

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

**Experimenty
ve fyzikálním kroužku**

rigorózní práce

Autor: Mgr. David Michálek

Anotace:

Rigorózní práce se zabývá tématem využití experimentu ve fyzikálním kroužku. V první části jsou stručně popsány instituce, které se v České republice stěžejně a cíleně zaměřují na volnočasové vzdělávání v oblasti přírodních věd a techniky. Ve druhé části jsou rozebrána vybraná didaktická východiska pedagogiky volného času a experimentu jako výukové metody. Dotazníkové šetření o využívání experimentů ve výchovně vzdělávacím procesu na základní, středních a vysokých školách ve výuce fyziky je shrnuto ve třetí části. Náměty na demonstrační a frontální experimenty nejen pro fyzikální kroužky jsou uvedeny v části poslední.

Abstract:

My rigorous thesis is focused on the usage of experiments in a physical club. In the first part of the thesis you can find information about the institutions which are primary connected with the leisure time education of Science and Technology. In the second part there are described several didactic bases of a leisure education and an experiment as a teaching method. A questionnaire survey about the usage of experiments in the teaching process of Physics at a basic school, high school or at the university we can find in the third part. The themes of demonstrational and frontal experiments not only for science clubs are mentioned in the last part of this thesis.

Poděkování:

Chtěl bych zejména velice poděkovat panu PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D., za cenné rady a připomínky, kterými mě směřoval v mé rigorózní práci, pánům doc. RNDr. Milanu Rojkovi, CSc., a doc. RNDr. Zdeňku Drozdovi, Ph.D., kteří jako čestní prezidenti Asociace malých debružárů ČR, o. s., jsou pro mě velkou inspirací při mé pedagogické práci, panu doc. RNDr. Leoši Dvořákovi, CSc., a paní RNDr. Ireně Dvořákové, Ph.D., z Katedry didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze za pořádání a vedení projektu Heuréka, kterým mě obohatili po stránce nejen profesní a odborné, ale i po stránce pedagogické.

Dále bych chtěl poděkovat panu Mgr. Petru Zapletalovi, prezidentovi Asociace malých debružárů ČR, o. s., za podklady pro rigorózní práci a za činnost pro debružáry, paní PhDr. Jitce Soukupové za četné náměty a nápady, na závěr děkuji paní Daně Kuchařové, ředitelce Domu dětí a mládeže v Nymburce, která podporuje přírodovědné a technické vzdělávání dětí ve volném čase.

Prohlašuji, že svoji rigorózní práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím literatury a pramenů uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce v nezkrácené podobě fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Nymburce dne 21. 3. 2014

Podpis: _____

Obsah

Úvod.....	7
1 Kam za vědou a technikou ve volném čase?	9
1.1 Střediska volného času	10
1.2 Asociace pro mládež, vědu a techniku (AMAVET)	11
1.3 Asociace malých debružárů České republiky	13
1.4 VĚDA NÁS BAVÍ.	17
2 Vybraná pedagogická a didaktická východiska	19
2.1 Pedagogika volného času.....	19
2.1.1 Pojem volný čas	19
2.1.2 Funkce výchovy mimo vyučování.....	22
2.1.3 Aktivizační metody.....	24
2.2 Fyzikální experiment ve výchovně vzdělávacím procesu.....	29
2.2.1 Klasifikace experimentů ve školské fyzice	30
2.2.2 Didaktické funkce fyzikálních experimentů	32
3 Využívání experimentů na školách (ZŠ, SŠ a VŠ)	35
3.1 Struktura dotazníku	35
3.2 Vyhodnocení dotazníku	38
3.2.1 Pohlaví respondentů.....	38
3.2.2 Věk respondentů.....	38
3.2.3 Bydliště respondentů.....	39
3.2.4 Vzdělání respondentů.....	40
3.2.5 Využívání pokusů ve výuce fyziky na základních školách.....	40
3.2.6 Využívání pokusů ve výuce fyziky na středních školách	41

3.2.7	Využívání pokusů ve výuce fyziky na VOŠ a VŠ	41
3.2.8	Postoje a názory respondentů na výuku fyziky.....	42
3.3	Příčiny a východiska dané situace.....	43
4	Vybrané experimenty do fyzikálních kroužků.....	47
4.1	Netradiční lávová lampička.....	49
4.2	Bramborová pistole	54
4.3	Mramorové mléko	59
4.4	Ohnivá ruka.....	63
4.5	Domácí supervulkán	68
4.6	Vznášedlo z CD/DVD	75
4.7	Tajemný mikrosvět	80
4.8	Balónku, nafoukni se!	85
4.9	Faraonovi hadi	89
4.10	Ohnivá cesta.....	92
4.11	Svíčková houpačka.....	95
4.12	Domácí žárovka.....	100
	Závěr	105
	Seznam obrázků.....	107
	Seznam tabulek.....	109
	Seznam grafů	110
	Seznam citovaných zdrojů	111
	Seznam použité literatury.....	112
	Internetové zdroje	124

Úvod

S hlubším cíleným a řízeným přírodovědným a technickým vzděláváním se člověk poprvé setkává na 1. stupni základní školy ve vzdělávacích oblastech či předmětech *Člověk a jeho svět, Prvouka, Přírodověda a Vlastivěda*. Dále pak na 2. stupni ZŠ v předmětech *Fyzika, Chemie, Matematika, Biologie, Přírodopis, Zeměpis, Člověk a jeho svět, Člověk a jeho zdraví, Přírodovědná praktika, Pracovní činnosti* či *Technická výchova*. Po absolvování základní školy však záleží na oboru, který jde student studovat – humanitní či technický a přírodovědný směr. Vybere-li si student humanitní směr, nemusí se už ve svém středoškolském vzdělávání (učební obory i obory s maturitou) s přírodovědnými a technickými předměty již setkat. V případě že jde student studovat přírodovědné či technické obory, záleží na daném oboru, s jakými předměty se při výuce setká.

Poslední statistiky a průzkumy ukazují, že na SŠ a VŠ přírodovědného a technického zaměření se hlásí stále méně uchazečů. Malý zájem o tyto obory je podle mého názoru způsoben hlavně jejich velkou náročností, nedocenitelností z pohledu laické veřejnosti, nedostatečným popularizováním a značným mystifikováním vědy a techniky. Dalším „negativním“ impulsem proč se studenti neprofilují přírodovědným a technickým směrem, by mohla být obsahová rozsáhlost daných oborů a i jejich značná interdisciplinarita, tj. prolínání jednotlivých disciplín a stírání hranic mezi jednotlivými obory – *fyzikální chemie, biochemie, biofyzika, biomechanika, biomatematika, biomedicína, bioinformatika, bionika, nanochemie, nanofyzika, geochemie, geofyzika, optronika, agrochemie, mechatronika, ...*

Nabízí se tedy otázka: *Jak tedy zvýšit zájem o fyziku, chemii, přírodovědu, matematiku a techniku?* Jediné východisko je podle mě *popularizací vědy a její odmystifikování* v očích laické veřejnosti – a to už i od útlého věku.

K tomu sice může docházet již v základním školství na 1. a 2. stupni, ale vše je zde značně ztížené aspekty samotného výchovně vzdělávacího procesu (požadováním

vědomostí a znalostí), pedagogickou diagnostikou (testováním a případnou klasifikací) a také samotnou osobností pedagoga.

Efektivní alternativu mohou nabídnout přírodovědné a technické kroužky v podobě volnočasových a zájmových aktivit, které jedince nenásilnou a hravou formou mohou seznamovat s přírodou kolem nás.

Kromě své mnohaleté pedagogické praxe učitele fyziky na základní škole již tři roky vedu pod DDM Nymburk zájmové fyzikální kroužky (KMD – Kluby malých debružárů). Rozhodl jsem se tudíž svoji rigorózní práci zaměřit na experimenty ve fyzikálním kroužku, neboť popularizaci vědy a přiblížení krás přírody a světa kolem nás dětem považuji za velmi důležité, leč stále nedostatečné a opomíjené.

V první části své rigorózní práce se budu zabývat možnostmi pravidelných volnočasových mimoškolních aktivit, které řízeně podporují a rozvíjejí přírodovědné, technické vzdělávání a z části i vzdělávání environmentální.

Druhá část práce se zabývá vybranými pedagogickými a didaktickými východisky pedagogiky volného času a didaktiky fyziky z oblasti experimentu jako stěžejní výukové metody ve výchovně vzdělávacím procesu, v popularizaci a v motivaci pro studium přírodních věd a techniky.

Ve třetí části práce bude proveden a zpracován průzkum ohledně využívání experimentů na základních, střední a vysokých školách.

Čtvrtá část se bude věnovat vybraným známým i méně známým experimentům z přírodovědných oborů, které mohou posloužit jako nápadník ve fyzikálních a technických zájmových kroužcích.

„Vědět a znát, to mnohý by chtěl, ale učit se nechce!“

(Walther Von Der Vogelweide)

1 Kam za vědou a technikou ve volném čase?

Zájmové vzdělávání stejně jako neformální vzdělávání tvoří nedílnou součást procesu celoživotního učení. Zájmové vzdělávání je právně ukotveno v zákoně č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) a je zde definováno v § 111 jako vzdělávání poskytující účastníkům naplnění volného času zájmovou činností se zaměřením na různé oblasti. Zájmové vzdělávání se uskutečňuje ve školských zařízeních pro zájmové vzdělávání, zejména ve střediscích volného času, školních družinách a školních klubech. Střediska volného času se dále podílejí na další péči o nadané děti, žáky a studenty a ve spolupráci se školami a dalšími institucemi rovněž na organizaci soutěží a přehlídek dětí a žáků. Zájmové vzdělávání jednoznačně napomáhá naplňovat vzdělávací cíle stanovené školským zákonem.

Zájmové vzdělávání neposkytuje stupeň vzdělání, zabývá se však aktivitami potřebnými pro rozvoj osobnosti, kompenzuje jednostrannou zátěž ze školy, zajišťuje duševní hygienu, má funkci výchovnou, vzdělávací, kulturní, preventivní, zdravotní (relaxační a regenerační), sociální a preventivní, rozvíjí schopnosti, znalosti, dovednosti, talent, upevňuje sociální vztahy [1].

Školská zařízení pro zájmové vzdělávání a prováděcí vyhláška č. 74/2005 Sb., o zájmovém vzdělávání

Školská zařízení pro zájmové vzdělávání jsou součástí výchovně vzdělávací soustavy České republiky a jedná se o střediska volného času, školní družiny a školní kluby. Školská zařízení pro zájmové vzdělávání zajišťují podle účelu, k němuž byla zřízena, výchovné, vzdělávací, zájmové, popřípadě tematické rekreační akce, zajišťují osvětovou činnost pro žáky, studenty a pedagogické pracovníky, popřípadě i další osoby [1].

Kromě středisek volného času (SVČ), která rozvíjejí děti a mládež všestranně, nikoli jen přírodovědným a technickým směrem, u nás existují ještě tři organizace,

kteře se vřhradně zabřvají a zaměřují právě na vzdělávání v oblasti přírodnřích vřd a techniky. Jsou to: *Asociace pro mládeř, vřdu a techniku AMAVET, o. s.*, *Asociace malřch debruřářů ČR, o. s.*, a *VŘDA NÁS BAVŘ, o. p. s.*

1.1 Střediska volného času

Střediska volného času (SVČ) jsou rovněž řkolskými zařizenřmi, jejich posláním je motivovat, podporovat a vést děti, řáky, studenty, mládeř, ale i dospělě k rozvoji osobnosti, k získávání a rozvoji klřčovřch a odbornřch kompetencř, zejměna smysluplněmu vyuřívání volného času, a to řirokou nabřdkou činností v bezpečném prostředí, s profesionálním třmem pedagogů. Činnost středisek volného času se uskutečňuje ve více oblastech zájmového vzdělávání nebo se zaměřuje na konkrětnř oblast zájmového vzdělávání.

SVČ poskytují metodickou, odbornou a materiální pomoc účastníkům zájmového vzdělávání, případně řkolám a řkolským zařizenřm. Střediska zpravidla vykonávají činnost po celř školnř rok, a to i ve dnech, kdy neprobřhá řkolnř vyučování.

Střediska nabřzejř aktivnř vyuřitř volného času všem vřkovřm skupinám dětí a mládeře a organizují činnosti i pro dospělě či seniory. Pořadají pravidelně zájmové řtvary pro stálou skupinu účastníků (tzv. krouřky), podřlejř se na organizaci soutěžř a přehlřdek dětí a řáků, a dále organizují otevřeně dlouhodobě i jednorázové aktivity, kurzy a jině vzdělávacř akce, tábory, spontánnř aktivity, otevřeně kluby, vřukové programy pro řkoly navazující na průřezová témata řkolnřch vzdělávacřch programů, adaptačnř programy v rámci prevence sociálně patologickřch jevů a řadu dalřch činností.

Věnujř se často i komunitnřmu plánování, participaci, prevenci, vzdělávání pedagogů atd. Větřšina středisek volného času se stala přirozenřm centrem společenského řivota v obci. Zapojujř se do rřznřch regionálních, krajskřch, republikovřch i evropskřch projektů, organizují vřměnně a zahraničnř pobyty, a rovněž stáže pracovníků [1].

Mezi SVČ volného času, která u dětí a mládeže podporují a rozvíjejí zájem o přírodovědné a technické zájmové vzdělávání jsou zejména *Stanice mladých přírodovědců, Stanice mladých techniků a Domy dětí a mládeže*.

1.2 Asociace pro mládež, vědu a techniku (AMAVET)

AMAVET byl založen 4. ledna 1990 za účelem rozvoje vědeckých aktivit ve volném čase dětí a mládeže v České republice. Momentálně zde působí 14 center pro děti a mládež, která pravidelně navštěvuje asi 3 000 mladých lidí. Mezi hlavní oblasti zájmu patří informační technologie, vědy o životním prostředí, biologie, astronomie, modelářství. Kluby AMAVETu jsou rovněž činné na základních a středních školách a v centrech pro volný čas. Celkový počet členů AMAVET v celé České republice přesahuje 5 000.

Jednou z nejdůležitějších částí aktivit AMAVET je vyhledávání a další rozvoj mládeže s vědeckým a technickým nadáním.

AMAVET organizuje soutěže vědeckých projektů středoškolské mládeže, které poskytují talentovaným jedincům příležitost k rozvoji tvůrčích aktivit na poli vědy a techniky. Vítězům národních kol je umožněno účastnit se takových mezinárodních výstav jako je ESI. Výstavy ESI se konají od roku 1987 a v těchto letech měli vítězové možnost prezentovat své projekty v Amarillo v USA, v Kuvajtu a v roce 1997 se konala výstava ESI v Pretorii v Jižní Africe. Výstavy AMAVET jsou organizovány ve spolupráci s Akademií věd ČR a výstavy 1995/96 a 1996/97 se konaly pod záštitou předsedy AV ČR prof. Rudolfa Zahradníka.

AMAVET je také aktivní na mezinárodním evropském poli. Organizoval první evropskou výstavu vědeckých projektů mládeže ESE '96 v Praze, která přilákala více než 460 mladých účastníků ze dvanácti zemí.

AMAVET je také zastoupen ve výkonné radě mezinárodního hnutí pro vědu a techniku ve volném čase MILSET, která sdružuje podobné organizace ze čtyřiceti zemí Evropy, Ameriky, Asie a Afriky.

Mezi další důležité aktivity AMAVETu patří vědecké exkurze v zahraničí. Od roku 1990 vycestovalo přes 8 000 mladých lidí do vědeckých center ve Francii, Velké Británii, Belgii, Švédsku, Německu, Norsku, Španělsku a Maroku pod záštitou AMAVETu. Asociace také zve skupiny zahraniční mládeže do České republiky.

Základní články AMAVETu

1) Základní články asociace jsou:

- a) Centra – (kolektivní členové) články s právní subjektivitou. Jejich zřízení a zrušení je v pravomoci výkonného výboru. Nabývají práv a zavazují se s účinností ode dne ke schválení jejich zřizovací listiny. Za činnost centra, která se řídí statutem schváleným výkonným výborem, odpovídá ředitel, kterého jmenuje a odvolává výkonný výbor.

Povinností ředitele centra je:

- zajišťovat řádný chod centra v souladu se stanovami a schváleným statutem,
 - vést evidenci členů a zajišťovat výběr členských příspěvků,
 - zpracovávat výroční zprávu a zprávu o hospodaření a předkládat ji do 31. 1. běžného roku výkonnému výboru k informaci.
- b) Kluby – (kolektivní členové) články bez právní subjektivity. Jejich činnost probíhá v souladu se zřizovací listinou a programem schválenými výkonným výborem.

Za činnost klubu odpovídá vedoucí, kterého jmenuje a odvolává výkonný výbor.

Povinností vedoucího klubu je:

- zajišťovat činnost klubu v souladu se stanovami a zřizovací listinou,
- vést evidenci členů a zajišťovat výběr členských příspěvků,
- zpracovávat výroční zprávu a zprávu o hospodaření a předkládat ji do 31. 1. běžného roku výkonnému výboru k informaci.

c) Ostatní kolektivní členové:

2) *Základní článek musí mít minimálně 3 členy.*

[2]

1.3 Asociace malých debružárů České republiky

Asociace malých debružárů České republiky, o. s., (dále jen AMD) vznikla na základě zkušeností z Kanady a přes Francii se hnutí dostalo k nám, prezentací na výstavě Praha – Expo Science International 91.

V létě 1992 byli první nadšenci pozvaní na mezinárodní tábor F. I. P. D. (Mezinárodní federace malých debružárů) do Belgie, kde se s činností blíže seznámili a získávali zkušenosti.

22. 9. 1992 byla AMD řádně registrována u MV a zahájila pravidelnou činnost dle mezinárodních principů a filozofie malých debružárů. 1. ledna 1998 na základě kvalitativního i kvantitativního nárůstu činnosti bylo zřízeno profesionalizované centrum AMD ČR s ústředím v Praze. V roce 2012 oslavila AMD ČR úspěšných dvacet let své činnosti.

Debružár = člen Asociace malých debružárů. Slovo je francouzského původu a vzniklo ze slov DÉBROUILLARD = šikovný, obratný a SE DÉBROUILLER = objevovat, pomoci si v těžkostech, umět si poradit. Původní překlad "šikulové" děti nepřijaly a samy se začaly nazývat debružáry, což lépe vyjadřuje jejich specializované a specifické zájmy.

Jedná se o chlapce a děvčata zpravidla ve věku 6–16 let a jejich starší kamarády, sourozence, rodiče, učitele a další zájemce o vědu a techniku, kteří stále něco vymýšlejí, objevují a experimentují. Sdružení je také členem Mezinárodní federace malých debrujárů (F. I. P. D.), sdružující debrujárské organizace nejrůznějších zemí světa.

Zájemci jsou seznamováni se zajímavými pokusy, které si mohou sami vyzkoušet. Věda se stává zábavou a poučením. Debrujáři mohou společně objevovat řadu zákonitostí přírody, mohou více poznat sami sebe, své okolí, svět – a to všechno hrou! Asociace dělá vše pro to, aby bylo dítě v každé situaci úspěšné.

K pokusům nejsou třeba složité přístroje, lasery, počítače. Stačí materiál, který je běžně v každé domácnosti, denně ho používáme, nebo se dá pořídit v nejbližší prodejně se smíšeným zbožím.



Obrázek 1: Logo Asociace malých debrujárů ČR, o. s.

Předmět a cíle činnosti AMD ČR

Předmětem činnosti je přispět k nenucenému pochopení různých jevů a zákonitostí, objevování vědy a utváření nové cesty k poznání, tvořivosti, a to zejména formou zábavných pokusů s jednoduchými pomůckami z různých oblastí vědy, techniky a ekologie.

Cílem činnosti je:

- podporovat rozvoj osobnosti mladých lidí, zejména mravních, sociálních a intelektuálních schopností;
- umožnit dětem a mladým lidem využívat volný čas k rozvíjení tvořivé schopnosti a znalostí v oblasti vědy, techniky a ekologie;
- nabídkou aktivního využití volného času pomáhat v boji proti kriminalitě, nežádoucím druhům závislostí a dalším sociálně patologickým jevům působícím na děti a mládež;
- podporovat a dbát na rozvoj interkulturních aktivit;
- podporovat snahy o trvale udržitelný rozvoj,
- prevence sociálně patologických jevů.

K naplnění svých cílů sdružení navazuje mezinárodní kontakty a spolupracuje s partnerskými organizacemi a organizacemi podobného zaměření v České republice i v zahraničí [3].

Z výroční zprávy za rok 2013 AMD ČR je patrný trvalý zájem o přírodovědné vzdělávání a experimentální činnost (viz tab. 1)[3].

Tabulka 1: Vývoj členské základny AMD ČR

Rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009	2011	2012	2013
Členů v klubech:	2 082	2 226	2 107	2 123	2 047	1 976	2297	2336	2326	2325	2325
- do 14 let	1 674	1 797	1 623	1 704	1 561	1 474	1808	1938	1930	1930	1932
- 15-18 let	206	225	291	229	303	304	274	147	146	141	141
- 19-26 let	55	50	42	35	30	41	48	79	78	75	75
- nad 26 let	147	154	151	155	160	157	169	172	172	179	179

Kromě pravidelných schůzek pořádají deburjáři i akce pro veřejnost, vzdělávací zájezdy po ČR i do zahraničí a organizují soutěže s mezinárodní účastí (Pohár vědy). Přehled akcí ukazuje tabulka 2 a 3 [3].

Tabulka 2: Přehled republikových akcí AMD ČR v roce 2013

Č.	Termín	Počet dnů	Realizátor klub	Realizátor vedoucí	Název akce	Počet dětí	Počet dosp.	Počet celkem	Ostat.
1	22. - 24. 3.	3	ústředí	Zapletal	Seminář Luhačovice	0	85	85	0
2	10. - 12. 5.	3	ústředí	Zapletal	Seminář Litkovice	0	6	6	0
3	1. - 3. 6.	3	ústředí	ústředí	Vědohraní	3	1	4	85
4	28. 7. - 9. 8.	13	Litomyšl	Coufal	Tábor Budislav 2014	70	20	90	0
5	14. - 16. 6.	3	Nymburk	ústředí	Finále Pohár vědy	120	45	165	220
6	19. 6.	1	ústředí	Zapletal	Seminář Tandem - zahr.	0	50	50	0
7	30.7. - 4. 8.	6	Havl. Brod	Boček	ESI - Jižní Korea	0	2	2	0
8	18. - 21. 8.	4	ústředí	Zapletal	Kanada - E. Frenette	0	2	2	0
9	2. 9.	1	ústředí	Zapletal	Německo-A. Krausse	0	2	2	0
10	13. - 19. 9.	7	AMD ČR	Lepík	ESI 2013 - Abu Dabi	10	5	15	10000
11	25. - 29. 10.	5	ústředí	Zapletal	Istanbul - Kvark 2014	0	3	3	25
12	7. 12.	1	ústředí	Zapletal	Finále FLL - Jeseník	120	40	160	150
13	13. - 15. 12.	3	ústředí	Zapletal	Vánoce debružárů + VS	20	60	80	0
CELKEM		53				343	321	664	10480

Tabulka 3: Přehled mezinárodních aktivit AMD ČR v roce 2013 v zahraničí

Č.	Termín	Země	Klub	Vedoucí	Počty		
					dětí	dosp.	celkem
1	8. - 22. 2.	Anglie	ústředí	Zapletal	0	2	2
2	2. - 8. 4.	Francie	Brno	Čadík	40	3	43
3	9. - 15. 9.	Francie	Brno	Čadík	44	3	47
4	12. - 18. 5.	Francie	V. Pavlovice	Šmídová	46	6	52
5	3. - 5. 5.	SRN	Kladno	Homola	10	1	11
6	1. - 6. 7.	Belgie	Nymburk	Michálek	40	9	49
7	3. 7. - 4. 8.	Korea	Havl. Brod	Boček	0	2	2
8	13. - 19. 9.	SAR	AMD ČR	Lepík	10	5	15
9	22. - 27. 9.	SRN	D. Benešov	Hahn	23	3	26
10	6. - 12. 10.	SRN	Litomyšl	Coufal	23	5	28
11	13. - 19. 10.	SRN	Limbach	Kladno	35	2	37
12	25. - 29. 10.	Francie	Praha 10	Kočková	38	4	42
13	25. - 29. 10.	Turecko	ústředí	Zapletal	0	3	3
14	27. 10. - 2. 11.	SRN	Praha 10	Kulichová	25	3	28
15	24. - 30. 11.	SRN	Blatnice	Kubicová	25	3	28
Celkem					359	54	413

1.4 VĚDA NÁS BAVÍ.

Mnoho sociologů a antropologů tvrdí, že technologický rozvoj je primárním faktorem, který pohání vývoj lidské civilizace.

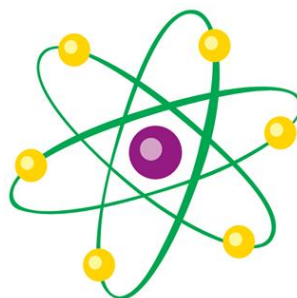
Technologický pokrok postupuje rychlým tempem. Představte si, že 80 % všech vědců, kteří kdy mezi námi žili, jsou živí právě v současnosti. Věda je všude kolem nás, je součástí našich každodenních životů. Jednotlivé pokroky ve vědě a technologii mění náš svět neuvěřitelnou rychlostí a budoucnost našich dětí bude ještě více záviset na technologických objevech, které my si dnes můžeme jen představovat.

Budoucnost našich dětí se tak s pokrokem v oblasti vědy stane na technologiích ještě závislejší. Na to, aby mohly v budoucnu vyniknout nebo prostě přežít, budou potřebovat alespoň koncepčně porozumět vědě a technologii.

[4]

Obecně prospěšná společnost VĚDA NÁS BAVÍ chce poskytnout dětem zkušenosti s bádáním už v dřívějším věku, což povede k podnícení jejich zájmu o vědní obory i v budoucnu.

Se společností VĚDA NÁS BAVÍ spolupracují lektori zejména z řad vysokoškolských studentů, absolventů a doktorandů, kteří prošli interním školením.



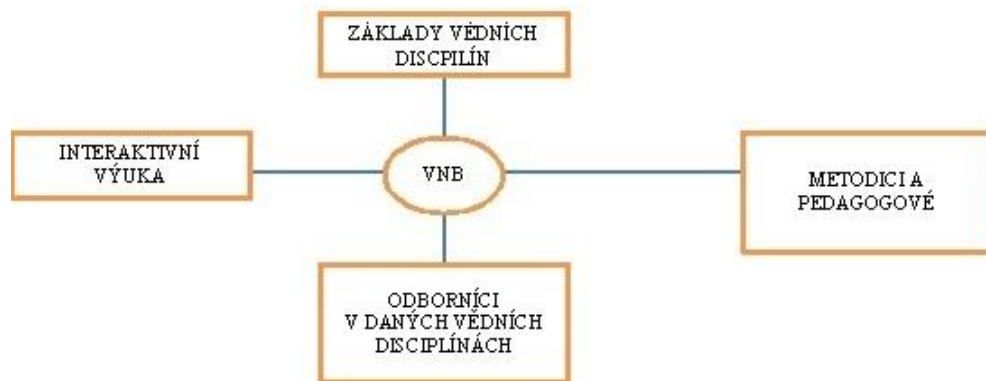
Obrázek 2: Logo společnosti VĚDA NÁS BAVÍ, o. p. s.

Moderní a progresivní metoda výuky, jejímiž hlavními cíli jsou:

- nabídnout zábavnější a méně stereotypní formy výuky a tím zvýšit motivaci dětí k učení;
- zapojit děti přímo do procesu učení (ty už nemají být jen pasivními posluchači, ale spoluvytvářet výuku a aktivně se zapojovat do procesu vzdělávání) [4].

Důležité znaky:

- zjevná názornost a systematičnost ve výuce (náčrtky, praktické úkoly, vlastní výroba);
- zdůraznění a ujasnění mezipředmětových vztahů (uvědomění přesahu jednotlivých poznatků ve vztahu k jiným a jejich propojení, nikoli separace) [4].



Obrázek 3: Interaktivní schéma výuky VĚDA NÁS BAVÍ, o. p. s.

2 Vybraná pedagogická a didaktická východiska

„Průměrný učitel vypráví. Dobrý učitel vysvětluje.

Výborný učitel ukazuje. Nejlepší učitel inspiruje.“

(Charles Farrar Browne)

„Svoboda bez vzdělání je nebezpečná, vzdělání bez svobody je zbytečné.“

(John Fitzgerald Kennedy)

2.1 Pedagogika volného času

2.1.1 Pojem volný čas

Pod pojmem volný čas nejčastěji rozumíme dobu, kdy neplníme nutné práce a povinnosti, tj. dobu, kterou máme sami pro sebe, pro své koníčky, záliby, relaxování, lenošení, zábavu, zájmové vzdělávání atd. Tyto činnosti si svobodně a dobrovolně vybíráme, přinášíjí pocit naplnění, uvolnění a jistého uspokojení – zkrátka děláme je rádi.

Jelikož se děti a mládež z nedostatku zkušeností ještě dostatečně neorientují ve volnočasových aktivitách a zájmových činnostech, potřebují citlivé a pedagogické vedení. Toto pedagogické působení musí být však nenásilné, pestré a pro děti a mládež přitažlivé. Jelikož jde o volný čas, je samozřejmě účast na těchto činnostech zcela dobrovolná.

Na volný čas se můžeme dívat z různých pohledů (viz obr. 4) [5]:

- *Ekonomické hledisko* – vyjadřuje, kolik prostředků společnost investovala do zařízení pro volný čas, zda a jakým způsobem se část nákladů vrátí. Volný čas se stal jak oblastí pro výchovnou a vzdělávací činnost, tak i komerční záležitostí. Je patrné, že odpočatý jedinec podá mnohem lepší výkon a zvládá lépe mezilidské vztahy než jedinec neodpočatý a pod

stálým stresem. O společenské úrovni svědčí i to, kolik jsou lidé schopni a ochotni investovat do svého volného času finančních prostředků.

- *Sociologické a sociálně-psychologické hledisko* – sleduje, jak činnosti a aktivity ve volném čase přispívají k vytváření, formování a kultivování mezilidských vztahu. Významná je i určitá část kompenzace sociálně patologických jevů a úrovně sociální péče ve volném čase. Způsob trávení volného času je ovlivněn sociálním prostředím – obzvláště rodinou. Rodiny, které neplní plně svoji výchovnou funkci, se často vyznačují malým zájmem, jak a s kým jejich děti tráví volný čas. Výchovná a školská zařízení a instituce zabývající se volným časem mají proto možnost tato negativa **do jisté míry** kompenzovat kvalifikovaným pedagogickým vedením. Pokud se to nepodaří, je velká pravděpodobnost, že se jedinec dostane do vrstevnické skupiny, kde bude jeho vývoj silně ohrožen – agresivita, vandalizmus, brutalita, nežádoucí sexualita, alkohol, psychotropní a omamné látky, atp.

Absence pozitivních sociálních vazeb (reálných, nikoli virtuálních vazeb), nedostatek citu, pocit, že se o mne nikdo nezajímá a nikdo o mne nestojí, opakované neúspěchy ve škole a dlouhotrvající pocit nudy – to jsou vlivy, které zásadně formují jedince, s nimiž lze následně snáze manipulovat, a kteří často hledají a nalézají možnost seberealizace v sociálně nezdravém prostředí.

- *Politické hledisko* – specifikuje, do jaké míry bude stát svými orgány zasahovat do volného času občanů, jaká bude jeho školská politika atd. Stát by měl být v politice volného času zainteresován především:
 - v základním financování a ovlivňováním zařízení pro volný čas;
 - v pomoci organizacím, sdružením a spolkům pracujícím s dětmi a mládeží;
 - ve vytváření podmínek pro uspokojování spontánních aktivit dětí a mládeže mimo organizovanou činnost;

- ve vytváření kladných postojů dospělých jedinců společnosti k dětským volnočasovým aktivitám;
 - v konstituování pedagogiky volného času a přípravy profesionálních i dobrovolných pedagogů pro tuto činnost;
 - razantní snižování sociálně patologických jevů ve společnosti;
 - v ochraně před nepřiměřenou komercializací.
- *Zdravotně-hygienické hledisko* – sleduje, jak lze podporovat zdravý psychický a tělesný vývoj člověka. Sledovanými prvky jsou zde především uspořádanost denního režimu, respektování výkonnostní křivky, hygiena prostředí i sociálních vztahů a hygiena duševního života. Správné a efektivní využívání volného času se pozitivně projevuje na zdraví jedince.
 - *Pedagogické a psychologické hledisko* – vnímá věkové i individuální zvláštnosti jedinců a jejich respektování ve volném čase. Pedagogické působení ve volném čase by mělo podporovat aktivitu dětí a mládeže, poskytování prostoru pro jejich spontánnost, uspokojování potřeby nových dojmů a zážitků, seberealizaci, sociální kontakty, rozvíjet kladnou citovou odezvu a poskytovat pocit jistoty, bezpečí a pocitu, že daný jedinec je členem nějaké sociální skupiny.

Volný čas a péče o něj má z pedagogického hlediska dva úkoly:

- I. Bezprostřední naplňování volného času smysluplnými aktivitami rekreačními i výchovně vzdělávacími, tj. **výchova ve volném čase**.
- II. **Výchova k volnému času** – jde o seznámení jedince s množstvím zájmových aktivit a činností. Na základě vlastních zkušeností mu v nich poskytne základní orientaci a pomůže mu v různých oborech najít oblast své zájmové činnosti, která mu poskytne tížené naplnění, seberealizaci a uspokojení.

Je důležité si uvědomit, že zanedbávání a podceňování smysluplného trávení volného času má nedozírné následky jak na vývoj jedince, tak na vývoj celé společnosti, a že kvantita mnohdy neznamena kvalitu.



Obrázek 4: Pohledy na volný čas

2.1.2 Funkce výchovy mimo vyučování

Na výchovně vzdělávacím procesu v době mimo vyučování se podílí rodina, škola, střediska volného času a další subjekty. Je však důležité poznamenat, že hlavně rodina by měla zastávat výchovně vzdělávací funkci a nést za tuto funkci plnou odpovědnost a zodpovědnost! A to i přes to, že mínění společnosti je v posledních letech takové, že škola supluje rodinu a měla by z velké části nahradit její funkci.

Vymezení pojmů výchova mimo vyučování [5]:

- probíhá mimo vyučování;
- probíhá mimo bezprostřední vliv rodiny;
- je institucionálně zajištěná;
- uskutečňuje se převážně ve volném čase.

Výchova mimo vyučování je specifická oblast výchovného působení. Plní funkci výchovně vzdělávací, preventivní, zdravotní a sociální (viz Obrázek 5).



Obrázek 5: Funkce výchovy mimo vyučování

Výchovně vzdělávací funkce

Na tuto funkci by měl být kladen v dnešní době obzvlášť velký význam. Vzdělávací instituce volného času se specificky podílejí podle svých možností a legislativního vymezení na rozvíjení a posilování klíčových kompetencí dětí a mládeže, na usměrňování, kultivaci a uspokojování jejich potřeb a zájmů, na formování žádoucích a odstraňování nežádoucích morálněvolních vlastností, upevňování společenských norem a postojů. Aby k výše zmiňovanému došlo, musí být děti a mládež motivovány k žádoucímu a smysluplnému trávení volného času a musí jim být nabídnuty pestré a trendově odpovídající činnosti. Nedůrazným řízením a vedením smysluplného využívání volného času dochází u adolescentů stále častěji k disociálnímu a asociálnímu chování a prvkům agrese.

Zdravotní funkce

Do této funkce patří usměrňování a redukování denního režimu, aby napomáhal vytvářet zdravý životní styl. Jak toho ale dosáhnout? Střídáním psychických (duševních) a tělesných činností, pracovních povinností a relaxace. Vlivem snadné dostupnosti výpočetní techniky je podpora pohybových činností nesmírně akutní, neboť současná mládež tráví u počítače stále a stále více času. Děti neumějí udělat kotrmelec, jsou nemotorné a jejich jemná motorika je na nízké úrovni. Se zdravým životním stylem souvisí také i stravovací režim, který je velmi často podceňován a zanedbáván.

Sociální funkce

Je otázkou, zda v současnosti by neměla být tato funkce výchovy mimo vyučování tou nejdůležitější? „Navazování vztahů“ dnes je mládeží bráno tak, že se klikne na člověka na virtuální sociální síti a přidá se jedinec do přátel. Mnohdy ani přidaného jedince adolescent nezná osobně! Čím více přátel mám, tím jsem více „in a cool“. Ztrácí se tím pojem přítel, tj. toho ke komu máme velmi blízký vztah, důvěru a podporu. Někoho s kým můžeme reálně trávit volný čas apod. Vhodnými aktivitami pro podporu navozování osobních sociálních vztahů mezi jedinci jsou právě zájmové útvary (kroužky), táborová činnost (příměstské i pobytové tábory) a fakultativní výlety.

Preventivní funkce

V dnešním pojetí chápeme primární prevenci ve třech rovinách:

- **Primární prevence:** Jde o cílené působení na jedince či celou společnost, zahrnuje veškeré aktivity, které mají předejít problémům spojených s výskytem sociálně patologických jevů. Jinými slovy ji můžeme chápat jako činnosti, které mají zamezit tomu, aby děti a mládež okusily drogy, páchaly trestnou činností či se chovaly disociálně a asociálně.
- **Sekundární prevence:** Její funkcí je včasné rozpoznání a vyhledání jedinců, kteří již sice měli nějaké zkušenosti s drogami či s porušením zákona, tj. došlo u nich k nežádoucím sociálně patologickým jevům, ale ještě jim plně nepropadli. Další funkcí je také zamezení dalšího prohlubování a rozšiřování sociálně patologickým jevů u těchto jedinců.
- **Terciální prevence:** Usiluje o léčení a o zabránění recidivy u těch, kteří jsou negativními vlivy již zasaženi, ale zejména jim plně propadli.

2.1.3 Aktivizační metody

Aktivizační metody se snaží zvýšit aktivitu a soustředění žáků, částečně nahradit, resp. doplnit, zpestřit a oživit klasickou vyučovací hodinu, tj. hodinu, kde ve značné míře převažuje *frontální monologická výuka*. Ve frontální monologické

výuce je hlavním činitelem výchovně vzdělávacího procesu učitel (vládce hodiny), který v extrémních případech nerespektuje zájmy, potřeby a názory žáků. Nejčastějšími metodami výuka je *výklad, přednáška a popis*. Frontální monologická výuka se nejvíce orientuje na poznávací procesy, to znamená, že si žáci osvojí co nejvíce poznatků. Nevýhodou této metody je značná pasivita žáků, kde veškerou aktivitu v hodině přebírá učitel. Je však nutné zdůraznit, že frontální monologickou metodu nelze úplně zavrhnout, neboť své opodstatnění nalezne v partiích s velmi abstraktním a s velmi složitým učivem. Nejčastější strukturu klasické vyučovací hodiny znázorňuje tabulka 4.

Tabulka 4: Struktura klasické vyučovací hodiny

Činnost	Časová dotace
1. Pozdrav se žáky, zápis do třídní knihy	3 minuty
2. Prověření vědomostí a znalostí (test, ústní zkoušení, pětiminutovka, praktická činnost)	5-15 minut
3. Krátké zopakování předchozí hodiny	3 minuty
4. Úvod do nového učiva (cíl hodiny, očekávaný výstup)	3 minuty
5. Expozice nového učiva převážně formou výkladu	15-20 minut
6. Shrnutí nově probraného učiva, krátké opakování a prověření očekávaných výstupů	5 minut

Aktivizační metody je samozřejmě velmi vhodné zařadit i do volnočasové pedagogiky, tj. v zájmových kroužcích. Jednak může aktivizační metoda posloužit k odreagování ze školní atmosféry, tj. přepnutí na „volnější“ režim. Dále pak také k socializaci jedinců do kolektivu a upevnění sociálních rolí, což je v posledních letech více a více důležité, neboť vlivem sociálních sítí se ztrácí mezi dětmi reálný vztah, schopnost vztahy navazovat a schopnost mezi sebou normálně komunikovat.

Metoda výuky pomocí aktivizačních metod však není nijak převratnou novinkou, jelikož se v odborné literatuře objevuje na přelomu 80. a 90. let 20. století. Důležitou podmínkou při používání aktivizačních metod je dosažení stejného efektu jako při klasickém výkladu, tj. *podmínka rovnosti probraného učiva*.

Výhody a nevýhody obou metod shrnuje tabulka 5 [6], upraveno a doplněno]:

Tabulka 5: Výhody a nevýhody obou výukových metod

Výukové faktory	Forma výuky		
	Klasická	Aktivizační	Kombinovaná
Časová náročnost přípravy výuky	nízká	vysoká	střední
Didaktické pomůcky, ukázky, hry apod.	nízká	vysoká	střední
Primární prevence sociálně patologických jevů	nízká	vysoká	vysoká
Rozvoj tvořivosti, myšlení a globální rozvoj klíčových kompetencí	ne	ano	ano
Příprava na přednášky na SŠ a VŠ	ano	ne	?
Sebehodnocení a sebepoznání	ne	ano	ano
Prostor pro studenty	ne	ano	ano
Mění a upevňuje vztahy ve třídě	ne	ano	ano
Přehledný zápis a systematizace	ano	ne	ano

Žádná výuková metoda není všespásná, tudíž je nanejvýš patrné, že nejefektivnějšího předání poznatků, vědomostí, schopností, rozvíjení klíčových kompetencí a naplňování očekávaných výstupů výchovně vzdělávacího procesu dochází při vzájemné kombinaci různých výukových metod. Přičemž vhodná volba dané výukové metody záleží jednak na samotném učiteli (délka pedagogické praxe, diagnostická schopnost, schopnost improvizace a empatie, rozpoložení, chuť zdokonalovat a inovovat, ...), tak i na žácích (stupeň kritického a analytického myšlení, tvořivost, atmosféra ve třídě, dispozice jedince, ochota spolupráce

s učitelem nebo mezi žáky samotnými, aktuální stav vědomostí a schopností, schopnost adaptace na změnu, ...). Z výše uvedeného a z mé mnohaleté pedagogické praxe vyplývá, že žádná vyučovací hodina, byť paralelní, kterou kantor odučí, není nikterak stejná – „přes kopírák“. Osobně dětem říkám, že učitel musí mít v sobě částečně vrozený herecký talent a velkou schopnost improvizace. K nejčastějším aktivizačním metodám ve fyzice patří především žákovské a demonstrační experimenty.

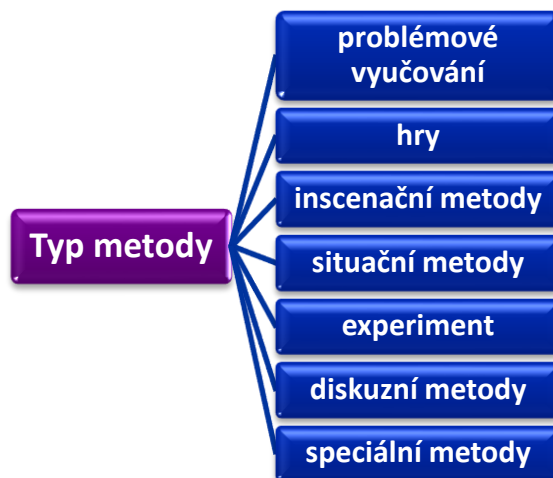
Aktivizační metody můžeme dělit podle několika hledisek. První hledisko je podle [6] z pohledu potřeby učitele (obr. 6), druhým hlediskem je typ metody použitý u aktivizační metody (obr. 7).



Obrázek 6: Aktivizační metody z pohledu učitele

Aktivizační metody z pohledu učitele:

- **dle náročnosti přípravy** – tvorba pomůcek, shánění materiálů, čas na realizaci
- **dle časové náročnosti** – časový prostor (dotace) během samotné výuky
- **dle typu formy aktivizační metody** – hra, situační hry, problémové vyučování, diskusní, inscenační, experiment, ...
- **dle účelu a cíle ve výuce** – k procvičení, zopakování, diagnostice, odreagování, motivaci, ke zvýšení mozkové činnosti, oživení a zpestření výuky, nové formy výkladu, ...



Obrázek 7: Členění aktivizačních metod dle typu použité metody

2.2 Fyzikální experiment ve výchovně vzdělávacím procesu

„Žádné množství pokusů nikdy nemůže dokázat, že jsem měl pravdu.

Jediný pokus však kdykoliv může dokázat, že jsem se mýlil.“

(Albert Einstein)

Fyzikální experiment by měl být nedílnou součástí výuky fyziky nejen na všech vzdělávacích úrovních (MŠ, ZŠ, SŠ a VŠ), ale i také ve volnočasové pedagogice, tj. ve fyzikálních a přírodovědných kroužcích. Jeho důležitost a didaktická funkce je mnohdy ve školské fyzice opomíjena, neboť fyzikální pokus je významným prostředkem pro formování osobnosti žáka – rozvíjí u žáka zejména poznávací procesy a jeho intelektuální a manuální schopnosti. Dále také rozvíjí pozorovací schopnost žáků, schopnost popsat pozorované, analyzovat pozorovaný jev a vyloučit nepodstatné, schopnost vedení si záznamů o průběhu experimentu, schopnost vyslovovat hypotézy (správné či chybné), posiluje schopnost práce v týmu a schopnost tolerance odlišných názorů a diskuze o nich.

Fyzika rozlišuje experimenty podle účelu na [7]:

a) heuristický a ověřovací experiment

- heuristický experiment má za účel nalézt dosud neznámou zákonitost fyzikálního jevu;
- ověřovací (verifikační) experiment ověřuje platnost fyzikálního zákona, jenž byl deduktivně objeven.

b) kvalitativní a kvantitativní experiment

- kvalitativní experiment prokazuje existenci či neexistenci fyzikálních jevů a platnost či neplatnost vyslovených hypotéz;
- kvantitativní experiment slouží ke zjišťování zákonitostí a jejich následné vyjádření (formulování) ve formě fyzikálních zákonů a teorií.

2.2.1 Klasifikace experimentů ve školské fyzice

Ve školské fyzice můžeme dělit pokusy podle několika hledisek (viz obr. 8). Nejčastější dělení je podle jejich zaměření, provedení, logické povahy atd.

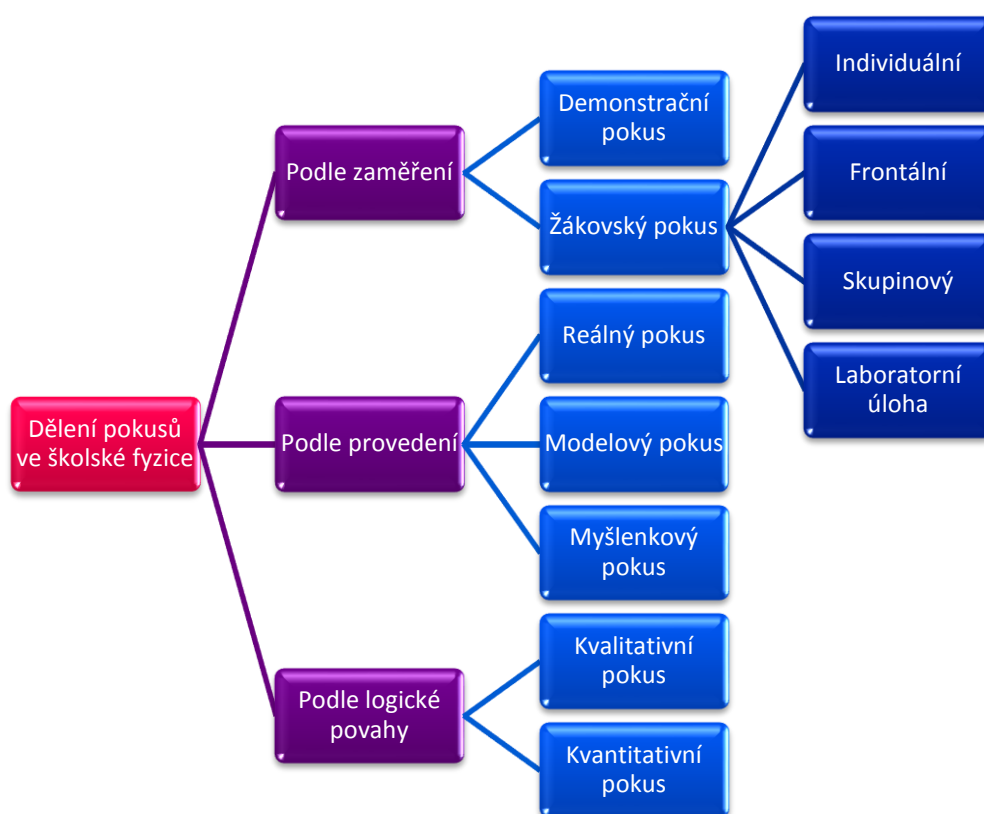
Dělení experimentů ve školské fyzice [7]:

1) Podle zaměření:

- a) *Demonstrační pokus* – předvádí učitel celé třídě. Slouží k motivaci při výkladu, objasnění nových fyzikálních poznatků a ke tvorbě počátečních představ o fyzikálních jevech. Všichni žáci se soustředí v jeden okamžik na činnost učitele při experimentu.
- b) *Žákovský experiment* – vykonává jednotlivý žák nebo skupina žáků v rámci výchovně vzdělávacího procesu nebo v rámci domácí přípravy. Při tomto způsobu experimentování žák bezprostředně poznává fyzikální jev, ale také se učí rozličným metodám poznání. Žákovský experiment můžeme dělit podle stupně samostatnosti na:
 - *Individuální žákovský experiment* – provádí pouze jeden žák s obvykle jednoduchými pomůckami. Předvádí jej celé třídě a může sloužit například k demonstraci daného fyzikálního jevu nebo verifikaci znalosti či pochopení učiva.
 - *Frontální žákovský experiment* – jde nejčastěji o jednoduchý pokus, který vykonávají všichni žáci ve třídě najednou na základě instruktaže od učitele během jedné vyučovací jednotky. Učitel vykonávání a pokusů plně řídí a vyhodnocuje jejich plnění. Obvykle jsou pokusy vykonávány ve dvojicích či trojicích. Pokusy trvají 5 až 10 minut a pracuje se obvykle bez písemných návodů (pouze ústní instruktaž od vyučujícího). Instruktaž může být vedena i formou demonstrace pokusu od učitele.
 - *Skupinový žákovský experiment* – se uskutečňuje při skupinové výuce. Je jistou obdobou frontálního pokusu, ale s menší aktivitou učitele.

Obvykle se pracuje ve trojicích či vícečlenných skupinách. Při tomto typu experimentu musí žák projevit více samostatnosti.

- *Laboratorní úloha* – jde o nejnáročnější formu pokusů. Nejčastěji bývá kvantitativního charakteru. Laboratorní úloha (práce) se obvykle zařazuje na konec probraného tematického celku. Jejich počet a rozsah si stanovují školy na základě ŠVP. Časově bývá pro ni vyhrazena jedna vyučovací hodina nebo dvě po sobě jdoucí vyučovací hodiny (tzv. dvouhodinovka). Žáci pracují ve 3-4 členných skupinách, přičemž jsou žáci oblečení do laboratorních plášťů. Každá skupina žáku často pracuje na stejném úkolu. Od frontálního pokusu se laboratorní úloha liší tím, že si každá skupinka pracuje svým tempem.



Obrázek 8: Dělení pokusů ve školské fyzice

2.2.2 Didaktické funkce fyzikálních experimentů

Podle didaktické funkce, tj. podle funkce pokusu ve výchovně vzdělávacím procesu při výuce fyziky, můžeme pokusy rozdělit do několika skupin (viz obr. 9). Je nutné podotknout, že jednou se může daný pokus zařadit mezi pokusy do skupiny motivační, jindy jej můžeme zase zařadit do skupiny heuristických pokusů. Mohou nastat i situace, kdy předváděný experiment může spadat i do více skupin současně, vše záleží na pedagogovi, co daným experimentem sleduje a jakou úlohu v tom daném případě má experiment plnit.



Obrázek 9: Dělení pokusů podle didaktické funkce

Dělení pokusů podle didaktické funkce [7]:

- a) **Heuristické (objevitelské)** – mají nezastupitelnou roli při výuce. Žáci při nich sami objevují fyzikální zákonitosti a fyzikální děje, které jsou pro ně dosud neznámé. Mohou se snažit navrhnout hypotézy, kterými by daný jev objasnili.

- b) **Ověřovací (verifikační)** – jsou pokusy, které slouží k potvrzení vyslovené hypotézy nebo k potvrzení dogmatického sdělení výsledku fyzikálního poznání, které bylo sděleno žákům či studentům.
- c) **Motivační** – slouží k upoutání pozornosti žáků k dané problematice. Nejčastěji je zařazuje učitel před samotný výklad nového poznatku. Nejčastěji se zařazuje před učivem nového tematického celku či před nově probíranou kapitolou. V případě pokusů s jednoduchými pomůckami může učitel zadat tento typ pokusu jako domácí úkol. Ušetří tím čas při výuce.
- d) **Ilustrační** – jde o většinu takřka demonstračních pokusů, které mají převážně kvalitativní charakter. Cílem této skupiny pokusů je seznámit žáky s tím, jak zkoumaný fyzikální jev vypadá. Ilustrační pokusy mají často i heuristický charakter. Kvantitativní ilustrační pokusy se ve velké míře shodují s pokusy ověřovacími, liší se ale od nich povahou poznatku a časovým zařazením ve výuce. Zjednodušeně můžeme říci, že ilustrační pokusy slouží ke zvýšení názornosti při výuce dané fyzikální problematiky.
- e) **Uvádějící** – této skupiny experimentů se využívá při uvedení nové látky, kdy učitel předvede experiment na samém začátku vyučovací hodiny, mnohdy i před samotným výkladem. Tyto experimenty můžeme považovat i za motivační, tj. sloužící ke zvýšení zájmů o danou problematiku.
- f) **Aplikační** – tyto experimenty se používají pro propojení teorie s praxí a pro objasnění velmi abstraktních poznatků na konkrétním využití fyzikálního jevu v technické praxi nebo v běžném životě. Ve výuce fyziky mají tyto pokusy rozmanitou funkci. Může jít i o poznatek, jenž je sám o sobě předmětem výkladu (transformátor, elektrický zvonek, jistič, ...), nebo může jít o ilustraci principu technického zařízení či přístroje (bimetalový pásek, polarizační filtr, pouzdro od fotofilmu s piezozapalovačem pro simulaci činnosti válce s pístem spalovacího motoru).

- g) **Problémové** – tyto pokusy se používají pro aplikaci problémové úlohy (experimentu) do výuky fyziky. Při těchto experimentech učitel pouze pokus demonstruje bez jakéhokoli vysvětlení. Žáci se snaží vyslovit hypotézy pro objasnění fyzikálního jevu či děje. Mohou se také snažit předpovědět, co se stane před samotným provedením pokusu. Učitel může i žáky návodnými otázkami směřovat ke správné hypotéze. Často problémové experimenty splývají s pokusy uvádějícími, kdy jsou demonstrování v úvodu nové probírané látky.
- h) **Historické** – mají historickou hodnotu (objev fyzikálního jevu) nebo mají v historii fyziky velmi významný pokrok pro rozvoj fyzikálního myšlení a pro fyziky jako samotné vědy vůbec (Torricelliho pokus, Oerstedův pokus, Guerickeho pokus s magdeburskými polokoulemi, ...).
- i) **Fixační** – slouží pro zopakování a prohloubení učiva. Nejčastěji se tyto experimenty aplikují v laboratorních úlohách. Dále může jít i o demonstrační experimenty, které byly předvedeny při výkladu v úvodní hodině při probírání nové látky. Jelikož by měl být experiment pro žáky především poznatkem, nikoli zážitkem, je důležité, aby si učitel uvědomil, že jednou předvedený pokus není odbytá věc.
- j) **Verifikační (kontrolní)** – tyto experimenty využíváme především v diagnostice efektivity výchovně vzdělávacího procesu, tj. při zjišťování znalostí, vědomostí, dovedností a návyků u žáků. Verifikační metodou zde může být právě experimentální zkouška. Při této zkoušce má žák prokázat, zda danému experimentu rozumí, zda umí pokus naplánovat a sestavit, provést a vyhodnotit. Této zpětné vazby se učitel dostává také při pozorování experimentujících žáků při frontálních pokusech.

Jak již bylo zmiňováno výše, experiment svou důležitostí by měl být hlavní didaktickou metodou při výuce fyziky na školách všech typů. Průzkum četnosti využívání experimentů jako didaktické metody během výuky je uveden v následující kapitole v dotazníkovém šetření.

3 Využívání experimentů na školách (ZŠ, SŠ a VŠ)

Podlé mého názoru by měl být experiment stěžejní didaktickou metodou ve výuce přírodovědných předmětů nejen ve formálním vzdělávání, tj. na základních, středních a vysokých školách, ale také ve vzdělávání neformálním – ve střediscích volného času, ve vědeckých centrech (Liberec, Ostrava, Plzeň a Brno) a popularizačních festivalech, výstavách a akcí pro laickou veřejnost. Mnoho vyučujících totiž skoro vůbec nepoužívá experimenty ve výuce fyziky, nebo je používají výjimečně jako zpestření hodiny. O důvodech nutnosti využívání experimentu ve výchovně vzdělávacím procesu a jeho didaktickém zdůvodnění je psáno v kapitole 2. 2.

Pro ověření mé hypotézy ohledně malého využívání experimentů ve výuce fyziky jsem se rozhodl oslovit pomocí elektronického dotazníku co nejvíce respondentů z celé České republiky nejen ze základních, středních a z vysokých škol, ale také respondenty, kteří se již plně věnují svému zaměstnání a opustili tedy vzdělávací systém.

Elektronický dotazník je složen z 8 uzavřených výběrových a výčtových otázek. Odkaz na něj byl distribuován e-mailem a sociálními sítěmi. Data byla sbírána v období od 20. 2. do 21. 3. 2014. Dotazník vyplnilo celkem 2 801 respondentů.

3.1 Struktura dotazníku

1) Jsem:

- žena
- muž

2) Věk:

- 11–15 let
- 16–20 let
- 21–30 let
- 31 – 40 let
- 41 – 50 let
- 51 let a více

3) Bydlím v/ve:

- Hlavní město Praha
- Středočeský kraj
- Jihočeský kraj
- Královehradecký kraj
- Pardubický kraj
- Kraj Vysočina
- Plzeňský kraj
- Jihomoravský kraj
- Karlovarský kraj
- Olomoucký kraj
- Ústecký kraj
- Moravskoslezský kraj
- Liberecký kraj
- Zlínský kraj

4) Nejvyšší dokončené vzdělání, resp. ještě studuji:

- ZŠ
- SOU a SŠ
- GY
- VOŠ
- VŠ

5) Na základní škole jsme v hodinách fyziky viděli nebo prováděli experimenty:

- takřka pravidelně
- často
- občas
- téměř vůbec

6) Na střední škole (SOU, SŠ a GY) jsme viděli nebo prováděli v hodinách fyziky experimenty:

- takřka pravidelně
- často
- občas
- téměř vůbec
- fyziku jsme neměli
- nestuduji/nestudoval jsem SŠ

7) Na VOŠ a VŠ jsme viděli nebo prováděli v hodinách fyziky experimenty:

- takřka pravidelně
- často
- občas
- téměř vůbec
- fyziku jsme neměli
- nestuduji/nestudoval jsem VOŠ či VŠ

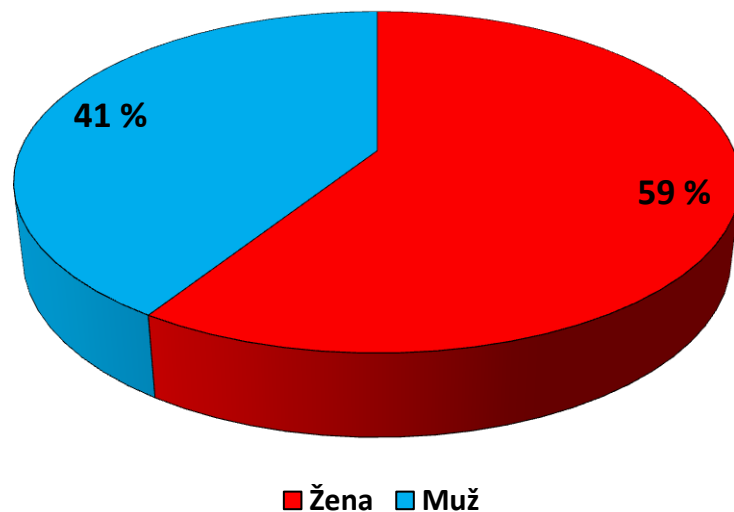
8) Vyberte postoj či tvrzení, která nejvíce vystihují váš vztah k hodinám fyziky a fyzice samotné (Ize zvolit více možností):

- Fyzika mě celkově bavila/baví.
- Ve fyzice mě bavily/baví experimenty, ale učení mě nebavilo/nebaví.
- Fyzika je náročná, protože se musí přemýšlet.
- Ve fyzice mě bavilo/baví řešit problémy a zkoumat přírodu kolem nás.
- Fyzika mě nebavila, jelikož jsme nedělali skoro žádné experimenty.
- Fyzika je obor, který je pro lidstvo důležitý, neboť zkoumá děje a procesy kolem nás, rozvíjí civilizaci, proto by se měla vyučovat.
- Fyzika je k ničemu a její výuka je zbytečná.

3.2 Vyhodnocení dotazníku

3.2.1 Pohlaví respondentů

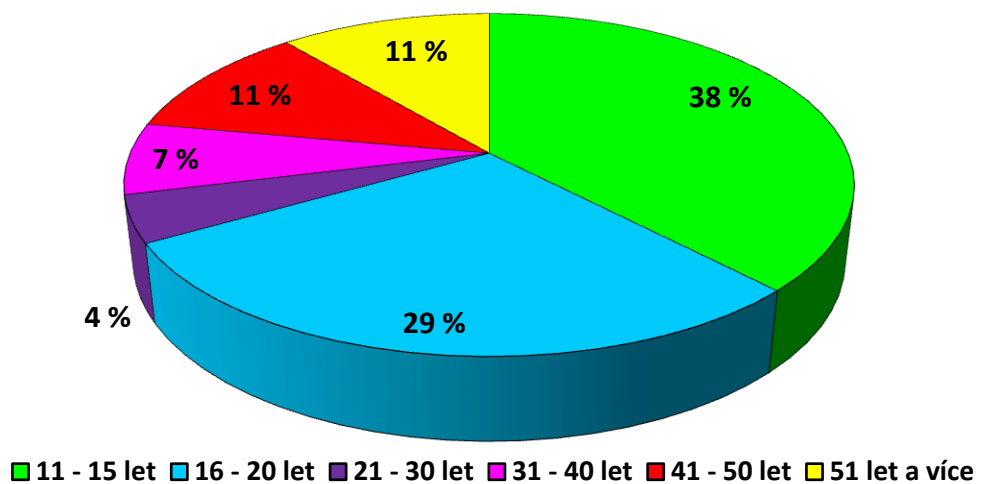
Otázka č. 1: Pohlaví respondentů



Graf 1: Pohlaví respondentů

3.2.2 Věk respondentů

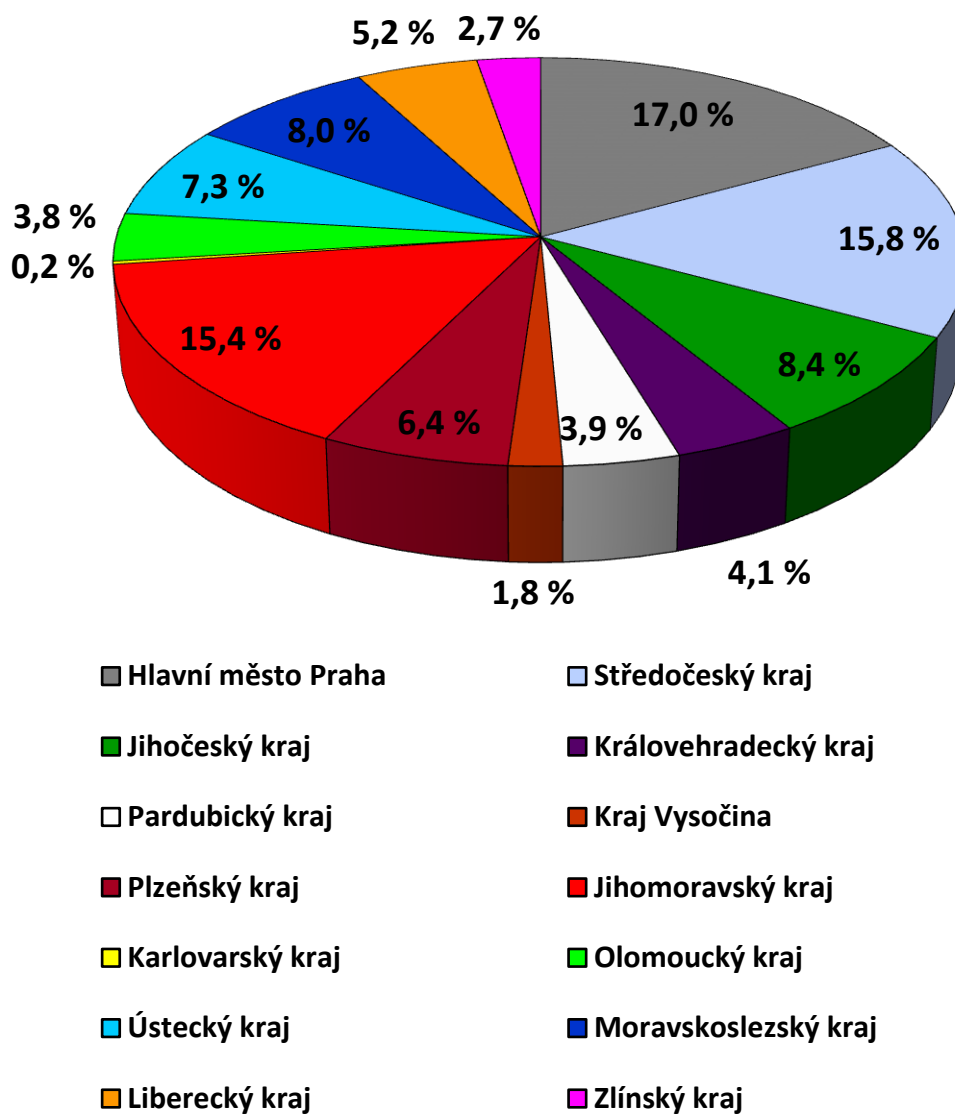
Otázka č. 2: Věk respondentů



Graf 2: Věkové rozložení respondentů

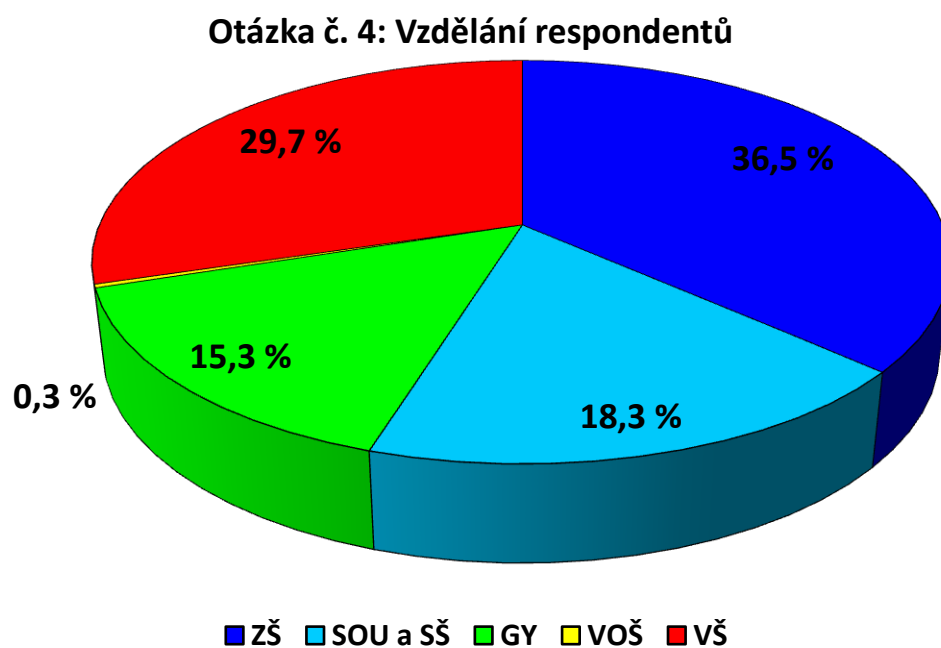
3.2.3 Bydliště respondentů

Otázka č. 3: Bydliště respondentů



Graf 3: Bydliště respondentů

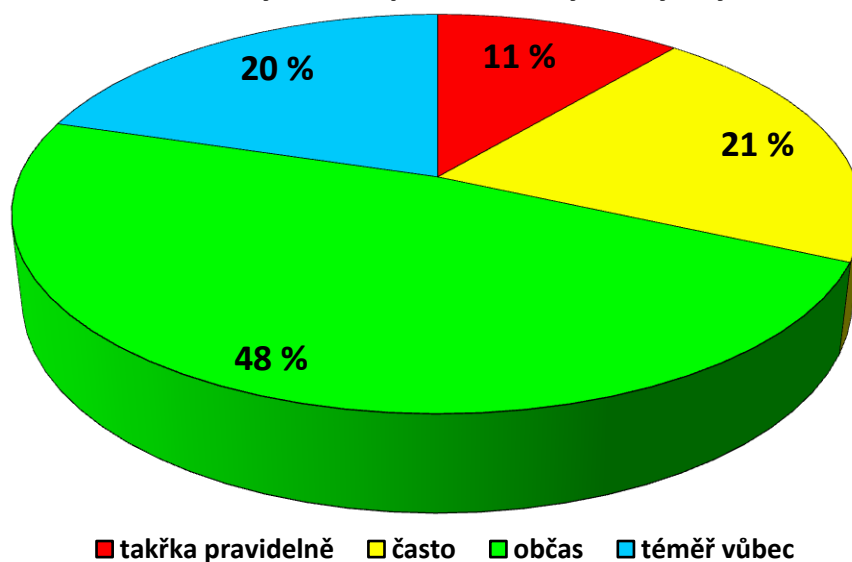
3.2.4 Vzdělání respondentů



Graf 4: Vzdělání respondentů

3.2.5 Využívání pokusů ve výuce fyziky na základních školách

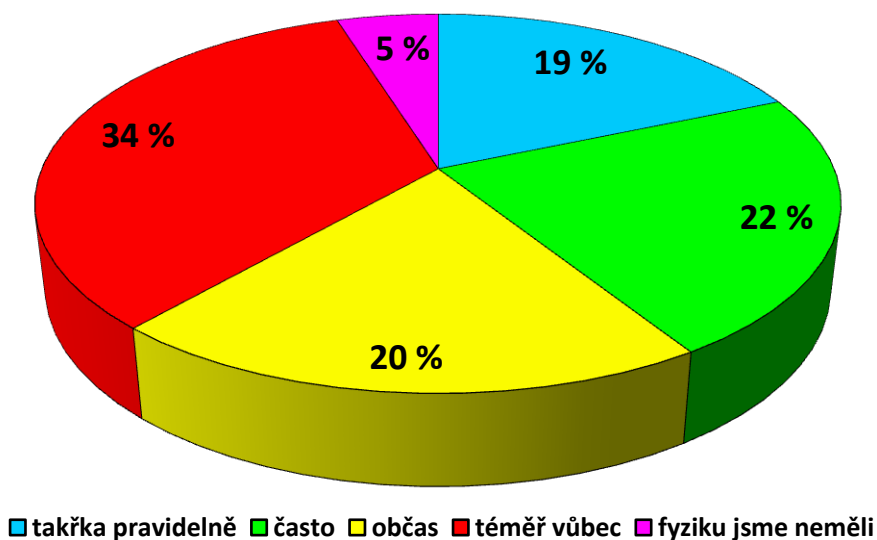
Otázka č. 5: Využívání pokusů ve výuce fyziky na ZŠ



Graf 5: Využívání pokusů ve výuce fyziky na základních školách

3.2.6 Využívání pokusů ve výuce fyziky na středních školách

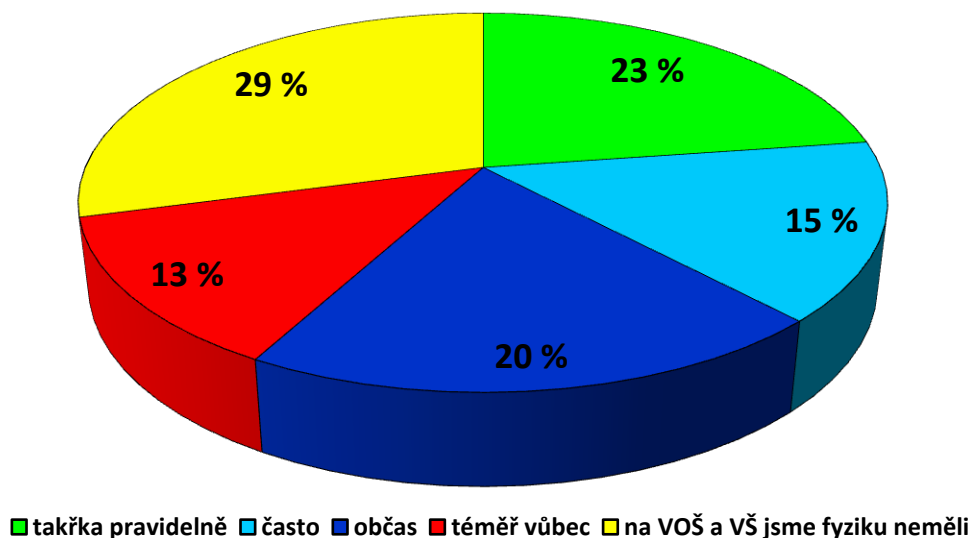
Otázka č. 6: Využívání pokusů ve výuce fyziky na SŠ



Graf 6: Využívání pokusů ve výuce fyziky na středních školách

3.2.7 Využívání pokusů ve výuce fyziky na VOŠ a VŠ

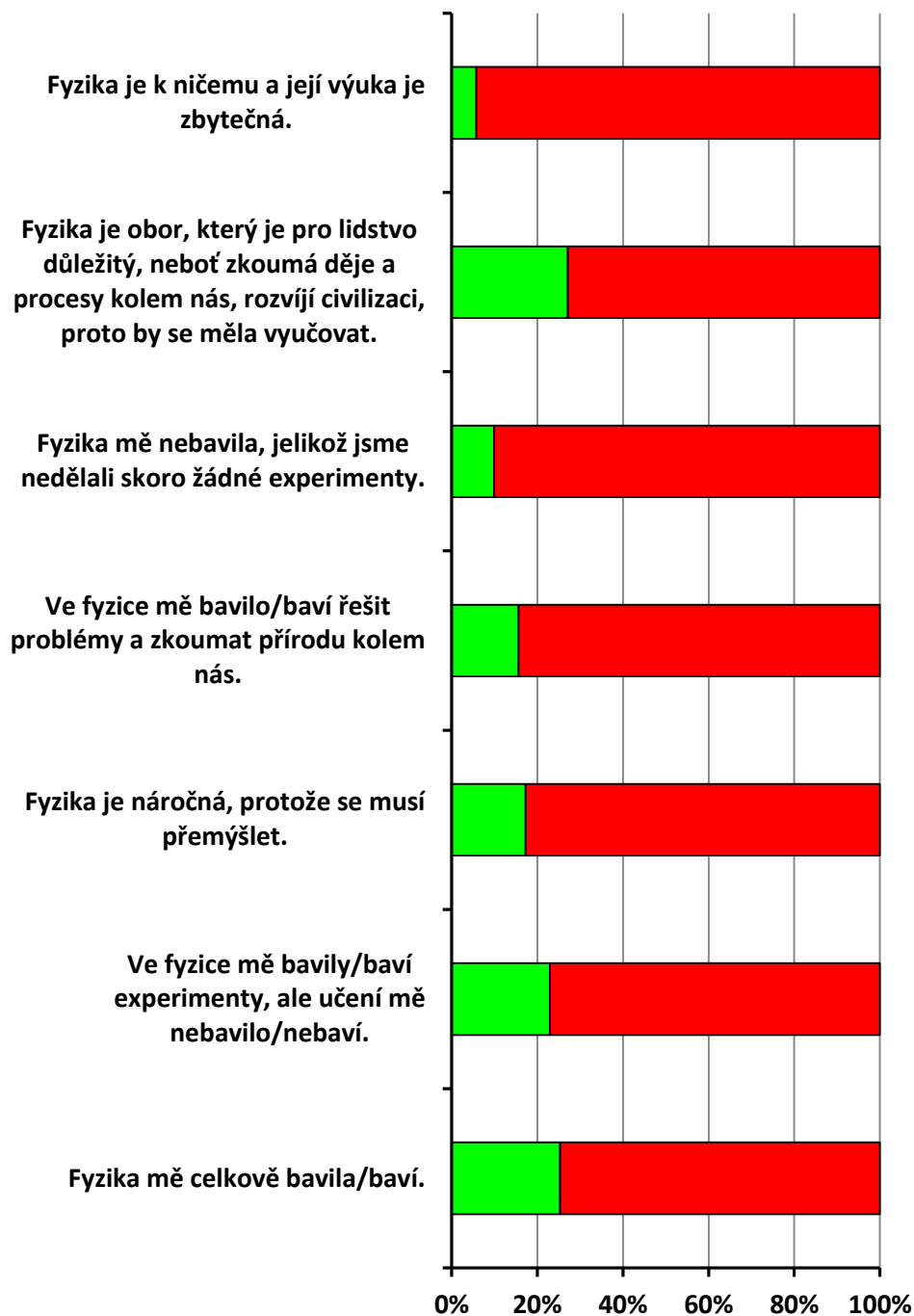
Otázka č. 7: Využívání experimentů při výuce fyziky na VOŠ a VŠ



Graf 7: Využívání pokusů při výuce fyziky na VOŠ a VŠ

3.2.8 Postoje a názory respondentů na výuku fyziky

Otázka č. 8: Názory a postoje na fyziku



Graf 8: Názory a postoje respondentů na výuku fyziky

3.3 Příčiny a východiska dané situace

Možné příčiny opomíjení experimentu při výuce fyziky:

- mnohonásobně větší časová náročnost přípravy pokusu oproti jeho samotné realizaci;
- nedostatečné materiální vybavení škol;
- malá hodinová dotace fyziky na škole;
- mnohde učí fyziku neaprobovaní učitelé;
- neochota a nedostatečná motivace učitelů k dalšímu vzdělávání;
- neochota ředitelů k uvolňování učitelů na další vzdělávání;
- nedostatek financí na další vzdělávání učitelů a na jejich uvolňování ze školy (suplování);
- nedostatečná hodinová dotace výuky fyzikálních experimentů na fakultách technických, přírodovědných a pedagogických;
- malá efektivita experimentu ve výchovně vzdělávacím procesu, tj. předvedení nebo nepředvedení experimentu vychází u žáků na stejno;
- spoléhání se na pokusy se složitými didaktickými pomůckami, tj. absence pokusů s jednoduchými pomůckami;
- učitelé mají vtisknutý špatný vzor během celého svého vzdělávání, tj. jestliže se na základních, středních i vysokých školách, které budoucí pedagogové navštěvovali, setkávají s tím, že se u výkladů či přednášek takřka neaplikují pokusy, je možné, že si vzali za své, že se ta fyzika dá jen vyučovat u tabule s kusem křídly.

Možná řešení problémů s malou aplikací experimentů na školách:

- 1) **Asistent na školách** – vzhledem k tomu, že často jsou experimenty časově náročné na přípravu a přestávky jsou velmi krátké, skýtá využití asistenta k přípravě pokusů řešení toho problému. Asistenti by mohli být třeba studenti či čerství absolventi pedagogických fakult příslušného oboru, kteří by rok na školách museli povinně tuto roli plnit, Poté by se stali

plnohodnotnými učiteli. Samozřejmě by tento post byl placený. Kromě výhody pro pedagoga, pod kterého by asistent spadal, je i výhoda pro samotného učitele začátečníka, který by tzv. „načichnul“ školní atmosféru a režimu dané školy.

- 2) **Nedostatečné materiální zabezpečení** – by se dalo řešit zvýšením finančních prostředků do školství, které je v současné době silně podfinancováno. Podle mého názoru by se opět vyplatilo zřízení celostátního distribučního centra (jako bylo Komenium) pro objednávání, zajišťování a distribuci didaktických pomůcek pro školství, tím by se více dohlédlo na odsávání financí z českého školství, kdy v ČR jsou pomůcky neskutečně mnohonásobně předraženy. Příkladem může být radiometr, který se u nás dá pořídit za cca 1.000,- Kč, avšak v USA úplně stejný prodávají kolem 200,- Kč atp.
- 3) **Malá hodinová dotace fyziky** – vzhledem k zavádění druhého jazyka na základních školách, které je podle mého názoru naprosto nesmyslné, vzhledem k uvažovanému plánování zavést mravní výchovu, finanční gramotnost aj., dochází k ubírání hlavních předmětů na úkor jiných předmětů. Dovoluji si podotknout, že finanční gramotnost se učila a někde ještě učí v rámci matematiky, proč tedy zavádět nový předmět?! Umění zacházet s financemi by hlavně mělo být předáváno v prostředí rodiny, nikoli ve škole. Proč se zabývat mravní výchovou, která nutně musí vycházet z rodiny? Škola by podle mého názoru neměla a nesmí suplovat funkci rodiny!
- 4) **Neaprobovaní pedagogové** – v současnosti se na technické a přírodovědné obory hlásí stále méně a méně uchazečů. Jednak to může být zapříčiněno náročností studia, jednak nepopularitou těchto oborů. Nutné je proto zvýšit úsilí v popularizaci přírodních věd a techniky a v prestižnosti těchto oborů u laické veřejnosti. Prvním krokem by ale mělo být zlepšení finančního ohodnocení pedagogů, neboť ti mnohdy odcházejí do soukromého sektoru za lepším finančním ohodnocením.

Je pravdou, že učitelé jsou jako vysokoškoláci nejhůře finančně ohodnocenou, dovoluji si tvrdit, že i podhodnocenou skupinou.

- 5) **Neochota a nedostatečná motivace k dalšímu vzdělávání** – i když podle zákona by se učitelé měli dále vzdělávat, mnozí si jen tvrdošijně vystačí s tím, co si před mnoha lety přinesli z fakult nebo jsou jen líní k dalšímu vzdělávání. Východiskem by byl mnoho let diskutovaný karierní řád, který by oceňoval pedagogy, kteří se vzdělávají a chtějí vzdělávat. Ale o tomto karierním řádu se jen stále a stále mluví...
- 6) **Nedostatek financí na vzdělávání a suplování učitelů** – by se dal vyřešit funkčností úředníků MŠMT ČR, kteří si zbytečně a velmi draze najímají externí firmy, aby jejich práci dělaly za ně. Dochází tak ke dvojímu placení – zbytečných úředníků a externích firem. Dalším řešením je také zvýšení kvalitního a efektního čerpání dotací z Evropské unie a odříznutí externích firem, které se na zprostředkování dotací z EU podílejí.
- 7) **Neochota ředitelů k uvolňování učitelů na další vzdělávání** – zde by podle mého názoru stačil silný tlak na ředitele škol ze strany České školní inspekce (ČŠI), na uvolňování učitelů k dalšímu vzdělávání. Avšak Česká školní inspekce podle mých zkušeností a z diskuzí u mnohých kolegů z celé ČR zabývá nesmyslnou činností, někdy i činností, která jí nepřísluší, vydává rozporuplná stanoviska, která degradují samotné učitele, samotný vzdělávací systém a výchovně vzdělávací proces a jeho smysl. Největší negativum však vidím v tom, že ČŠI chce být pouze kontrolním orgánem, nikoli i orgánem poradním.
- 8) **Nedostatečná hodinová dotace výuky fyzikálních experimentů na fakultách** – na školách často přírodovědné předměty učí technici či přírodovědci (odborníci svého oboru) z nepedagogických fakult, tj. bez tzv. pedagogického minima. Nebo učí učitelé, kteří na VŠ přednáškách neměli žádné experimenty, aby došlo k lepšímu propojení teorie a praxe. Řešení je v doplnění kvalitního pedagogického vzdělání u neučitelských oborů. Tato problematika je však nyní velmi ožehavá téma, jelikož do roku 2015

by mělo opustit 7 000 nekvalifikovaných učitelů bez odborného či pedagogického vzdělání. Další možností je i propojení VŠ přednášek s experimentální činností. I když má přednáška jako výuková metoda svá specifika, bylo by mnohdy efektivní ji doplnit experimenty nejen pro oživení monotónního výkladu, ale i pro lepší pochopení daného učiva.

Jelikož z dotazníkového šetření vyplynulo, že četnost experimentů na školách je velmi malá a nedostatečná, uvádím v následující kapitole experimenty, které mohou být námětem nejen ve fyzikálních a přírodovědných kroužcích, ale i při běžné výuce na školách.

4 Vybrané experimenty do fyzikálních kroužků

„Jestliže se pokus vydařil, musela se stát chyba.“

(Murphyho zákony)

Tato kapitola obsahuje návody na vybrané fyzikální experimenty, které mohou sloužit jako zdroj nápadů a námětů v zájmových kroužcích zaměřených na přírodní vědy, zejména na fyziku, chemii a techniku. Náročnost pokusů je od jednoduchých, které mohou dělat malí experimentátoři sami, až po obtížnější, které je vhodné provádět pod dohledem dospělé osoby. Experimenty jsou z velké části směřovány tak, aby pomůcky, které se při „pokusničení“ používají, byly snadno dostupné, tj. materiály a potřeby z domácnosti nebo z běžného obchodu.

Vzhledem k tomu, že jsou následující experimenty zaměřeny na žáky 1. a 2. stupně základních škol, je fyzikální vysvětlení vybraných experimentů zjednodušeno, tj. věkově přizpůsobeno pro danou cílovou skupinu, čímž může dojít záměrně k jisté fyzikální nepřesnosti ve formulacích pojmosloví a fyzikálních jevů. To ovšem neznamená, že by se níže uvedené pokusy nedaly využít na střední škole s adekvátním vysvětlením a s přesnějšími definicemi.

Návod na experiment se skládá z několika částí:

- *Téma* – obsahuje název fyzikální problematiky, na kterou je pokus stěžejně zaměřen;
- *Teorie* – obsahuje vysvětlení vybraných pojmů, kterých se problematika daného pokusu dotýká;
- *Pomůcky* – zde jsou uvedeny pomůcky, které jsou k samotnému pokusu potřeba;
- *Pracovní postup* – obsahuje krok za krokem, jak postupovat při experimentování;
- *Vysvětlení* – obsahuje fyzikální vysvětlení daného experimentu;

- *Časová dotace* – zde je uveden přibližný čas na přípravu a provedení experimentu, úklid apod.;
- *Možné obměny* – zde jsou případně uvedeny další varianty pokusu;
- *Pro zvědavé hlavy* – zde je detailněji popsána fyzikální problematika, která se vztahuje k danému experimentu;
- *Fotodokumentace* – ilustrační fotografie k danému experimentu.



Obrázek 10: Vánoce debruarů 2012 – děti prezentují své experimenty

4.1 Netradiční lávová lampička

Téma:

Hustota kapalin

Teorie:

Hustota ρ je fyzikální veličina, která udává, jaké množství látky se nachází v jednotkovém objemu V . Množstvím látky rozumíme hmotnost látky m .

Označení veličiny: ρ [rhó, ró]

Základní jednotka: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ nebo $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (kilogram na metr krychlový)

Vzorec pro výpočet hustoty: $\rho = \frac{m}{V}$

Pomůcky:

igelitový ubrus jako podložku, vysoká čirá nádoba (PET lahev nebo odměrný válec 500 ml), voda, olej (lampový či rostlinný), práškové či tekuté potravinářské barvivo, sáček soli a lžice

Pracovní postup:

Na desku stolu rozprostřeme igelitový ubrus jako podložku. Vysokou nádobu naplníme zhruba do $\frac{3}{4}$ vodou, kterou jsme slabě obarvili potravinářským barvivem. Poté přilijeme do nádoby malé množství oleje (cca vrstvu 1–2 cm). Použijeme-li olej barevný, je důležité, aby voda s olejem byly v barevném kontrastu. Následně lžicí vsypáváme sůl do nádoby a pozorujeme, jak ode dna stoupají vzhůru olejové bubliny.

Vysvětlení:

Jelikož má olej menší hustotu než voda, usadí se olej nad hladinou vody. Vzniknou nám takto dvě vrstvy kapalin (olej a voda). Jakmile nasypeme do nádoby sůl, strhne s sebou sůl olej až ke dnu. U dna se sůl usadí a část se jí rozpustí ve vodě. Díky menší hustotě oleje se snaží opět olej vyplavat vzhůru nad vodu a vznikají tím krásné bublinové efekty.

Čas:

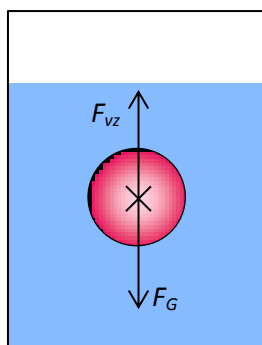
Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	2 minuty
Úklid	4 minuty
Celkem	9 minut

Možné obměny:

Pokud použijeme barevný lampový olej, vodu můžeme použít neobarvenou. Případně můžeme stolní olej obarvit sypanou paprikou a vodu nechat čistou.

Pro zvidavé hlavy:*Archimedův zákon*

Ze zkušenosti víme, že pokud dáváme různá tělesa do vody, tak některá jdou ke dnu, jiná zase plují na hladině. Zkoumáním toho jevu proslul řecky matematik, fyzik a vynálezce Archimédes ze Syrakus. Při koupání ve vaně nebo v bazénu pociťujeme, že jsme mnohem lehčí než na souši, tj. jako by nás ve vodě něco nadlehčovalo. Této síle, která nás nejen ve vodě nadlehčuje, říkáme *vztlaková síla* a značíme ji F_{vz} , působí proti síle tíhové F_G (viz obr. 11).



Obrázek 11: Síly působící na těleso v kapalině

Vztlaková síla je dána výslednicí hydrostatických sil působících na těleso v kapalině. Ponoříme-li do kapaliny těleso ve tvaru kvádrů, bude kapalina na všechny stěny kvádrů působit hydrostatickými silami (viz obr. 12). Síly F_a a F_b , které působí z boku, jsou stejně veliké a opačného směru, proto se navzájem ruší.

Na horní stěnu kvádrů působí v hloubce h_1 hydrostatická síla F_1 , na dolní stěnu působí v hloubce h_2 hydrostatická síla F_2 . Jelikož ve větší hloubce působí větší hydrostatický tlak, je tedy $F_2 > F_1$.

Výsledná síla je právě vztlačová síla F_{vz} , která je dána rozdílem sil F_2 a F_1 .

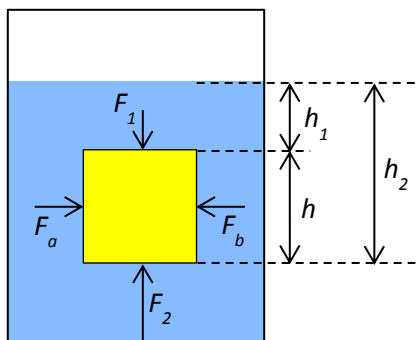
Dostáváme:

$$F_{vz} = F_2 - F_1 = \rho_k g h_2 S - \rho_k g h_1 S = S \rho_k g (h_2 - h_1)$$

a vzhledem k tomu, že $h_2 - h_1$ je výška tělesa h a S je plocha horní a dolní stěny kvádrů, můžeme psát:

$$F_{vz} = \rho_k g h S = \rho_k V_t g,$$

kde $V_t = Sh$ je objem ponořeného tělesa (obsah podstavy krát výška) a ρ_k je hustota kapaliny.



Obrázek 12: Vznik vztlačové síly

Tento poznatek o vztlačové síle nazýváme Archimedův zákon, který se podle slavného fyzika jmenuje.

Slovně můžeme Archimedův zákon vyjádřit takto:

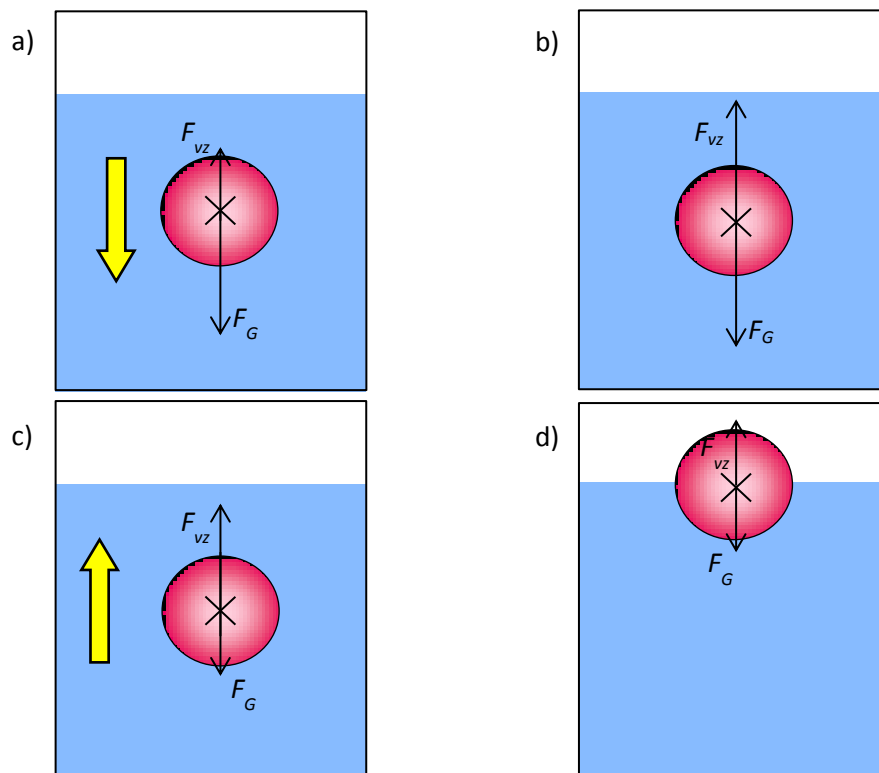
Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlačovou silou F_{vz} , která se rovná tíze kapaliny stejného objemu, jako je objem ponořeného tělesa, nebo jeho části.

To, jak se bude těleso v kapalině chovat, záleží na poměru velikostí vztlakové síly F_{vz} a tíhové síly F_G .

Bude-li hustota tělesa ρ_t větší než hustota kapaliny ρ_k , pak i tíhová síla F_G bude větší než síla vztlaková F_{vz} (viz obr. 13-a). Těleso bude klesat ke dnu (železná kulička ve vodě).

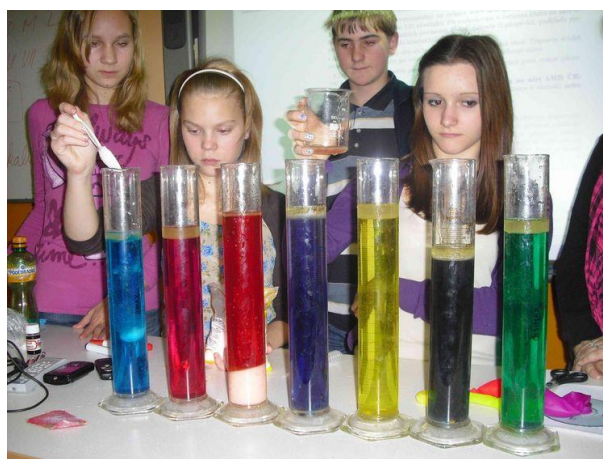
Bude-li hustota tělesa ρ_t rovna hustotě kapaliny ρ_k , pak i tíhová síla F_G bude rovna síle vztlakové F_{vz} (viz obr. 13-b). Těleso se bude volně vznášet ve vodě (ponorka, těla ryb).

Bude-li hustota tělesa ρ_t menší než hustota kapaliny ρ_k , pak i tíhová síla F_G bude menší než síla vztlaková F_{vz} . Těleso bude stoupat k hladině (viz obr. 13-c), až se v určité poloze ustálí, $F_{vz} = F_G$. Část tělesa zůstane ponořena ve vodě, část zůstane nad hladinou (bóje na mořské hladině, ledová kra v moři) (viz obr. 13-d).



Obrázek 13: Chování těles v kapalině

Fotodokumentace:



Obrázek 14: Netradiční lávová lampička – ilustrační foto

4.2 Bramborová pistole

Téma:

Síla, tlak, stlačitelnost a rozpínavost plynů, Boyleův-Mariottův zákon, kinetická teorie plynů, Newtonovy pohybové zákony

Teorie:

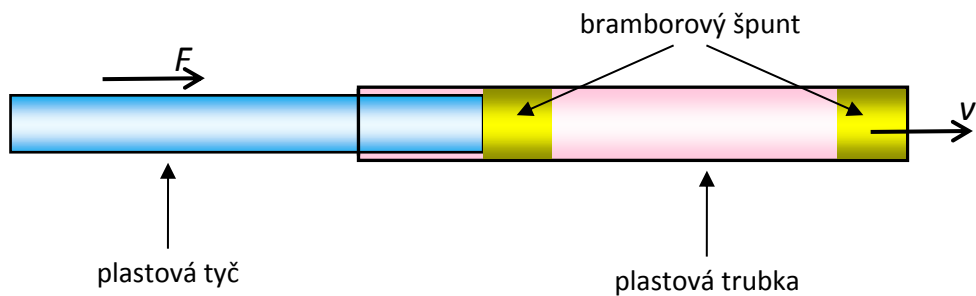
Atomy a molekuly se u plynného skupenství pohybují chaoticky a neuspořádaně (Brownův pohyb). Vzhledem k tomu, že mezi sebou nejsou molekuly takřka nijak vázány a jsou mezi nimi z mikroskopického hlediska značné vzdálenosti, dají se plyny snadno stlačit. Plyn, který je v uzavřené nádobě, působí na vnitřní stěny nádoby tlakem, který je způsobem nárazy pohybujících se molekul a atomů na stěny nádoby. Jestliže v uzavřené nádobě budeme stlačovat plyn (zmenšovat jeho objem), vzroste v nádobě tlak plynu.

Pomůcky:

průhledná trubka z tvrdého plastu délky cca 45 cm a vnitřním průměru 2 cm, plastová tyč délky 55 cm a průměru cca 1,8 cm, středně velké brambory, hadr na utírání a případnou ochranu ruky

Pracovní postup:

Jeden konec plastové trubky zapíchneme celý do brambory, aby se konec neprodyšně ucpal bramborovým špuntem. Tento špunt zatlačíme cca o 1 cm více do trubky, aby se při stlačování lépe zasouvala plastová tyč do trubky. Následně zašpuntujeme druhý konec trubky. Nyní vezmeme plastovou tyč a nasadíme ji na konec s více zasunutým špuntem. Zamíříme, silně a prudce zatlačíme tyč do trubky a pozorujeme, kam letí špunt. Při zatlačení trubky dáваме pozor, **abychom si neskřípnuli ruku a netrefili někoho špuntem do oka.**



Obrázek 15: Bramborová pistole – schéma

Vysvětlení:

Jestliže jsme plastovou trubku na obou koncích neprodyšně zašpuntovali, nemůže plyn nikudy unikát. Budeme-li na plastovou tyč, která se v tomto případě chová jako píst, působit tlakovou silou, bude se plyn mezi oběma špuntů stlačovat. Stlačováním se bude také zvětšovat tlak plynu v trubce a zároveň i tlak na bramborové špuntů – v trubce vznikne tzv. přetlak. Zvýší-li se tlak plynu natolik, že překoná vnější atmosférický tlak a třecí síly, které drží špunt v trubce, špunt vyletí velkou rychlostí ven za hlasitého prásknutí. Prásknutí (rána) je způsobeno prudkým rozepnutím stlačeného plynu.

Čas:

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	2 minuty
Úklid	5 minut
Celkem	10 minut

Pro zvidavé hlavy:

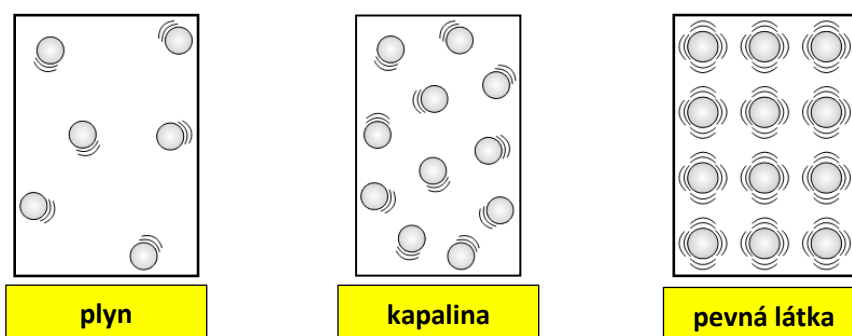
Ideální plyn

Pro jednodušší pochopení zákonů a vlastností plynů je vhodné nahradit reálný plyn (vzduch, kyslík, dusík, metan, ...) idealizovaným modelem, tzv. *ideálním plynem*.

O vlastnostech ideálního plynu můžeme říci:

- 1) Molekuly ideálního plynu kromě vzájemných srážek na sebe navzájem silově nepůsobí.
- 2) Vzájemné srážky molekul u ideálního plynu jsou dokonale pružné.
- 3) Rozměry molekul u ideálního plynu jsou ve srovnání se vzdálenostmi mezi molekulami zanedbatelně malé.

Rozdílné vlastnosti v chování a uspořádání molekul u plynu, kapaliny a pevné látky jsou znázorněny na obr. 16. V pevné látce kmitají molekuly pouze kolem rovnovážných poloh a jsou velmi blízko u sebe – jsou k sobě takřka pevně vázány. U kapalin jsou vzdálenosti mezi molekulami oproti pevné látce o něco větší a nejsou k sobě tak pevně vázány, klouzají navzájem jedna po druhé, jsou téměř nestlačitelné. U plynů jsou vzdálenosti mezi molekulami ještě větší než u kapalin, proto jsou plyny snadno stlačitelné. Molekuly se u kapalin a plynů pohybují chaoticky a neuspořádaně (tepelný pohyb) – důkazem je Brownův pohyb částic.



Obrázek 16: Chování molekul v plynu, v kapalině a v pevné látce

Stavová rovnice ideálního plynu stálé hmotnosti

Při sledování stavu ideálního plynu (stavových změn) sledujeme tlak plynu p , jeho objem V a jeho teplotu T (termodynamická teplota). Množství plynu (hmotnost) zůstává stále stejné. Počáteční stav plynu před zahájením experimentu můžeme popsat veličinami p_1 , V_1 a T_1 . V konečné fázi experimentu můžeme stav ideálního plynu popsat veličinami p_2 , V_2 a T_2 .

Jestliže se hmotnost plynu m nemění, můžeme pak psát:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{pV}{T} = \text{konst.}$$

Slovně můžeme říci, že při stavové změně ideálního plynu stálé hmotnosti je vztah $\frac{pV}{T}$ konstantní.

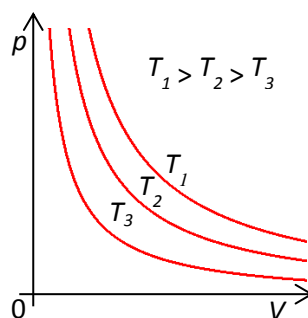
Izotermický děj (Boylův-Mariottův zákon)

Je děj, při němž se teplota T ideálního plynu nemění, tj. je stále stejná. Mění se pouze objem V a tlak p . Matematicky můžeme tuto závislost vyjádřit vztahem:

$$pV = \text{konst.}$$

V našem experimentu s bramborovou pistolí stlačujeme plyn v plastové trubce (zmenšujeme jeho objem), tím roste tlak plynu. Při určité hodnotě vzroste tlak natolik, že bramborový špunt vystřelí ven¹.

Na obr. 17 je znázorněna závislost tlaku p na objemu V při izotermickém ději ideálního plynu stálé hmotnosti. Průběhem Boylova-Mariottova zákona je křivka, přesněji rovnoosá hyperbola, které říkáme *izoterma*.



Obrázek 17: Izotermy ideálního plynu

¹ Ve skutečnosti se v našem experimentu plyn při stlačování nepatrně zahřeje – adiabatický děj. Ale pro jednoduchost vysvětlení můžeme toto zahřátí zanedbat.

Fotodokumentace:



Obrázek 18: Bramborová pistole – ilustrační foto

4.3 Mramorové mléko

Téma:

Povrchové napětí a míchání barev

Teorie:

Vzájemná přitažlivost molekul kapaliny způsobuje, že její povrch (povrchová vrstva) se chová podobně jako tenká pružná blána, zjednodušeně si můžeme představit hladinu kapaliny například jako trampolínu. Tento efekt, resp. tuto charakteristickou vlastnost kapalin, nazýváme povrchové napětí.

Značka veličiny: σ (sigma), základní jednotka: $\frac{\text{N}}{\text{m}}$ nebo $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ (newton na metr).

Povrchové napětí záleží na chemickém složení a čistotě kapaliny a také na její teplotě. S rostoucí teplotou kapaliny její povrchové napětí klesá. Povrchové napětí vody je poměrně vysoké. Snížit je můžeme přidáním tenzidů (prací prášky) či detergentů (saponáty).

Pomůcky:

mléko, miska či talíř, práškové nebo tekuté potravinářské barvivo různých barev, jar či tekuté mýdlo, kapátko a špejle

Pracovní postup:

Do misky nalijeme mléko o vrstvě cca 1 až 2 cm. Na hladinu mléka opatrně nasypeme nebo kapátkem nakapeme různé barvy potravinářského barviva. Nyní namočíme jeden konec špejle do jaru a následně jej ponoříme do misky s mlékem – konec špejle od jaru necháme chvíli ponořený v misce a pozorujeme. Místa ponoru můžeme průběžně měnit. Na hladině mléka začnou barvy „tancovat“ a promíchávat se. Ustane-li promíchávání barev, namočíme špejli znovu do jaru.

Vysvětlení:

Na povrchu mléka působí povrchové napětí. Jarem tedy narušíme povrchové napětí mléka v misce. Potravinářské barvivo se rozplyne k okrajům misky v důsledku toho, že se povrchové napětí mléka sníží. Dojde však také k oddělení

tuků a vitamínů v mléce od ostatních látek, čímž vzniknou v mléce rozličné proudy, které barvy promísí jako mramor či duhu.

Obdobný efekt můžeme vidět i při mytí nádobí, kde jar působí na mastnotu a nečistoty.

Čas:

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	2 minuty
Úklid	4 minuty
Celkem	9 minut

Možné obměny:

- k experimentování můžeme použít různé druhy mléka (odtučněné, nízkotučné, polotučné a plnotučné) nebo smetanu;
- místo potravinářského barviva vyzkoušet mleté koření (kari, kurkumu, papriku, ...);
- můžeme vyzkoušet i mléko o různých teplotách a pozorovat, jak teplota mléka bude ovlivňovat experiment.

Pro zvědavé hlavy:

Povrchová vrstva, povrchové napětí

Určitě jste někdy na rybníku viděli vodoměrku, jak si „pochoduje“ jakoby nic po hladině vody, aniž by se potopila. Stejný záhadu můžeme pozorovat i tehdy, když položíme žiletku nebo kancelářskou sponku na hladinu vody. Ta se také nepotopí, i přes to, že hustota oceli je mnohem větší než hustota vody. Při pečlivějším pozorování předmětu na hladině vody uvidíme, jak se hladina pod ním prohne jako trampolína. Hladina se chová, jak už bylo napsáno výše, jako pružná blána (trampolína).

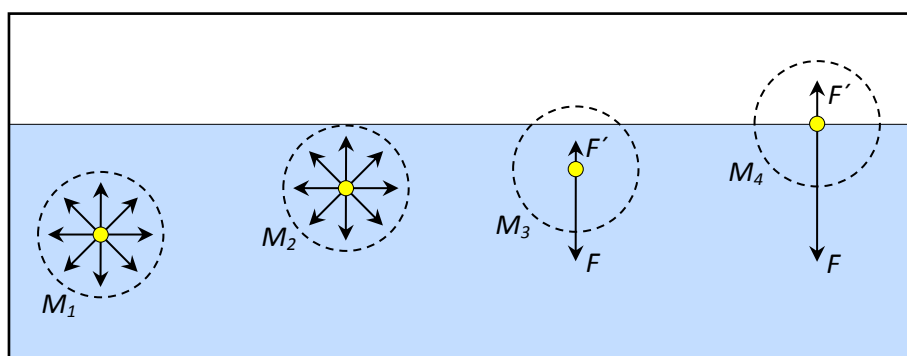


Obrázek 19: Padesátí halěř na povrchové vrstvě vody

Abychom mohli tento povrchový jev kapaliny lépe pochopit, musíme uvažovat o vzájemné přitažlivosti molekul mezi sebou samými. Velikost těchto přitažlivých sil rychle klesá s rostoucí vzdáleností mezi molekulami.

Kolem každé molekuly si můžeme představit kulovou oblast (sféru) o poloměru přibližně 1 nm. Tuto oblast nazýváme *sféra molekulového působení*. Molekuly, které leží právě mimo tuto kulovou sféru, působí na molekulu uprostřed této oblasti tak malými přitažlivými silami, že je můžeme zanedbat.

U molekul, které mají sféru molekulového působení celou uvnitř kapaliny, tj. celou pod hladinou kapaliny, je výslednice přitažlivých sil molekul, které působí uvnitř této sférické oblasti na danou molekulu, nulová (viz obr. 20, molekula M_1 a M_2).



Obrázek 20: Vzájemné působení molekul ve sféře molekulového působení

Jiná situace je u molekul, které nemají sféru molekulového působení celou pod hladinou kapaliny (viz obr. 20, molekuly M_3 a M_4). Výslednice F přitažlivých sil molekul, které leží uvnitř kulových sfér molekul M_3 a M_4 , je kolmá k povrchu kapaliny dolů (směr dovnitř kapaliny). Molekuly plynu (nejčastěji vzduchu) a par kapaliny nad hladinou dané kapaliny působí na molekuly M_3 a M_4 také přitažlivými silami. Výslednice F' těchto přitažlivých sil působí kolmo směrem vzhůru. Jelikož vzduch a páry kapaliny mají mnohem menší hustotu než samotná kapalina, je přitažlivá síla $F' < F$.

Právě tyto přitažlivé síly F molekul v povrchové vrstvě kapaliny mají za následek jev povrchového napětí. Povrch kapaliny se tedy chová tak, jako by byl tvořen velmi tenkou pružnou blánou, jež se snaží smrštít povrch kapaliny tak, aby měl při daném objemu kapaliny co nejmenší povrch (plochu). Pokud by na kapalinu nepůsobily vnější síly, měla by kulový tvar, neboť koule má ze všech geometrických těles stejného objemu nejmenší povrch.

Fotodokumentace:



Obrázek 21: Mramorové mléko - ilustrační foto

4.4 Ohnivá ruka

Téma:

Teplo a vypařování

Teorie:

Teplo vyjadřuje množství energie, kterou si mezi sebou tělesa o různých teplotách vymění. Teplo vždy přechází z teplejšího tělesa na těleso studenější. Tepelná výměna nastává do té doby, dokud se teploty všech těles nevyrovnají, tj. dokud nebudou stejné. Teplejší těleso teplo odevzdává (vydává) a studenější těleso teplo přijímá (absorbuje).

Značka veličiny: Q , základní jednotka: J (joule, čti džaul).

Vypařování je děj, kdy se kapalina přeměňuje na plyn, tj. skupenství kapalné přechází na skupenství plynné – kapalina se vypařuje. K vypařování dochází pouze na hladině kapaliny a to při každé teplotě, avšak s rostoucí teplotou kapaliny, je vypařování intenzivnější (rychlejší). Rychlost vypařování kromě teploty také ovlivňuje druh kapaliny (např. zda jde o vodu, olej, benzín či líh), velikost plochy hladiny kapaliny (kaluž se vypaří mnohem rychleji, než kdyby stejný objem vody byl v odměrném válci) a intenzita odvodu par nad hladinou kapaliny (polévku foukáme, aby nám rychleji vychladla).

Aby však došlo u kapaliny k přeměně na plyn, potřebuje k tomu získat ze svého bezprostředního okolí energii (teplo, přesněji skupenské teplo). Proto se také kapalina při vypařování ohlazuje. Tento jev je patrný při koupání, kdy vylezeme z vody a hned se neосуšíme – voda se na nás vypařuje, čímž chladne a tím z nás odebírá teplo, proto je nám po chvíli zima a hrozí nám nachlazení.

Pomůcky:

kelímeček od jogurtu nebo malá sklenička, voda, jar, plyn do zapalovače ve spreji, cca 50 cm dlouhou akvarijní nebo lékárenskou hadičku, dlouhé zápalky (krbové) nebo plynový zapalovač na plyn, ručník na utření

Pracovní postup:

Do skleničky nalijeme cca 1 cm vrstvu jaru, aby nám následně mohlo vzniknout velké množství hustší pěny. Poté přibližně 2 cm pod okraj skleničky nalijeme vodu a lehce promícháme, čímž nám vznikne jarová voda. Nyní propojíme jedním koncem hadičku se sprejem s plynem do zapalovače, druhý konec ponoříme do nádoby s jarovou vodou. Pustíme hořlavý plyn (propan-butan) ze spreje do jarové vody tak, aby nám vznikla pěnová čepička.

Nyní si pořádně smočíme celou dlaň ruky těsně až nad zápěstí v obyčejné vodě – **vodu z ruky zásadně neklepáváme, ani ruku nijak neosušujeme!** Rychle nabereme trochu hořlavé pěny do dlaně, natáhneme ruku od sebe a mimo nádobu s jarovou vodou a požádáme, aby nám dospělá osoba dlouhou zápalkou zapálila pěnu v dlani. **Sled těchto kroků musí probíhat rychle, aby nám mokrá ruka zbytečně neosychala!** Hořlavý plyn uvězněný v pěně nám okamžitě vzplane velkým plamenem, avšak ruka nás **pozoruhodně nebude nijak pálit!**

Tento pokus děláme jen výhradně za přítomnosti dospělé osoby!
Při provádění experimentu si dáváme velký pozor na vlasy,
do zapálené pěny s hořlavým plynem na dlani v žádném případě nefoukáme!

Vysvětlení:

Proč nás ale zapálený vysoce hořlavý plyn uvězněný v pěně, i když se při hoření dosahuje velmi vysokých teplot, na dlani nepálí? Je to díky tomu, že jsme ruku těsně před zapálením pěny smočili ve vodě. Právě tato tenká vrstva vody, která nám ulpěla na ruce, nás chrání před popálením. Hořící plyn sice vyvine velký žár, tj. uvolní se velké teplo, ale většina tohoto tepla se právě spotřebuje na vypaření ulpěné vrstvy vody na ruce a my jen cítíme příjemné teplo na dlani.

Nezanedbatelný vliv může mít i doba hoření plynu, kterou ovlivníme množstvím pěny na dlani. Jinými slovy doba kontaktu ruky s žhavým tělesem – pokličky či pekáče při vaření nebo pečení se můžeme na velmi krátký okamžik bleskově dotknout, aniž bychom se popálili.

Čas:

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	2 minuty
Úklid	3 minuty
Celkem	8 minut

Pro zvidavé hlavy:*Vypařování a var kapaliny*

Vypařování je děj, kdy se kapalina přeměňuje v páru (plyn). Různé kapaliny se vypařují za stejných podmínek různě rychle. Velmi rychle se vypařuje ether, o něco pomaleji líh, ještě pomaleji voda a nejpomaleji například rtuť. Jak už bylo psáno výše, k vypařování dochází při všech teplotách kapaliny. Avšak se zvyšující se teplotou se daná kapalina vypařuje rychleji. K vypařování dochází pouze na hladině kapaliny.

Vypařování ovlivňuje:

- druh kapaliny;
- teplota kapaliny;
- velikost plochy hladiny kapaliny;
- rychlost odvodu par nad kapalinou (vítr, odsávání, foukání).

Detailněji můžeme vypařování popsat tak, že molekuly v povrchové vrstvě kapaliny mohou vlivem vzájemných srážek při tepelném pohybu získat tak velkou kinetickou energii, že překonají přitažlivé síly molekul v kapalině, opustí danou kapalinu a dostanou se do prostoru nad kapalinou, kde vytvoří plynné skupenství (páru) kapaliny, kde mohou se vzduchem difundovat.

K varu kapaliny dochází naopak pouze při jedné teplotě, tzv. teplotě varu t_v . Teplota varu je pro každou kapalinu jiná. S rostoucím tlakem se teplota varu zvyšuje. Na rozdíl od vypařování, ke kterému docházelo pouze na povrchu hladiny

kapaliny, k varu dochází v celém objemu kapaliny (viz obr. 22). Uvnitř kapaliny postupně vznikají malinkaté bublinky páry kapaliny (nikoli vzduchu), které se postupně zvětšují a stoupají k hladině, až kapalinu zcela opustí.

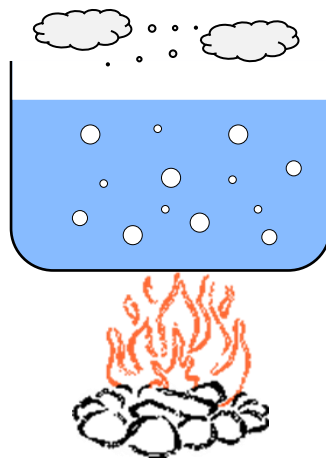
K tomu, aby se kapalina o dané teplotě přeměnila na plyn téže teploty, jí musíme dodat určité teplo. Tomuto teplu říkáme *skupenské teplo varu* a značíme ho L_v . Jelikož je hodnota L_v pro různé kapaliny téže hmotnosti různá, zavádíme proto veličinu *měrné skupenské teplo varu* a značíme ji l_v . Měrné skupenské teplo varu udává, kolik tepla musíme dodat kilogramu kapaliny, aby se přeměnil v plyn.

Měrné skupenské teplo varu definujeme:

$$l_v = \frac{L_v}{m},$$

kde m je hmotnost kapaliny.

Jednotkou měrného skupenského tepla je $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$, resp. $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ (joule na kilogram).



Obrázek 22: Var kapaliny

Fotodokumentace:



Obrázek 23: Ohnivá ruka - ilustrační foto

4.5 Domáci supervulkán

Téma:

Sopka a sopečná činnost

Teorie:

Sopka je geologický útvar nejčastěji ve tvaru hory, který se obvykle vyskytuje v oblasti podél hranic tektonických (litosférických) desek. V místech, kde se stýkají tektonické desky, dochází vzájemným třením k poruchám zemské kůry, kterými se má možnost magma dostat na povrch – vzniká tak sopka. Magma je roztavená hornina o vysoké teplotě cca 600–1300 °C. Jakmile magma vystoupá na povrch, mluvíme o lávě.

V ČR jsou všechny sopky neaktivní (vyhaslé), tj. nevyvrhují magma. Mezi naše sopky patří například: Doupovské hory (největší stratovulkán), Červená hora, Venušina sopka, Říp, Kunětický hora, ...

Pomůcky:

zavařovací sklenice, vyšší miska pod zavařovací sklenici, voda, ocet, jar, jedlá soda

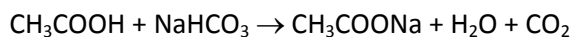
Pracovní postup:

Vyšší misku umístíme pod zavařovací sklenici, aby nám následně zachytávala vyvrhované „magma“. Do ¼ sklenice nalijeme vodu, zbytek do poloviny sklenice dolijeme octem, poté ještě do sklenice přidáme cca 5 ml jaru – sopečný elixír je už na světě! Nyní můžeme přijít k poslední fázi. Do této směsi **rychle vysypeme celý sáček** jedlé sody. V mžiku ve sklenici proběhne bouřlivá reakce a ze sklenice začne vytékat magma v podobě jarové pěny.

Vysvětlení:

Ocet je chemicky kyselina octová (CH_3COOH), kterou jsme přidáním vody zředili. Vsypáním jedlé sody (hydrogenuhličitanu sodného – NaHCO_3) do sklenice s ní začal ocel bouřlivě reagovat, přičemž se začal rychle uvolňovat plynný oxid uhličitý (CO_2) a také vzniknul octan sodný. Jelikož jsme do sklenice přidali ještě jar,

vznikající oxid uhličitý nám vytvořil velké množství husté a jemné pěny. Celou chemickou reakci popisuje následující rovnice².



Čas:

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	2 minuty
Realizace pokusu	2 minuty
Úklid	3 minuty
Celkem	7 minut

Možné obměny:

- vodu si můžeme před smícháním s octem obarvit potravinářským barvivem;
- jedlou sodu můžeme nasypat přímo do nezředěného octu s jarem;
- ocet můžeme ředit různě teplou vodou;
- pro větší a dokonalejší iluzi můžeme reakci provést v menším odměrném válci, kolem kterého z hlíny vytvoříme kráter.

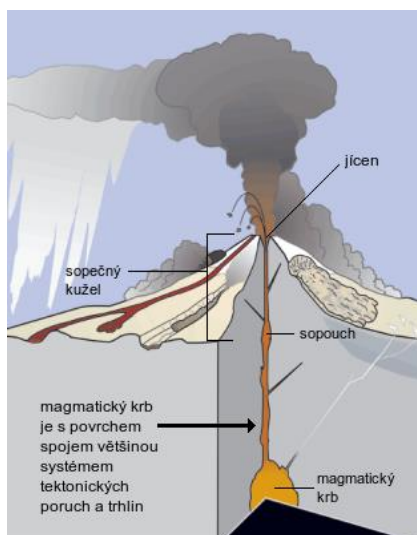
Pro zvědavé hlavy:

Sopečný kužel, jícen, sopouch, magmatický krb

Velmi obecně je za sopku považována vyvýšenina na zemském povrchu tvořená sopečným materiálem, v rámci které dochází k výstupu nataveného horninového materiálu na zemský povrch. Mezi základní prvky morfologie sopky patří sopečný kužel, budovaný vulkanickými horninami, jícen, místo vlastního výstupu taveniny na povrch, a sopouch, jakýsi hlavní přívodní kanál sopky. Hluboko pod povrchem je činná sopka spojena s magmatickým krbem, který představuje zdroj energie

² Tento experiment je pouze simulačním modelem sopečné činnosti. Fyzikální podstata sopečné činnosti funguje na zcela jiném principu.

i materiálu pro sopečnou činnost. Magmatický krb je zpravidla umístěn v hloubce 30–100 km. Řez sopkou ukazuje obr. 24 [8].



Obrázek 24: Řez sopkou

Magma, zdroje vnitřní energie Země

V magmatickém krbu se horniny nacházejí v tekutém stavu, který se nazývá magma. Většina magmatu vzniká v horním plášti Země (50–250 km), kde je dostatečně vysoká teplota, ale zároveň ještě dostatečně nízký tlak, aby mohlo docházet k tavení hornin. Příčin, proč v této části zemského tělesa dochází ke zvýšení teploty, je několik. Část energie se uchovala jako zbytkové (reliktní) teplo po vzniku planety, hlavním zdrojem je ovšem rozpad radioaktivních izotopů v místech jejich významné koncentrace. Zvýšený tepelný tok může souviset i s konvekčním prouděním v zemském tělese (místa tzv. horkých skvrn) nebo může být vyvolán tektonickými tlaky (např. subdukce desek).

Magma jako takové je komplexní směs silikátů (sloučenin obsahujících SiO_2), plynů a dalších natavených minerálů. Jak magma stoupá směrem k zemskému povrchu (většinou podél tektonických poruch), dochází k poklesu tlaku, plynné komponenty se začnou rozpínat a dále ženu celou směs k zemskému povrchu (podobně jako při uvolnění víčka láhve obsahující sodovku). Pokud má magma pod

povrchem zahrazenou cestu, stlačené plyny spolu s nahromaděnou energií zpravidla způsobují vulkanickou explozi, při které dochází k proražení zemské kůry a k výstupu celé směsi na povrch. Množství uvolněné energie při sopečném výbuchu je obrovské: při průměrné explozi je uvolněno 10^{15} – 10^{18} J. Pro srovnání atomová bomba o hmotnosti 1 kt by uvolnila energii "pouze" o velikosti $4 \cdot 10^{12}$ J.

Láva, pyroklastika, tefra, tufy a stratovulkán

Magma, které se dostává na zemský povrch, označujeme termínem láva. Pokud láva stéká po svazích sopky, vznikají lávové proudy, které jsou jednou z hlavních vulkanických hrozeb. Při erupci mohou ale sopky vyvrhovat i množství pevných částic, které označujeme jako pyroklastika (obr. 25 vlevo, [8]). Jedná se o utuhlé magma i kusy hornin sopečného kužele, které jsou při explozi rozmeteny po okolí. Pyroklastický materiál, který dopadá zpět na povrch, nazýváme souhrnně pojmem tefra, pokud dojde k jeho stmelení a zpevnění, vznikají sopečné tufy. Jednotlivé částice se mohou lišit svojí velikostí a strukturou. Největší označujeme jako sopečné bomby, nejmenší naopak jako sopečný popel (obr. 25 vpravo, [8]). Činností plynů vznikají i pórovité struktury jako jsou struska nebo pemza. Tefra není pouze další vulkanickou hrozbou, ale spolu s lávou i základním materiálem stavby sopečného kužele. Pokud v morfologii sopky dochází ke střídání kompaktní lávy a tefry, vzniká vrstevnatá struktura sopečného kužele, typická pro nejrozšířenější typ sopky – stratovulkán.



Obrázek 25: Pyroklastická erupce (vlevo), sopečný popel (vpravo)

Kráter a kaldera

Jícen sopky je zpravidla ukončen širokým nálevkovitým tvarem, kráterem. Kráter vzniká při sopečných erupcích destrukcí horní části kužele sopky (obr. 26, [8]). Podle intenzity erupcí nabývají pak krátery různých tvarů i rozměrů. V případě výjimečně velké exploze může být vytvořen rozsáhlý destruktivní tvar kužele označovaný termínem kaldera. Dochází ke zničení horní kráterové části vulkánu, rozšíření jícnu sopky a snížení celkové nadmořské výšky hory. Kaldera vznikla například při erupci italského Vesuvu (rok 79) nebo při katastrofě na řeckém ostrově Théra (1470 př. Kr.). Tehdy byla vytvořena kaldera, do které byla pohřbena převážná část ostrova, jenž tak dostal dnešní podobu (obr. 26, [8]). Vznik tohoto tvaru není ovšem vázán pouze na velké exploze. Dalším příčinou může být kolaps materiálu kužele do vyprázdněného magmatického krbu nebo postupná eroze původního kráteru, pokud se vulkán stane vyhaslým.



Obrázek 26: Kráter (vlevo), kaldera (vpravo)

Efuzivní a explozivní erupce

Sopečná erupce je pojem, který zahrnuje širokou škálu vulkanické aktivity. Od klidných výlevů lávy po bouřlivé výbuchy sopečných plynů a pyroklastického materiálu. Charakteristika erupce konkrétní sopky je vždy přímo závislá na složení zdrojového magmatu, na jeho viskozitě a množství obsažených plynů a vody. Erupční typ naopak dále určuje vznik a uspořádání souvisejících sopečných tvarů a typů sopek. V nejobecnějším pohledu je možné rozlišit dvě základní skupiny erupcí, efuzivní a explozivní.

Efuzivní (výlevné) erupce jsou určeny přítomností mafického magmatu, které je poměrně málo viskózní a obsahuje jen malé množství plynů. V převážné většině případů jsou proto tyto erupce charakteristické klidnými výlevy bazaltových láv podél středooceánských hřbetů a v oblastech horkých skvrn.

Explozivní (výbušné) erupce jsou oproti tomu určovány vlastnostmi felsického magmatu, především jeho velkou viskozitou a vysokým obsahem plynné složky. Převládajícím prostředím jsou subdukční zóny s bouřlivými erupcemi andezitického až rhyolitového typu.

[8]



Obrázek 27: Efuzivní erupce (vlevo), explozivní erupce (vpravo)

Fotodokumentace:



Obrázek 28: Domácí supervulkán – ilustrační foto

4.6 Vznášedlo z CD/DVD

Téma:

Vlastnosti plynů, atmosférický tlak a přetlak, zákon akce a reakce

Teorie:

Plyn je jedno ze tří skupenství (stavů) látky. Pro plynnou látku jsou charakteristické následující vlastnosti: je snadno stlačitelná, nemá vlastní tvar a nezaujímá stálý objem (tvar a objem je dán nádobou), rozpíná se a je tekutá (dá se přelévat a dělit).

Atmosféra je plynný obal kolem Země, tj. všechen vzduch, který na Zemi obklopuje vše živé a neživé. Atmosféra končí ve vesmíru, avšak je nutné si uvědomit, že atmosféra nemá ostrou hranici Země-vesmír, neboť plynule řídne a přechází do vesmíru. Sahá přibližně do výšky 1 000 km od hladiny světového oceánu.

Všechen vzduch, který je nad námi, na nás působí tlakem všemi směry. Tomuto tlaku říkáme atmosférický tlak a je způsoben tíhou samotného vzduchu. Hodnota atmosférického tlaku je 1 013,25 hPa (hektopascalů) a s nadmořskou výškou se snižuje (vzduch řídne). Tento jev je například patrný u vysokohorských túr, kde si horolezci, kteří si ve velkých nadmořských výškách vaří čaj – zde voda začne vřít při nižší teplotě než je klasických 100 °C.

Přetlak je tlak, který je větší než nominální tlak – nejčastěji větší než atmosférický tlak. S přetlakem se můžeme setkat v lahvi sycené limonády, při vaření v Papinově hrnci nebo v nafouklé duši od bicyklu.

Značka veličiny: p , základní jednotka: Pa (pascal).

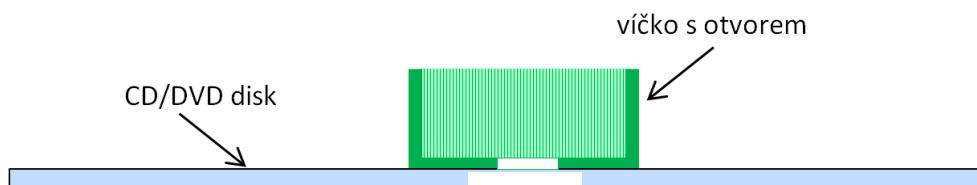
Pomůcky:

CD/DVD (poškrábané nebo prázdné), nafukovací pouťový balónek, lepidlo na plast nebo sekundové lepidlo, ostré nůžky nebo akumulátorovou vrtačku s vrtákem o průměru 10 mm, jemný smirkový papír

Pracovní postup:

Doprostřed víčka od PET lahve uděláme vrtačkou nebo nůžkami díru o průměru zhruba 10 mm. Vršek víčka hezky začistíme a trochu zdrsíme jemným smirkovým papírem, aby nám dobře drželo na CD/DVD. Poté nanese na víčko malou vrstvu lepidla a víčko přitiskneme a chvíli přidržíme na disku tak, aby díra ve víčku byla zhruba uprostřed otvoru v disku (viz obr. 29). Víčko můžeme i zatížit např. knížkou, aby došlo k pevnějšímu spoji. Poté opatrně, abychom přilepené víčko neodtrhli, přes celé víčko přetáhneme pouťový balónek. ...a vznášedlo je hotové!

Skrze otvor v disku nafoukneme pouťový balónek. Aby se nám vzduch z něj nevyfukoval, stiskáváme ústí balónku. Nafouknutý balónek se zajištěným ústím položíme na hladkou podložku (deska stolu, lino, dlažba) a balónek pustíme. Kluzák začne rejdit po podložce jako zběsilý.



Obrázek 29: Vznášedlo z CD/DVD (bez balónku) – schéma

Vysvětlení:

V nafouknutém balónku vznikl přetlak. Jakmile uvolníme ústí balónku, vzduch se začne rozpínat a unikat skrz otvor ve víčku a v disku. Mezi diskem a podložkou vznikne vzduchový polštář, na kterém se vznášedlo vznáší. Vzduchový polštář snížil též tření mezi CD/DVD diskem a podlahou. Rejdivý pohyb je způsoben prouděním vzduchu mezi diskem a podložkou.

Čas:

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	20 minut
Realizace pokusu	1 minuta
Úklid	4 minuty
Celkem	25 minut

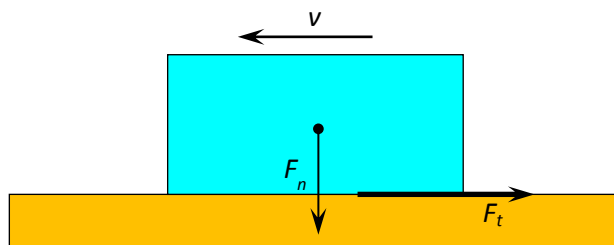
Možné obměny:

- místo CD/DVD disku můžeme vystříhnout kolečko z tenkého kartonu, do kterého uděláme uprostřed otvor;
- můžeme vyzkoušet různé geometrické tvary desky vznášedla;
- můžeme vyzkoušet, bude záviset pohyb vznášedla na různých velikostech desek.

Pro zvědavé hlavy:

Třecí síla a smykové tření

Z vlastní zkušenosti víme, že když položíme volně dřevěný kvádr na desku stolu, se kterým budeme po desce stolu posunovat (smýkat), budeme cítit proti směru pohybu kvádrů odpor. Kvádr bude na desku stolu působit tlakovou (přítlačnou) silou F_n , která směřuje kolmo k podložce. V tomto případě je tlaková síla F_n rovna tíhové síle F_G , $F_n = F_G$. Umístíme-li ten samý kvádr na smirkový papír, bude tento odpor ještě větší. Za tento odpor proti pohybu může *třecí síla*, která vždy působí proti směru pohybu, třecí sílu značíme F_t (viz obr. 30).



Obrázek 30: Vznik třecí síly

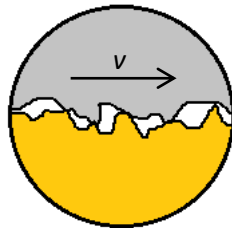
Třecí síla vzniká díky jevu, kterému říkáme *smykové tření*. Smykové tření je způsobeno mikroskopickými nerovnostmi (hrbolky) stykových ploch obou těles, která se po sobě smýkají. Při posouvání jednoho tělesa po druhém nerovnosti stykových ploch obou těles na sebe narážejí, třou se o sebe, deformují se a obroušují (viz obr. 31) – tak vzniká třecí síla F_t .

Velikost třecí síly F_t závisí:

- přímo úměrně na drsnosti stykových ploch;
- přímo úměrně na tlakové (přítlačné) síle;
- na materiálu, ze kterého jsou smýkaná tělesa vyrobená.

Velikost třecí síly F_t nezávisí:

- velikosti obsahu stykových ploch;
- hmotnosti tělesa³;
- na rychlosti pohybu (pouze u malých rychlostí).



Obrázek 31: Nerovnosti stykových ploch (mnohonásobně zvětšeno)

Třecí sílu vypočteme podle vztahu:

$$F_t = fF_n$$

F_n je kolmá tlaková síla a f je součinitel smykového tření. Hodnotu součinitele smykového tření najdeme v MFCh tabulkách.

Je důležité si uvědomit, že v některých situacích je smykové tření důležité (žádoucí) – naše chůze, jízda na kole, v přenosu pohybu pomocí řemenic, ... V praxi se ale také setkáváme s případy, kdy je smykové tření nežádoucí a snažíme se ho minimalizovat např. mazáním – v ložiscích, při lyžování, ...

³ Třecí síla F_t nezávisí na hmotnosti – příkladem může být magnet a magnetická tabule. Zde je tlaková síla F_n dána magnetickou silou F_m , nikoli hmotností m .

Fotodokumentace:



Obrázek 32: Vznášedlo z CD/DVD – ilustrační foto

4.7 Tajemný mikrosvět

Téma:

Digitální USB mikroskop

Teorie:

Mikroskop je obecně optický přístroj, který slouží ke zvětšování blízkých předmětů. Skládá se z okuláru, objektivu a tubusu. Objektiv a okulár tvoří spojné čočky (spojky) – objektiv je blíže zkoumanému objektu, okulár je blíže k oku. Digitální mikroskop obsahuje navíc kameru, stejně jako digitální fotoaparát, kterou přenáší obraz či videosekvence v digitální podobě do PC.

Digitální mikroskop zaostří obvykle na dvou zvětšeních (např. 20x a 200x). Oblast, v níž vidíme při daném zvětšení ostrý obraz (hloubka ostrosti), je u 200 násobného zvětšení přibližně 0,5 mm. Digitální mikroskopy mívají i regulovatelné LED osvětlení, kterým můžeme osvětlovat zkoumané objekty. Na tubusu digitálního mikroskopu je kolečko se stupnicí, která představuje číselný údaj konkrétního zvětšení u daného pozorování (viz obr. 33, [9]). Tato hodnota může posloužit při následném určení rozměrů pozorovaného objektu v software dodávaného s digitálním USB mikroskopem.



Obrázek 33: Tubus digitálního mikroskopu s kolečkem

Pomůcky:

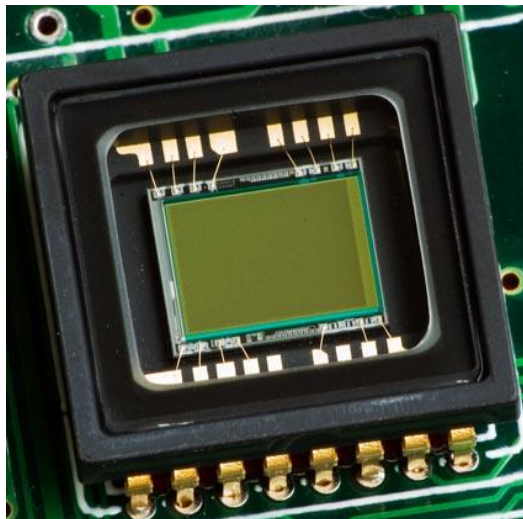
digitální USB mikroskop a jakékoli předměty všední i nevšední potřeby (mince, bankovky, různé textilie, hmyz, vlasy a srst, části lidského těla, jídlo, biologické preparáty, ...)

Pracovní postup:

Digitální mikroskop je primárně určen k práci ve stylu – přilož a foť. Jinými slovy objektiv přiložíme na zkoumaný předmět nebo desku s předmětem, zaostříme a vyfotíme vzorek pod mikroskopem. Každý objekt je vhodné vyfotit pod oběma zvětšeními, neboť při různých zvětšeních vypadá pozorovaný objekt úplně jinak.

Vysvětlení:

Kameru digitálního mikroskopu tvoří tzv. CCD snímač, což je elektronická součástka (čip) k zachycení obrazové informace (viz obr. 34, [10]). Zkratka CCD pochází z anglického Charge-Coupled Device, což v překladu znamená zařízení s vázanými elektrickými náboji. CCD vynalezli pánové Willard Boyle a George E. Smith v Bellových laboratořích v roce 1969. V roce 2009 za tento vynález dostali Nobelovu cenu za fyziku.



Obrázek 34: CCD snímač

Čas:

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	10 minut
Realizace pokusu	30 minut
Úklid	10 minut
Celkem	50 minut

Pro zvidavé hlavy:*Fotoelektrický jev (fotoefekt)*

CCD snímač využívá podobně jako všechny ostatní fotocitlivé součástky fyzikálního jevu známého jako fotoefekt (fotoelektrický jev). Tento jev poprvé pozoroval v roce 1887 Heinrich Hertz. Za objasnění tohoto jevu obdržel v roce 1921 Albert Einstein Nobelovu cenu (objasnil jej už v roce 1905). Tento jev spočívá v tom, že částice světla foton při nárazu do atomu dokáže převést některý z jeho elektronů ze základního do tzv. excitovaného stavu. Foton si můžeme představit jako kvantum (balíček) energie.

Energie fotonu je dána vztahem:

$$E = hf ,$$

kde E je energie fotonu f frekvence a h je Planckova konstanta. Planckova konstanta h má hodnotu přibližně $6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Einsteinovu teorii fotoelektrického jevu můžeme popsat následujícím vztahem:

$$hf = W_v + E_k$$

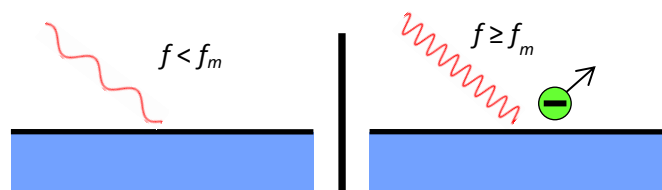
$$hf = W_v + \frac{1}{2} m_e v^2$$

W_v je výstupní práce, která je nutná k odtržení (uvolnění) elektronu z atomu,

E_k je kinetická energie uvolněného elektronu: $E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$.

Z Einsteinova výkladu fotoelektrického jevu je patrné, že zde platí zákon zachování energie.

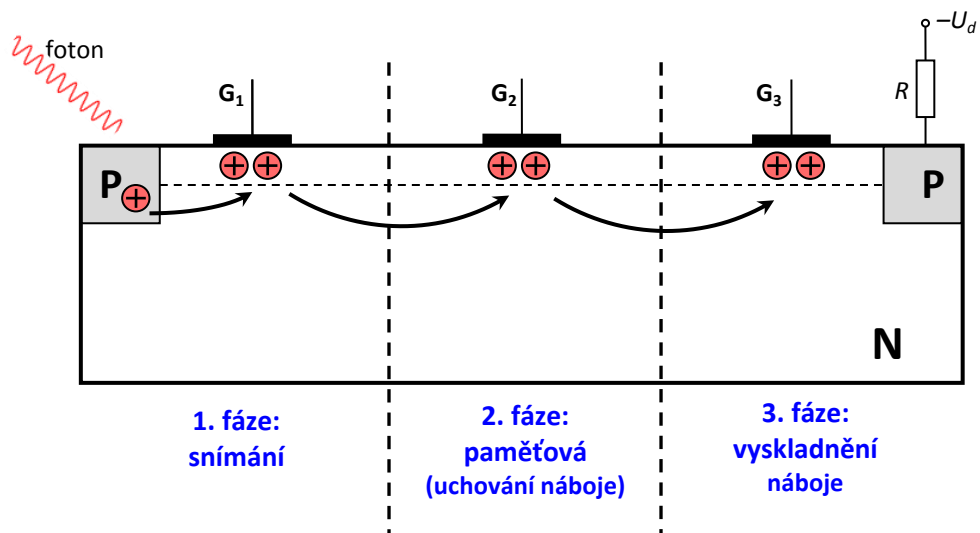
Aby došlo k uvolnění elektronu při fotoelektrickém jevu, musí být frekvence f dopadajícího záření větší nebo rovna mezní frekvenci f_m , která je zapotřebí k uvolnění elektronu (viz obr. 35).



Obrázek 35: Princip fotoelektrického jevu

Princip CCD snímače

Zjednodušeně můžeme říci, že CCD snímač pracuje na posouvání (přelévání) elektrického náboje mezi řídicími elektrodami G_1 , G_2 a G_3 . Činnost CCD snímače můžeme principiálně rozdělit do třech fází – snímání, uchování elektrického náboje a vyskladnění náboje (viz obr. 36).



Obrázek 36: Zjednodušený princip CCD snímače

Fotodokumentace:



Obrázek 37: Fotografie z digitálního mikroskopu

4.8 Balónku, nafoukni se!

Téma:

Vlastnosti plynů a rozpínání plynů, Charlesův zákon

Teorie:

Zahříváme-li plyn v uzavřené nádobě, zvýší se jeho teplota, což má za následek, že se molekuly plynu budou pohybovat mnohem rychleji a s mnohem větší energií budou narážet na stěny nádoby – zvětší se tlak v nádobě. Pokud bychom plyn dále zahřívali, tlak v nádobě by neustále narůstal, až by dosáhl kritické hodnoty a nádoba by explodovala (dojde k překročení pevnosti materiálu). Z tohoto důvodu se nesmí házet spreje do ohně. Ale i v domácnosti se můžeme setkat s nebezpečným tlakem v nádobě – např. u výrobničky na limonádu se stlačeným CO_2 a u Papinova hrnce. V Papinově hrnci se zvýší tlak a voda může dosáhnout až teploty cca $120\text{ }^\circ\text{C}$, neboť s vyšším tlakem se zvyšuje teplota varu vody. Při takto vysoké teplotě se pokrm uvaří mnohem rychleji. Kvůli prevenci exploze má Papinův hrnec bezpečnosti pojistku (viz obr. 38, [11]).



Obrázek 38: Bezpečnostní pojistka u tlakového hrnce

Pomůcky:

větší hrnec, PET lahev, skleněná lahev od minerálky, ocet, jedlá soda, rychlovarná konvice, pouťový nafukovací balónek nebo gumová rukavice, rezná nit nebo izolepa, voda

Pracovní postup:**Pokus 1:**

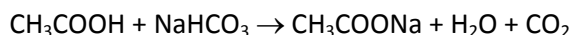
Do PET lahve nalijeme do výšky cca 2 cm ocet a následně do ní vsypeme sáček jedlé sody. Rychle na hrdlo lahve nasadíme pouťový balónek nebo gumovou rukavici a připevníme k hrdlu nití nebo izolepou. A ejhle, balónek se začne sám od sebe nafukovat.

Pokus 2:

Rychlovarnou konvici naplníme vodou a dáme ji vařit. Na hrdlo prázdné skleněné lahve nasadíme pouťový balónek nebo gumovou rukavici, kterou opět zajistíme nití nebo izolepou. Lahev vložíme do hrnce a hrnec naplníme přibližně do poloviny horkou vodou. Rukavice se začne opět sama nafukovat.

Vysvětlení:**Pokus 1:**

Vsypáním jedle sody (hydrogenuhličitan sodný – NaHCO_3) do octu (kyselina octová – CH_3COOH) s ní začne ocet reagovat. Při reakci se prudce uvolňuje oxid uhličitý (CO_2), který začne vyplňovat lahev a balónek. Jelikož oxidu uhličitého stále přibývá, zvyšuje se tlak v lahvi a i zároveň v balónku. Díky zvyšování tlaku a rozpínání plynu se balónek sám nafukuje. Celou chemickou reakci popisuje následující rovnice.



Pokus 2:

V balónku nasazeném na skleněné lahvi není žádný vzduch (téměř žádný). Jakmile ponoříme lahev do horké vody, začne se lahev ohřívat a s ní i vzduch, který je v ní uvězněn. Ohřátý vzduch se rozpíná, čímž se také zvyšuje tlak v lahvi, což má za následek nafukování balónku.

Čas

Příprava pokusů a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusů	10 minuty
Úklid	3 minuty
Celkem	16 minut

Možné obměny:

- místo balónku nebo gumové rukavice můžeme použít kondom;
- po nafouknutí balónku na lahvi v horké lázni můžeme lahev dát pod kohoutek se studenou vodou.

Pro zvědavé hlavy:

Izochorický děj s ideálním plynem (Charlesův zákon)

Budeme-li v nádobě zahřívat plyn o určité hmotnosti a stálého objemu, bude se v nádobě zvětšovat tlak.

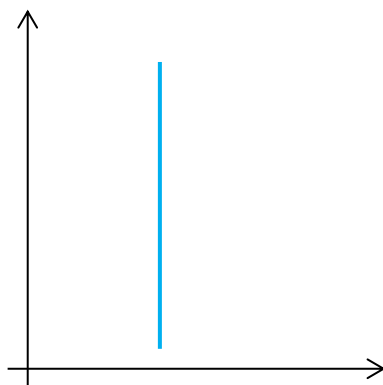
Jelikož se $V_1 = V_2$, dostáváme ze stavové rovnice vztah:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \quad \text{resp.} \quad \frac{p}{T} = \text{konst.}$$

Při izochorickém ději s ideálním plynem je tlak plynu přímo úměrný jeho teplotě (Charlesův zákon).

U reálných plynů platí Charlesův zákon jen přibližně. K velkým výchylkám dochází při nízkých a vysokých teplotách.

Graf znázorňující v p - V diagramu izochorický děj nazýváme *izochora* (viz obr. 39).



Obrázek 39: Izochora ideálního plynu

Fotodokumentace:



Obrázek 40: Nafukování balónek – ilustrační foto

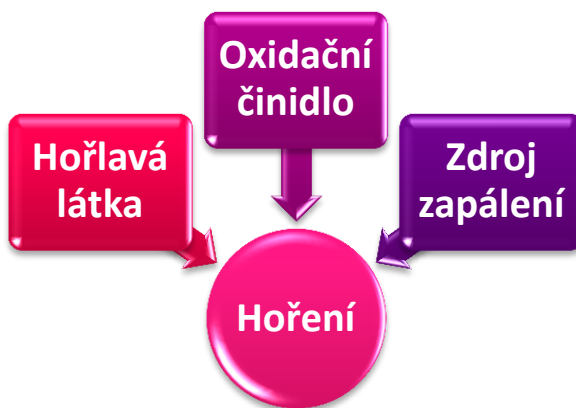
4.9 Faraonovi hadi

Téma:

Hoření

Teorie:

Hoření je děj, kdy se chemická energie v látce přeměňuje na teplo (přesněji teplo a světlo). Dochází k němu nejčastěji slučováním dané látky se vzdušným kyslíkem. Tento druh chemické reakce se nazývá oxidace. Aby došlo k hoření, je nutná přítomnost: hořlavé látky, oxidačního činidla (nejčastěji kyslík) a zdroje zapálení (viz obr. 41).



Obrázek 41: Podmínky pro vznik hoření

Pomůcky:

jemný popel, cukr krystal nebo práškový, jedlá soda, technický líh, injekční stříkačka, žáruvzdorná miska z keramiky nebo popelník, menší nádobka (kádinka či kelímek od jogurtu), lžice a zápalky

Pracovní postup:

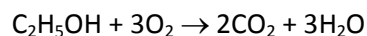
Do žáruvzdorné misky či do popelníku nasypeme jemný popel a doprostřed hromádky uděláme dolík, aby nám vzniknul útvar podobný kráteru – popel ale zbytečně neupěchujeme. V kelímku od jogurtu si smícháme cukr s jednou sodou (hydrogenuhličitan sodný – NaHCO_3) přibližně v poměru 9:1. Vzniklou směs lžící opatrně nasypeme do dolíku v popelu. Na okraj kráteru do kolečka injekční

stříkačkou nastříkáme líh. Nyní líh zapálíme. Po chvíli z popela povstanou kroutící se faraonovi hadi.

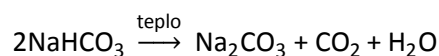
**Tento pokus děláme jen výhradně za přítomnosti dospělé osoby!
Při provádění experimentu si dáváme velký pozor na vlasy a oblečení,
do ohně v žádném případě nefoukáme a nestříkáme další líh!**

Vysvětlení:

Zapálíme-li líh (etanol – C₂H₅OH), dojde k jeho hoření a vznikne oxid uhličitý (CO₂) a voda (H₂O). Při této chemické reakci (viz rovnice níže) vzniká (uvolňuje se) teplo – chemická energie se přeměňuje na tepelnou energii.



Jedlá soda se vlivem tepla rozkládá za vzniku uhličitanu sodného (Na₂CO₃), oxidu uhličitého a vody (viz rovnice níže).



Vlivem tepla také karamelizuje cukr. Na vzduchu karamel okamžitě tuhne a oxid uhličitý, který vzniká při reakci, jej vyplňuje. Takto vznikají samotná těla kroutících se faraonových hadů.

Čas

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	3 minuty
Úklid	5 minuty
Celkem	11 minut

Možné obměny:

- můžeme zkusit různé poměry cukru a jedlé sody.

Fotodokumentace:



Obrázek 42: Faraonovi hadi - ilustrační foto

4.10 Ohnivá cesta

Téma:

Vlastnosti plynů – tekutost a dělitelnost

Teorie:

Plynné skupenství (plyny) se od ostatních skupenství (pevného a kapalného) liší tím, že molekuly plynu nejsou vzájemně téměř vázány a jsou mezi nimi z mikroskopického hlediska značné vzdálenosti. Volně a chaoticky se pohybují v prostoru, občas se s některou molekulou navzájem srazí nebo se odrazí od stěn nádoby apod. Proto jsou plyny snadno dělitelné, tekuté a stlačitelné, rozpínají se, vyplňují celý prostor nádoby.

Pomůcky:

velká skleněná nebo kovová nádoba, stojan, kovový žlábek ve tvaru písmene U (například část okapové roury), lihový kahan nebo svíčka, zápalky, plyn do zapalovače ve spreji (propan-butan)

Pracovní postup:

Do stojánku připevníme kovový žlábek, který mírně skloníme. Dolní konec žlábků posuneme nad zapálený kahan. Malé množství plynu strčíme do velké skleněné nádoby. **Nádobu chytíme u samého dna**, aby nás plamen neožehl. Poté plyn z nádoby budeme pomaličku vylévat na horní konec žlábků. Až plyn doteče k plameni, rychle se vznítí a ohnivá stopa doputuje zpět až do nádoby, vznikne nám tak fascinující ohnivá stopa. **Nesmíme nádobu leknutím upustit!**

Jelikož pracujeme s velmi hořlavou látkou, pracujeme velmi opatrně!

Pokus provádíme jen za přítomnosti dospělé osoby!

Je také vhodné si chránit ruce tepelně odolnými rukavicemi

a pracovat s ochrannými brýlemi nebo štítem.

Vysvětlení:

Propan-butan je těžší než vzduch, proto se drží u dna nádoby a jen malá část vyprchá do vzduchu. Jelikož jsou plyny tekuté, propan-butan po žlábků doteče až k plameni, kde se, protože se jedná o vysoce hořlavý plyn, rychle vznítí.

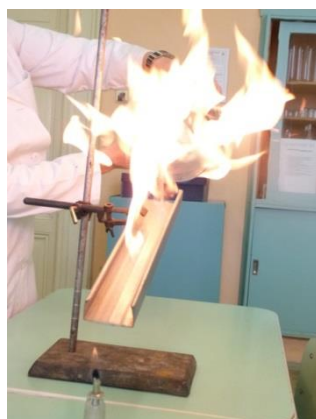
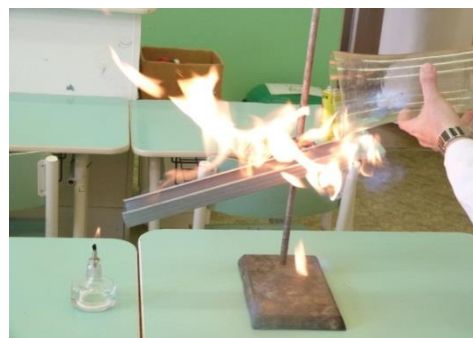
Čas

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	1 minuta
Úklid	3 minuty
Celkem	7 minut

Možné obměny:

- vyzkoušejte pokus s oxidem uhličitým (CO₂), který plamen naopak uhasí

Fotodokumentace:



Obrázek 43: Ohnivá cesta – ilustrační foto

4.11 Svíčková houpačka

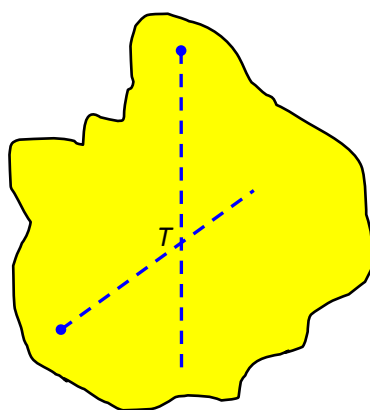
Téma:

Těžiště, moment síly

Teorie:

Těžiště

Těžištěm T nazýváme bod, ve kterém je působiště tíhové síly F_G . Poloha těžiště závisí na rozložení látky v tělese. Těžiště stejnorodých (homogenních) těles, která mají střed souměrnosti, je těžiště v tomto středu. U nepravidelných těles určujeme polohu těžiště tak, že těleso postupně zavěšujeme v několika bodech. Při každém zavěšení se těleso ustálí tak, že těžiště je pod bodem závěsu. Jestliže skrz body závěsu vedeme přímkou (těžnici), která má směr tíhové síly F_G – např. pomocí provázku se závažíčkem, průsečík těžnic určuje polohu těžiště T (viz obr. 44).



Obrázek 44: Určení těžiště pomocí těžnic

Pomůcky:

1 delší svíčka, 2 vyšší plechovky od nápojů, 2 špendlíky, nůž, zápalky a noviny

Pracovní postup:

Na stůl si rozprostřeme noviny, abychom zamezili znečištění od odkapávajícího vosku. Rovný konec svíčky, kde není knot, seřízneme opatrně nožem tak, aby kousek knotu byl vidět. Stejně jako je tomu na opačném konci svíčky. Poté do

svíčky v místě těžiště (zhruba uprostřed) naproti sobě zapíchneme oba špendlíky. Zda jsme to provedli správně, poznáme podle toho, že svíčka se nebude převracet (zůstane v rovnováze). Nyní dáme svíčku s vyčnívajícími špendlíky mezi dvě plechovky, které umístíme na novinovou podložku. Svíčka bude vypadat jako houpačka. Na závěr oba konce zapálíme a pozorujeme, co se bude dít.

Dáváme pozor, aby nám svíčky nespadly a nevznikl tak požár!

Vysvětlení:

Jakmile zapálíme oba konce svíčky, jeden konec začne vždy odhořívát mnohem rychleji. To znamená, že z dané části svíčky odkape více vosku a tato část bude tedy lehčí než ta opačná část. Těžší část lehčí převáží, tj. půjde dolů a lehčí část půjde nahoru. V této poloze bude z těžší části, která je níže, vosk odkapávat mnohem rychleji než z lehčí části, která je výše. Situace se obrátí a z části těžší se stane lehčí a obráceně. Tento houpavý (kolébavý) pohyb se bude opakovat stále dokola.

Čas

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	3 minuty
Úklid	5 minut
Celkem	11 minut

Možné obměny:

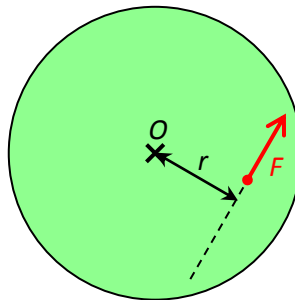
- můžete vyzkoušet spojit nahráním dvě stejné svíčky k sobě, mezi svar dát taktéž špendlíky.

Pro zvidavé hlavy:

Moment síly

Chceme-li roztočit těleso, které se může volně otáčet kolem své osy, musíme na něj působit silou F (otvírání a zavírání dveří, utahování matky klíčem, aj.). Otáčivý účinek síly závisí nejen na velikosti dané síly F , ale také na jejím směru a místě působení dané síly.

Moment síly M je vektorová fyzikální veličina, jež vyjadřuje míru otáčivého účinku síly. Otáčivý účinek síly se vztahuje vzhledem k danému bodu nebo přímce. Bod, ke kterému se moment síly určuje, se nazývá momentovým bodem.



Obrázek 45: Rameno d síly F vzhledem k ose O

Velikost momentu síly je rovna součinu kolmé vzdálenosti r vektorové přímky síly od osy otáčení a síly F (obr. 45). Vzdálenost r nazýváme rameno síly.

$$M = r \cdot F$$

Jednotkou momentu síly je: N·m (newtonmetr)

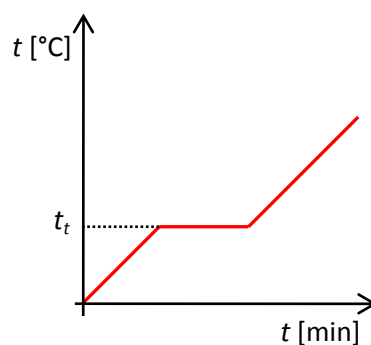
Krystalické a amorfní látky

Krystalickými látkami označujeme ty pevné látky, které mají atomy a molekuly pravidelně uspořádány v určitém vzoru. Tyto látky tvoří krystaly (sůl kamenná, křemen, led⁴, ...).

⁴ Existuje mnoho typů ledu. Některé typy ledu jsou spíše v amorfní fázi.

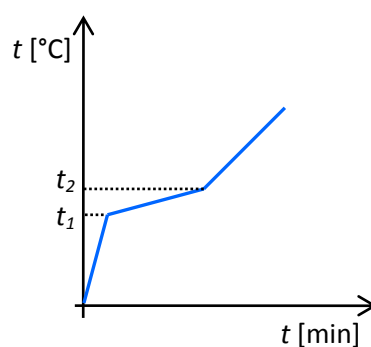
Amorfní (beztvaré) látky jsou látky v pevném skupenství, které nemají pravidelnou (krystalickou) strukturu. Uspořádání atomů a molekul je v těchto látkách náhodné. Mezi amorfní látky patří sklo, sádlo, plasty, asfalt, vosk, pryskyřice aj.

Budeme-li zahřívat krystalickou látku například led, tak se teplota ledu bude zvyšovat. Až dosáhne teplota ledu teploty tání t_t , začne led postupně tát. Teplota vody se nebude zvyšovat, dokud neroztaje všechen led (viz obr. 46).



Obrázek 46: Průběh tání krystalické látky

Pevné amorfní látky při zahřívání postupně měknou, až se přemění v kapalinu. Tání probíhá mezi dvěma teplotami t_1 a t_2 (viz obr. 47). Existují některé amorfní látky (dřevo, mramor, ...), které se nemohou zahřát přímo až na teplotu tání, jelikož již při nižších teplotách dochází k jejich rozkladu.



Obrázek 47: Průběh tání amorfní látky

Fotodokumentace:



Obrázek 48: Svíčková houpačka - ilustrační foto

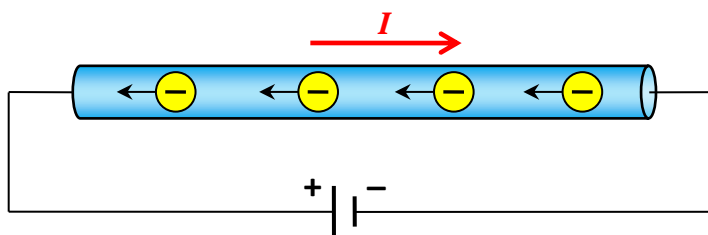
4.12 Domácí žárovka

Téma:

Elektrický proud, elektrický odpor vodiče

Teorie:

Elektrický proud v kovech je dán uspořádaným pohybem volných elektronů. Směr elektrického proudu v obvodu je definován dohodou od + k -. Avšak s objevem subatomární částice elektronu bylo zjištěno, že ve skutečnosti tok elektronů směřuje od záporného pólu zdroje ke kladnému pólu, ale konvence směru elektrického proudu od + k - zůstala zachována. Směr elektrického proudu a směr toku elektronů ve vodiči připojeného k elektrickému napětí ukazuje obr. 49.



Obrázek 49: Směr elektrického proudu a směr toku elektronů ve vodiči

Značka veličiny elektrického proudu: I

Základní jednotka elektrického proudu: A (ampér)

Velikost elektrického proudu I je dána vztahem:

$$I = \frac{Q}{t},$$

kde Q je elektrický náboj a t je čas.

Slovně můžeme tento vztah vyjádřit:

Velikost elektrického proudu je dána množstvím elektrického nábojem, který projde vodičem za jednotku času.

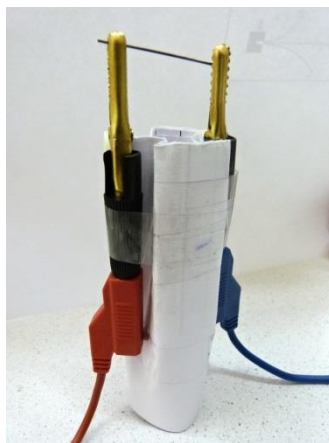
Pomůcky:

tuhy do mikrotužky a do verzatilky, 2 krokosvorky, 2 vodiče, školní zdroj elektrického napětí (6–12 V), zavařovací sklenici, užší izolepu, nůžky, ruličku od toaletního papíru nebo list papíru A4

Pracovní postup:

Na okraj ruličky od toaletního papíru izolepou přilepíme naproti sobě krokosvorky tak, abychom do nich mohli umístit tuhu z mikrotužky nebo verzatilky. Při přilepování krokosvorek k ruličce si dáваме pozor, abychom si izolepou nepřelepili otvory krokosvorek, do kterých zasuneme banánky od vodičů. Opačné konce vodičů připojíme k tvrdému zdroji elektrického napětí 6–12 V. Nyní dáme opatrně do krokosvorek tuhu (viz obr. 50). Celou konstrukci přikryjeme zavařovací sklenicí. Zavařovací sklenice má funkci ochrannou, kdyby se tuha rozprskla, a také zamezuje většímu přístupu vzduchu, aby tuha rychle neshořela. Zapneme zdroj a žárovka je na světě. **Napětí zvyšujeme postupně až do té doby, než žárovka začne svítit.**

**Tuha a krokosvorky se zahřejí na velmi vysokou teplotu, proto si při manipulaci musíme dávat velký pozor, abychom se nespálili!
Žárovku nenecháme dlouho svítit, aby se nám neroztavily krokosvorky!**



Obrázek 50: Konstrukce domácí žárovky

Vysvětlení:

Každý materiál je více či méně vodivý, tj. dobře nebo špatně vede elektrický proud. Látkám, které dobře vedou elektrický proud, říkáme elektrické vodiče. Látkám, které nevedou elektrický proud, říkáme elektrické nevodíče (izolanty, dielektrika).

Tuha (grafit) patří mezi elektrické vodiče. Každý materiál, kterým prochází elektrický proud, se zahřívá. Materiál se zahřívá tím více, čím větší elektrický proud jím prochází. Při určité hodnotě elektrického proudu se bude tuha z mikrotužky velmi zahřívat, až se začne žhavit a jasně zářit.

Na stejném principu pracuje i skutečná klasická žárovka. V žárovce je však wolframové vlákno a skleněná baňka je vyplněna inertním plynem (viz obr. 51), aby vlákno rychle neshořelo.



Obrázek 51: Klasická žárovka

Tepelné účinky elektrického proudu, které vyvolá elektrický proud svým průchodem, vyjadřuje Jouleův-Lenzův zákon:

$$Q = UIt = RI^2t = \frac{U^2}{R}t,$$

kde Q je teplo, R elektrický odpor, U elektrické napětí, I elektrický proud a t je čas.

Čas

Příprava pokusu a příprava všech pomůcek	3 minuty
Realizace pokusu	5 minut
Úklid	5 minut
Celkem	13 minut

Pro zvidavé hlavy:

Elektrický odpor

Každý materiál klade elektrickému proudu určitý odpor, tj. znesnadňuje průchod elektrického proudu. Tento odpor je způsobem nárazy uspořádaně se pohybujících volných elektronů do atomů a nepravidelností (poruchami) krystalové mřížky materiálu. Tato vlastnost, kdy materiál klade elektrickému proudu odpor, se nazývá *elektrický odpor*.

Značka veličiny elektrického odporu: R

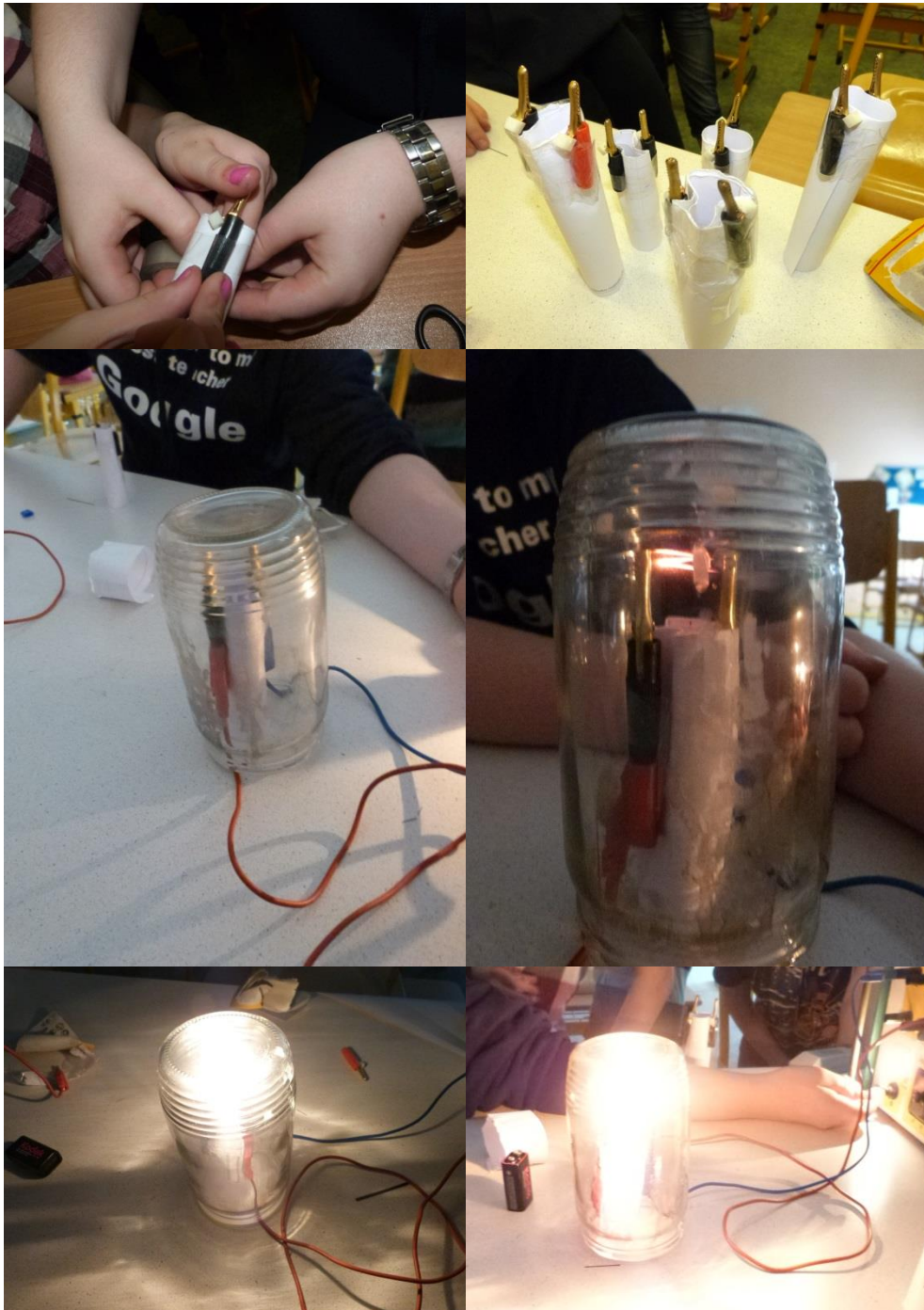
Značka jednotky elektrického odporu: Ω (ohm)

Velikost elektrického odporu vodiče je přímo úměrná délce vodiče l a nepřímo úměrná průřezu vodiče S . Samozřejmě pak také závisí elektrický odpor na druhu materiálu, ze kterého je vodič vyroben (měď, hliník, konstantan, ocel, ...). Tuto vlastnost charakterizuje *měrný elektrický odpor* (rezistivita) ρ , jednotkou je $\Omega \cdot \text{m}$, v elektrotechnické praxi se častěji používá jednotka $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$. Hodnotu měrného elektrického odporu ρ pro daný materiál nalezneme v tabulkách (nejedná se o hustotu).

Vztah pro výpočet elektrického odporu vodiče:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Fotodokumentace:



Obrázek 52: Domácí žárovka – ilustrační foto

Závěr

Z dotazníkového šetření vyšlo nelichotivě najevo, že téměř 70 % dotazovaných žáků základních škol se s pokusy v hodinách fyziky setkalo, nebo setkává jen občas, nebo dokonce vůbec. U studentů středních škol je to necelých 55 % a u studentů vysokých škol technických a přírodovědných oboru činí hodnota 30 %.

I přes tyto nelichotivé výsledky ohledně využívání experimentů v hodinách fyziky se alespoň českým učitelům zdárně povedla vštípit žactvu a studentstvu důležitost fyziky jako přírodovědného předmětu v přínosu pro rozvoj vědy a techniky. Názor, že je fyzika k ničemu a že by se neměla učit, zastávalo v dotazníku pouze 172 respondentů.

Vzhledem k tomu, že celkem odpovědělo téměř 3 000 respondentů, se dá předpokládat, že v případě, kdyby skutečně odpověděli všichni žáci a studenti z celé ČR, tak by se výsledky lišily jen nepatrně.

Jelikož problematika využívání experimentů při výuce fyziky se týká takřka všech stupňů škol, bude zapotřebí mnohem komplexnějšího a radikálnějšího zásahu do systému českého školství.

Osobně si myslím, že dříve nebo později se bude muset opustit současný systém základního a středního vzdělávání v podobě rámcových vzdělávacích programů a školních vzdělávacích programů, který je vůči výchovně vzdělávacímu procesu neefektivní a ještě více jej destabilizuje a jeho kvalitu nadále degraduje.

Bude nutné zavést systém, který bude komplexně standardizován pro žáky s velkým potenciálem, nikoli pro žáky méně nadané, jak je tomu v současnosti. S tím souvisí i dokončení **kvalitního a efektivního** centralizovaného testování žáků na konci 9. ročníku a studentů maturitních ročníků. Výsledky těchto testování by se automaticky a objektivně využívaly v přijímacích řízeních na střední a vysoké školy.

Dále bude nutné upustit od soudobého trendu integrace žáků se sníženým intelektem a se silným stupněm specifických poruch chování a specifických poruch učení do základních a středních škol, což vede k zavírání speciálních škol, dříve zvláštních škol, kde byl malý počet jedinců ve třídě, ale právě proto byl k nim veden vysoce individuální a specifický přístup speciálním pedagogem, který je mnohem více rozvíjel a posouval během jejich vzdělávání, než tomu bylo, je a bude ve třídách na klasických základních a středních školách.

Jistým, ale malých východiskem ohledně využívání experimentů na školách může být právě zavádění fyzikálních kroužků. A to jak volnočasových kroužků, tak i kroužků povinně volitelných. Tato alternativa by učitelům zcela určitě umožňovala zaměřit se výhradně na badatelský a experimentátorský přístup ve výuce fyziky na školách.

V závěru si dovolím konstatovat, že experiment je a vždy bude nejdůležitějším prvkem ve výuce fyziky. A to nejen prvkem didaktickým, ale i prvkem motivačním, což potvrzuje i 309 respondentů, které fyzika nebavila, jelikož v hodinách nedělali téměř žádné experimenty.

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: LOGO ASOCIACE MALÝCH DEBRUJÁRŮ ČR, O. S.....	14
OBRÁZEK 2: LOGO SPOLEČNOSTI VĚDA NÁS BAVÍ, O. P. S.....	17
OBRÁZEK 3: INTERAKTIVNÍ SCHÉMA VÝUKY VĚDA NÁS BAVÍ, O. P. S.	18
OBRÁZEK 4: POHLEDY NA VOLNÝ ČAS	22
OBRÁZEK 5: FUNKCE VÝCHOVY MIMO VYUČOVÁNÍ	23
OBRÁZEK 6: AKTIVIZAČNÍ METODY Z POHLEDU UČITELE	27
OBRÁZEK 7: ČLENĚNÍ AKTIVIZAČNÍCH METOD DLE TYPU POUŽITÉ METODY	28
OBRÁZEK 8: DĚLENÍ POKUSŮ VE ŠKOLSKÉ FYZICE	31
OBRÁZEK 9: DĚLENÍ POKUSŮ PODLE DIDAKTICKÉ FUNKCE	32
OBRÁZEK 10: VÁNOCE DEBRUJÁRŮ 2012 – DĚTI PREZENTUJÍ SVÉ EXPERIMENTY	48
OBRÁZEK 11: SÍLY PŮSOBÍCÍ NA TĚLESO V KAPALINĚ.....	50
OBRÁZEK 12: VZNIK VZTLAKOVÉ SÍLY	51
OBRÁZEK 13: CHOVÁNÍ TĚLES V KAPALINĚ	52
OBRÁZEK 14: NETRADIČNÍ LÁVOVÁ LAMPIČKA – ILUSTRÁČNÍ FOTO	53
OBRÁZEK 15: BRAMBOROVÁ PISTOLE – SCHÉMA	55
OBRÁZEK 16: CHOVÁNÍ MOLEKUL V PLYNU, V KAPALINĚ A V PEVNÉ LÁTCE.....	56
OBRÁZEK 17: IZOTERMY IDEÁLNÍHO PLYNU.....	57
OBRÁZEK 18: BRAMBOROVÁ PISTOLE – ILUSTRÁČNÍ FOTO	58
OBRÁZEK 19: PADESÁTI HALĚŘ NA POVRCHOVÉ VRSTVĚ VODY	61
OBRÁZEK 20: VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ MOLEKUL VE SFÉŘE MOLEKULOVÉHO PŮSOBENÍ	61
OBRÁZEK 21: MRAMOROVÉ MLÉKO - ILUSTRÁČNÍ FOTO	62
OBRÁZEK 22: VAR KAPALINY.....	66
OBRÁZEK 23: OHNIVÁ RUKA - ILUSTRÁČNÍ FOTO	67
OBRÁZEK 24: ŘEZ SOPKOU	70
OBRÁZEK 25: PYROKLASTICKÁ ERUPCE (VLEVO), SOPEČNÝ POPEL (VPRAVO)	71
OBRÁZEK 26: KRÁTER (VLEVO), KALDERA (VPRAVO)	72
OBRÁZEK 27: EFUZIVNÍ ERUPCE (VLEVO), EXPLOZIVNÍ ERUPCE (VPRAVO).....	73
OBRÁZEK 28: DOMÁCÍ SUPERVULKÁN – ILUSTRÁČNÍ FOTO.....	74
OBRÁZEK 29: VZNÁŠEDLO Z CD/DVD (BEZ BALÓNKU) – SCHÉMA.....	76
OBRÁZEK 30: VZNIK TŘECÍ SÍLY.....	77
OBRÁZEK 31: NEROVNOSTI STYKOVÝCH PLOCH (MNOHONÁSOBNĚ ZVĚTŠENO)	78

OBRÁZEK 32: VZNÁŠEDLO Z CD/DVD – ILUSTRAČNÍ FOTO	79
OBRÁZEK 33: TUBUS DIGITÁLNÍHO MIKROSKOPU S KOLEČKEM	80
OBRÁZEK 34: CCD SNÍMAČ	81
OBRÁZEK 35: PRINCIP FOTOELEKTRICKÉHO JEVU	83
OBRÁZEK 36: ZJEDNODUŠENÝ PRINCIP CCD SNÍMAČE	83
OBRÁZEK 37: FOTOGRAFIE Z DIGITÁLNÍHO MIKROSKOPU	84
OBRÁZEK 38: BEZPEČNOSTNÍ POJISTKA U TLAKOVÉHO HRNCE	85
OBRÁZEK 39: IZOCHORA IDEÁLNÍHO PLYNU	88
OBRÁZEK 40: NAFUKOVÁNÍ BALÓNKŮ – ILUSTRAČNÍ FOTO.....	88
OBRÁZEK 41: PODMÍNKY PRO VZNIK HOŘENÍ	89
OBRÁZEK 42: FARAONOVÍ HADI - ILUSTRAČNÍ FOTO.....	91
OBRÁZEK 43: OHNIVÁ CESTA – ILUSTRAČNÍ FOTO	94
OBRÁZEK 44: URČENÍ TĚŽIŠTĚ POMOCÍ TĚŽNIC	95
OBRÁZEK 45: RAMENO D SÍLY F VZHLEDEM K OSE O	97
OBRÁZEK 46: PRŮBĚH TÁNÍ KRYSTALICKÉ LÁTKY.....	98
OBRÁZEK 47: PRŮBĚH TÁNÍ AMORFNÍ LÁTKY.....	98
OBRÁZEK 48: SVÍČKOVÁ HOUPAČKA - ILUSTRAČNÍ FOTO	99
OBRÁZEK 49: SMĚR ELEKTRICKÉHO PROUDU A SMĚR TOKU ELEKTRONŮ VE VODIČI	100
OBRÁZEK 50: KONSTRUKCE DOMÁCI ŽÁROVKY	101
OBRÁZEK 51: KLASICKÁ ŽÁROVKA	102
OBRÁZEK 52: DOMÁCI ŽÁROVKA – ILUSTRAČNÍ FOTO	104

Seznam tabulek

TABULKA 1: VÝVOJ ČLENSKÉ ZÁKLADNY AMD ČR	15
TABULKA 2: PŘEHLED REPUBLIKOVÝCH AKCÍ AMD ČR V ROCE 2013	16
TABULKA 3: PŘEHLED MEZINÁRODNÍCH AKTIVIT AMD ČR V ROCE 2013 V ZAHRANIČÍ	16
TABULKA 4: STRUKTURA KLASICKÉ VYUČOVACÍ HODINY	25
TABULKA 5: VÝHODY A NEVÝHODY OBOU VÝUKOVÝCH METOD	26

Seznam grafů

GRAF 1: POHLAVÍ RESPONDENTŮ.....	38
GRAF 2: VĚKOVÉ ROZLOŽENÍ RESPONDENTŮ	38
GRAF 3: BYDLIŠTĚ RESPONDENTŮ	39
GRAF 4: VZDĚLÁNÍ RESPONDENTŮ	40
GRAF 5: VYUŽÍVÁNÍ POKUSŮ VE VÝUCE FYZIKY NA ZÁKLADNÍCH ŠKOLÁCH	40
GRAF 6: VYUŽÍVÁNÍ POKUSŮ VE VÝUCE FYZIKY NA STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH	41
GRAF 7: VYUŽÍVÁNÍ POKUSŮ PŘI VÝUCE FYZIKY NA VOŠ A VŠ.....	41
GRAF 8: NÁZORY A POSTOJE RESPONDENTŮ NA VÝUKU FYZIKY	42

Seznam citovaných zdrojů

- [1] *Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy ČR* [online]. Praha, 2014 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz>
- [2] *Asociace pro mládež, vědu a techniku AMAVET, o. s.* [online]. Praha, 2014 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.amavet.cz>
- [3] *ASOCIACE MALÝCH DEBRUJÁRŮ ČR, o. s. Debrujáři* [online]. Praha, 2014 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.debrujar.cz>
- [4] *VĚDA NÁS BAVÍ - kroužky pro děti* [online]. Praha: VĚDA NÁS BAVÍ, o. p. s., 2014 [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://www.vedanasbavi.cz>
- [5] *PÁVKOVÁ, Jiřina. Pedagogika volného času.* Vyd. 3. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-717-8711-6.
- [6] *KOTRBA, Tomáš a Lubor LACINA. Praktické využití aktivizačních metod ve výuce.* 1. vydání. Brno: Společnost pro odbornou literaturu, 2007. 188 s. ISBN 978-80-87029-12-1.
- [7] *SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. DIDAKTIKA FYZIKY PRO ZÁKLADNÍ A STŘEDNÍ ŠKOLY Vybrané kapitoly.* 1. vydání. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2006, 230 s. ISBN 80-246-1181-3.
- [8] *Sopečná činnost* [online]. 2014 [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/vulkanizmus/>
- [9] *Kusák R.: Jak se dívat do mikrosvěta* [online]. Sborník Dílny Heuréky 2012, Ed. Koudelková V., Dvořák L. Praha, 2012. [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: <http://www.radim-kusak.net/wp-content/uploads/2013/10/kusak-jak-se-divat-do-mikrosveta.pdf>
- [10] *CCD snímač.* In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. Wikimedia Foundation, 29. 3. 2013 [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device
- [11] *Kulina.cz. Kvalitní nádobí a kuchyňské potřeby* [online]. [cit. 2014-01-08]. Dostupné z: <http://www.kulina.cz>

Seznam použité literatury

- [12] USBORNE PUBLISHING LTD. *Velká kniha pokusů*. Dotisk 1. vydání. Praha: Svojtka & Co. s.r.o., 2000, 96 s. ISBN 80-7237-299-8.
- [13] ARDLEY, Neil. *Moje kniha pokusů - VODA*. 1. vydání. Bratislava: Vydavatelství CHAMPAGNE AVANTGARDE, 1992, 29 s. ISBN 80-7150-059-3.
- [14] ARDLEY, Neil. *Moje kniha pokusů - SVĚTLO*. 1. vydání. Bratislava: Vydavatelství CHAMPAGNE AVANTGARDE, 1992, 29 s. ISBN 80-7150-032-1.
- [15] BARTUŠKA, Karel a Emanuel SVOBODA. *Fyzika pro gymnázia: Molekulová fyzika a termika*. 4. přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2000, 244 s. ISBN 80-719-6200-7.
- [16] BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 3. přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2000, 288 s. ISBN 80-7196-176-0.
- [17] BEZDĚK, Miloslav. *Elektronika I – učebnice*. 1. vyd.. Kopp, 2004, 286 s. ISBN 80-723-2171-4.
- [18] BOHUNĚK, Jiří. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 6. ročník ZŠ*. Dotisk upraveného 3. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2008, 31 s. ISBN 978-80-7196-292-2.
- [19] BOHUNĚK, Jiří. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 7. ročník ZŠ*. Dotisk 3. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2007, 36 s. ISBN 978-80-7196-271-7.
- [20] BOHUNĚK, Jiří. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 8. ročník ZŠ*. Dotisk 3. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2007, 43 s. ISBN 978-80-7196-270-0.
- [21] BOHUNĚK, Jiří. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 9. ročník ZŠ*. Dotisk 2. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2007, 45 s. ISBN 978-80-7196-297-7.

- [22] BOHUNĚK, Jiří. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky základních škol 1. díl. 1.* vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1992, 127 s. ISBN 80-04-26025-X.
- [23] BOHUNĚK, Jiří. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky základních škol 2. díl. 1.* vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1993, 157 s. ISBN 80-85204-21-5.
- [24] BOHUNĚK, Jiří. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky základních škol 3. díl. 2.* vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1995, 152 s. ISBN 80-85849-82-8.
- [25] BOHUNĚK, Jiří a Eva HEJNOVÁ. *Tematické prověrky z učiva fyziky základní školy. 1.* vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2005, 98 s. ISBN 80-7196-290-2.
- [26] BOHUNĚK, Jiří, Růžena KOLÁŘOVÁ a Ivan ŠTOLL. *Fyzika pro 9. ročník základní školy. Dotisk 1.* vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1997, 157 s. ISBN 80-7196-032-2.
- [27] BROKLOVÁ, Zdeňka. *Učíme jadernou fyziku.* Praha: ČEZ, a. s., 2008, 91 s. ISBN 978-80-254-1342-5.
- [28] BROKLOVÁ, Zdeňka. *Jaderné hrátky.* Praha: ČEZ, a. s., 2008, 44 s.
- [29] DIVÍŠEK, Jiří et al. *Matematicko-fyzikální praktika pro 7. ročník základní školy. 1.* vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982, 172 s. 51-00-27/1.
- [30] DOLEČEK, Jaroslav. *Moderní učebnice elektroniky 3. díl: Optoelektronika a optoelektronické prvky. 1. vyd.* Praha: BEN - technická literatura, 2005, 154 s. ISBN 80-730-0184-5.
- [31] DROZD, Zdeněk a Jitka BROCKMEYEROVÁ. *Pokusy z volné ruky. 1.* vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2003, 148 s. ISBN 80-7196-268-6.
- [32] HARDEROVÁ, Corinna, Jens SCHUMACHER a Charlotte WAGNEROVÁ. *Pokusy a rošťárny pro kluky a holky. 1.* vydání. Praha: Nakladatelství FRAGMENT, 2009. ISBN 978-80-253-0865-3.

- [33] HOLUBOVÁ, Renata. *Kulinářská fyzika*. Vyd. 1. Olomouc [i.e. Ostrava]: Repronis, 2012, 67 s. ISBN 978-80-7329-316-1.
- [34] CHAJDA, Radek. *Báječné experimenty s vodou na zahradu i na doma*. 1. vydání. Brno: Computer Press, a. s., 2011, 46 s. ISBN 978-80-251-3393-4.
- [35] CHAJDA, Radek. *Zábavné experimenty pro děti: Jednoduché fyzikálně a chemicky zaměřené pokusy pro malé vědce*. 1. vydání. Brno: Computer Press, a. s., 2010, 48 s. ISBN 978-80-251-2926-5.
- [36] JÁCHIM, František a Jiří TESAŘ. *Seminář a praktikum z fyziky pro 2. stupeň základní školy*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2001, 128 s. ISBN 80-7235-158-3.
- [37] JÁCHIM, František a Jiří TESAŘ. *Sbírka úloh z fyziky: pro 6. - 9. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2004, 222 s. ISBN 80-7235-256-3.
- [38] JANÁS, Josef. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1996, 121, 25. ISBN 80-210-1334-6.
- [39] JANÁS, Josef a Josef TRNA. *Konkrétní didaktika fyziky I*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1999, 87 s. ISBN 80-210-2056-3.
- [40] JANÁS, Josef a Josef TRNA. *Konkrétní didaktika fyziky II*. 1. dotisk 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2009, 93 s. ISBN 978-80-210-3624-6.
- [41] JANOVIČ, Jozef, Marta CHYTILOVÁ a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Metodická příručka k učebnici fyziky pro 6. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989, 208 s. ISBN 80-04-24206-5.
- [42] JANOVIČ, Jozef, Milan ROJKO a Oldřich HLAD. *Doplňk k učivu fyziky pro 6. ročník základní školy s rozšířeným vyučováním matematice a přírodovědným předmětům*. 2. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 71 s. 91-00-16/2.
- [43] KARÁSKOVÁ, Vlasta, Dana MANDÍKOVÁ a Bohumila KROUPOVÁ. *Fyzikální nápadník 1: Sbírka úloh pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2011, 83 s. ISBN 978-80-7196-412-4.

- [44] KAŠPAR, Emil. *Kapitoly z didaktiky fyziky 2*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1963, 201 s. 16-908-63.
- [45] KLUVANEC, Daniel, Zdeněk UNGERMANN a Oldřich HLAD. *Doplněk k učivu fyziky pro 8. ročník základní školy s rozšířeným vyučováním matematice a přírodovědným předmětům*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 140 s. 91-00-18/1.
- [46] KOLÁŘOVÁ, Hana a Roman KUBÍNEK. *Fyzika stručně a jasně: přehled fyziky v příkladech a testových otázkách*. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Paleckého v Olomouci, 2008, 204 s. ISBN 978-80-244-2083-7.
- [47] KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK. *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. 2. upravené vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2003, 159 s. ISBN 80-7196-246-5.
- [48] KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2002, 271 s. ISBN 80-7196-119-1.
- [49] KOLÁŘOVÁ, Růžena a Jiří BOHUNĚK. *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2003, 223 s. ISBN 80-7196-149-3.
- [50] KOLÁŘOVÁ, Růžena, Jiří BOHUNĚK a Miroslav SVOBODA. *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2003, 232 s. ISBN 80-7196-193-0.
- [51] KOSTIČ, Živko K. *Medzi hrou a fyzikou*. 2. vydanie. Bratislava: Alfa, 1975, 220 s.
- [52] KOUDELKOVÁ, Věra. *Hrátky s transformátorem*. Praha: ČEZ, a. s., 2008, 40 s.
- [53] KUSALA, Jaroslav. *Hrátky s obnovitelnými zdroji*. Praha: ČEZ, a. s., 2008, 38 s.
- [54] LANK, Vladimír a Miroslav VONDRA. *FYZIKA do dlaně pro ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Dotisk 1. vydání. Praha: Fragment, 2004, 188 s. ISBN 80-7200-690-8.

- [55] LEPIL, Oldřich. *Doplněk k učivu fyziky pro 8. a 9. ročník základní školy s rozšířeným vyučováním matematice a přírodovědným předmětům*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1997, 142 s. ISBN 80-7196-062-4.
- [56] LEPIL, Oldřich et al. *Fyzika aktuálně: příručka nejen pro učitele*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2009, 207 s. ISBN 978-80-7196-381-3.
- [57] LEPIL, Oldřich a Přemysl ŠEDIVÝ. *Fyzika pro gymnázia: Elektřina a magnetismus*. 4. upr. vyd. Prometheus, 1998, 398 s. Učebnice pro střední školy. ISBN 80-719-6088-8.
- [58] LONGFIELD, Estelle. *Fascinující pokusy pro každý den*. 1. vydání. Dobřejovice: Rebo Productions CZ, spol. s r. o., 2011. ISBN 978-80-255-0507-8.
- [59] LORBEER, George C. a Leslie W. NELSONOVÁ. *Fyzikální pokusy pro děti: Náměty a návody pro zajímavé vyučování*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Portál, s. r. o., 1998, 224 s. ISBN 80-7178-181-9.
- [60] LUSTIGOVÁ, Zdena. *Fyzika pro 6. a 7. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Dotisk 1. vydání. Praha: Nakladatelství Fortuna, 1998, 80 s. ISBN 80-7168-512-7.
- [61] LUSTIGOVÁ, Zdena. *Fyzika pro 8. a 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Fortuna, 1999, 112 s. ISBN 80-7168-642-5.
- [62] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro 6. ročník základní školy, I. díl*. dotisk 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1995, 79 s. ISBN 80-85849-24-0.
- [63] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro 6. ročník základní školy, II. díl*. dotisk 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1995, 79 s. ISBN 80-85849-65-8.
- [64] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro 8. ročník základní školy, 2. díl*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1995, 96 s. ISBN 80-85849-76-3.

- [65] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro 9. ročník základní školy, 1. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1996, 78 s. ISBN 80-7196-043-8.
- [66] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika pro 9. ročník základní školy, 2. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1997, 79 s. ISBN 80-7196-058-6.
- [67] MACHÁČEK, Martin. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 7. ročník ZŠ, 1. a 2. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1994, 32 s. ISBN 80-85849-25-9.
- [68] MACHÁČEK, Martin. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 6. ročník ZŠ*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1995, 32 s. ISBN 80-85849-98-4.
- [69] MACHÁČEK, Martin. *Pracovní sešit k učebnici FYZIKA pro 8. ročník ZŠ, 1. a 2. díl*. Dotisk 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1996, 32 s. ISBN 80-85849-26-7.
- [70] MACHÁČEK, Martin. *Metodická příručka k učebnici fyziky pro 6. ročník základní školy, I. a II. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1995, 44 s. ISBN 80-85849-64-X.
- [71] MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003, 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
- [72] MARŠÁK, Jan et al. *Fyzikálně chemická praktika pro 8. ročník ZŠ*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979, 128 s. 91-90-12-1.
- [73] MARŠÁK, Jan, Daniela PAKOVÁ a Jan PURKAR. *Fyzika v sešitě pro 9. ročník základních škol*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Fortuna, 1991, 133 s. ISBN 80-85298-39-2.
- [74] MECHLOVÁ, Erika a Karel KOŠŤÁL. *Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz fyziky*. Dotisk 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2001, 588 s. ISBN 80-7196-151-5.
- [75] MEŠKAN, Václav. *Výuka fyziky a tvořivost*. České Budějovice, 2008. 88 s. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

- [76] MÍČEK, Arnošt a Roman KROUPA. *FYZIKA 8 pracovní sešit*. 1. vydání. Brno: Tvořivá škola, 2011. ISBN 978-80-87433-06-5.
- [77] MÍČEK, Arnošt a Roman KROUPA. *Fyzika IV: pro školy se základním vzděláním*. Vyd. 1. Brno: Tvořivá škola, 2013, 2 sv. ISBN 978-80-87433-21-8.
- [78] MÍČEK, Arnošt a Roman KROUPA. *FYZIKA 7 pracovní sešit*. Brno: Tvořivá škola, 2010, 66 s. ISBN 978-80-87433-01-0.
- [79] MÍČEK, Arnošt a Roman KROUPA. *FYZIKA 1 učebnice pro výuku fyziky v 7. ročníku*. Brno: Tvořivá škola, 2009, 110 s. ISBN 80-903397-9-8.
- [80] MÍČEK, Arnošt a Roman KROUPA. *FYZIKA 3 učebnice pro 8. ročník*. 1. vydání. Brno: Tvořivá škola, 2011, 115 s. ISBN 978-80-87433-05-05.
- [81] NAHODIL, Josef. *Fyzika v běžném životě*. 2. rozšířené vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2004, 206 s. ISBN 80-7196-278-3.
- [82] PALEČKOVÁ, Jana a Dana MANDÍKOVÁ. *Netradiční přírodovědné úlohy*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělání, 2003, 103 s. ISBN 80-211-0460-0.
- [83] PEŠKOVÁ, Eva a Jarmila MULAČOVÁ. *Co je to, když se řekne... FYZIKA?: Výkladový slovník základních pojmů fyziky pro základní školy*. Úvaly: ALBRA, [199?], 91 s. 250-040.
- [84] PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 2004, 380 s. ISBN 80-7367-172-7.
- [85] PILÁT, Vladimír. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky ZDŠ: Optika*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1966, 120 s. 15-129-66-03/5.
- [86] POLÁK, Zdeněk. *Hrátky s magnetismem*. Praha: ČEZ, a. s., 2008, 54 s.
- [87] POLÁK, Zdeněk. *Hrátky s teplem*. Praha: ČEZ, a. s., 2007, 47 s.
- [88] PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. 3. vydání. Praha: Nakladatelství Portál, s. r. o., 2007, 488 s. ISBN 80-7367-047-X.
- [89] RAKUŠAN, Zdeněk, Šárka VOTRUBCOVÁ a Jan HAVLÍČEK. *Experimentář*. 2. vydání. Liberec: iQLANDIA, o. p. s., 2014, 274 s. ISBN 978-80-260-5292-0.

- [90] RÁSTOCKÁ, Elena a Wanda GONZÚROVÁ. *Sešit z fyziky pro 6. ročník ZŠ*. 1. vydání. Praha: GEOINTER, s. r. o., 2002, 72 s. ISBN 80-902839-4-2.
- [91] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 6 příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2004, 114 s. ISBN 80-7238-255-1.
- [92] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 6 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2004, 120 s. ISBN 80-7238-210-1.
- [93] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 6 pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2004, 60 s. ISBN 80-7238-328-0.
- [94] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 7 příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005, 114 s. ISBN 80-7238-433-3.
- [95] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 7 pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005, 64 s. ISBN 80-7238-432-5.
- [96] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 7 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005, 136 s. ISBN 80-7238-431-7.
- [97] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 8 pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2006, 60 s. ISBN 80-7238-526-7.
- [98] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2006, 128 s. ISBN 80-7238-525-9.
- [99] RAUNER, Karel et al. *FYZIKA 8 příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2006, 110 s. ISBN 80-7238-527-5.

- [100] RAUNER, Karel, Václav HAVEL a Miroslav RANDA. *FYZIKA 9 příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2008, 110 s. ISBN 978-80-7238-618-5.
- [101] RAUNER, Karel, Václav HAVEL a Miroslav RANDA. *FYZIKA 9 pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007, 56 s. ISBN 978-80-7238-619-2.
- [102] ROJKO, Milan et al. *Fyzika kolem nás: Fyzika I pro základní a občanskou školu*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1995, 105 s. ISBN 80-85827-83-2.
- [103] ROJKO, Milan et al. *Fyzika kolem nás: Fyzika 2 pro základní a občanskou školu*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1996, 111 s. ISBN 80-7381-057-7.
- [104] ROJKO, Milan et al. *Fyzika kolem nás: Fyzika 3 pro základní a občanskou školu*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1997, 89 s. ISBN 80-7183-102-6.
- [105] ROJKO, Milan et al. *Fyzika kolem nás: Fyzika 4 pro základní a občanskou školu*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1998, 100 s. ISBN 80-7183-138-7.
- [106] ROSECKÁ, Zdena. *Zápisník mladého fyzika: 1. pracovní sešit pro činnostní výuku fyziky*. Brno: Tvořivá škola, 2007, 50 s. ISBN 978-80-903397-4-3.
- [107] ROSECKÁ, Zdena a Arnošt MÍČEK. *FYZIKA 1 učebnice pro výuku fyziky v 6. ročníku*. Brno: Tvořivá škola, 2008, 112 s. ISBN 80-903397-7-4.
- [108] RÜTEROVÁ, Martina. *111 napínavých experimentů pro děti*. 1. vydání. Brno: Computer Press, a. s., 2011, 144 s. ISBN 978-80-251-2807-7.
- [109] SECKEL, Al. *Nová kniha optických iluzí*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Albatros, 2005, 160 s. ISBN 80-00-01507-2.
- [110] SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika*. 2. rozšířené a aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, a. s., 2007, 328 s. ISBN 978-80-247-1821-7.

- [111] SPANGLER, Steve. *Naked eggs and flying potatoes: unforgettable experiments that make science fun*. 1st ed. Texas: Steve Spangler, 2010, 156 s. ISBN 978-1-60832-060-8.
- [112] SPANGLER, Steve. *Fire bubbles and exploding toothpaste*. 1st ed. Texas: Greenleaf Book Group Press, 2011. ISBN 978-1-60832-189-6.
- [113] SVOBODA, Emanuel. *Fyzika - pokusy s jednoduchými pomůckami*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2001, 54 s. ISBN 80-7196-226-0.
- [114] SVOBODA, Emanuel, Václav HOUDEK a Miroslav SVOBODA. *Pokusy z fyziky na střední škole 1. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1997, 160 s. ISBN 80-7196-007-1.
- [115] SVOBODA, Emanuel, Václav HOUDEK a Miroslav SVOBODA. *Pokusy z fyziky na střední škole 2. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1997, 176 s. ISBN 80-7196-008-X.
- [116] SVOBODA, Emanuel, Václav HOUDEK a Miroslav SVOBODA. *Pokusy z fyziky na střední škole 3. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 1999, 396 s. ISBN 80-7196-009-8.
- [117] SVOBODA, Emanuel, Václav HOUDEK a Miroslav SVOBODA. *Pokusy z fyziky na střední škole 4. díl*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2001, 266 s. ISBN 80-7196-010-1.
- [118] SVOBODA, Emanuel. *Přehled středoškolské fyziky*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 1998. ISBN 80-719-6116-7.
- [119] ŠEDIVÝ, Jan, Jan PURKAR a Stanislav PFEFRČEK. *Úlohy z fyziky 1. část pro ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Fortuna, 1996, 104 s. ISBN 80-7168-315-9.
- [120] ŠIMON, Miroslav. *Slovník pojmů z fyziky pro základní školu*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Prometheus, 2009, 115 s. ISBN 978-80-7196-361-5.
- [121] ŠTOLL, Ivan. *Fyzika pro gymnázia: Fyzika mikrosvěta*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 1998, 496 s. ISBN 80-858-4948-8.

- [122] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 1 pro základní školu*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2007, 72 s. ISBN 978-80-7235-347-7.
- [123] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 1 pro základní školu - metodická příručka*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2007, 40 s. ISBN 978-80-7235-361-3.
- [124] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 2 pro základní školu*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2008, 88 s. ISBN 978-80-7235-381-1.
- [125] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 2 pro základní školu - metodická příručka*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2008, 72 s. ISBN 978-80-7235-409-2.
- [126] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 3 pro základní školu*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2009, 120 s. ISBN 978-80-7235-414-6.
- [127] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 3 pro základní školu - metodická příručka*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2009, 96 s. ISBN 978-80-7235-418-4.
- [128] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 4 pro základní školu*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2009, 112 s. ISBN 978-80-7235-441-2.
- [129] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 4 pro základní školu - metodická příručka*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2010, 76 s. ISBN 978-80-7235-495-5.
- [130] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 5 pro základní školu*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2010, 112 s. ISBN 978-80-7235-491-7.
- [131] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. *FYZIKA 5 pro základní školu - metodická příručka*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2011, 80 s. ISBN 978-80-7235-494-8.

- [132] TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. *FYZIKA 6 pro základní školy*. 1. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 2011, 112 s. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [133] TILLICH, Josef et al. *Slovník školské fyziky*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, 292 s. 14-646-88.
- [134] VACHEK, Jaroslav a Oldřich LEPIL. *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980, 224 s. 9-23-14/1.
- [135] VACHEK, Jaroslav a Ivo VOLF. *Doplněk k učivu fyziky pro 7. ročník základní školy s rozšířeným vyučováním matematice a přírodovědným předmětům*. 2. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, 159 s. 91-00-17/2.
- [136] VLČEK, Václav et al. *Matematicko-fyzikální praktika pro 8. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983, 159 s. 51-00-28/1.
- [137] VORÁČEK, Miroslav et al. *Praktikum z fyziky na základní devítileté škole*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1971, 330 s. 14-447-71-03/5.
- [138] VORÁČEK, Miroslav et al. MIROSLAV VORÁČEK. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky ZDŠ: Mechanika, molekulová fyzika, termika*. 2. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1974, 174 s. 14-558-74.
- [139] ZAHRADNÍČKOVÁ, Věra. *Pravidla českého pravopisu*. 1. vydání. Praha: Československý spisovatel, s. r. o., 2011, 476 s. ISBN 978-80-87391-97-6.
- [140] ŽIVNÝ, František a Oldřich LEPIL. *Praktická cvičení z fyziky*. 4. upravené vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1971, 298 s. 14-313-71-03/5.

Internetové zdroje

- [141] MAFRA, a. s. *Alíkoviny: Zábavná fyzika* [online]. Mafra, a. s., 2014 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://alík.idnes.cz/zabavna-fyzika-01i-/alík-alikoviny.asp?klic=129077>
- [142] *Pokusy pro děti* [online]. 2014 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.pokusyprodeti.cz>
- [143] *Fyzikální a chemické pokusy* [online]. 2014 [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.chemgeneration.com/cz/chainreaction/fyzik%C3%A1ln%C3%AD-a-chemick%C3%A9-pokusy.html>
- [144] *Základní škola Nymburk, Tyršova 446* [online]. Praha, 2014 [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://www.zstyrsova.cz>
- [145] GeoWeb.cz. *Sopečná činnost a sopky v České republice* [online]. [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: <http://www.gweb.cz/clanky/clanek-61>
- [146] VOLF O. *POŽÁRNÍ TAKTIKA: Základy požární taktiky – Proces hoření* [online]. HZS Sokolov. [cit. 2014-01-09]. Dostupné z: <http://metodika.ca hd.cz/konspekty/1-1-01.pdf>