlivem snižování okolního tlaku pod recipientem rozpínají, čímž se zvětšuje celkový objem bonbónu. Po vyrovnání se marshmallow zmenší oproti původnímu objemu díky popraskání některých vzduchových komůrek.



Obr. 95: Průběh experimentu panáček marshmallow ve vývěvě

Otázky k zamyšlení:

Proč se panáček rozpíná?

Tipy:

Do vývěvy lze umístit jakýkoliv druh bonbónů typu marshmallow, nejčastěji v běžném prodeji seženete klasické bonbóny. Bonbóny uchovávejte v nádobě bez přístupu vzduchu a budou vám dlouho a dobře sloužit. Jakmile je dlouho vystavujete vzduchu, vyschnou a ztvrdnou.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni základního vzdělávání do témat člověk a jeho svět a člověk a příroda.

Video:

Na video-sekvenci lze spatřit průběh experimentu. Délka sekvence činí 90 sekund.

9.9.14 Protržení blány

Cíl experimentu:

Ověření účinků rozdílu tlaků.

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, skleněná trubka, mikrotenový pytlík, gumičky

Provedení:

Na skleněnou trubku napneme mikrotenový pytlík jako blánu a gumičkou ji zajistíme. Dbáme, aby blána byla vzduchotěsně upevněna. Takto připravenou skleněnou trubku s blánou umístíme na talíř vývěvy přímo nad výpusť. Spustíme vývěvu a pozoruje, jak se blána prohýbá dovnitř, až se nakonec protrhne (Obr. 96).



Obr. 96: Protržená blána

Vysvětlení:

Zředěním vzduchu v trubce vznikne podtlak, jehož působením se mikroténová blána nejdříve silně prohne a nakonec se protrhne.

Otázky k zamyšlení:

Proč se blána napnutá na skleněné trubce protrhla?

Tipy:

Pokud nechce skleněná trubka přiléhat k talíři vývěvy, namažte její okraj vakuovou vazelinou. Igelitovou blánu můžeme přidržovat. Pro silnější zvukový efekt můžeme dát více vrstev igelitu.

Tento experiment je opět velmi vhodný pro první i pro druhý stupeň.

9.9.15 Pivo ve vývěvě¹

Cíl experimentu:

Ověření poklesu tlaku únikem CO₂ z piva.

Pomůcky:

vývěva s recipientem, Petriho miska, sklenička, pivo

Provedení:

Pod zvon vývěvy umístíme na Petriho misku skleničku, kterou naplníme do dvou třetin jejího obsahu pivem. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak z piva v průběhu snižování tlaku pod recipientem unikají bublinky CO₂, čímž roste pěna. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku a pěna na pivu klesne. Průběh experimentu včetně hodnot na vakuometru lze sledovat na obrázku č. 97.



Obr. 97: Průběh experimentu s pivem ve vývěvě

Vysvětlení:

Bublinky CO₂ se začnou velmi rychle uvolňovat z piva jakožto následek snižujícího se okolního tlaku.

Otázky k zamyšlení:

Proč začnou bublinky z piva unikat?

Proč pěna opět klesne, jakmile pustíme vzduch pod recipient?

¹ z 57

Tipy:

Pokud nemáte k dispozici pivo, můžete použít jakoukoliv sycenou limonádu, pro názornost by měla být barevná.

Tento experiment je vhodné použít jako motivační či heuristický.

Video:

Průběh celého experimentu je ke shlédnutí na video-sekvenci dlouhé 46 sekund.

9.9.16 Vajíčko ve vývěvě

Cíl experimentu:

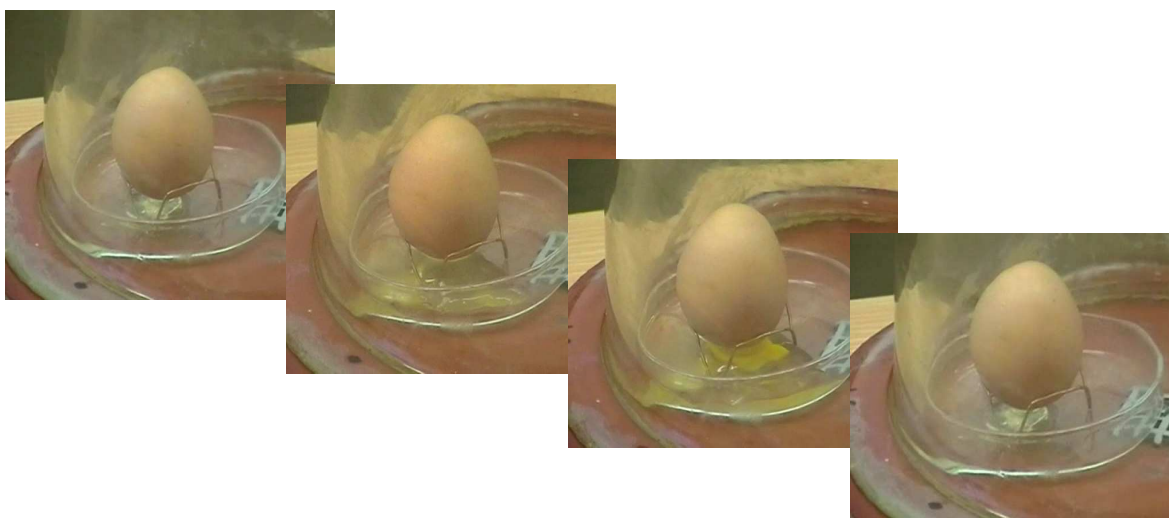
Ověření rozpínavosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem, Petriho miska, stojánek na vajíčko vyrobený z drátku, syrové vajíčko, jehla

Provedení:

Pod zvon vývěvy umístíte na Petriho misku stojánek s vajíčkem, do něž jsme píchnutím jehlou vytvořili zespodu díрку. Spodní část vajíčka by se měla ocitat cca 0,5 cm nad dnem Petriho misky. Spustíme vývěvu a sledujeme, jak z vajíčka v průběhu snižování tlaku pod recipientem začne vytékat bílek a posléze i žloutek. Pozor!!! Nesmí dojít k úplnému vytlačení obsahu vajíčka. Po vypnutí vývěvy otevřeme ventil, kterým vpustíme pod recipient vývěvy vzduch. Tlak se začne zvyšovat až na hodnotu atmosférického tlaku a vyteklý obsah vajíčka je vtlačen zpět do skořápky. Průběh experi-



Obr. 98: Průběh experimentu s vajíčkem ve vývěvě

mentu lze sledovat na obrázku č. 98.

Vysvětlení:

Bílek a posléze i žloutek jsou z vajíčka vytlačovány v důsledku rozpínání pouku (vzduchové bubliny uvnitř každého vajíčka). Když vpustíme pod recipient vývěvy vzduch, jeho vzrůstající tlak opět vtlačí obsah vajíčka zpět do skořápky.

Otázky k zamýšlení:

Co vytlačuje bílek a žloutek za skořápky vajíčka?

Proč se žloutek a bílek vsají zpět do skořápky poté, kdy vpustíme vzduch pod recipient?

Tipy:

Ideální stáří vajíčka je 14 dní, u nějž pouk dosahuje dostatečné velikosti.

Video:

Průběh celého experimentu lze spatřit na video-sekvenci, jejíž délka činí 98 sekund.

9.9.17 Pěna na holení ve vývěvě

Cíl experimentu:

Ověření rozpínavosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, pěna na holení, Erlenmayerova baňka, větší Petriho miska, červená a modrá tuš

Provedení:

Trochu pěny na holení nastříkáme do erlenmayerovy baňky. Pěnu na holení trochu obarvíme barevnými tušemi. Plnou Erlenmayerovu baňku umístíme doprostřed větší Petriho misky pod recipientem vývěvy. Vývěvu spustíme, a jakmile začneme odčerpávat vzduch, pěna na holení téměř okamžitě zvětšuje svůj objem. Průběh experimentu včetně hodnot na vakuometru, lze sledovat na obrázku č. 99.

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí pěny a vzduchové bublinky v pění se začnou rozpínat.



Obr. 99: Průběh experimentu s pěnou na holení ve vývěvě

Otázky k zamýšlení:

Proč pěna zvětšuje svůj objem při odčerpávání vzduchu z vývěvy?

Tipy:

Pokud nemáme pěnu na holení, můžeme si vystačit se šlehačkou ve spreji.

Na pěnu (šlehačku) můžeme kápnout pár kapek inkoustu nebo tiskařské barvy. Tehdy lépe vizuálně vynikne, když se pak pěna (šlehačka) rozpíná.

Video:

Průběh celého experimentu je natočen na video sekvenci, která má délku 108 sekund.

9.9.18 Liftink jablíčka¹

Cíl experimentu:

Ověření rozpínavosti vzduchu v závislosti na klesajícím tlaku.



Obr. 100: Průběh experimentu liftink jablíčka

Pomůcky:

vývěva s recipientem a příslušenstvím, starší scvrklé jablko

Provedení:

Starší scvrklé jablíčko umístíme pod recipient vývěvy. Spustíme vývěvu, a jakmile začneme odčerpávat vzduch, starší scvrklé jablíčko se začne vyhlazovat (provádíme liftink) (Obr. 100).

Vysvětlení:

Při odčerpávání vzduchu zpod recipientu vývěvy klesá tlak v okolí jablka a tlak plynů uvnitř jablko vyhladí jeho slupku. Jablíčko pak vypadá čerstvěji a mladistvěji.

Otázky k zamyšlení:

Proč se slupka staršího a scvrklého jablka vyhladí po odčerpání vzduchu z vývěvy?

¹ z 37

Tipy:

Místo jablka můžeme použít starší hrušku.

Video:

Průběh celého experimentu je natočen na video-sekvenci dlouhé 70 sekund.

9.10 Projevy při zahřívání a ochlazování vzduchu

9.10.1 Nafukování a vyfukování balónku¹

Cíl experimentu:

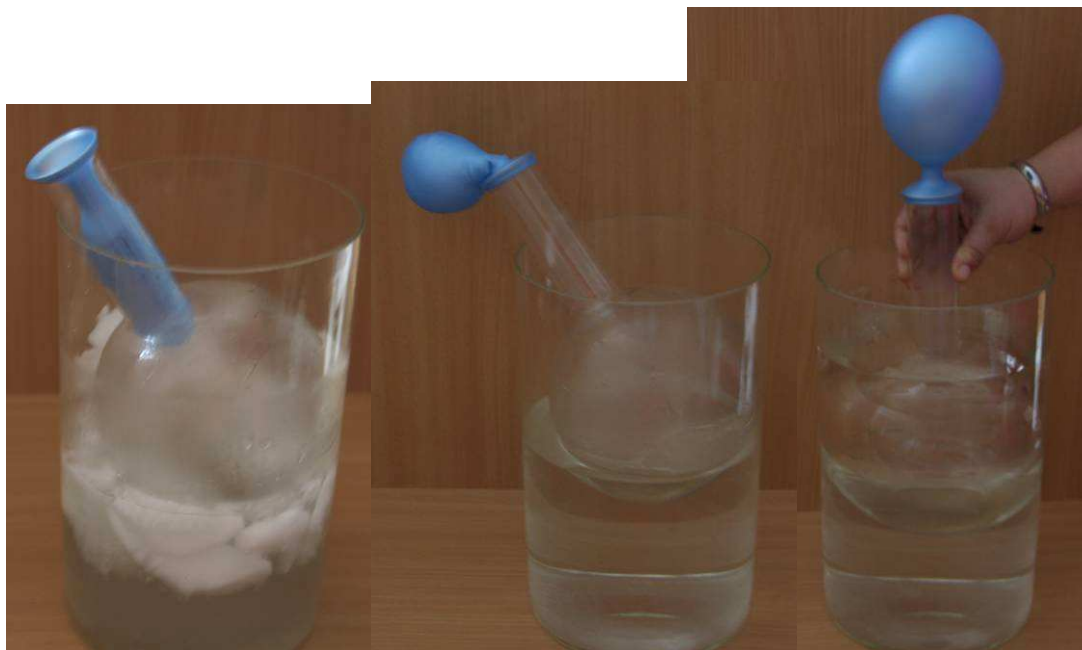
Ověření důsledků zahřívání a ochlazování vzduchu.

Pomůcky:

skleněná láhev, pouťový balónek, akvárium, led, horká voda, gumička

Provedení:

Na skleněnou baňku nasadíme pouťový balónek. Do akvária nasypeme ledovou tříšť, do níž ponoříme skleněnou baňku s nasazeným pouťovým balónkem. Pozorujeme, jak se chová pouťový balónek. Ledovou tříšť vysypeme z akvária a místo ní nalijeme



Obr. 101: Průběh experimentu ochlazování a zahřívání vzduchu horkou vodou, do které ponoříme zpět skleněnou baňku s nasazeným pouťovým balónkem. Opět pozorujeme, jak se balónek chová. Průběh experimentu lze názorně vidět na obrázku č. 101.

Vysvětlení:

Vzduch ve skleněné baňce ochlazením zmenšil svůj objem. Jakmile jsme vyměnili ledovou tříšť za teplou vodu, vzduch se ohřál, zvětšil svůj objem a nafoukl balónek.

¹ z 37

Otázky k zamyšlení:

Proč se balónek vnořil do skleněné baňky ponořené do ledové tříště?

Proč se balónek nafoukl, když jsme vyměnili ledovou tříšť za teplou vodu?

Tipy:

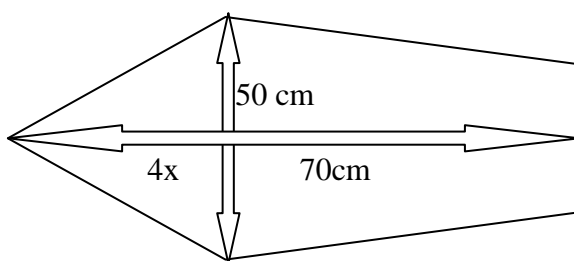
Pokud neseženete ledovou tříšť, postačí studená voda z kohoutku, ale rozdíl není tak patrný. Naopak použijete-li skleněnou baňku, která se vejde do mrazáku, bude rozdíl o to patrnější.

Tento experiment se hodí jako badatelský žákovský experiment. Jak na první, tak i druhý stupeň základního vzdělávání.

9.10.2 Čínský balón tajných přání

Cíl experimentu:

Vysvětlení principu horkovzdušného balónu.

Pomůcky:

čínský balón tajných přání (2 archy hedvábného papíru, tuhé lepidlo, 2 m tenkého drátu), zápalky, tuhý líh, kousek drátu

Příprava:

Archy hedvábného papíru rozpůlíme na dvě poloviny, čímž vzniknou čtyři stejné díly. Na jednotlivé díly překreslíme dle šablony

Obr. 102: Šablona na čínský balón tajných přání

(Obr. 102) vystřížený tvar. Jednotlivé díly k sobě slepíme tuhým lepidlem, přičemž dáváme pozor, aby nikde nevznikly volné průduchy, kterými by unikal ohřátý vzduch z budoucího balónu. Z jednoho metru drátu vytvoříme kruh a ze zbytku kříž, kterým zpevníme vzniklý kruh. Zpevněný kruh vlepíme na hranu spodní části balónu.

Provedení:

Čínský balón tajných přání rozložíme a na kříž připevníme drátem kousek tuhého lihu. Při zapalování dáváme pozor, abychom balón nepropálili. Stěny balónu od sebe jemně roztahujeme, abychom pomohli vzduchu, který se díky hořícímu tuhému lihu ohřívá a rozpíná. Jakmile se vzduch uvnitř balónu ohřeje na dostatečnou teplotu, vzlétne (Obr. 103).



Obr. 103: Letící balón

Vysvětlení:

Vzduch se zahříváním rozpíná a je lehčí než okolní vzduch, díky čemuž balón stoupá vzhůru. Rozdíl mezi teplotou uvnitř balónu a vnější teplotou balónu by měl při objemu balonu 50 litrů a hmotnosti 8 gramů činit přibližně 40 °C.

Otázky k zamyšlení:

Proč se balón vznáší?

Tipy:

Pokud nemáme po ruce hedvábný papír, vystačíme si s tenkým větším pytlek na odpadky o objemu minimálně 60 l, fénem a tenkou lepicí páskou.

Tento experiment je vhodný jako domácí žákovský experiment.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 24 sekund.

9.10.3 Deformace plastové láhve¹

Cíl experimentu:

Ověření tepelné roztažnosti plynů.

Pomůcky:

větší plastová láhev s víčkem, horká voda

Provedení:

Do větší plastové láhve nalijeme trochu horké vody a protřepeme. Horkou vodu vylijeme a ihned zašroubujeme. Pozorujeme, jak se plastová láhev začne deformovat.



Obr. 104: Průběh experimentu deformace plastové láhve

Vysvětlení:

Na začátku experimentu byl tlak v lahvi stejný jako venku. Po nalití horké vody do láhve se vzduch uvnitř láhve ohřál a část vzduchu z láhve unikla. Jakmile jsme horkou vodu vylili, ohřátý vzduch se v lahvi ochladil, pára zkonzenzovala a tlak uvnitř láhve se zmenšil. Venkovní (atmosférický) tlak láhev zdeformoval.

¹ z 47

Otázky k zamyšlení:

Proč se plastová láhev zdeformovala?

Co by následovalo, kdybychom do láhve namísto horké nalili vodu ledovou?

Tipy:

K tomuto experimentu se výborně hodí dvoulitrové plastové láhve od levných limonád, jsou totiž velice dobře deformovatelné.

9.10.4 Pouťové balónky a tekutý dusík

Cíl experimentu:

Ověření tepelné smrštitelnosti plynů.

Pomůcky:

pouťové balónky, Dewarova nádoba s tekutým dusíkem, chemické kleště, nerezová podložka, nádoba na tekutý dusík



Obr. 105: Pomůcky k experimentu 9.10.4

Provedení:

Pouťové balónky nafoukneme a položíme na nerezovou podložku. Tekutý dusík nalijeme do připravené polystyrénové nádoby (Obr. 105). Jednotlivé balónky postupně noříme do tekutého dusíku. Po chvíli je pomocí chemických kleští postupně vyjímáme zpět a pozorujeme, že jsou úplně splasklé (Obr. 106).



Obr. 106: Průběh experimentu balónky a tekutý dusík

Vysvětlení:

Tekutý dusík má teplotu $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vložením nafouknutého pouťového balónku do tekutého dusíku jej prudce zchladíme a objem vzduchu uvnitř pouťového balónku se prudce zmenší.

Otázky k zamyšlení:

Proč se všechny balónky vešly do tak malé nádoby?

Tipy:

Tento experiment můžeme provést jako malé kouzlo. Ponoříme do nádoby s tekutým dusíkem několik balónků předem v ústraní kabinetu. Při vlastní prezentaci experimen-

tu před žáky ponoříme do nádoby jeden či dva balónky. Jejich otevřená ústa jsou nám největší odměnou, když pak z nádoby taháme balónky jako králíky z klobouku.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 56 a 132 sekund.

9.10.5 Bublina na láhvi¹

Cíl experimentu:

Demonstrace teplotní roztažnosti plynů.

Pomůcky:

vhodná skleněná láhev (od minerální vody, od sirupu atd.), roztok na tvorbu bublin (mycí prostředek, glycerin, destilovaná voda), brčko

Příprava:

Trvanlivější a odolnější roztok na tvorbu bublin připravíme z destilované vody. Využít můžeme i vodu dešťovou, v nouzi převaříme vodu z kohoutku. Voda zkrátka nesmí být tvrdá. Přimícháme mycí prostředek (nejlépe klasický Jar) a glycerin (100 ml pořídíme v lékárně kolem 30,-Kč) v následujícím poměru: 2 díly vody, 1 díl mycího prostředku, 2 díly glycerinu. Roztoku prospěje pár hodin odpočinku. Před použitím jej pak mírně promícháme.

Provedení:

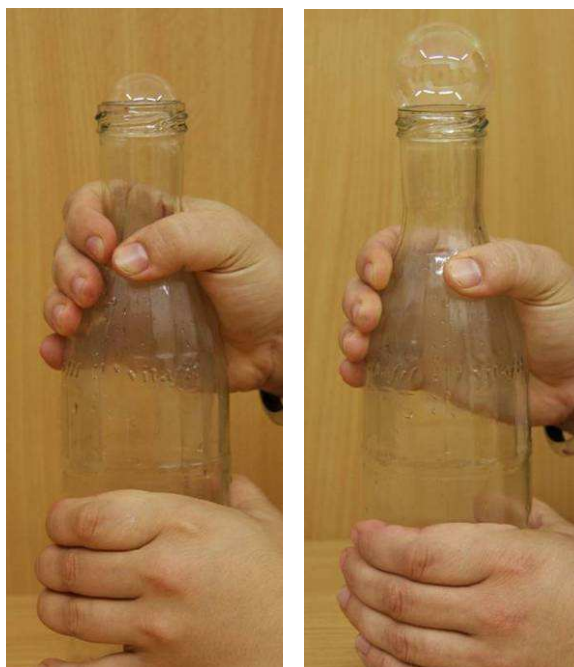
Hrdlo láhve namočíme v připraveném roztoku. Na hrdle vyfoukneme brčkem malou bublinu. Láhev zahříváme, bublina se zvětšuje.

Vysvětlení:

Vzduch, který je v láhvi zahříván, se zvyšující teplotou rozpíná.

Otázky k zamyšlení:

Vysvětli, proč se bublina nafukuje?



Obr. 107: Průběh experimentu bublina na láhvi

¹ z 50

Tipy:

Vyrobená směs na bublifuk vydrží déle, pokud je skladována při nízké teplotě v chladničce.

Experiment můžeme provést jako problémovou úlohu. Můžeme nechat žáky hádat možné příčiny růstu bubliny, zatímco pouze držíme láhev v dlaních a tím ji zahříváme.

9.10.6 Tančící brčko¹

Cíl experimentu:

Ověření tepelné roztažnosti plynů.

Pomůcky:

skleněná láhev, plastové brčko, sekundové lepidlo, plastové kolečko, kádinka, horká voda

Provedení:

Na plastové kolečko nalepíme sekundovým lepidlem plastové brčko tak, aby bylo vůči němu kolmé. Do kádinky nalijeme horkou vodu. Skleněnou láhev dáme do kádinky s vodou a hrdlo přikryjeme plastovým kolečkem. Sledujeme, jak se plastové kolečko nadzvedává a brčko přilepené na něm „tančí“ (Obr. 108).

Vysvětlení:

Vzduch, který je v láhvi zahříván, zvětšuje svůj objem a nadzvedává plastové kolečko, aby mohl unikat z láhve.

Otázky k zamyšlení:

Proč plastové brčko „tančí“?

Tipy:

Tento experiment je zejména vhodné zařadit do výuky na prvním stupni do tématu člověk a jeho svět. Tento experiment můžeme se žáky provádět jako heuristický experiment ve dvojicích. Jediné omezení představuje množství pomůcek, které má vyučující k dispozici.



Obr. 108: Tančící brčko

¹ z 60

9.11 Experimenty s těžkými plyny

9.11.1 Je CO₂ těžší než vzduch?

Cíl experimentu:

Důkaz, že CO₂ (oxid uhličitý) je těžší než vzduch.

Pomůcky:

tělo rovnoramenných vah, 2 stejné papírové pytlíky, 2 stejné háčky, 2 stejné kancelářské sponky, sifonová láhev, 30 cm dlouhá plastová trubička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), 1–2 bombičky s CO₂

Provedení:

Použijeme tělo starých rovnoramenných vah, na konce ramen zavěsíme háčky. Na háčky zavěsíme kancelářské sponky, které drží stejné papírové pytlíky. Odaretujeme a pozorujeme, že váhy jsou v rovnováze. Váhy opět zaaretujeme. Do

suché a prázdné láhve na přípravu sodovky napustíme několik sifonových bombiček obsahujících oxid uhličitý. Ideální množství je mezi 1–2 bombičkami. Připravíme si cca 30 cm dlouhou plastovou hadičku, kterou nasadíme na vypouštěcí trubičku sifonové láhve. Konec plastové hadičky umístíme do jednoho papírového pytlíku. Pomalu začneme napouštět oxid uhličitý do pytlíku. Váhy odaretujeme a pozorujeme, že



Obr. 109: Rovnováha na vahách

rovnováha vah je narušena.



Obr. 110: Porušení rovnováhy

Vysvětlení:

Porušení rovnováhy je dáno rozdílem hustoty vzduchu a oxidu uhličitého. 1 litr vzduchu má hmotnost 1,2 g při pokojové teplotě a běžném atmosférickém tlaku, ovšem 1 litr oxidu uhličitého má za stejných podmínek hmotnost 1,8 g.

Otázky k zamyšlení:

Proč se porušila rovnováha na vahách?

Tipy:

Tento experiment můžeme využít i k důkazu, že propan je také těžší než vzduch. Pokud nemáme k dispozici staré funkční tělo rovnoramenných vah, můžeme si vystačit se dvěma plastovými láhvemi, dvěma špejlemi, izolepou a provázkem. Váhy sestavíme tak, že zpevníme ze dvou špejlí vyvážený kříž. Na dvě stejné plastové láhve připevníme dva protilehlé konce špejlí. Na vzniklou houpačku připevníme papírové sáčky.

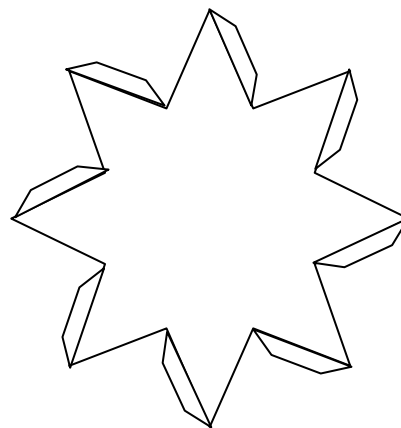
9.11.2 Větrný mlýnek¹

Cíl experimentu:

Důkaz, že CO₂ (oxid uhličitý) je těžší než vzduch.

Pomůcky:

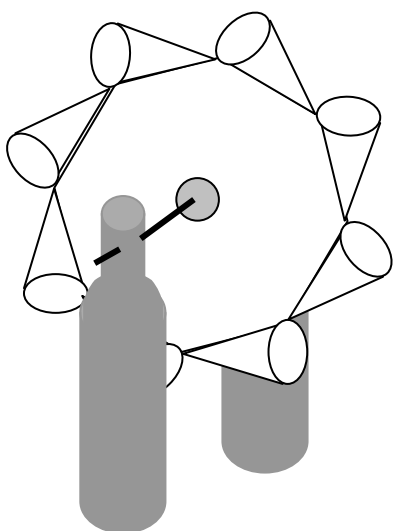
kancelářský papír formátu A4, korková zátka, tenký drát, sifonová láhev, bombičky s CO₂, 2 stejné prázdné skleněné láhve, 2 stejné menší plastové láhve, 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve)



Obr. 111: Šablona na mlýnek

Příprava:

Na papír narýsujeme pravidelný osmiúhelník, ze kterého vyrobíme pravidelnou osmičípou hvězdu, jak patrně z obrázku č. 111. Tuto papírovou hvězdu vystříháme, okraje natřeme lepidlem a stočíme je do tvaru nálevky. Přes střed vzniklého osmiúhelníku prostrčíme kousek tenkého drátu. Z každé strany drátu můžeme navléci kousek korkové zátky, aby přidržovaly papír ve správné poloze. Zátky zároveň nesmí papír omezovat v pohybu, musí se volně otáčet. Dvě stejné menší plastové láhve naplníme vodou (nebo pískem), aby byly těžší a stabilnější, a do jejich horních částí vyhloubíme ve stejné výšce otvory, do kterých umístíme námi vyrobený mlýnek. Vzdálenost mezi láhvemi upravíme podle potřeby, mlýnek se musí volně točit.



Obr. 112: Mlýnek

¹ z 26

Provedení:

Do suché a prázdné sifonové láhve na přípravu sodovky napustíme 3–4 bombičky obsahující oxid uhličitý. Z ní do skleněné láhve napustíme oxid uhličitý. Na stůl postavíme námi vyrobený mlýnek. Jakmile začneme ze skleněné láhve nalévat oxid uhličitý na nálevky mlýnku, mlýnek se začne otáčet. Když láhev narovnáme, mlýnek se zastaví. Experiment můžeme opakovat, dokud v láhvi máme dostatečné množství oxid uhličitýho.

Vysvětlení:

Oxid uhličitý je těžší než vzduch. Jakmile jej začneme nalévat na mlýnek, oxid uhličitý se zachytává v nálevkách a tlačí je směrem dolů. Jakmile nálevka dorazí dolů, pomalu se začne otáčet vzhůru nohama, oxid uhličitý vyteče, což opět odlehčí nálevky v mlýnku. Tak dochází k otáčivému pohybu. Jakmile oxid uhličitý přestaneme nalévat, zastaví se i mlýnek, protože síly budou vyrovnané a v nálevkách bude jen vzduch.

Otázky k zamyšlení:

Proč se mlýnek roztočil?

Tipy:

Experiment můžeme obměnit. Místo jedné láhve přineseme do učebny dvě stejné láhve. Oxid uhličitý naplníme do jedné z nich předtím, aby to žáci neviděli. Láhve postavíme na lavici vedle sebe. Obě láhve necháme po třídě kolovat, aby se žáci přesvědčili, že v nich není žádná tekutina. Poté první láhev nakloníme nad mlýnek a nic se nestane. Stejně použijeme druhou láhev naplněnou oxidem uhličitým a hle! Mlýnek se začne otáčet!

9.11.3 Postupné zhasínání svíček¹**Cíl experimentu:**

Ověření faktu, že CO_2 je nehořlavý plyn a má větší hustotu než vzduch.

Pomůcky:

akvárium nebo větší nádoba, sifonová láhev, bombičky s CO_2 , 3 svíčky různé výšky, zápalky, 30 cm dlouhá plas-



Obr. 113: Průběh experimentu zhasínání svíček

¹ z 50

tová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), skleněná deska (na částečné přikrytí akvária)

Provedení:

Na dno akvária umístíme vedle sebe trojici různě vysokých svíček, které zapálíme. Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky napustíme tři až čtyři sifonové bombičky. Plastovou hadičku nasadíme na vypouštěcí trubičku sifonové láhve a její konec umístíme na dno akvária. Akvárium částečně přiklopíme skleněnou deskou a začneme co nejpomaleji napouštět akvárium oxidem uhličitým z láhve. Zapálené svíčky postupně zhasínají.

Vysvětlení:

Oxid uhličitý je nehořlavý plyn a je těžší než vzduch. Svíčky postupně zhasínají dle zvyšující se hladiny oxidu uhličitého v akváriu (oxid uhličitý vytlačil vzduch z akvária).

Otázky k zamýšlení:

Proč svíčky zhasínají postupně a ne všechny najednou?

Tipy:

Různě vysoké svíčky nahradí svíčky stejně vysoké, umístěné na různě vysoké podložky tak, aby se každý knot ocitl v jiné výšce.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni základního vzdělání.

9.11.4 Nalévání a přelévání CO₂¹

Cíl experimentu:

Důkaz, že plyn se chová jako kapalina.

Pomůcky:

sifonová láhev, 1–2 bombičky s CO₂, cca 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), dvě sklenice, špejle, svíčka, zápalky

Provedení:

Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky napustíme oxid uhličitý z 1–2 sifonové bombičky. Na vypouštěcí trubičku sifonové láhve nasadíme plastovou hadičku, jejíž

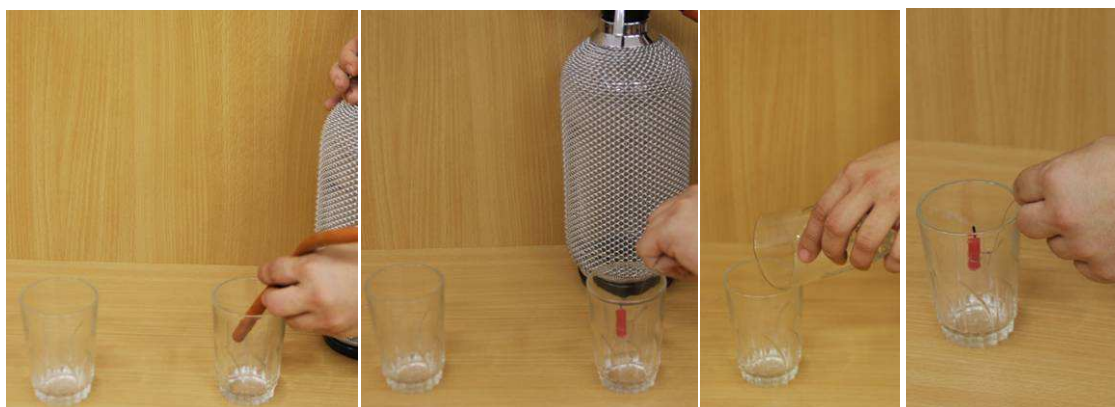
¹ z 70

konec umístíme na dno sklenice. Co možná nejjemnějším stisknutím vypouštěcího ventilu napustíme oxid uhličitý. Zápalkami rozžhneme připravenou svíčku, od níž zapálíme špejli. Vnoříme ji do sklenice, ve které není oxid uhličitý, a přesvědčíme se, že špejle nezhasne. Poté ji vnoříme do sklenice, ve které je oxid uhličitý. Hořící špejle zhasne. Tím jsme prokázali přítomnost oxidu uhličitého ve sklenici. Obsah této sklenice pomalu přelijeme do sklenice, ve které byl vzduch. Opět zapálíme špejli o svíčku a zkusíme, zda se nám podařilo oxid uhličitý přelít. Na závěr můžeme využít zbytek plynu tak, že jej vylijeme na hořící svíčku, čímž zhasíme její plamen.

Vysvětlení:

Oxid uhličitý je nehořlavý plyn. Ve sklenici zabránil přístupu kyslíku, který je k hoření nezbytný, proto nám zapálená špejle zhasla.

Oxid uhličitý je těžší než vzduch, proto zůstane ve sklenici a neutíká z ní.



Obr. 114: Průběh experimentu přelévání oxidu uhličitého

Otázky k zamyšlení:

Proč zapálená špejle zhasla?

Proč zůstal oxid uhličitý ve sklenici a neutekl z ní nahoru?

Proč se nám povedlo oxid uhličitý přelít?

Tipy:

Místo hořící špejle můžeme použít malou dortovou svíčku, kterou přiděláme na kousek ohnutého drátku (Obr. 114) a použijeme ji jako tzv. bludičku.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni základního vzdělání.

9.11.5 Plavání vzduchových bublin¹

Cíl experimentu:

Ukázat, že vzduch má menší hustotu než CO_2 .

Pomůcky:

akvárium, bublifuk, oko na vyfukování bublin, sifonová láhev, bombičky s CO_2 , 30 cm plastové hadičky vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), skleněnou desku (na přikrytí akvária)

Provedení:

Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky napustíme oxid uhličitý ze tří či čtyř sifonových bombiček. Na vypouštěcí trubičku sifonové láhve nasadíme plastovou hadičku, její konec pak umístíme na dno akvária, které částečně přiklopíme skleněnou deskou a začneme jej pomalu napouštět oxidem uhličitým z láhve cca do jedné poloviny výšky. Nejsme-li si jisti množstvím oxidu uhličitého v akváriu, ověříme jeho hladinu zapálenou špejlí. Odkryjeme z vrchu akvária skleněnou desku a můžeme začít tvořit bubliny. Jestliže vyfoukneme bublinu dostatečné velikosti, zůstane plovat na hladině oxidu uhličitého v akváriu (Obr. 115).

Vysvětlení:

Oxid uhličitý je těžší než vzduch v bublinách, a proto bubliny nadlehčuje podobně, jako voda nadlehčuje míč plovající ve vodě.

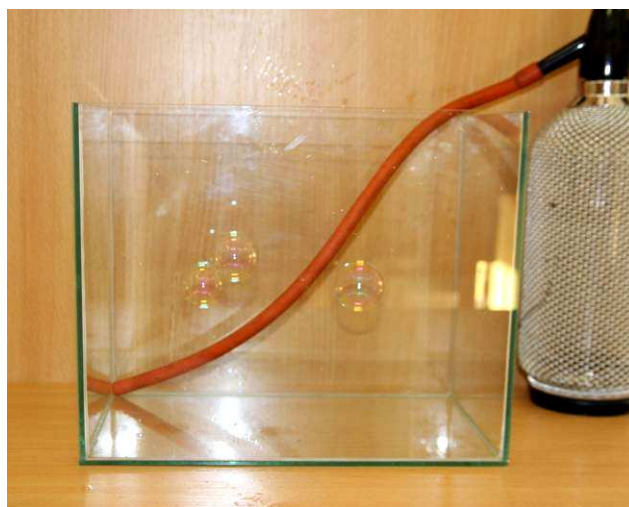
Otázky k zamýšlení:

Proč bubliny neklesají až na dno akvária?

Tipy:

Bublina musí být dostatečně veliká (co nejméně roztoku a co nejvíce vzduchu), jinak nebude na vrstvě oxidu uhličitého plovat, protože bude příliš těžká.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni základního vzdělávání.



Obr. 115: Plování bublin

¹ z 48

9.11.6 Nalévání a přelévání propanu¹

Cíl experimentu:

Důkaz, že plyn se chová jako kapalina.

Pomůcky:

náhradní náplň do zapalovače, dvě sklenice, špejle, svíčka, zápalky, plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na koncovku náhradní náplně do zapalovače)



Obr. 116: Napouštění propanu do sklenice

Příprava:

Na výpustní ventil náhradní náplně do zapalovače nasadíme koncovku, která byla součástí balení. Na nasazenou koncovku nasadíme plastovou hadičku.

Provedení:

Konec hadičky nasměrujeme do připravené sklenice a zmáčkneme koncovku na kartuši. Tím vstříkneme část propanu do sklenice (Obr. 116). Zápalkami rozžhneme připravenou svíčku, o níž zapálíme špejli. Tu vnoříme do sklenice, ve které není propan, a přesvědčíme se, že špejle nezhasne. Poté ponoříme hořící špejli do sklenice s propanem a zapálíme jej. Když propan vyhoří, naplníme znovu skleničku a přelijeme její obsah do druhé připravené sklenice. O svíčku si zapálíme špejli a ponoříme ji do sklenice s přelitým propanem a zapálíme ho.



Obr. 117: Průběh experimentu přelévání propanu

¹ z 48

Vysvětlení:

Propan je hořlavý plyn, je těžší než vzduch, a proto propan vytlačí vzduch ze sklenice. 1 litr vzduchu má hmotnost za normálního tlaku při pokojové teplotě přibližně 1,2 g, 1 litr propanu za stejných podmínek 1,7 g.

Otázky k zamyšlení:

Proč plyn začal hořet?
Proč zůstal propan ve sklenici a neutekl z ní?
Proč se nám povedlo propan přelít?

Tipy:

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni. Dejte si pozor při napouštění propanu do sklenice, stačí malé množství, pokud do sklenice napustíte větší množství než-li jste si přáli, párkrát zakružte sklenicí, aby přebytečný plyn unikl. Jinak by mohla sklenice prasknout.

9.11.7 Zapalování parafínových par¹

Cíl experimentu:

Důkaz hoření parafínových par.

Pomůcky:

čajová nebo dortová svíčka, zápalky

Provedení:

Zapálíme čajovou svíčku a necháme ji pořádně rozhořet. Připravíme si zapálenou špejli. Plamen svíčky sfoukneme a zapálenou špejli rychle strčíme do dýmu svíčky. Plyny opět vzplanou a plamen svíčky se opět rozhoří. Při silném dýmu se nám povede zapálit svíčku až 2 cm od knotu.

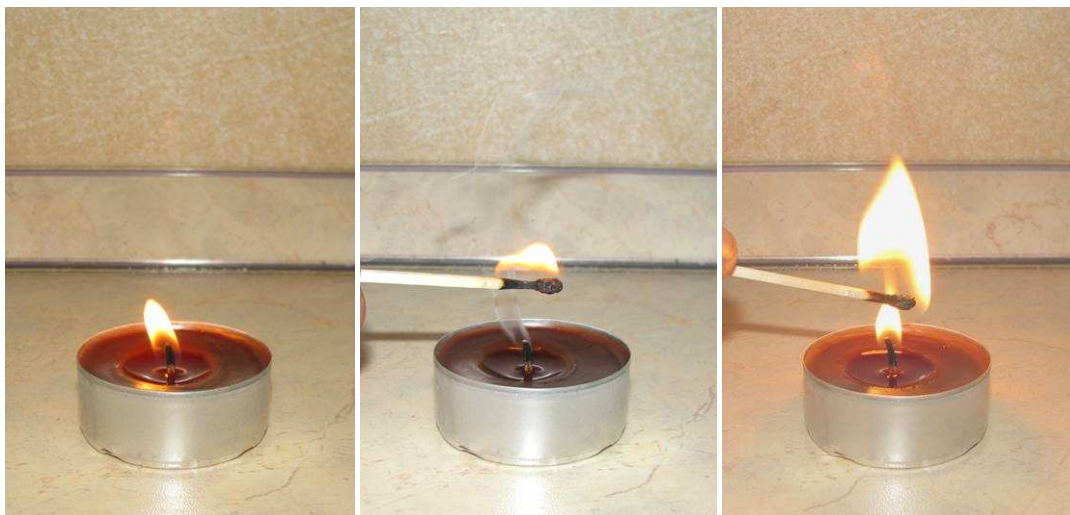
Vysvětlení:

Teplota plamene hořící špejle je dostatečně vysoká, aby zapálila nad knotem uvolněné páry parafínu smíchané s kyslíkem. Kyslík je obsažen ve vzduchu a působí zde jako oxidační činidlo. Zápalná teplota parafínu je 210 °C.

Otázky k zamyšlení:

Co zapálíme hořící špejlí nad knotem svíčky?

¹ z 70



Obr. 118: Průběh experimentu zapalování parafínových par

Tipy:

Můžeme vyzkoušet i alternativu, při které využijeme alobal, parafín, svíčku, chemické kleště a opět hořící špejli. Z alobalu vytvaruje miskou, do které dáme pár malých kousků parafínu. Chemickými kleštěmi uchopíme miskou za okraj a za jejich pomoci přesuneme miskou nad plamen svíčky, kde zahříváme parafín. Když je parafín dostatečně zahřán a začnou se z něj uvolňovat páry, vezmeme zapálenou špejli a přiblížíme ji nad miskou. Parafínové páry vzplanou.

Můžeme zmínit, že téměř každá kapalná látka nehoří v kapalném stavu, ale pouze, pokud jsou její páry smíchány v dobrém poměru s kyslíkem, který je obsažen ve vzduchu.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na druhém stupni základního vzdělání do tématu člověk a příroda.

9.12 Práce plynu

9.12.1 Princip činnosti zážehového motoru¹

Cíl experimentu:

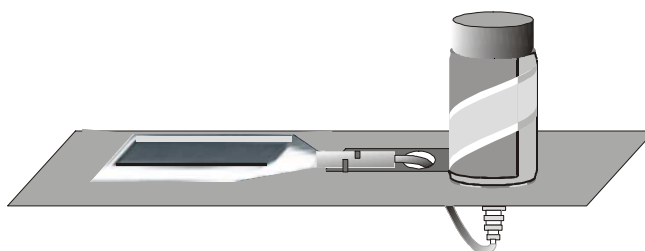
Vysvětlení činnosti zážehového motoru

Pomůcky:

jiskrový zapalovač plynu, automobilová zapalovací svíčka, vysokonapěťový vodič, etanol, krabička od filmu

Provedení:

Jiskrový zapalovač plynu připojíme vysokonapěťovým vodičem k zapalovací svíčce, která je přídělaná skrz víčko krabičky na filmy. Do krabičky od filmu vstříkneme trošku etanolu a nasadíme ji na víčko. Zmáčkne jiskrový zapalovač, ten vyšle výboj do automobilové svíčky, která „hodí“ jiskru, a ta zažehne páry etanolu smíšené se vzduchem uvnitř krabičky na film. Horké plyny vyrazí s explozí tělo krabičky od filmu.



Obr. 119: Model zážehového motoru¹

Vysvětlení:

Jiskrový výboj má dostatečnou zápalnou teplotu, aby došlo k zažehnutí par etanolu smíšenými s kyslíkem. Plyn se prudkým ohřevem rozepne a tělo krabičky odletí.

Otázky k zamýšlení:

Jakou součást benzinového motoru představuje tělo krabičky?
Jaké palivo je místo etanolu vstříkováno do motoru automobilu?

Tipy:

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na druhém stupni základního vzdělání.

¹ z 70

9.12.2 Princip činnosti reaktivního motoru¹

Cíl experimentu:

Objasnění činnosti reaktivního motoru.

Pomůcky:

plastová láhev od limonády (1,5–2 l), dva kousky tenkého drátu cca 6 cm dlouhé, izolepa, zátka na plastovou láhev s otvorem (\varnothing 5 mm), technický líh (etanol), zápalky, špejle, vlasec nebo tenký provázek (dlouhý podle místnosti)

Provedení:

Z kousků tenkého drátu vyrobíme očka, která izolepou přichytíme k plastové láhvi. Provázek (popř. vlasec) napneme přes třídu, bude nám sloužit jako vodící prvek. Do plastové láhve nalijeme malé množství lihu. Hrdlo láhve ucpeme palcem, obsah pořádně protřepeme a dbáme, aby líh omyl stěny uvnitř láhve. Přebytečné množství lihu vylijeme a láhev uzavřeme zátkou s dírkou. Za očka, která jsme na láhvi vytvořili, ji pověsíme na vodící provázek. Zapálíme špejli a přiblížíme ji k otvoru v zátce. Láhev odstartuje.

Vysvětlení:

V plastové láhvi vznikne směs vzduchu a lihových par, přiblížením hořící špejle k otvoru v zátce je zapálíme a horké plyny vzniklé hořením lihu unikají otvorem a odstartují láhev k letu.

Otázky k zamyšlení:

Co pohání naši raketu?

Tipy:

Nikdy **nedržte** raketu při zapálení ani konce vodícího provázku v ruce! Mohla by Vám ublížit (spálit nebo praštit). Pokud směs lihu a vzduchu nechce dobře vzplát, bude nejspíš příčinou nízká teplota. Můžeme si pomoci fénem a trochu láhev zahřát, čímž se rozepne vzduch uvnitř láhve a vytvoří se více lihových par. Pro odpalování raket venku je možné vyrobit si malou odpalovací rampu např. se stativového materiálu, ovšem vždy je třeba dbát, aby nikdo nestál ve směru letu.

Tento experiment je vhodné zařadit do výuky na prvním i druhém stupni základního vzdělání.

¹ z 50

9.12.3 Reaktivní autíčko

Cíl experimentu:

Ukázat přeměnu tlakové potenciální energie stlačeného vzduchu na práci unikajícího vzduchu.

Pomůcky:

reaktivní autíčko s poutřovým balónkem

Provedení:

Balónek připevněný k autíčku nafoukneme. Ústí ucpeeme prstem, autíčko položíme na rovnou plochu a uvolníme prst z ústí, kterým jsme nafukovali balónek. Autíčko se pomalu rozjede.



Obr. 120: Reaktivní autíčko

Vysvětlení:

Stlačením vzduchu dodáme balónku tlakovou potenciální energii, kterou můžeme změnit na práci unikajícího vzduchu. Unikající vzduch z nafouknutého balónku působí reaktivní silou a uvede autíčko do pohybu.



Obr. 121: Reaktivní autíčko s nafouknutým balónkem

Otázky k zamyšlení:

Proč se autíčko rozjede?

Tipy:

Toto autíčko najdete v obchodním domě Teslo, ovšem nikoli v oddělení hraček, jak byste předpokládali, nýbrž mezi pomůckami k pořádání dětských oslav. Čím větší je přetlak, tím větší je reaktivní síla unikajícího vzduchu.

9.12.4 Tekutý dusík a ping-pongový míček

Cíl experimentu:

Demonstrace „Heronovy baňky jinak“ – fázový přechod z tekutého dusíku na plynný.

Pomůcky:

ping-pongový míček, Dewarova nádoba s tekutým dusíkem, chemické kleště, lihový fix, nerezová miska, polystyrénová nádoba, inzulínová jehla, kahan, sirky

Příprava:

Sirkami zapálíme kahan. Nad kahanem nahřejeme inzulínovou jehlu, s jejíž pomocí pak vyhloubíme po obvodu míčku ve vzájemně rovnoměrných vzdálenostech 3 dírky tak, aby byly k míčku co možná nejvíce tečné. Na takto připravený ping-pongový míček nakreslíme lihovým fixem kdekoliv po jeho povrchu několik čar či kreseb.

Provedení:

Protože má Dewarova nádoba úzké hrdlo, přelijeme tekutý dusík do vhodnější nádoby, která je vyrobená z polystyrénu. Ping-pongový míček vezmeme do připravených chemických kleští a pomoříme jej na 10–20 sekund do tekutého dusíku. Po uplynutí časového úseku míček vyndáme a položíme jej na dno nerezové misky. Sledujeme, co se bude dít. Ping-pongový míček se pomalu začne roztáčet a postupně zrychluje.



Obr. 122: Pomůcky k experimentu tekutý dusík a ping-pongový míček

Vysvětlení:

Tekutý dusík má teplotu -196°C . Po ponoření ping-pongového míčku do tekutého dusíku vzduch uvnitř zmenší svůj objem (vznikne podtlak) a začne do sebe nasávat tekutý dusík. Vyjmutím míčku z tekutého dusíku a položením na dno nerezové misky se začne tekutý dusík uvnitř míčku ohřívat (dojde k fázové přeměně z kapalného skupenství na plynné) a tím zvětšovat svůj objem. Uvnitř míčku vzniká přetlak. Plynný dusík unikající z dírek vytvořených po obvodu míčku způsobí jeho rotaci.

Otázky k zamýšlení:

Vysvětli, proč ping-pongový míček do sebe nasaje tekutý dusík?

Proč se ping-pongový míček začal točit?

Tipy:

Nenechávejte ping-pongový míček v tekutém dusíku moc dlouho, jinak praskne. Je vhodné použít dvě až tři barvy lihových fixů, lépe vynikne rotace míčku.

Video:

Průběh celého experimentu je ke spatření na video-sekvenci o délce 76 sekund.

10 Závěr

Hlavním cílem mé rigorózní práce bylo prezentovat širší možností zapojení experimentů ve výuce poznatků o plynech jako takových, které na prvním i druhém stupni základních škol a na víceletých gymnáziích nabízejí jednoduché experimenty. Jako dílčí cíle jsme si stanovila seznámení s pedagogicko-psychologickými zásadami a jejich aplikacemi na soubor vybraných experimentů, neboť dle mého názoru se současná didaktická literatura zařazením experimentů do výuky fyziky příliš nezabývá. Pokusila jsem se proto obecně platné pedagogicko-psychologické aspekty přizpůsobit této problematice.

Stručně jsem se zabývala didaktikou jako takovou, její historií a vztahem k ostatním vědám, edukačními cíli a jejich hierarchií, tvorbou a taxonomií, didaktickými zásadami a metodami výuky fyziky. Nakonec jsem se zamyslela nad významem motivace a aktivizace žáků ve výuce fyziky a aplikovala získané poznatky na vytvořený soubor jednoduchých experimentů ve výuce poznatků v mechanice plynů.

Při vytváření souboru experimentů jsem čerpala jak ze své pedagogické praxe na VŠ vykonávané při mém dosavadním doktorském studiu (vyučuji již několik semestrů předmět Praktika školních pokusů 1,2), tak z analýzy literatury zabývající se touto problematikou, zastoupené historickými spisy i novými knihami. Z dlouhodobé analýzy literárních zdrojů si odnáším zjištění, že česky psané literatury týkající se této problematiky nenalezneme tolik jako té cizojazyčné, především anglické a německé.

Pevně věřím, že souborem experimentů přispějí k podpoře výuky poznatků o plynech na základních školách a odpovídajících nižších ročnících víceletých gymnázií. Zvolila jsem uspořádání, které dává žákům možnost samostatně objevovat dané zákonitosti či vlastnosti plynů. Žáci mohou pomocí heuristických experimentů na základě vlastních zkušeností z pozorování plynů při různých situacích logicky vyvozovat dílčí poznatky.

Ve své rigorózní práci jsem uvedla také řadu alternativních experimentů, které umožňují vyučujícím vybrat ten nejvhodnější možný pro své žáky, popř. je mohou inspirovat k dalším. Pochopení dané látky lze ověřovat alternativními experimenty. Každý experiment je v práci detailně popsán a doplněn příslušnou fotografií popř. souborem fotografií, ilustrací či některou z přiložených video-sekvencí. Všechny tyto materiály mohou sloužit jako metodická pomůcka při výuce poznatků o plynech. Všechny experimenty jsem důkladně ověřila a uvedla v práci vlastní náměty a poznámky pro pedagogy či případné další čtenáře mé práce. Práce obsahuje celkem 84 experimentů, doplněné 122 obrázky a 40 video-sekvencemi.

11 Seznam použité literatury a internetových zdrojů

1. Bennett, J., Smith, R., Stott, K., Voplakal, M., *Nápady pro přírodovědu*, Praha, 1996. ISBN 80-7178-112-6.
2. Bilimovič, B. F.: *Fyzikální kvízy*, Mir, Moskva, 1981
3. Bohuněk, J., Kolářová, R.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*, Prométheus, Praha, 1998, ISBN 80-7196-119-1
4. Byčkovský, P., Kotasem, J. *Nová teorie klasifikování kognitivních cílů ve vzdělávání: Revize Bloomovy taxonomie*, Pedagogika, 2004, roč. 54, č. 3, s. 227 – 242.
5. Drahovzal, J., Kilián, O., Kohoutek, R. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Paido, 1997. 156 s. ISBN 80-85931-35-4
6. Ďurič, L., Grác, J., Štefanovič, J.: *Pedagogická psychológia*, Jaspis, Bratislava, 1991,
7. Ďurič, L.: *Úvod do pedagogické psychologie*, SPN, Praha, 1979, ISBN 80-900477-6-9
8. Dvořák, L., a kol.: *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?*, matfyzpress, Praha, 2008,
9. Fenclová, J. *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 160 s.
10. Fenclová, J., *Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky*, SPN, Praha, 1984
11. Fontana, D.: *Psychologie ve školní praxi*, 2. vyd. Portál, Praha, 2003, ISBN 80-7178-626
12. Fuka, J., Kunzfeld, J., Novotný, J.: *Pokusy z fyziky na základní škole*, SPN, Praha, 1985
13. Fuka, J., Lepil, O, Bednařík. M.: *Didaktika Fyziky*, rektorát Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 1981
14. Hartl, P., Hartlová, H. *Psychologický slovník*. 1.vyd. Praha: Portál, 2000. 776 s. ISBN 80-7178-303-X
15. Höfer, G. et al. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků*. 1. vyd. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 215 s. ISBN 80-7043-436-8
16. Jáchim, F., Evangelista Torricelli – 350 let od smrti. In *Matematika Fyzika Informatika: časopis pro výuku na základních a středních školách*, říjen 1997, roč. 7, č. 2, s. 121-122. ISSN 1210-1761.
17. Jáchim, F.: Tesař, J., *Fyzika pro 7. ročník základní školy*, SPN – pedagogické nakladatelství, Praha, 1999, ISBN 80-7235-116-8
18. Janás, J. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1996, ISBN 80-901619-7-9
19. Janás, J., Trna, J., *Konkrétní didaktika fyziky*, Masarykova univerzita v Brně, Brno, 1999, ISBN 80-210-2056-3
20. Janovič, J. a kol.: *Didaktika fyziky*, Univerzita Komenského, Bratislava, 1990

21. Kalhous, Z., Obst, O. et al. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál, 2002, ISBN 80-7178-253-X
22. Kalhous, Z., Obst, O.: *Didaktika sekundární školy*, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 2003, ISBN 80-244-0599-7
23. Kašpar, E.: *Didaktika fyziky*, SPN, Praha 1978
24. Kolář, Z., a kol.: *Pedagogická psychologie*, SPN, Praha, 1980
25. Komenský, J. A., *Didaktika analitická*, Ekon, Brno, 2004, ISBN 80-903397-1-9
26. Kostič, Ž. K., *Medzi hrou a chémiou*, Alfa, Bratislava, 1970
27. Kurelová, M.: *Učitelská profese v teorii a praxi: aplikace profesiografické metody při výzkumu pedagogické činnosti/* 1. vyd., Ostrava, 1998, ISBN 80-7042-138-X
28. Langer, L.: *Úloha motivace ve vyučování na základní škole*, SPN, Praha, 1984,
29. Lenard, P. *Velcí přírodovědci*. Přeložil F. X. Lánský. 2. české vydání. Praha: Vydavatelstvo Družstevní práce, 1943.
30. Linhart, J.: *Kapitoly z psychologie učení, myšlení a tvořivé činnosti*, SPN, Praha 1971
31. Linhart, J.: *Základy psychologie učení*, SPN, Praha, 1982
32. Lokšová, I., Lokša, J., *Tvořivé vyučování*, Grada Publishing, Praha, 2003, ISBN 80-247-0374-2
33. Lokšová, I.: *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole: cvičení pro rozvoj soustředění a motivace žáků*, 1. vyd., Portál, Praha, 1999, ISBN 80-7178-205-X
34. Lynn, R.: *The Secret of the miracle economy*, London, Social Affairs unit 1991,
35. Macháček, M.: *Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia*, Prométheus, Praha 2001, ISBN 80-7196-217-1
36. Maňák, J., Švec, V., *Výukové metody*, Brno, Paido, 2003 219 s. ISBN 80-7315-039-5
37. Matoušek, J., Janás, J.: *Praktikum školních pokusů z fyziky*, rektorát UJEP, Brno, 1977
38. Nelešovská, A. et al. *Didaktika I*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 1995, ISBN 80-7067-463-6
39. Nelešovská, A., Spáčilová, H. *Didaktika III*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1999, ISBN 80-7067-795-3
40. Niese, G.: *Spiele und Experimente*, der Kinderbuchverlag, Berlin, 1952
41. Novotný, A., Maget, J., Hísek, K., Růkl, A.: *Přírodověda pro čtvrtý ročník*, Všeň, 1999, ISBN 80-7245-005-0.
42. Pavelková, I.: *Motivace žáků k učení : perspektivní orientace žáků a časový faktor v žákovské motivaci* /Praha: 2002, ISBN 80-7290-092-7.
43. Petty, G.: *Moderní vyučování*, 1. vyd., Portál, Praha, 1996, ISBN 80-7178-978-X
44. Pelikán, J.: *Výchova jako teoretický problém*. 1. vyd. Ostrava: Amosium servis, 1995. 234 s. ISBN 80-85498-27-8.

45. Potter, J.: *Science in seconds with toys: over 100 experiments you can do in ten minutes or less*, John Wiley & sons, New York, 1998, ISBN 0-471-17900-0
46. Průcha, J.: *Moderní pedagogika*, Praha, Portál, 1997, ISBN 80-7178-170-3
47. Rauner, K.: *Fyzika 7 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*, Fraus, Plzeň 2005, ISBN 80-7238-431-7
48. Rojko, M.: *Fyzika kolem nás, Fyzika 1 pro základní a občanskou školu*, Scientia, Praha, 1995, ISBN 80-85827-83-2
49. Rosecká, Z., Míček, A., *Fyzika 1 učebnice pro 6. ročník*, Tvořivá škola, Jihlava, 2008, ISBN 80-903397-7-4
50. Schönkes, D., Heger, A., Rupp, S.: *365 Experimente für jeden Tag*, Mores, Kempen, 2008, ISBN 978-3-89777-473-5
51. Sitná, D., *Metody aktivního vyučování*, Portál, Praha, 2009, ISBN 978-80-7367-246-1
52. Skalková, J., *Aktivita žáků ve vyučování*, Praha, SPN, 1974
53. Smejkal, L. *Dědictví chytrých (O technických objevech a vynálezech)*. Praha: Albatros, 1977, ISBN 13-891-77
54. Sternberg, R. J., *Kognitivní psychologie*, Portál, Praha, 2002, 632 str., ISBN 80-7178-37
55. Svoboda E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy – vybrané kapitoly*, Karolinum, Praha, 2006, ISBN 80-246-1181-3
56. Svoboda, E., *Pokusy z fyziky s jednoduchými pomůckami*, Prométheus, Praha, 1995, ISBN 80-85849-99-2
57. Šádek, K., *Přírodozkuť neb fyzika čili Učení o přirozených věcech, Faksimile první české učebnice fyziky z roku 1825*, Plzeň, 2007,
58. Vachek, J., Lepil, O., *Modelování a modely ve vyučování fyzice*, SPN, Praha, 1980
59. Valadares, E., *Physics, fun, and betone*, Prentice hall, Ohio, 2006, ISBN 3-7614-2478-7
60. Williams, R. A., Rockwell, R. E., Sherwood, E., Kuba, P., *Od báboviček k magnetům: přírodovědné činnosti s malými dětmi*, Praha, 1996, ISBN 80-7178-110-X.

Internetové odkazy

61. *Bloom's Taxonomy - Learning Domains* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 26. 5. 2009 [cit. 2009-06-12]. Dostupné z: <http://nwlink.com/~Donclark/hrd/bloom.html>
62. Beeckman I. (anglicky) [online]. Datum poslední revize 20. 4. 2006 [cit. 2009-08-17]. Dostupné z: <http://www.historyofscience.nl/author.cfm?RecordId=1>
63. *Bloom's Taxonomy* (anglicky)[online]. Datum poslední revize 12. 1. 2009 [cit. 2009-07-13]. Dostupné z: http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Bloom%27s_Taxonomy

64. *E.Auzout* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 24. 9. 1999 [cit. 2009-07-17]. Dostupné z: <http://www.imss.fi.it/vuoto/eauzou.html>
65. Chapman, A. *Bloom's Taxonomy - Learning Domains* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 2006 [cit. 2009-06-02]. Dostupné z: <http://www.businessballs.com/bloomstaxonomyoflearningdomains.htm#dave's%20psychomotor%20domain%20taxonomy>
66. *Jan Evangelista Torricelli* [online]. [cit. 2009-07-20] Dostupné z: <http://www.quido.cz/osobnosti/torricelli.htm>
67. Janoušková, S., Maršák, J., *Inovace přírodovědného vzdělávání z evropského pohledu*, Datum poslední revize 3. 3. 2008 [cit. 2009-08-27]. Dostupné z: <http://www.rvp.cz/clanek/158/2075>
68. *Mezinárodní konference UNESCO* [online]. Archiv Google 27. 5. 2009 [cit. 2009-07-23]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/mezinarodni-konference-unesco-ovzdelavani-dospelych>
69. *Muzeum Jana Amose Komenského* [online] [cit. 2008-01-30] . Dostupné z: <http://www.mjakub.cz/index.php?idm=37>
70. Rojko, M. *Pokusy s plyny* [online]. [cit. 2009-07-13]. Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_01/01_19_Rojko.html
71. *RVP PV* [online]. [cit. 2009-07-07]. Dostupné z: http://www.rvp.cz/soubor/RVP_PV-2004.pdf
72. *RVP ZV* [online]. [cit. 2009-07-07]. Dostupné z: http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV_2007-07.pdf
73. *Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission, [online]. Datum poslední revize 2007 [cit. 2009-08-29]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/research/science-society/dokument_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
74. Svoboda, E. *Pokusy s jednoduchými prostředky* [online]. [cit. 2009-07-13]. Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_01/01_23_SvobodaE.html
75. *Trna, J., prezentace*
http://www.trna.cz/josef/projekty/sge/pads/data/Konference_CZ/Safety%20of%20Human%20Body%20in%20Plastics%20Bottle_CZ/Safety%20of%20Human%20Body%20in%20Plastics%20Bottle_CZ.ppt
76. *věstník Mšmt* [online]. [cit. 2009-07-07]. Dostupné z: http://www.msmt.cz/uploads/soubory/vestniky/vest_MSMT_04_2009.doc
77. *Vzdělávací program národní školy* [online]. [cit. 2009-07-07] aktualizace k 29. 4. 2002. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/kompletni-pedagogicka-dokumentace-vzdelavaciho-programu-narodni-skola-cj-15724-97-20>
78. *Vzdělávací program obecné školy 1-5 ročník* [online]. [cit. 2009-07-07] aktualizace k 23. 4. 2007. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/kompletni-pedagogicka->

[dokumentace-vzdelavaciho-programu-obecna-skola-cj-12035-97-20-vcetne-vsech-zmen-a-doplнку-1-cast-pro-1-5-rocnik-aktualizace-k-1-zari-2007](#)

79. *Vzdělávací program obecné školy 6-9 ročník* [online]. [cit. 2009-07-07] aktualizace k 23. 4. 2007. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/kompletni-pedagogicka-dokumentace-vzdelavaciho-programu-obecna-skola-cj-12035-97-20-vcetne-vsech-zmen-a-doplнку-2-cast-pro-6-9-rocnik-aktualizace-k-1-zari-2007>

80. *Vzdělávací program základní školy* [online]. [cit. 2009-07-07] aktualizace k 23. 4. 2007. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/kompletni-pedagogicka-dokumentace-vzdelavaciho-programu-zakladni-skola-cj-16-847-96-2-vcetne-vsech-zmen-a-doplнку-aktualizace-k-1-zari-2007>

81. *Wikipedie* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 10. 6. 2009 [cit. 2009-07-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke

82. *Wikipedie* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 11. 7. 2009 [cit. 2009-07-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Evangelista_Torricelli

83. *Wikipedie* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 13. 7. 2009 [cit. 2009-07-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Gasparo_Berti

84. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 12. 8. 2009 [cit. 2007-08-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal

85. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 16. 5. 2009 [cit. 2009-07-17]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9mokratos>

86. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 17. 8. 2009 [cit. 2009-08-24]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Robert_Boyle

12 Seznam obrázků

Obr. 1: Pyramida edukačních cílů.....	18
Obr. 2: Grafické znázornění revize Bloomovi taxonomie výukových cílů.....	25
Obr. 3: Maslowova pyramida	47
Obr. 4: Zastoupení v hodinách fyziky na ZŠ	54
Obr. 5: Historický záznam Torricelliho experimentů ¹	58
Obr. 6: Jean Pecquet, 1661, <i>Experimenta nova anatomica</i> ¹	59
Obr. 7: Průběh experimentu provedeným roku 1654 Otto von Guericke ¹	60
Obr. 8: Originální Magdeburské polokoule.....	60
Obr. 9: Experiment s ptáčkem ve vývěvě ¹	61
Obr. 10: Je sklenička skutečně prázdná?	63
Obr. 11: Pomůcky k experimentu 9.1.1.	64
Obr. 12: Je sáček skutečně prázdný?	64
Obr. 13: Přelévání vzduchu	65
Obr. 14: Pomůcky k experimentu 9.1.3	65
Obr. 15: Suchý papír pod vodou	66
Obr. 16: Vlévání vody do nálevky I.	66
Obr. 17: Vlévání vody do nálevky II.	67
Obr. 18: Sestavení experimentu 9.1.4.b.....	67
Obr. 19: Průběh experimentu 9.1.4.b.....	68
Obr. 20: Pomůcky experiment 9.1.6	70
Obr. 21: Průběh experimentu 9.1.6.....	70
Obr. 22: Průběh experimentu 9.2.1.b	72
Obr. 23: Průběh experimentu 9.2.1.a	72
Obr. 24: Rovnováha na vahách.....	73
Obr. 25: Porušená rovnováha na vahách	73
Obr. 26: Průběh experimentu 9.2.3 ¹	74
Obr. 27: Vodní torricelliho trubice	75
Obr. 28: Jak pijeme slámkou	76
Obr. 29: Průběh experimentu.....	77
Obr. 30: Pomůcky k experimentu 9.3.4.....	78
Obr. 31: Průběh experimentu zkumavka do zkumavky.....	79
Obr. 32: Zahřívání plechovky	80
Obr. 33: Průběh experimentu borcení plechovky	80
Obr. 34: Uspořádání experimentu.....	81
Obr. 35: Zlomené prkénko z lísky	81
Obr. 36: Průběh experimentu borcení láhve	82

Obr. 37: Průběh experimentu 9.3.8.....	83
Obr. 38: Průběh experimentu 9.3.9.....	84
Obr. 39: Průběh experimentu.....	85
Obr. 40: Průběh experimentu kouzelná sklenka.....	85
Obr. 41: Detail skleničky.....	86
Obr. 42: Průběh experimentu visící sklenka.....	86
Obr. 43: Uspořádání ověření Pascalova zákona.....	88
Obr. 44: Průběh experimentu ověření Pascalova zákona.....	88
Obr. 45: Uspořádání experimentu zvedání knih.....	89
Obr. 46: Zvednuté knihy.....	89
Obr. 47: Průběh experimentu jak dostat balónek do láhve.....	90
Obr. 48: Výchozí stav 9.5.1b.....	91
Obr. 49: Konečný stav 9.5.1b.....	91
Obr. 50: Výchozí stav varianta 3.....	92
Obr. 51: Konečný stav varianta 3.....	92
Obr. 52: Příprava 9.5.2.....	93
Obr. 53: Průběh experimentu 9.5.2.....	93
Obr. 54: Průběh experimentu nafukování a vyfukování zavázaného balónku.....	94
Obr. 55: Rovnováha dasymetru.....	96
Obr. 56: Porušená rovnováha dasymetru.....	96
Obr. 57: Uspořádání experimentu s přetlakovým dasymetrem.....	97
Obr. 58: Uspořádání experimentu 9.6.3.....	98
Obr. 59: Narušená rovnováha na dasymetru.....	99
Obr. 60: Heronova fontána.....	100
Obr. 61: Uspořádání experimentu 9.7.2.....	101
Obr. 62: Zdeformované marshmallow.....	101
Obr. 63: Atmosférický tlak v injekční stříkačka.....	102
Obr. 64: Přetlak v injekční stříkačce.....	102
Obr. 65: Atmosférický tlak v láhvi.....	103
Obr. 66: Přetlak v láhvi.....	103
Obr. 67: Atmosférický tlak v láhvi s injekční stříkačkou.....	104
Obr. 68: Přetlak v láhvi s injekční stříkačkou.....	104
Obr. 69: Konečný stav vody ve skleničce.....	106
Obr. 70: Konečný stav varianta 2.....	107
Obr. 71: Průběh demonstrace funkce plic.....	109
Obr. 72: Průběh experimentu vajíčko do láhve.....	111
Obr. 73: Výchozí stav banánu.....	112
Obr. 74: Oloupaný banán.....	112

Obr. 75: Podtlak	113
Obr. 76: Průběh experimentu	114
Obr. 77: Průběh experimentu 9.8.8	115
Obr. 78: Domácí magdeburské polokoule	116
Obr. 79: Průběh experimentu 9.8.9	116
Obr. 80: Zvon na dlaždicích	117
Obr. 81: Pomůcky potřebné k experimentu	118
Obr. 82: Průběh experimentu magdeburské skleničky	118
Obr. 83: Průběh experimentu s modelem magdeburských polokoulí	120
Obr. 84: Průběh experimentu svíčka pod vývěvou	121
Obr. 85: Průběh experimentu budík pod vývěvou	122
Obr. 86: Průběh experimentu var za sníženého tlaku	123
Obr. 87: Průběh experimentu nasávání vody	125
Obr. 88: Průběh experimentu nasávání vody	126
Obr. 89: Průběh experimentu přečerpávání vody	128
Obr. 90: Heronova fontána	129
Obr. 91: Průběh experimentu s pouťovými balónky ve vývěvě	130
Obr. 92: Průběh experimentu bublina ve vývěvě	131
Obr. 93: Průběh experimentu Hrnečku, vař!	133
Obr. 94: Průběh experimentu s indiánkem ve vývěvě	134
Obr. 95: Průběh experimentu panáček marschmallow ve vývěvě	136
Obr. 96: Protržená blána	137
Obr. 97: Průběh experimentu s pivem ve vývěvě	138
Obr. 98: Průběh experimentu s vajíčkem ve vývěvě	139
Obr. 99: Průběh experimentu s pěnou na holení ve vývěvě	141
Obr. 100: Průběh experimentu lifting jablíčka	142
Obr. 101: Průběh experimentu ochlazování a zahřívání vzduchu	144
Obr. 102: Šablona na čínský balón tajných přání	145
Obr. 103: Letící balón	145
Obr. 104: Průběh experimentu deformace plastové láhve	146
Obr. 105: Pomůcky k experimentu 9.10.4	147
Obr. 106: Průběh experimentu balónky a tekutý dusík	147
Obr. 107: Průběh experimentu bublina na láhvi	148
Obr. 108: Tančící brčko	149
Obr. 109: Rovnováha na vahách	150
Obr. 110: Porušení rovnováhy	150
Obr. 111: Šablona na mlýnek	151
Obr. 112: Mlýnek	151

Obr. 113: Průběh experimentu zhasínání svíček	152
Obr. 114: Průběh experimentu přelévání oxidu uhličitého.....	154
Obr. 115: Plování bublin.....	155
Obr. 116: Napouštění propanu do sklenice.....	156
Obr. 117: Průběh experimentu přelévání propanu.....	156
Obr. 118: Průběh experimentu zapalování parafínových par	158
Obr. 119: Model zážehového motoru ¹	159
Obr. 120: Reaktivní autíčko.....	161
Obr. 121: Reaktivní autíčko s nafouknutým balónkem	161
Obr. 122: Pomůcky k experimentu tekutý dusík a ping-pongový míček	162

Tabulky

Tab. 1: Četnost stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů 0 – 6 na ZŠ	5
Tab. 2: Absolutní četnost stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů 0 – 6 na ZŠ	53

13 Přílohy

Příloha 1

CD-ROM (na vnitřní straně desek), který obsahuje videa k vybraným experimentům.

Příloha 2

Recept na sliz

1. roztok

20ml boraxu
80ml vody
potravinářská barva

První roztok zahřejeme, aby se borax a potravinářské barvivo dobře rozpustili.



2. roztok

250ml lepidla Herkules
250ml vody

První roztok vliváme za stálého míchání do druhého roztoku.

V míchání roztoku pokračujeme cca 5 minut, dokud se obě směsi dokonale nespojí.



Recept převzat z Veletrhu nápadů učitelů fyziky 12

Foto: Karel Ondrejčík,

Fota byla pořízena při dnech Vědy a techniky v ulicích září 2007, pro potřeby KOF

www.kof.zcu.cz

Příloha 3 Recept na bubliny



Recept na velké bubliny

- 1 šálek = 250 ml
- 12 šáleků vody
- 1 šálek mycího prostředku
- 1 šálek směsi kukuřičného škrobu
- 2 lžičice kypřicího prášku



©Zdeňka Kielbusová

Foto: Irena Vlachynská, Eva Neumannová

Fota byla pořízena při dnech Vědy a techniky v ulicích září 2008, pro potřeby KOF, www.kof.zcu.cz

Příloha 4 Recept na přetlakový dasymetr

Autor: Emanuel Svoboda

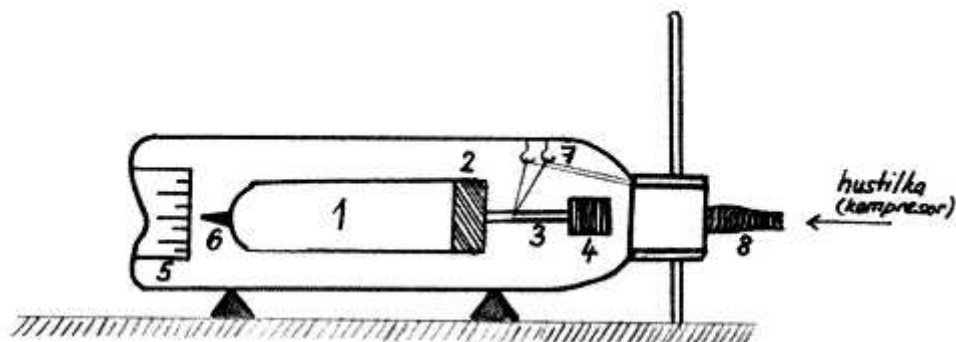
Potřeby: Velká plastová láhev s hladkou stěnou a uzávěrem, zkumavka (o průměru menším, než je průměr použité láhve), zátka, válcové závaží (o hmotnosti 50 g a s průměrem o něco menším, než je průměr láhve), pevná nit, dvě kancelářské sponky, špejle, špendlík, párátko, automobilový ventilek, hustilka (kompresor), tuhý papír, lepidlo, fix.

Příprava: Přetlakový dasymetr sestavíme podle obr. 1. Skleněnou zkumavku (1) důkladně zazátkujeme a do zátky (2) zapíchneme část špendlíku. Na zbývající část špendlíku přilepíme špejli (3). Jako lepidlo je vhodný Chemopren. Na od zkumavky vzdálenější konec špejle přilepíme válcové závaží (4). Špejli volíme tak dlouhou, aby sestava (1)–(2)–(3)–(4) měla délku asi $\frac{4}{5}$ vnitřní délky láhve. Na dno láhve zevnitř přilepíme malou z papíru vytvořenou stupnici (5).

Na druhý konec zkumavky přilepíme asi 1 cm dlouhý kousek párátko (6), který obarvíme fixem, např. červeně. Na špejli nalezneme těžiště a do tohoto místa uvážeme nit tak, aby tvořila dvojitý závěs (nit musí vycházet po obou bocích špejle). Tím vytvoříme vahadlo, které zavěsíme na dva přilepené háčky (7) vyrobené z kancelářských sponek. Háčky jsou ve vzdálenosti asi 7 cm od hrdla láhve a od sebe jsou asi 3 cm.

Do uzávěru láhve uděláme otvor, do kterého našroubujeme autoventilek (8). Za pomoci jiné špejle nasadíme oba konce nití do háčků, aby nitě vycházely z hrdla ven. Vahadlo zasuneme hrdlem do láhve tak, aby blíže ke dnu láhve byla zkumavka. Současně táhneme za oba konce nití, pokud ukazovatel na konci vahadla nesměruje přibližně proti středu stupnice (viz obr. 1). Pak oba konce nití ohneme přes okraj hrdla a zašroubujeme zátku.

V místě zátky upevníme vytvořenou soustavu do stojanu a k ventilku připojíme hustilku (nebo kompresor). Necháme ustálit vahadlo.



Obr. 1

Provedení: Hustilkou (kompresorem) zvyšujeme tlak v láhvi. Pozorujeme, že se se vzrůstajícím přetlakem porušuje rovnováha. Ukazovatel se pohybuje nahoru. Jestliže hustilku odpojíme a ventil-

kem vypouštíme vzduch, přetlak v láhvi se zmenšuje a vahadlo se ustálí v původní poloze.

Vysvětlení: Na počátku děje, kdy je v láhvi vzduch o atmosférickém tlaku, je vahadlo v rovnovážné (přibližně vodorovné) poloze. Tíhová síla zkumavky a vztlaková síla na ni působící jsou v rovnováze s tíhovou silou závaží a vztlakovou silou působící na závaží. Jestliže v láhvi vytvoříme přetlak, změní se velikosti vztlakových sil. Protože zkumavka má větší objem, než je objem kompenzujícího závaží, je v tomto případě vztlaková síla působící na zkumavku větší, než vztlaková síla působící na závaží. Nulový rozdíl těchto vztlakových sil způsobuje porušení původní rovnováhy, vahadlo zaujme novou rovnovážnou polohu. Když se naopak přetlak v láhvi snižuje, postupně se obnoví původní rovnováha.

Poznámky:

1. Zkumavku je třeba volit co nejdelší a většího průměru, aby pákové vážky byly co nejcitlivější na změnu vztlakové síly. Zkumavka musí být velmi dobře utěsněna.
2. Pokus je vhodný pro projekci.

Resume

Physics do not belong to the favorite subjects taught on primary schools as well as the natural science generally. As we can deduce from my own research presented in this diploma work and from the report of European Commission this fact is mainly caused by the teachers frequently applying the older didactical methods which seem to be boring for more pupils. The prognosis of the report for the next years sounds even very warning. There will be not enough in natural science well educated people at this continent to keep Europe competitive in the future. To turn away this trend presents an important target for the contemporary didactics of natural science.

There are more texts regarding the didactics of physics in the theoretical part of my diploma work. I am trying to show that the explication does not really need to be the only one method of teaching physics. It should make only a smaller part of that. I am writing about motivation and activation of the pupils with a little help from my colleagues and the renowned authors as well. I am finding out that a well realized experiment by teaching physics in one classroom plays very important role in this way.

I have focused on the teaching the knowledge of gases. I am offering one chapter explaining chronologically the historical development of this knowledge connecting also orderly the philosophy. The core of my diploma work rests in the big file of experiments' proposals. They all have the uniform scheme including also photographs or the sequence of photographs while realization of some of them can be seen on attached videos. All the experiments can be realized simply while their preparations use to be relatively cheap and not time-consuming. I am taking my diploma work as a partial contribution to the new era in didactics of physics. The diploma work includes totally 84 experiments completed with 122 pictures and 40 video-sequences.