



**Fakulta pedagogická
Katedra obecné fyziky**

**HISTORIE A EXPERIMENT JAKO MOTIVAČNÍ PRVEK
VE VÝUCE MAGNETISMU**

Rigorózní práce

Plzeň, 2008

Mgr. Irena Vlachynská

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

V Plzni dne

.....

vlastnoruční podpis

Plzeň, 2008

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

Plzeň, 2008

Anotace

Cílem práce je ukázat možnosti, které nabízejí zařazené experimenty do výuky poznatků o magnetismu a upozornit na pozitiva a negativa experimentů ve výuce fyziky. Důraz je kladen na heuristickou formu výuky, kdy si žáci sami objevují a vyvozují nové poznatky na základě vlastních zkušeností. Při sestavování souboru jednoduchých experimentů pro výuku poznatků o magnetismu na základní škole jsem využila své půlroční stáže na Friedrich – Alexander – Universität Erlangen – Nürnberg v Erlangenu v Německu, kde jsem měla možnost studovat řadu německých učebnic, didaktických děl a historických pramenů.

Díličími cíli je rozbor a vytvoření souboru vhodných a jednoduchých experimentů ve smyslu didaktických zásad. Všechny experimenty jsou ověřeny, detailně popsány s příslušnou fotografií, ilustracemi, popř. video ukázkami. Součástí mé práce je i stručná historie magnetismu, která může sloužit jako další motivační prvek ve výuce poznatků o magnetismu.

OBSAH

1	ÚVOD.....	7
2	DIDAKTIKA JAKO VĚDA.....	8
2.1	POJEM A PŘEDMĚT DIDAKTIKY	8
2.2	DIDAKTIKA FYZIKY	9
2.2.1	<i>Historický vývoj.....</i>	9
2.2.2	<i>Pojem a předmět didaktiky fyziky</i>	10
3	DIDAKTICKÉ ZÁSADY	13
3.1	„KLASICKÉ“ DIDAKTICKÉ ZÁSADY	13
3.1.1	<i>Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka.....</i>	13
3.1.2	<i>Zásada vědeckosti.....</i>	13
3.1.3	<i>Zásada individuálního přístupu k žákům.....</i>	14
3.1.4	<i>Zásada spojení teorie s praxí.....</i>	14
3.1.5	<i>Zásada uvědomělosti a aktivity.....</i>	14
3.1.6	<i>Zásada názornosti.....</i>	15
3.1.7	<i>Zásada přiměřenosti.....</i>	15
3.1.8	<i>Zásada soustavnosti.....</i>	15
3.1.9	<i>Zásada trvalosti a operativnosti</i>	16
3.2	„MODERNÍ“ DIDAKTICKÉ ZÁSADY.....	16
3.3	DIDAKTICKÉ ZÁSADY VE FYZICE	18
4	EDUKAČNÍ CÍLE	20
4.1	POJEM A STRUKTURA EDUKAČNÍCH CÍLŮ	20
4.2	VLASTNOSTI A HIERARCHIE EDUKAČNÍCH CÍLŮ	20
4.3	CÍLE VÝUKY FYZIKY	23
4.4	TAXONOMIE EDUKAČNÍCH CÍLŮ	24
4.4.1	<i>Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. S. Blooma</i>	24
4.4.2	<i>Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. Niemierka</i>	26
4.4.3	<i>Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle D. Tollingerové.....</i>	26
4.4.4	<i>Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle D. R. Krathwohla</i>	27
4.4.5	<i>Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle B. Niemierka</i>	27
4.4.6	<i>Taxonomie cílů v psychomotorické oblasti podle R. H. Davea.....</i>	28
4.4.7	<i>Taxonomie cílů v psychomotorické oblasti podle E. Simpson</i>	28
4.5	STANOVENÍ EDUKAČNÍCH CÍLŮ	29
5	PEDAGOGICKÉ KONCEPCE.....	30
5.1	HISTORICKO-VÝVOJOVÉ PROMĚNY CÍLŮ, OBSAHŮ A FUNKCE VZDĚLÁNÍ.....	30
5.1.1	<i>Antický starověk.....</i>	30
5.1.2	<i>Středověk</i>	30
5.1.3	<i>Humanistické vzdělání.....</i>	31
5.1.4	<i>Měnící se obsah a metody vzdělávání v 17. a 18. století</i>	31
5.2	ZÁKLADNÍ KONCEPCE VYUČOVÁNÍ	32
5.2.1	<i>Koncepce J. F. Herbarta</i>	32
5.2.2	<i>Koncepce J. Deweyho.....</i>	33
5.2.3	<i>Příklady moderních koncepcí vyučování</i>	34
6	METODY VÝUKY VE FYZICE	35
6.1	KLASICKÉ METODY VÝUKY FYZIKY	36
6.1.1	<i>Slovní metody.....</i>	36
6.1.2	<i>Názorně demonstrační metody</i>	39
6.1.3	<i>Praktické metody</i>	40
6.2	AKTIVIZUJÍCÍ METODY VÝUKY FYZIKY	40

7	MOTIVACE A AKTIVIZACE ŽÁKŮ PŘI VÝUCE FYZIKY.....	43
7.1	HISTORIE JAKO AKTIVIZUJÍCÍ PRVEK (MOTIVAČNÍ).....	45
7.1.1	<i>Obecný úvod do historie magnetismu.....</i>	45
7.2	FYZIKÁLNÍ EXPERIMENT JAKO AKTIVIZUJÍCÍ PRVEK.....	53
7.2.1	<i>Klasifikace experimentů ve školské fyzice</i>	54
7.2.2	<i>Demonstrační experiment.....</i>	54
7.2.3	<i>Žákovský experiment.....</i>	55
7.2.4	<i>Laboratorní úlohy.....</i>	56
7.2.5	<i>Význam a didaktické funkce experimentu ve výuce.....</i>	56
8	EXPERIMENTY VE VÝUCE MAGNETISMU.....	59
8.1	VYUŽÍVÁNÍ EXPERIMENTŮ VE VÝUCE	59
8.2	ZAČÍNÁME S MAGNETISMEM.....	61
8.2.1	<i>Co je to magnet.....</i>	63
8.2.2	<i>Přitahují magnety některé předměty i na dálku?.....</i>	65
8.2.3	<i>Je magnet všude stejný?</i>	72
8.2.4	<i>Základní části magnetu.....</i>	73
8.2.5	<i>Experimenty s dvěma magnety – vzájemné působení.....</i>	78
8.2.6	<i>Magnetická síla</i>	80
8.2.7	<i>Označení pólů magnetu</i>	81
8.3	JAK MAGNET OVLIVŇUJE OKOLÍ	86
8.3.1	<i>Magnetická indukce.....</i>	86
8.3.2	<i>Magnetování.....</i>	90
8.4	MAGNETICKÉ POLE MAGNETU.....	94
8.4.1	<i>Znázornění magnetického pole</i>	94
8.4.2	<i>Zesilování a zeslabování účinků magnetu</i>	98
8.5	MAGNETICKÉ POLE ZEMĚ A KOMPAS	99
9	ZÁVĚR	100
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	101
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A PŘÍLOH.....	105

1 Úvod

Je všeobecně známo, že fyzika nepatří k neoblíbenějším výukovým předmětům. Zájem o fyziku stále klesá, a tak se učitelé snaží přicházet s novými motivačními prvky, aby se zájem o fyziku zvýšil. Jedním z motivačních prvků může být i zařazení experimentů z magnetismu do výuky fyziky na základní škole a víceletých gymnáziích. Zejména v současné době, kdy se vytvářejí nové koncepce vzdělávání – Rámcově vzdělávací programy, je důležité hledat nové možnosti pro zatraktivnění výuky fyziky s důrazem na mezipředmětové vztahy.

Ve své rigorózní práci se budu proto zabývat možnostmi motivace a aktivizace žáků zejména pomocí experimentů zařazených do výuky poznatků o magnetismu na základní škole a odpovídajících ročnících víceletých gymnázií.

Cílem práce je ukázat možnosti, které nabízejí zařazené experimenty do výuky poznatků o magnetismu a upozornit na pozitiva a negativa experimentů ve výuce fyziky. Důraz bude kladen na heuristickou formu výuky, kdy si žáci sami objevují a vyvozují nové poznatky na základě vlastních zkušeností. Při sestavování souboru jednoduchých experimentů pro výuku poznatků o magnetismu na základní škole bych ráda využila své půlroční stáže na Friedrich – Alexander – Universität Erlangen – Nürnberg v Erlangenu v Německu, kde jsem měla možnost studovat řadu německých učebnic, didaktických děl a historických pramenů.

Dílčími cíli bude rozbor a vytvoření souboru vhodných a jednoduchých experimentů ve smyslu didaktických zásad. Součástí mé práce bude i stručná historie magnetismu, která může sloužit jako další motivační prvek ve výuce poznatků o magnetismu. Pak lze využít další mezipředmětové vztahy například mezi dějepisem, zeměpisem a fyzikou.

Je třeba si uvědomit, že experiment představuje důležitý motivační ve výuce fyziky, zejména pokud je zpracován způsobem, který žáky zaujme a vnitřně motivuje. Mojí snahou je zařadit experiment do výuky fyziky, aby se stal běžnou součástí vyučovací hodiny.

2 Didaktika jako věda

2.1 Pojem a předmět didaktiky

Didaktika se vyčlenila jako samostatná vědní disciplína v rámci širšího pole výchovných procesů. Profesorka Jarmila Skalková chápe výchovu jako „... určitý druh sociální činnosti. Jejím význačným znakem je záměrné a cílevědomé působení na osobnost a dosažení trvalejších změn v jejím vývoji, chování a jednání.“³¹ Další významný pedagog docent Jiří Pelikán formuluje výchovu jako „... cílevědomé a záměrné vytváření a ovlivňování podmínek umožňujících optimální rozvoj každého jedince v souladu s individuálními dispozicemi a stimulujících jeho vlastní snahu stát se autentickou, vnitřně integrovanou a socializovanou osobností.“²⁷ Výchova bývá také definována jako „... proces záměrného působení na osobnost člověka s cílem dosáhnout pozitivních změn v jejím vývoji.“²⁹

Název didaktika je odvozen z řeckého slova *didaskein*, které znamená učit, vyučovat, poučovat, jasně vykládat, dokazovat. Poprvé se tento pojem objevil u německého pedagoga Wolfganga Ratkeho (1571-1635), který používal termín „methodus didactica“ k označení způsobu a cesty při učení. Slovo „didaktika“ se překládalo jako umění vyučovat.

Velmi důsledně začal používat termínu didaktika již Jan Amos Komenský (1592-1670), i když v jeho pojetí měl tento termín daleko širší význam. Didaktika zahrnovala celou teorii vzdělávání. Obsahovala nejen systém vyučování pro jednotlivé věkové skupiny, obsah vzdělávání a soubor vyučovacích předmětů, ale také výchovné problémy, a to především mravní výchovu. Ve svém díle *Didaktika velká* (1657) chápe didaktiku jako „všeobecné umění, jak naučit všechny všemu“³¹. Komenský zahrnoval do pojmu didaktika obecné otázky cílů a úkolů výchovy, otázky obsahu vzdělání, mravní, náboženské a tělesné výchovy, vyučovací zásady i metody vyučování, teorie školy i organizace školské soustavy. Z tohoto širokého pojetí však pronikly do pedagogické teorie a praxe zejména otázky vyučování a otázky, které se v dalším vývoji stávaly předmětem obecné a speciální didaktiky.

Během historického, sociálně-ekonomického a kulturního vývoje společnosti se postupně měnily požadavky na výchovu a vzdělání včetně jejich funkce. Ruku v ruce se měnil i obsah pojmu didaktika.

W. Ratke a J. A. Komenský chápali didaktiku jako umění vyučovat, J. F. Herbart a jeho následovníci vnímali didaktiku jako teorii vyučování. Předmětem didaktiky se staly obsah, cíle, metody a organizační formy ve vyučování. O. William označuje didaktiku jako teorii vzdělání, P. Heimann a W. Schulz definují didaktiku jako teorii učení a vyučování.

Skalková vymezuje (obecnou) didaktiku jako „... teorii vzdělávání a vyučování. Didaktika se zabývá problematikou obsahů, které se jakožto výsledky společensko-historické zkušenosti lidstva stávají v procesu vyučování individuálním majetkem žáků. Zabývá se zároveň procesem, který charakterizuje činnosti učitele a žáků a v němž si žáci tento obsah osvojují, tedy vyučováním a učením.“³¹

Didaktika jako samostatný vědní obor, který má svůj předmět zkoumání, systém základních kategorií a systém výzkumných metod, i jako jedna z pedagogických disciplín, se zabývá otázkami vzdělání a vyučování.

Předmětem didaktiky jako teorie vyučování a vzdělávání je zkoumání jednotlivých didaktických kategorií a jejich uplatnění ve vyučovacím procesu, stejně jako další formy vzdělávání i proces sebevzdělávání.

Vzděláváním označujeme proces, který vede k dosažení určitého stupně vzdělání. Vzdělání můžeme také chápat jako systém vědomostí, dovedností, návyků, postojů, názorů a přesvědčení člověka a určitá úroveň rozvoje jeho schopností, potřeb, motivů a zájmů, jichž bylo dosaženo na základě cílevědomého výchovně vzdělávacího procesu.

Obecně můžeme říci, že jádro problematiky vzdělání se vztahuje k celistvé osobnosti člověka. Vlastní pojem vzdělání v sobě obsahuje dvě těsně související součásti. Jsou to cíl a obsah. Cíl vzdělání představuje zamýšlený a očekávaný výsledek výchovně vzdělávací činnosti stanovený s ohledem na potřeby jak společnosti, tak jedince. Obsahem vzdělání rozumíme didakticky transformovaný systém poznatků, činností a dalších kvalit, které si má člověk osvojit. Vzdělání také zahrnuje osvojení si estetických a morálních hodnot, vytváření určitého postoje ke světu, ke společnosti, ale i k sobě samému. Jde o získání a upevňování schopnosti kritického uvažování a jejího uplatňování v praktických životních názorech a jednáních.

Potřeba vzdělání existuje již od vzniku lidské společnosti. Vlastní výchova a vzdělávání probíhalo v počátcích během samotného pracovního procesu, na kterém se podílely všechny generace. Vývoj společnosti si postupně vynucoval zřizování institucí, které vzdělání zprostředkovávaly. V této souvislosti se začínala objevovat otázka, čeho je potřeba dosáhnout, tj. otázka vymezení cíle a obsahu vzdělání. Touto problematikou se zabývá tzv. koncepce vzdělání (viz kapitola 5).^{25, 29, 31, 63}

Z výše uvedeného je zřejmé, že neexistuje jediná, všemi akceptovatelná definice didaktiky. Snahou o ucelené a vyčerpávající vymezení pojmu didaktiky narůstá také rozsah této definice. Podle mého názoru je didaktika v nejnovější literatuře definována velmi výstižně. Autoři se snaží obsáhnout ve své definici obě hlavní části vyučování, a to jak vzdělání, tak výchovu jedince. Každý učitel by se měl snažit během své výuky žáky nejen vzdělávat, ale také vychovávat.

2.2 Didaktika fyziky

2.2.1 Historický vývoj

Didaktika fyziky se na našem území začala rozvíjet ve druhé polovině 19. století, kdy výuka fyziky na středních školách přinášela řadu nových metodických problémů, které bylo nutné řešit. Zobecňovaly se první zkušenosti z praxe, objevovaly se první metodické příručky a začala výroba demonstračních fyzikálních pomůcek.

Velký význam pro výuku fyziky mělo založení Jednoty českých matematiků a fyziků (JČMF) v roce 1862 (později Jednota československých matematiků a fyziků). Tato společnost sdružovala učitele a profesory fyziky a matematiky a pečovala o zvyšování úrovně výuky těchto předmětů. Od roku 1872 vydávala *Časopis pro pěstování matematiky a fysiky*, jehož součástí byla i *Didaktická příloha*. V této příloze byly uveřejňovány první práce z metodiky výuky fyziky. V období mezi světovými válkami bylo vydáno značné množství prací, které se týkaly výuky fyziky. V roce 1922 začala JČMF vydávat časopis *Rozhledy matematicko-fyzikální*, který vznikl na základě přílohy *Časopisu pro pěstování matematiky a fysiky*. V roce 1935 zřídila JČMF podnik Fysma, který vyráběl učební a vědecké pomůcky pro výuku fyziky.

Až do poloviny minulého století sloužila fyzikální didaktická literatura na našem území především praxi, kdy největší pozornost byla věnována zřizování a vybavování prostor

pro výuku fyziky, organizaci fyzikálních praktik, demonstračním pokusům, popř. výkladu obtížnějších témat.

V roce 1941 byla ustavena komise, která se zabývala metodickými otázkami matematiky, fyziky, deskriptivní geometrie a chemie. Úkolem komise bylo vypracovat návrh osnov pro tyto předměty a připravovat nové učebnice.

Na konci padesátých let minulého století se začala formovat didaktika fyziky jako samostatná vědní disciplína. Přímým podnětem k vytvoření organizace didaktiků fyziky byl „1. sjezd československých fyziků“, který se konal v září 1957 v Praze. Jedna jeho sekce byla zaměřena na otázky pedagogické a vznikla zde iniciativa vytvořit komisi pro vyučování fyzice JČMF. Ta vznikla již na konci roku 1958 a nesla název Ústřední pedagogická komise pro fyziku, která se transformovala v roce 1970 do podoby Fyzikální pedagogické sekce (nyní Fyzikální pedagogické společnosti) jako jedné ze čtyř základních organizačních složek JČMF.

Za zakladatele české didaktiky fyziky jsou považováni prof. PaedDr. Josef Fuka, RNDr. Marta Chytilová, CSc. a prof. RNDr. Emil Kašpar, DrSc. V padesátých a šedesátých letech minulého století vycházela celá řada časopisů zabývajících se teorií vyučování fyzice, například *Přírodověda a výchova*, *Přírodní vědy ve škole*, *Fyzika ve škole*, *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. Přes tehdejší politické rozdíly jsou velmi ceněny a často citovány metodické knihy a časopisy vycházející v zahraničí, zejména v USA, například *Physics Teacher*, *Science Education* či *American Journal of Physics*. I v ostatních státech lze nalézt značné množství didaktické literatury, například:

NSR – *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* (od r. 1947), *Physik und Didaktik* (od r. 1973)

SSSR – *Fizika v škole* (od r. 1954)

PLR – *Fizyka w Szkole* (od r. 1955)

NDR – *Physik in der Schule* (od r. 1962), *Astronomie in der Schule* (od r. 1962)

UK – *Physics Education* (od r. 1965)

I v současné době u nás vychází množství časopisů věnující se didaktice fyziky. Jejich vydavatelem nebo spoluvydavatelem je JČMF:

- *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie* – přináší aktuální přehledné články z matematiky, fyziky a astronomie, diskuse o pedagogických otázkách a informace o činnosti JČMF
- *Matematika-fyzika-informatika* – časopis zaměřený na teorii a praxi vyučování těmto třem předmětům,
- *Školská fyzika* – věnuje se vyučování fyzice,
- *Československý časopis pro fyziku* – je členským časopisem České fyzikální společnosti.^{2, 4, 14, 27, 41, 51, 63}

2.2.2 Pojem a předmět didaktiky fyziky

Didaktika fyziky se řadí mezi tzv. předmětové didaktiky, tj. vědecké disciplíny zabývající se otázkami vyučování jednotlivým předmětům.

Současná i předchozí didaktická literatura se vyhýbá definici samotného názvu „didaktika fyziky“. Jednu z mála definic lze nalézt v publikaci z roku 1981 [4], kdy autoři definují didaktiku fyziky postupně jako „... vědu o vyučování a učení se fyzice nebo jako teorii vyučování a učení se fyzice. Pod pojmem teorie zpravidla rozumíme jen soustavu

poznatků, kdežto pojem věda obsahuje nejen soustavu poznatků, ale i způsoby vědecké práce, tj. vědecké metody.“⁴ Z tohoto důvodu se autoři přiklání k první formulaci, tj. didaktice fyziky jako vědě o vyučování a učení se fyzice.

Didaktika fyziky postupně navázala na tradiční metodiku fyziky, která se utvářela jako praktická disciplína a rozvíjeli ji zkušení učitelé. Byla zaměřena především na hledání metod a prostředků pro snadnější a srozumitelnější výklad fyzikální problematiky. Jednalo se zejména o praktické návody pro učitele, například vedení fyzikálních praktik, vybavování fyzikálních kabinetů, popř. výklad obtížných partií fyzikálního učiva.

Téměř opačným východiskem didaktiky fyziky bylo aplikační pojetí. Didaktika fyziky se v tomto pojetí teoreticky odvozovala z obecné didaktiky a fyzikální věda byla až na druhém místě.

S požadavkem výuky moderní fyziky i na středních školách se ukázala nezbytnost nového integračního pojetí. Už nestačilo pouhé odvozování z obecné didaktiky, ale musely se zapojit i další vědy, například filozofie, pedagogika, psychologie, historie, kybernetika, statistika apod. Integrační pojetí jen potvrdilo a zdůraznilo interdisciplinární charakter didaktiky fyziky.

Jak aplikační, tak integrační přístup přispěl k novému pojetí didaktiky fyziky. Řada objevů a nových fyzikálních poznatků si vyžádala pozornost didaktiky fyziky a přinesla nový úkol. Bylo třeba nové poznatky utřídit a souvislým procesem umožnit jejich předávání a osvojování v různých fázích a na různých úrovních. Utvořilo se tak komunikační pojetí didaktiky fyziky, které našlo cestu pro současné vymezení předmětu didaktiky fyziky.

Předmětem didaktiky fyziky rozumí J. Fenclová „... celý souvislý proces předávání a prostředkování výsledků a metod fyzikálního poznání do vědomí jednotlivců, kteří se na vzniku poznání nepodíleli, a tím i do společenského vědomí.“²

Druhým znakem didaktiky fyziky, vedle předmětu, je systém základních kategorií z hlediska didaktické komunikace během fyzikálního poznání. Tento systém v sobě zahrnuje osm základních oblastí, které popisují celý edukační proces.

- *Vědecký systém fyziky* – zahrnuje například fyzikální poznání a metody
- *Didaktický systém fyziky* – obsahuje otázky smyslu a pojetí fyziky, ale také strukturu edukačních cílů a obsah výuky fyziky v návaznosti na vědecký systém
- *Výukový projekt fyziky* – přetváří didaktický systém fyziky do metodických příruček, učebnic, učebních plánů, osnov apod.
- *Výuka fyziky* – zahrnuje činnosti učitele (vyučování) i činnosti žáka (učení)
- *Hodnocení výuky fyziky* – objektivně ověřuje výsledky během celého procesu edukace
- *Fyzikální vzdělávání a jeho uplatnění* – zkoumá celkové uplatnění fyzikálního vzdělávání v životě jedince i společnosti
- *Příprava učitelů včetně jejich dalšího vzdělávání*
- *Metodologie a historie didaktiky fyziky*

Třetím znakem didaktiky fyziky je systém výzkumných metod, který se používá při zkoumání výše uvedených kategorií. Systém obsahuje dvě kategorie metod. Mezi empirické výzkumné metody řadíme například metodu pozorování, shromažďování dat, testování apod. Druhou kategorií jsou teoretické výzkumné metody, mezi které patří didaktická analýza a syntéza, modelování a mezinárodní komparace.

Didaktika fyziky, jako živá vědecká disciplína, řeší také aktuální problémy a úkoly ve školské praxi. Jedná se především o metodický materiál a učebnice fyziky, tvorbu vzdělávacích standardů, přípravu evaluačních kritérií, tvorbu testů, vytváření Rámcově vzdělávacích programů z fyziky pro základní a střední vzdělávání apod.^{4, 10, 35}

3 Didaktické zásady

Pod pojmem didaktické zásady rozumíme určité požadavky, pravidla, které jsou formulovány na základě poznání zákonitostí vyučovacího procesu a jejichž dodržování ovlivňuje efektivitu a úspěšnost vyučovacího procesu. Dodržování didaktických zásad není cílem vyučovací hodiny, ale účinným prostředkem k zajištění kvalitnější výuky.

Didaktické zásady byly nejprve formulovány na empirickém základě, využívalo se zkušenosti pedagogů. Postupně byly tyto zásady doplňovány a upřesňovány na základě pedagogického vědeckého výzkumu. Jedná se o vyvíjející se a utvářející se systém, který je ovlivňován historicko-společenskými podmínkami. První ucelenější systém didaktických zásad formuloval již J. A. Komenský ve své *Velké didaktice*, kde v XVI. kapitole „Jak dělati, aby učení najisto bylo“ uvedl devět všeobecných zásad vyučování a učení. Jednotlivé zásady uvedl vždy mottem spjatým s přírodou: „příroda pilně šetří času každé věci příslušného; příroda sobě hotoví látku dřív nežli formovati začíná; příroda bere k věci své látku způsobnou, aneb ji sobě, aby způsobná byla, strojí; příroda jednoho času jednu toliko věc dělá nejpředněji; příroda začíná působení své od vnitřku; příroda cokoli formovati začíná, toho sobě obecně nejprv celou podobu udělá a potom teprv po částkách vydělává; příroda se nezamotává, ale po svých stupních pořád kráčí; příroda jak začne, tak nepřestane, až dokoná a příroda pilně odporným věcem vyhýbá.“¹⁷

V současné době není počet ani pořadí didaktických zásad sjednoceno. Rozhodující ovšem je, že je vyučující znají a uvědomují si souvislosti mezi nimi a ovládají způsoby, jak je lze pozitivně a prakticky využít.^{1, 12, 13, 26}

3.1 „Klasické“ didaktické zásady

V odborné literatuře najdeme většinou u každého autora originální výčet didaktických zásad. Z bohatého seznamu různých klasifikací můžeme nalézt mnoho takových, které mají společné prvky. Průnikem vybraných klasifikací lze získat devět „klasických“ nejčastěji uváděných didaktických zásad.

3.1.1 Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka

Při didaktické analýze jakéhokoli tematického celku lze rozvrhnout plánovaný rozvoj žáka ve všech třech základních strukturách jeho osobnosti, tj. v oblasti kognitivní (poznávací), afektivní (postojové) a psychomotorické. Práce učitele je komplexní, po důsledné analýze si stanoví konkrétní eudakční cíle. V pedagogickém procesu nemůžeme přesně rozlišovat, kdy vzděláváme a kdy vychováváme. Oba procesy probíhají současně a provázaně.^{12, 13, 26}

3.1.2 Zásada vědeckosti

Vyjadřuje spíše obecnější pedagogický princip, kdy je žádoucí, aby se žáci seznámili s poznatky nejen na úrovni odpovídající jejich momentální kognitivní úrovni, ale i na úrovni odpovídající současným vědeckým poznatkům. Žáci si osvojují jak základy jednotlivých věd, tak i nové vědecké poznatky, i když ve zjednodušené, didakticky vhodně transformované podobě přiměřené jejich věku. Od učitele je požadován pravidelný a celoživotní

kontakt se svými specializovanými obory a pedagogicko-psychologickými disciplínami. Je zapotřebí volit takové didaktické metody, formy i materiální didaktické prostředky, aby podporovaly u žáků aktivitu, samostatnost a tvořivost, vedly je k hledání (pro ně) nových poznatků.^{1, 12, 13, 26}

3.1.3 Zásada individuálního přístupu k žákům

Aby byl vyučovací proces co nejefektivnější pro všechny žáky, je potřeba individuálního přístupu učitele ke každému žákovi. Realizace této didaktické zásady není možná bez využívání pedagogické diagnostiky. Zjištěné údaje by měly ovlivňovat každodenní přípravu učitele na výuku a optimalizovat a stimulovat tak rozvoj každého žáka.

Je žádoucí přihlížet u jednotlivých žáků především k následujícím rozdílům: k celkovému tělesnému a zdravotnímu stavu, k úrovni vývoje kognitivních procesů a k jejich vlastnostem (učení žáka je ovlivněno subjektivní úrovní myšlení, chápání, představivosti, vnímání, zapamatování si a schopností pozornosti a koncentrace), k žakovým citovým procesům, k vlastnostem volných procesů, k úrovni a zvláštnostem rozvoje obecných a specifických schopností, k zájmům a sklonům, k charakterovým vlastnostem žáka, k potřebám žáka, ke zvláštnostem motivace učení, ke zvláštnostem domácího prostředí apod.^{12, 13, 26}

3.1.4 Zásada spojení teorie s praxí

Je žádoucí, aby teoretické vědomosti žáků byly funkčně propojeny s jejich praktickou činností, a to jak na úrovni teoretických řešení problémů, nových situací apod., tak při uplatňování jejich vědomostí v praktických činnostech, při osvojování psychomotorických dovedností atd.

Osobní zkušenost žáka při praktickém řešení problémů vede k upevňování získaných znalostí a schopností. Nejhodnotnější je pro žáka taková činnost, při které nepracuje pouze mechanicky, naučeným způsobem, ale při které je vhodně teorie propojena s praxí a žák řeší originální problémy.^{1, 12, 13, 26}

3.1.5 Zásada uvědomělosti a aktivity

Tato zásada vyjadřuje požadavek, aby se žáci aktivně z vlastní vnitřní potřeby účastnili vyučovacího procesu, aby si utvářeli kladný vztah k učivu a učení, aby byli vedeni k pochopení podstaty osvojovaného učiva. Pokud si žák uvědoměle osvojí učivo, měl by pak následně umět vyjádřit podstatné znaky, chápat osvojené poznatky, doložit získaná pravidla vlastními příklady.

Uplatnění této zásady předpokládá aktivitu celé žakovy osobnosti. Učitel může dosáhnout aktivity žáků ve vyučování tehdy, když se mu podaří probudit zájem žáků o danou činnost. Aktivitu ve výuce podporuje především vnitřní motivace, která vychází se zájmu o činnost samu. Pokud chce učitel ve výuce využívat vnitřní motivace žáků, musí vyučování zorganizovat tak, aby uspokojovalo psychické potřeby žáků. Jedná se zejména o potřebu úspěchu, potřebu uznání a pozitivního hodnocení, potřebu sociálního kontaktu, potřebu bezpečí, potřebu změny podnětů apod.

Aby byl proces aktivizace a uvědomělého konání co nejefektivnější, je žádoucí, aby si žák prošel následujícími etapami. Pochopení a uvědomění si specifikovaných výukových cílů, ke kterým vlastní učivo směřuje. Žák musí být přesvědčen o kvalitě, nutnosti a uspokojující hodnotě pravděpodobnosti dosažení již vytyčených cílů. Žák by měl být kontinuálně a bezprostředně informován o svém snažení a o pozitivních výsledcích svého učení. Pak pocítuje vnitřní uspokojení a radost při hodnocení vlastních dosažených výsledků a splnění výukových cílů. Žák se pak snaží vykonávat každou činnost co nejlépe a využívat při ní všech svých schopností, dovedností a sil.^{1, 12, 13, 26}

3.1.6 Zásada názornosti

Je to jedna z nejstarších didaktických zásad a je aktuální i pro současnou didaktiku. O této zásadě se zmiňuje i J. A. Komenský „Proto budiž učitelům zlatým pravidlem, aby všechno bylo předváděno všem smyslům, kolika možno.“¹⁷ Zásada názornosti vyjadřuje požadavek, aby žáci při učební činnosti vycházeli ze smyslového vnímání předmětů a jevů.

Pokud porovnáme podíl dílčích analyzátorů na příjmu informací, zjistíme, že 80 % informací vnímáme zrakem a jen 12 % sluchem (5 % hmatem a 3 % ostatními smysly). Z praxe vyplývá, že procenta přijímání informací u prvních dvou uvedených analyzátorů jsou při běžné výuce v opačném poměru. Stále tedy převládá spíše klasičtější způsob vyučování. V blízké budoucnosti se díky moderním technologiím za použití vizuálních, audio-vizuálních a interaktivních médií bude snad zvyšovat poměr získaných informací zrakem. Přesto je potřeba si uvědomit, že poznáváme dané jevy komplexně. Smyslové vnímání daného jevu či procesu tvoří pouze dílčí část celého kognitivního procesu.^{1, 12, 13, 26}

3.1.7 Zásada přiměřenosti

Tato zásada vyjadřuje požadavek, aby rozsah a obsah učiva, výběr vyučovacích metod, organizačních forem i učebních pomůcek odpovídal psychickým a somatickým zvláštnostem daného věku i individuálním zvláštnostem jednotlivých žáků. Věkové zvláštnosti jsou respektovány v učebních osnovách a učebnicích zpracovaných pro určitý typ a stupeň školy. Přiměřenost k individuálním zvláštnostem svých žáků záleží na učiteli. Realizace této zásady vyžaduje od učitele především individuální přístup k žákovi a diferencovaný přístup k hodnocení výkonů každého žáka.

Přiměřené vyučování optimálně podněcuje žáka a přispívá v nejvyšší míře k jeho rozvoji. Je na učiteli, aby zvolil dostatečně náročné jak učivo a postupy práce, tak i vhodné tempo osvojování. Míru obtížnosti a rychlost postupu je ovšem nutné přizpůsobit individuálním rozdílům mezi žáky.^{1, 12, 13, 26}

3.1.8 Zásada soustavnosti

Vyjadřuje klasický požadavek, aby žáci pod vedením učitele postupovali v osvojování vědomostí a dovedností systematicky. Učivo musí být uspořádáno do didaktického systému, který přetváří systém daného vědního oboru tak, aby byl přiměřený žákům určitého věku a aby poznatky utvářely určitou logickou posloupnost, kdy jeden poznatek logicky vyplývá z druhého.

Požadavek soustavnosti je nutné uplatňovat nejen při systematizaci učiva, ale i v metodách, tj. v postupu výkladu dané látky, v jejím systematickém opakování a procvičování a rovněž v pravidelném prověřování a hodnocení průběhu a výsledků učební činnosti žáků.

Tato zásada také vyžaduje, aby si žák systematicky vytvářel dovednosti pracovat pravidelně a soustavně a tímto postupem si pozvolna utvářel svůj osobní učební a pracovní styl.^{1, 12, 13, 26}

3.1.9 Zásada trvalosti a operativnosti

Již z názvu je zřejmé, že tato zásada vyjadřuje trvalé osvojení vědomostí a dovedností tak, aby si je žák dovedl kdykoliv vybavit a s jistotou je použít při své činnosti. Nutná je znalost zákonitostí paměti (křivka zapomínání, vlivy transferu, interference atd.), které je důležité zohledňovat v učební činnosti žáků.

Vhodnou motivací žáků, logickým uspořádáním učiva či uplatněním mezipředmětových vztahů podporujeme trvalé osvojení vědomostí a dovedností v podobě činnostních a poznatkových struktur.^{1, 12, 13, 26}

A. Nelešovská a H. Spáčilová²⁶ dělí didaktické zásady na pět **tradičních** (zásada uvědomělosti a aktivity, zásada názornosti, zásada soustavnosti, zásada přiměřenosti a zásada trvalosti), čtyři **vedlejší** (zásada výchovnosti vyučování, zásada vědeckosti, zásada spojení teorie s praxí a zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka) a **moderní** (*principy programového učení* - aktivní odpovědi, malých kroků, zpětné vazby, individuálního tempa a v neposlední řadě princip hodnocení žákova výkonu a prověřování programu v praxi; *zásady rozvíjejícího vyučování* - zásada vyučování na vysokém stupni obtížnosti, zásada postupu vpřed rychlým tempem, zásada vedoucí úlohy teoretických vědomostí v počátečním vyučování, zásada uvědomělosti, zásada cílevědomého a systematického rozvoje všech žáků ve třídě, včetně těch nejslabších).

Autorky [26] uvádí celkem deset didaktických zásad, tou ještě neuvedenou je:

Zásada výchovnosti vyučování

Tato zásada představuje požadavek, aby obsah, metody a formy práce ve vyučování výrazně přispívaly k utváření osobnosti žáka po všech stránkách, nejen rozumové, ale i citové, volní, mravní atd.

Výchovnou funkci mají obsahovat všechny vyučovací předměty, záleží pouze na osobnosti vyučujícího, jak se mu podaří vystihnout a uplatnit výchovný význam probírané tematiky.²⁶

3.2 „Moderní“ didaktické zásady

V souvislosti se vznikem některých novějších koncepcí vyučování se formulovaly nové specifické požadavky. Příkladem mohou být principy programového učení, které formuloval zakladatel této koncepce B. F. Skinner. Jedná se o principy aktivní odpovědi, malých kroků, zpětné vazby, individuálního tempa a o princip hodnocení žákova výkonu a prověřování programu v praxi.

Dále sem můžeme zařadit koncepci L. V. Zankova s jeho zásadami rozvíjejícího vyučování, který rozlišuje následujících pět didaktických zásad:

Zásada vyučování na vysokém stupni obtížnosti

Výrazným znakem této zásady je překonávání střední normy obtížnosti, což vede k odkrývání vnitřních duševních sil žáka, kterým dává prostor a směr. Důraz je kladen na diferencované a co nejpřesnější zhodnocení kvality osvojení a jeho zvláštnosti u každého žáka.

Zásada postupu vpřed rychlým tempem

Žáci si neustále obohacují své získané vědomosti a dovednosti, zmizí tak určité ustrnutí na místě a jednotvárné opakování probrané látky. Postup rychle vpřed neznamená úspěchnost ve vyučovacích hodinách. Důležitým bodem je neustálá práce na systematickém rozvoji všech žáků, i těch nejslabších. Tohoto je možné dosáhnout použitím diferencované metodiky, zvláště diferenciací probírané látky podle různé úrovně žáků.

Zásada vedoucí úlohy teoretických vědomostí v počátečním vyučování

Oproti tradiční didaktice vycházející z názorného a konkrétního myšlení dítěte mladšího školního věku se zde staví na utváření pojmů pomocí cesty od abstraktního ke konkrétnímu. Významnou roli hraje osvojení si termínu. Osvojování je ovšem spjato s pozorováním a operováním s novými termíny. Teoretické vědomosti nemůžeme omezovat jen na termíny a definice. Důležitější je žákovo osvojení závislostí a zákonitostí mezi nimi.

Zásada uvědomělosti

Uvědomělost je žádoucí u všech činností a dovedností. Zdůrazňuje se uvědomělý vztah žáků ke školní práci, uvědomělé osvojení a pochopení probírané látky a dovednost využít získaných vědomostí a dovedností v praxi.

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

V tradičním didaktickém pojetí se zaostávajícím žákům zadávalo množství úloh k procvičení, aby se v dané látce dostali na úroveň ostatních žáků. Toto přetěžování neprospívajících dětí vedlo k většímu rozdílu, a neprospívající žáci zaostávali ještě více. Tato koncepce vidí východisko v zadávání jednodušších, přiměřených úloh, aby je slabší žáci bez prožití stresu a svým tempem úspěšně zvládli. Tím si saturují svou potřebu úspěchu a jsou motivováni k další práci.

Například americký pedagog Marvin Pasch formuluje vlastní didaktické zásady; ve svých publikacích uvádí šest didaktických principů pro realizaci učebních činností žáků. Některé z nich jsou odlišné od výše uvedených zásad, zejména následující první princip je specifický pro americkou společnost.

Princip kulturního kontextu vyžaduje respektování všech odlišností, ať už se jedná o rovnoprávnost obou pohlaví, původ z rozličných kultur apod. Učitel si musí uvědomit svou význačnou a důležitou roli, kdy může během vyučovacího procesu soustavně působit na své žáky. Ti si mohou během školní docházky osvojit vhodné postoje a způsoby jednání, které pak mohou aplikovat ve svém budoucím životě, a to zejména mezi různými sociálními skupinami, etniky apod.

Princip soustředění se na klíčové pojmy odmítá memorování velkého množství izolovaných dat. Učitel svůj edukační proces staví na klíčových pojmech, se kterými dále pracuje a nabaluje na ně další logicky vyplývající a související informace.

Princip předchozích znalostí staví na již známých faktech. Učitel připravuje takové činnosti, při kterých staví na známých faktech a žáci je mohou rekonstruovat.

Princip kognitivní náročnosti požaduje využívání tvořivého myšlení při autentickém projevu žáka.

Princip aktivního zpracování vyžaduje od žáků přímé zkušenosti a aktivitu při prohlubování znalostí v daném kontextu.

Princip rozmanitosti klade nároky na učitele při přípravě vyučování. Svou plánovanou edukační činnost by měl diferencovat podle individuálních potřeb svých žáků.^{12,26}

3.3 Didaktické zásady ve fyzice

Při výuce fyziky se uplatňují a konkretizují obecné didaktické zásady s ohledem na požadavky a možnosti probírané fyzikální tematiky. Pro fyziku je typický neustálý nárůst nových vědeckých poznatků v různých jejích oblastech. Školská fyzika nemůže zdaleka postihnout rozsah klasické a moderní fyziky, zabývá se tedy jen vybranými partiemi z různých oborů. Zásada vědeckosti není realizována množstvím fyzikálních poznatků, ale hlubším a srozumitelným proniknutím do podstaty několika pečlivě vybraných fyzikálních zákonitostí a jevů. Při didaktickém zpracování vybraných fyzikálních problematik klademe větší důraz na srozumitelnost a přiměřenost učiva pro žáky, než na vědeckou přesnost a úplnost daného fenoménu. Didaktickou zásadu soustavnosti aplikujeme na výuku fyziky logickou strukturou probíraného učiva, návazností nového učiva na již probranou látku. Pokud to není možné, nově probíranou látku doprovázíme řadou potvrzujících příkladů včetně experimentů, vyhýbáme se dogmatickému charakteru nových informací.

Fyzika jako přírodní věda využívá při řešení a rozboru problémů většinou názorných a praktických metod, tj. pozorování a experimenty. Při pozorování studujeme a rozebíráme jevy, které probíhají za přirozených okolností. Experimentem rozumíme reprodukci zkoumaných, uměle připravených jevů.

Používané metody ve vyučování fyziky korespondují s metodologií ve vědecké fyzice. Ve školské fyzice také probíhá opakovaně proces vytváření fyzikálních teorií na základě předchozích pozorování, pokusů a vyvozených fyzikálních zákonů. I při výuce fyziky využíváme v široké míře obou obecných myšlenkových postupů – indukce i dedukce. Výuka fyziky by měla obsahovat každodenní zkušenost žáka a experiment, který podporuje teoretický výklad.

Uplatňování didaktické zásady spojení teorie s praxí ve fyzice má významnou roli jak ve vlastním vzdělávacím procesu, tak v procesu výchovného působení na žáky. Žádoucí je i vlastní historie fyziky, žáci si uvědomí postupné budování fyziky jako vědního oboru a přínos fyzikálních teorií a objevů pro rozvoj techniky a společnosti.

Zásada přiměřenosti výrazně ovlivňuje učitele při přípravě učiva. Ve fyzice často potřebujeme k výkladu matematický aparát, osvětlujeme aplikace fyzikálních poznatků v technické praxi apod. Při všech plánovaných činnostech ve výuce musíme velmi důsledně přihlížet k rozumovým schopnostem, věku a vývoji žáků a volit vhodné metodické postupy. Při přípravě učiva fyziky zohledňujeme dva faktory – kvantitativní a kvalitativní přiměřenost dané látky. Kvantitativně přiměřené učivo odpovídá svým obsahem časovým možnostem vymezené pro dané téma. Je samozřejmé, že kvantitativní přiměřenost učiva je značně ovlivněna individuálními schopnostmi žáků a je nutné k tomu přihlížet. Kvalitativní přiměřenost rozděluje učivo na dostupné (i když obtížné) a nedostupné. O dostupnosti rozhoduje mentální úroveň jednotlivých žáků, a i do tohoto kritéria se výrazně promítá nutnost diferencovaného přístupu učitele při přípravě hodiny. Hranice dostupnosti učiva se subjektivně z pozice učitele stanovuje obtížně, proto je vhodné využít objektivních diagnostických metod pedagogického výzkumu.

Zásadu názornosti naplňujeme ve výuce fyziky řadou činností. Z podstaty fyziky jako přírodní vědy vyplývá časté zařazování základních postupů jako je pozorování a experiment. Experimentem míníme jak demonstrační experiment, kdy žáci přijímají počitky zrakové a sluchové, tak experiment žákovský, při kterém aktivně zapojují, kontrolují a doplňují i další smysly. I výklad učitele musí být názorný a vytvářet v myslích žáků jasné představy o studovaném fyzikálním jevu. Využívá se často různých náčrtků, schémat, názorných příkladů a přirovnání pokud možno z praktického života.

Pro uvědomělé osvojování učiva je důležité úplné pochopení probírané látky, které podporujeme aktivní účastí žáka na vyučování a jeho samostatnou prací. Za aktivní činnost považujeme nejen fyzickou činnost (laboratorní úlohy, experiment, výpočet atd.), ale i myšlenkovou činnost (problémové úlohy, argumentování při diskusi apod.). Pouze logicky strukturované učivo k uvědomělému osvojení nestačí, je potřeba dát vyniknout fyzikálním souvislostem a vzájemným vztahům mezi jednotlivými poznatky a jevy.⁴

4 Edukační cíle

4.1 Pojem a struktura edukačních cílů

Pedagogický slovník definuje edukační cíl jako „... jednu z klíčových didaktických kategorií, která vymezuje účel a výsledek výuky a měla by zahrnovat hodnoty, postoje, činnosti, dovednosti, poznatky a porozumění.“²⁹

Profesorka Jarmila Skalková pod pojmem edukační cíl chápe „... zamýšlený a očekávaný výsledek, k němuž učitel v součinnosti se žáky směřuje.“³¹ Další autoři chápou edukační cíl jako „... představu o kvalitativních i kvantitativních změnách u jednotlivých žáků v oblasti kognitivní, afektivní a psychomotorické, kterých má být dosaženo ve stanoveném čase v procesu výuky.“¹² Pod pojmem edukační cíl můžeme chápat také „... zamýšlené změny v učení a rozvoji žáka (ve vědomostech, dovednostech, vlastnostech, hodnotových orientacích, osobnostním a sociálním rozvoji jedince), kterých má být dosaženo výukou.“³⁶ Edukační cíl je „... základní pedagogickou kategorií, projektuje výchovně-vzdělávací výsledky, vyjadřuje účel edukace a implikuje směr působení, metody, principy, prostředky, formy atd.; je to konkretizace žádoucího stavu.“⁵⁸

Pokud jsou edukační cíle vhodně zvoleny a jsou vnitřně přijímány žáky, mají významnou motivující, usměrňující a také regulační roli během celého procesu učení. Výše uvedené definice kladou na učitele velké požadavky při stanovování edukačních cílů, které jsou jednou z nejdůležitějších součástí celého procesu edukace. Učitel při formulaci jednotlivých edukačních cílů musí zohledňovat řadu faktorů, například individuální možnosti svých žáků, volí rozsah a obsah učiva, učební činnosti, metodické postupy či organizační formy.

Edukační cíle se vztahují k celé komplexní osobnosti žáka, a proto se učitel při jejich formulaci zabývá všemi složkami osobnosti. Stanovené dílčí cíle můžeme dělit na:

- *Kognitivní* (vzdělávací, vědomostní) – zaměřené na rozvoj poznávacích procesů
- *Afektivní* (postojové, výchovné) – zaměřené na utváření postojů a hodnotových orientací
- *Psychomotorické* (výcvikové, dovednostní) – zaměřené na činnosti vyžadující nervosvalovou koordinaci

Všechny tři skupiny by měly být homogenně zastoupeny ve vyučovacím procesu. Je samozřejmé, že v určitých tematických celcích u některých učebních předmětů bude převládat některá ze složek edukačních cílů. Je však nutné, aby učitel pracoval systematicky se všemi třemi skupinami. Ve školní praxi jsou opomíjeny zejména afektivní cíle, často na úkor cílů kognitivních. Nejideálnější je stav, kdy se jednotlivé dílčí složky edukačních cílů vzájemně doplňují.^{1, 12, 13, 36}

4.2 Vlastnosti a hierarchie edukačních cílů

Aby stanovené edukační cíle byly co nejprospěšnější, jsou požadovány následující vlastnosti: komplexnost, jasnost a jednoznačnost, kontrolovatelnost, přiměřenost a konzistentnost.

Požadavek komplexnosti představuje zastoupení všech tří skupin edukačních cílů. Při stanovování afektivních cílů si učitel v každém tematickém celku promýšlí, jak může dané téma ovlivnit postoje žáků a jejich hodnotovou orientaci. U kognitivních cílů je nutné

přesně stanovit, co od žáka požadujeme (zda nám v danou chvíli stačí reprodukce, nebo je nutné vysvětlení, příp. aplikace). Psychomotorické cíle stanovujeme podle požadovaných psychomotorických dovedností (umět zacházet s přístrojem, rýsovat, koordinovat své pohyby, správně cizojazyčně vyslovovat apod.)

Vlastnost jasnosti a jednoznačnosti vyžaduje takovou formulaci cíle, která nepřipustí jiný výklad jeho smyslu ani ze strany učitele, ani ze strany žáka.

Edukační cíle musíme stanovovat tak, aby bylo možné následně zjistit, zda bylo cíle dosaženo či nikoli. To můžeme usuzovat pouze na základě pozorovatelné činnosti žáků. Požadavek kontrolovatelnosti determinuje formu cílů. Edukační cíle by měly obsahovat požadovaný výkon žáka, normu výkonu a podmínky, za kterých má být výkon realizován.

Požadovaný výkon žáka vyjadřujeme takovou formou činnosti žáka, kterou můžeme následně zaznamenat. Při formulování cílů používáme aktivní slovesa s předmětem činnosti (například definovat jednotku proudu, nakreslit schéma paralelního zapojení atd.)

Podmínkami výkonu rozumíme bližší specifikaci pro vlastní realizaci dané činnosti žákem (například které učební pomůcky smí použít, zda pracuje samostatně, v časovém limitu apod.)

Norma výkonu označuje kvalitu výkonu ke vztahu k určenému konkrétnímu cíli (například kolik příkladů musí žák vyřešit, tolerovaný počet chyb, ...)

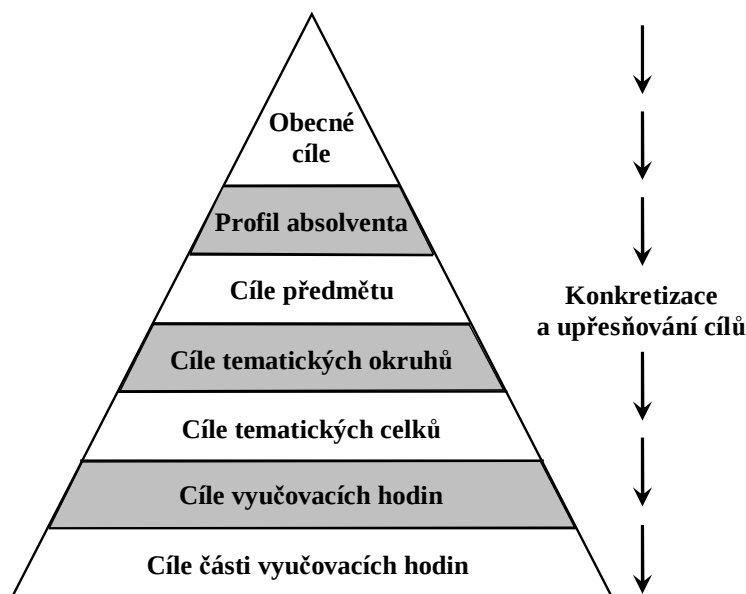
Kontrolovatelnost snadněji aplikujeme u cílů kognitivních a psychomotorických, afektivní postoje se upevňují dlouhodobě a nedokážeme verifikovat splnění afektivního cíle bezprostředně.

Požadavek přiměřenosti znamená stanovení takových edukačních cílů, které jsou náročné, ale současně splnitelné pro většinu žáků. Učitel v tomto případě musí být schopen analyzovat splnitelnost nových a dosažení předchozích edukačních cílů spolu s úrovní aktuálních vnitřních a vnějších podmínek výuky v dané třídě. Učitel musí zohledňovat individualitu svých žáků a stanovovat tak diferencované specifikované edukační cíle pro žáky na stejných úrovních.

Konzistentnost edukačních cílů znamená určitou vnitřní vazbu, která podléhá hierarchii. Nižší cíle jsou podřízeny vyšším, tj. například cíle jednotlivých vyučovacích hodin jsou podřízené cílům tematických celků. Nejvyšším edukačním cílem je všestranně a harmonicky rozvinutá osobnost žáka. Tento nejobecnější cíl se na jednotlivých stupních a typech škol dále konkretizuje.^{1, 12, 13, 31, 36}

Hierarchii edukačních cílů můžeme znázornit pomocí pyramidy (viz obr. 1). Splnění určitých obecnějších cílů je podmíněno dosažením nižších stupňů, dílčích a postupných cílů. První čtyři stupně edukačních cílů (cíle částí vyučovacích hodin, cíle vyučovacích hodin, cíle tematických celků a cíle tematických okruhů) tvoří tzv. specifické cíle, které si učitel stanovuje sám. Zná nejlépe klima své třídy a individuální potřeby svých žáků.

Na pátém stupni pyramidy jsou cíle jednotlivých předmětů, které již nejsou plně v kompetenci učitele a jsou formulovány učebními osnovami a vzdělávacími programy. V nejvyšších patrech pyramidy nalézáme obecné cíle studia na škole, tzv. profil absolventa a obecný cíl výchovy. Profil absolventa je determinován jak potřebami společnosti, tak individuálními potřebami samotných žáků. Tento profil je specifický pro každou vzdělávací instituci a je vymezen klíčovými kompetencemi, které „... představují souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti.“^{35, 60} Klíčové kompetence zaujímají významnou pozici v nové koncepci vzdělávání – v tzv. Rámcových vzdělávacích programech.



Obrázek 1: Pyramida edukačních cílů

Soubor klíčových kompetencí musí být dosažitelný pro všechny žáky, kteří se s jeho pomocí lépe připraví na další vzdělávání a uplatnění ve společnosti. Úroveň klíčových kompetencí, které žáci mohou individuálně dosáhnout na konci základního vzdělání, nelze označit za konečnou. Tyto získané klíčové kompetence tvoří vhodný základ žáka pro další celoživotní vzdělávání.^{31, 35, 60}

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

- *Kompetence k učení*
Žák vybírá vhodné způsoby, metody a strategie vlastního učení, vyhledává a smysluplně třídí informace. Poznává smysl a cíl učení, operuje s obecně užívanými termíny, znaky i symboly
- *Kompetence k řešení problémů*
Žák vnímá různé problémové situace a umí je řešit. Vyhledává vhodné informace, využívá získané vědomosti a dovednosti, samostatně řeší problémy apod. Žák kriticky myslí, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a zhodnocuje výsledky svých činů.
- *Kompetence komunikativní*
Žák formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory, naslouchá druhým, diskutuje a argumentuje. Využívá moderních informačních komunikačních prostředků ke komunikaci s ostatními.
- *Kompetence sociální a personální*
Žák účinně spolupracuje ve skupině, spoluvytváří pravidla práce v týmu, podílí se na vytváření příjemné pracovní atmosféry, přispívá k diskusi, oceňuje a využívá zkušenosti druhých apod. Vytváří si pozitivní představu o sobě samém, která podporuje jeho sebevědomí a samostatný rozvoj. Svým chováním a jednáním dosahuje pocitu sebeúcty a sebeuspokojení.

- *Kompetence občanské*
Žák respektuje přesvědčení a umí se vcítit do situace druhých lidí. Rozhoduje se zodpovědně v dané situaci, chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy. Žák si je vědom svých práv a povinností ve škole i mimo ni.
- *Kompetence pracovní*
Žák dodržuje vymezená pravidla práce, plní svoje povinnosti a závazky. Umí se adaptovat na nové pracovní podmínky, využívá znalosti a zkušenosti pro svůj vlastní rozvoj. Žák může rozvíjet své podnikatelské myšlení.^{31, 35, 60}

Na úrovni gymnaziálního vzdělávání jsou uvedeny stejné klíčové kompetence jako ve vzdělávání základním, místo kompetence pracovní se objevuje kompetence k podnikavosti. U žáků na gymnáziu se dále rozvíjejí klíčové kompetence, podporuje se celkový rozvoj osobnosti, jsou připravováni pro další studium a uplatnění v pracovním životě. Dotváří se hodnotový systém, rozvíjí se samostatnost, tolerantnost a zodpovědnost. Absolvent gymnázia má předpoklady pro vysokoškolské studium, měl by být schopen se přizpůsobit novým požadavkům na trhu práce a popř. se uplatnit v zahraničí.

Na úrovni středního odborného vzdělávání jsou obecné cíle vzdělávání vymezeny podle tzv. Delorsovy koncepce čtyř pilířů, která byla formulována komisí UNESCO, jež předsedal Jacques Delors.

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

Základ klíčových kompetencí ve středním odborném vzdělávání tvoří systém klíčových kompetencí pro základní vzdělávání, který je rozšířen o kompetence využívat prostředky moderní informačních a komunikačních technologií, aplikovat základní matematické postupy při řešení praktických úkolů a o kompetenci k pracovnímu uplatnění. Mezi odborné kompetence patří dodržování platných technických norem, provádět odborné výpočty, vykonávat odbornou praktickou činnost apod.^{35, 44, 53}

4.3 Cíle výuky fyziky

Fyzikální edukační cíle získáme konkretizací obecných edukačních cílů. I fyzikální cíle mají svou hierarchii, kdy nejvýše umístěné jsou cíle oboru, tj. cíle přírodovědného vzdělávání a na nižších stupních nalézáme postupně cíle výuky fyziky a pak specifické cíle, tj. cíl tematického okruhu, cíl daného tématu a cíl vyučovací hodiny. Specifické cíle si formuluje učitel sám, jelikož on zná nejlépe individuální potřeby svých žáků. Tato struktura není konečná a může se dále rozměňovat, například na dílčí cíle během hodiny apod.

Cíle výuky fyziky jsou definovány jako „... výsledné, relativně stálé změny v osobnosti žáka, ke kterým má výuka fyziky na daném typu školy směřovat. Jde o změny ve vědomí, chování a postojích žáka projevující s osvojením nových fyzikálních poznatků a dovedností a rozvojem žádoucích rysů osobnosti žáka.“³⁵

Cíl fyzikálního vzdělávání vidí autoři v konkrétním případě jako „... dovednost popsat fyzikální děj nejprve slovně, pak zaznamenat informace týkající se sledovaného děje, provést jejich analýzu, syntézu a začlenit pozorovaný fyzikální děj do širších souvislostí, čili hodnotit jej.“⁴

Stejně jako obecné edukační cíle, tak i edukační cíle ve fyzice formulujeme ve třech kategoriích: kognitivní, afektivní a psychomotorické cíle.

Kognitivní (poznávací) cíle fyziky vymezují požadovaný obsah k osvojení jednotlivými žáky. Nejnižším poznávacím cílem fyzikálního vzdělávání je zvládnutí systému fyzikálních pojmů, které označují konkrétní či abstraktní objekty. Výše nalézáme fyzikální pojmy vyjadřující vztahy mezi předchozími objekty. Následuje osvojení fyzikálních zákonů, kterým jsou nadřazeny fyzikální teorie. Mezi kognitivní cíle fyziky patří také intelektuální schopnosti a dovednosti (například znalost postupů při řešení typových fyzikálních úloh).

Afektivní cíle fyziky (označované také jako hodnotové, postojoyé či výchovné cíle) určují budoucí postoje žáka. Vedou k vytvoření hodnotové orientace a usměrňují kvalitativní stránku osobnosti žáka.

Psychomotorické (též operační i činnostní) cíle fyziky jsou zaměřeny na praktickou činnost žáka a směřují k vytváření intelektuálních, ale také i motorických schopností a dovedností. Realizují se především při experimentální činnosti, ale také na intelektuální úrovni při získávání nových informací, například pozorováním daného jevu. Žák si při manipulaci s přístroji a dalšími pomůckami osvojuje určité návyky a umí samostatně pracovat, například zapojit elektrický obvod, připravit vlastní experiment. Tuto činnost je ovšem nutné usměrňovat samotným učitelem, který pomáhá žákům při jejich aktivitách zobecňovat, vyzvednout důležité znaky a hodnotit pozorovanou skutečnost.^{4, 35}

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

4.4 Taxonomie edukačních cílů

Taxonomie edukačních cílů je systematicky uspořádaný soupis jistých objektů, který dává učiteli prostor uvažovat o náročnosti cílů výuky, jejich návaznosti a komplexnosti. Pomocí taxonomie edukačních cílů mohou snadněji učitelé ve výuce zajistit zvládnutí potřebných poznatkových elementů a osvojování si a aplikování nových vědomostí, dovedností a postojů. Autoři taxonomií vycházeli ze dvou aspektů, jedním byl proces záměrné změny osobnosti žáka při výuce a druhým bylo strukturální pojetí osobnosti žáka. Tyto aspekty rozdělily edukační cíle do jednotlivých oblastí, rozlišujeme tedy edukační cíle v kognitivní, afektivní a psychomotorické oblasti.^{12, 13, 29, 36}

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

Taxonomie byla vytvořena americkým psychologem Benjaminem S. Bloomem (1913–1999) a jeho spolupracovníky v roce 1956, u nás o ní prvně referovali J. Váňa (1962) a V. Pařízek (1963). Uspořádání, které je jedním z nejznámějších, vychází z pedagogicko-psychologických požadavků na řízenou kognitivní činnost žáků ve výuce. Poznávací činnosti žáků strukturuje a vytváří z nich hierarchický systém, který slouží nejen k logickému propojení učiva s činnostmi žáků, ale zajišťuje také dokonalejší zpětnou vazbu. K vymezování cílů se využívají tzv. aktivní slovesa a ustálené slovesné vazby (dále jen aktivní slovesa).

Bloomova taxonomie se skládá ze šesti hierarchicky uspořádaných kategorií cílů, přičemž každá kategorie je dále členěna na subkategorie, a ty ještě na dílčí subkategorie niž-

šího řádu. Uspořádání vychází z předpokladu, že je nezbytně nutné nejprve zvládnout nižší kategorii, aby mohla být pochopena kategorie vyšší.

Kategorie Bloomovy taxonomie:

1. *Znalost (zapamatování)*
Od žáka se vyžaduje jen znovupoznání, znovuvybavení a reprodukce informací, faktů a poznatků, ne jejich přímé užití. Aktivními slovesy, které používáme pro očekávané a žádoucí činnosti žáků, jsou definovat, doplnit, opakovat, pojmenovat, popsat, reprodukovat, vybrat, určit apod.
2. *Porozumění*
Žák má prokázat pochopení a je schopen znalosti použít. Aktivní slovesa jsou interpretovat, vysvětlit, objasnit, opravit, vypočítat, dokázat, jinak formulovat apod.
3. *Aplikace*
V této fázi dochází k přenosu učení do situací, které jsou pro žáka nové (problémové). Používáme aktivní slovesa uspořádat, aplikovat, prokázat, navrhnout, načrtnout, vyzkoušet, použít, řešit, uvést vztah mezi apod.
4. *Analýza*
Žák dokáže rozložit sdělení na části tak, aby byl jasný vzájemný vztah těchto částí. Umí rozlišit hypotézy od faktů, důležité informace od méně důležitých. Aktivní slovesa jsou provést rozbor, rozdělit, rozlišit, specifikovat, rozhodnout apod.
5. *Syntéza*
Jde o schopnost žáka skládat jednotlivé části v celek. Žák kombinuje různé části a vytváří nový celek. Radíme sem aktivní slovesa organizovat, kombinovat, klasifikovat, kategorizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry apod.
6. *Hodnotící posouzení*
Žák chce a dokáže posoudit hodnotu výtvoru, myšlenek, způsobů řešení atd. Aktivní slovesa jsou ocenit, zdůvodnit, obhájit, oponovat, posoudit, srovnat s normou apod.^{12, 13, 29, 38, 52, 58}

V roce 2001 byla Bloomova taxonomie cílů revidována skupinou vědců pod vedením L. W. Andersona a D. R. Krathwohla. V publikaci „*A Taxonomy for Learning, Teaching and Assesing*“ byla Bloomova taxonomie edukačních cílů upravena v dimenzi kognitivního procesu následovně:

1. *Znalost*
2. *Porozumění*
3. *Aplikace*
4. *Analýza*
5. *Hodnotící posouzení*
6. *Tvůrčí činnost*

Z původní Bloomovy taxonomie byla odstraněna syntéza. Hodnotící posouzení následuje hned za analýzou a posunulo se tedy o jednu kategorii výš. Na posledním místě se objevila nová kategorie – tvůrčí činnost. K původní jedné dimenzi se šesti kategoriemi přidali druhou kognitivní dimenzi, která má čtyři kategorie, a to znalost faktů, konceptuální, proceduální a metakognitivní znalosti.^{40, 56}

4.4.2 Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle B. Niemierka

Polský pedagog Bolesław Niemierko rozlišuje dvě úrovně osvojení, přičemž každá z nich je dále členěna do dvou podskupin. Niemierkova taxonomie edukačních cílů pochází z roku 1979 a je zjednodušením Bloomovy taxonomie:

1. *úroveň – vědomosti*
 - a) *zapamatování poznatků*
Žák si vybavuje určitá fakta, zákony a teorie. Aktivní slovesa jsou definovat, umět, opakovat, napsat, vybrat, reprodukovat apod.
 - b) *porozumění poznatků*
Žák zvládne zapamatované poznatky předložit v jiné formě, zestručnit je a uspořádat. Používáme aktivní slovesa jinak formulovat, vysvětlit, vypočítat, odhadnout, opravit apod.
2. *úroveň – dovednosti*
 - a) *používání vědomostí v typových situacích*
Jedná se o tzv. specifický transfer; žák umí používat vědomosti podle dříve předložených vzorů. Řadíme sem aktivní slovesa vyzkoušet, uspořádat, řešit, použít apod.
 - b) *používání vědomostí v problémových situacích*
Jedná se o tzv. nespecifický transfer; žák dokáže formulovat problémy, vytvářet originální řešení a provádět analýzu a syntézu nových jevů. Používáme aktivní slovesa rozhodnout, rozčlenit, klasifikovat, navrhnout, obhájit, porovnat s normou, argumentovat apod.^{12, 13, 52, 58}

4.4.3 Taxonomie cílů v kognitivní oblasti podle D. Tollingerové

Česká psycholožka Dana Tollingerová vypracovala v roce 1969 taxonomii cílů formou učebních úloh. V taxonomii je obsaženo celkem 27 typů učebních úloh, které jsou hierarchicky rozděleny do pěti kategorií a vychází z Bloomovy taxonomie cílů:

1. *Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků*
Opírají se o pamětní procesy, jejich úkolem je znovupoznání nebo reprodukce faktů.
2. *Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky*
Řešení úloh se již neobejde bez myšlenkových operací, například úlohy na srovnání, zjišťování, zobecňování apod.
3. *Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky*
Transfer z reálné situace do symbolických jazyků a naopak, například ze slovního vyjádření do matematického vztahu apod.
4. *Úlohy vyžadující sdělení poznatků*
Vyžadují systematické zpracování vědomostí a dovedností. Žák vypracovává přehled, výtah, projekt, referát apod.
5. *Úlohy vyžadující tvořivé myšlení*
Zahrnuje problémové úlohy a úlohy na objevování na základě vlastních úvah. Úlohy jsou zaměřeny na tvůrčí myšlení.^{29, 52}

Taxonomie edukačních cílů jak B. Niemierka, tak D. Tollingerové jsou vhodné především pro konkrétní exaktní hodnocení požadavků kladené při edukačním procesu na žáky. Na obou taxonomiích je zřejmé, že vycházely z Bloomovy taxonomie, která zahrnuje i obecnou rovinu edukačních cílů.

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

Taxonomie Davida R. Krathwohla z roku 1964 pracuje s pěti kategoriemi s další vnitřní strukturou:

1. *Přijímání (vnímavost)*
Žák je ochoten přijímat či vnímat jevy nebo podněty, což je předpokladem k další edukační činnosti. Tato kategorie obsahuje tři subkategorie: uvědomění, ochotu přijímat a usměrněnou, výběrovou pozornost.
2. *Reagování*
Jedná se o zvýšenou aktivitu a zainteresovanost žáka. Zahrnuje subkategorie souhlas s reagováním, ochotu reagovat a uspokojení z reagování.
3. *Oceňování hodnoty*
Určité skutečnosti nabývají pro žáka vnitřní hodnotu, cítí závazek k hodnotě, je motivován. Tomu odpovídá vnitřní struktura: akceptování hodnoty, preferování hodnoty a přesvědčení se o hodnotě.
4. *Integrovaní hodnot (organizace)*
Žák integruje hodnoty do svého systému hodnot, určí vztah mezi nimi a stanoví dominantní hodnoty.
5. *Integrace hodnot v charakteru*
Nejvyšší úroveň – dochází k vytvoření vnitřně uceleného systému, životní filozofie a postojů. Vnitřně se člení na generalizovanou zaměřenost a charakterovou vyhraněnost.^{12, 13, 36, 58}

4.4.5 Taxonomie cílů v afektivní oblasti podle B. Niemierka

Bolesław Niemierko zjednodušil a upravil Krathwohlovu taxonomii do dvou úrovní s další vnitřní strukturou:

1. *úroveň*
 - a) *účast na činnosti*
Žák se nevyhýbá činnosti, ani ji neinicuje, pouze se přizpůsobuje situaci.
 - b) *podjímání se činnosti*
Znamená samostatné zahájení činnosti, žák se nejen přizpůsobuje, ale činnost i částečně organizuje. Je charakterizováno určitou vnitřní angažovaností žáka.
2. *úroveň*
 - a) *naladění k činnosti*
Úspěšné vykonání činnosti se stává žákovou vnitřní potřebou, přitahuje k činnosti své okolí. Chybí širší zobecnění vlastního vztahu k činnosti.
 - b) *systém činnosti*
Žák oceňuje důležitost činnosti, systematicky ji reguluje, do určité míry se s ní identifikuje a reaguje pozitivně i ve složitých situacích.^{12, 13, 36, 58}

Obě výše uvedené taxonomie cílů v afektivní oblasti mají vnitřní logickou strukturu. Krathwohlůva taxonomie nalézá širší obecnější uplatnění, Niemierkova taxonomie je jejím zjednodušením, které je snáze použitelné pro učitele při vlastním edukačním procesu. Celý proces zvnitřnění postojových cílů u žáků je dosti složitý a vyžaduje především v prvních fázích individuální citlivou kontrolu a usměrňování učitelem.

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

Patří k nejstarším taxonomiím pro psychomotorické cíle. Prvně byla prezentována na Berlínské konferenci v roce 1967⁴⁹ (1968^{12, 13, 58}), knižně pak vyšla v roce 1970. Ravindrakumar H. Dave vymezil ve své taxonomii pět kategorií, které mají stejně jako v ostatních oblastech hierarchické uspořádání:

1. *Imitace (nápodoba)*
Žák pozoruje a posléze vědomě napodobuje příslušnou činnost. Jde o první úroveň psychomotorické činnosti, která se dělí na impulsivní imitaci a vědomé opakování.
2. *Manipulace (praktická cvičení)*
Jedná se o schopnost žáka vykonávat určitou pohybovou činnost podle slovního návodu, žák umí činnosti rozlišit a zvolit vhodnou (požadovanou) činnost. Žák při manipulaci s vybranými objekty vykazuje určitou obratnost. Vnitřní struktura obsahuje manipulaci podle instrukce, selekci a fixaci.
3. *Zpřesňování*
Na této úrovni žák dokáže provést pohybovou činnost s větší přesností a účinností, nepotřebuje pomoc. Člení se dále na dvě subkategorie, a to reprodukci a kontrolu.
4. *Koordinace*
Lze ji charakterizovat jako koordinaci několika činností řazených v určitém žádoucím sledu. Jednotlivé pohyby jsou harmonické a soudržné. Tato kategorie se dále dělí na sekvenci a harmonii.
5. *Automatizace*
Je dosaženo maximální účinnosti a automatizace jednotlivých psychomotorických dovedností při minimálním vynaložení energie. Člení se na částečné a úplné automatizování.^{12, 13, 42, 49, 58}

4.4.7 Taxonomie cílů v psychomotorické oblasti podle E. Simpson

Tato taxonomie je (narozdíl od předchozí) vhodná pro edukaci mladších žáků. Obsahuje navíc dvě kategorie, ve kterých se Elizabeth J. Simpson ujišťuje, že žáci budou schopni danou činnost zvládnout. Taxonomie byla uveřejněna v roce 1966 v americkém časopise *Illinois Journal of Home Economics*, knižně vyšla až roku 1972. Obsahuje sedm kategorií:

1. *Vnímání*
2. *Zaměření*
3. *Řízená motorická reakce*
4. *Automatizace jednoduchých motorických dovedností*
5. *Automatizace komplexních motorických dovedností*

6. *Schopnost motorické adaptace*
7. *Motorická tvořivost*^{42, 49}

I když odborná literatura taxonomii E. Simpson doporučuje spíše pro mladší žáky, myslím si, že se dá velmi dobře uplatnit i u žáků starších nebo studentů. Výhodou této taxonomie jsou dvě nové kategorie, ve kterých se učitel přesvědčí, zda je žák schopen danou činnost zvládnout.

4.5 Stanovení edukačních cílů

Při formulování edukačních cílů není vhodné snažit se o komplexní vyjádření cíle, tj. slučovat kognitivní, afektivní a psychomotorické cíle. Je žádoucí vymezení každého cíle z dané oblasti samostatně, ale po samotné formulaci přihlídnout k rozdílnosti i vzájemné podmíněnosti.

R. F. Mager determinoval v roce 1984 vymezení edukačních cílů třemi složkami. Stanovení cíle musí obsahovat: požadovaný výkon studenta formulovaný aktivními slovesy nebo slovesnou vazbou, vnější podmínky při realizování úkolu s vyměřeným způsobem řešení a přesné stanovení normy splnění daného úkolu (například procentuální úspěšnost, časový limit, ...). Není přitom nezbytně nutné rovnoměrné zastoupení všech tří složek najednou. Mager doporučoval následující postup při stanovení edukačních cílů:

1. předběžné vymezení obsahu učební látky a jeho struktury
2. obecné cíle formulovat formou výkonů
3. specifické dílčí cíle stanovit pomocí aktivních sloves
4. dílčí cíle uspořádat podle časové posloupnosti¹⁰

I. Turek¹³ doporučuje při stanovení specifických edukačních cílů následující pracovní postup, který formuloval v roce 1987. V prvním kroku se analyzuje obsah učiva ve vztahu k nadřazeným edukačním cílům (profil absolventa, učební osnovy apod.) a vyberou se z obsahu učiva základní prvky. Dalším roztříděním získáme tzv. základní učivo pro všechny žáky a učivo rozšiřující pro nadanější žáky. Při druhém kroku učitel vymezuje cíle z učebních osnov a určí výkon žáka (Žák rozpozná, dokáže ...). V dalším kroku učitel přihlídně ke splnění požadavků jednoznačnosti a přiměřenosti. Stanoví co přesně má žák umět a co od něj bude při kontrole znalostí požadovat, opět pomocí aktivních sloves. V předposledním kroku učitel vymezuje podmínky, za kterých je možné dosáhnout vyhovujícího výkonu. Posledním krokem se stanoví norma očekávaného výkonu, formuluje se a specifikuje minimální výkon, který se ještě považuje za dostatečný.

V současné době vidíme snahu v mnoha zemích zavádět závazné a jednotné národní vzdělávací cíle (standardy), které jsou společné pro všechny žáky dané skupiny (například stejný ročník). Podle zastánců těchto standardů by měli být žáci pravidelně testováni, aby se zjistilo, zda dosahují stanovených cílů. Za výsledky žáků pak mají být odpovědní učitelé.^{13,}

5 Pedagogické koncepce

Pedagogické koncepce se utvářely od prvopočátků lidského vzdělávání. Procesem vyučování rozumíme formu cílevědomého a systematického vzdělávání a výchovy dětí, mládeže i dospělých. Vyučování jako celek je ovlivněno nejen vnitřními vazbami mezi učitelem a žáky, ale také společenským kontextem, ve kterém je vyučování realizováno.

5.1 Historicko-vývojové proměny cílů, obsahů a funkce vzdělání

5.1.1 Antický starověk

Za nejstarší ucelenou koncepci vzdělání můžeme považovat koncepci vzdělání ve starořeckém athénském státě (5. století př. n. l.). Vzdělání bylo určeno pro svobodné Řeky, ve své podstatě bylo vzděláním univerzálním. V duchu kalokagathie se zdůrazňovala přiměřenost, harmoničnost a všestrannost. Důležitou součástí obsahu vzdělání byla tělesná výchova. Spojovalo se dobro, pravda a krása. Po obsahové stránce bylo důležité kvadrivium, tj. studium aritmetiky, geometrie, astronomie a múziky (hudební melodie, tanec a určité aspekty básnictví). Snahou tohoto teoretického vědění bylo hledání cesty k poznání ideálního vědeckého řádu světa a pokus o začlenění se do něj. Současně se vyučovalo trivium, jehož obsahem bylo studium gramatiky, rétoriky a dialektiky.

V období helénismu (3. století př. n. l.) se utvořil z kvadrivia a trivia nový vzdělanostní celek, tzv. soustava sedmera svobodných umění. Výše uvedenou koncepci vzdělání přejali i Římané, kteří potřebovali dostatek úředníků pro státní správu. Výchovným ideálem ve starověkém Římu bylo vychovat řečníka, který bude ovlivňovat veřejné mínění. Vznikaly tedy školy rétorů, které poskytovaly i vyšší politické vzdělání. M. F. Quintilianus ve svém díle *Základy rétoriky* věnoval především otázkám vyučování. Lze tedy tento spis považovat za první didaktiku. Soustavy používané ve starověkém Řecku a Římě později přešly i do středověké vzdělanosti, především s důrazem kladeným na trivium.^{31, 63}

5.1.2 Středověk

Po počátečním napětí mezi pojetím vzdělání v řecko-římském světě a raným křesťanstvím, kde hlavní obsah vzdělání určovaly křesťanská morálka a církevní látka, se vytvořila nová ucelená koncepce vzdělání náboženského charakteru. Scholastika, jako nová křesťanská filozofie a školská učenost, se snažila o rozumové podepření církevních dogmat. Scholastika představovala v rozmezí téměř pěti století (11.–15. století) světový názor, o nějž se vše opíralo. Nábožensko-mravní složka byla prosazována na úkor ostatních složek výchovy.

Základním prostředkem vyučování byla znalost středověké latiny, která byla upravena pro potřeby církve. Jádrem koncepce bylo trivium a kvadrivium, které byly ovšem pouze pomocným prostředkem náboženství. Gramatika sloužila k správnému čtení, psaní a porozumění Písmu, rétorika rozebírala jeho sloh a učila kázání. Geometrie byla důležitá pro církevní architekturu. Převládalo paměťové učení, používaly se především deduktivní postupy a antický ideál tělesné krásy byl zcela potlačen.^{31, 61}

5.1.3 Humanistické vzdělání

Další změny společensko-ekonomického rázu se objevily ve 14. a 15. století, pokrok znamenávaly především obchod a výroba. Renesance přinášela nový pohled na život a měla vliv i na vytvoření nové představy o vzdělání. Nově vzniklá konceptce humanitního vzdělání přesunuje svůj zájem k reálnému pozemskému životu, snaží se o návrat k hodnotám antické kultury a obnovení antického ideálu krásy. Těžiště obsahu spočívalo ve studiu klasických jazyků (latiny, řečtiny), antické literatury a historie. Studovala se ze zájmem také matematika, přírodní vědy, politické myšlení, stavitelství, lékařství aj. Hlavní ovšem bylo stále trivium s velkým důrazem na gramatiku. Znalost řecké a latinské gramatiky byla nezbytná pro studium řeckých a římských klasiků. Čerpalo se také z podnětů estetických a morálních. Jednalo se o výrazně elitní koncepci vzdělání, o vyšší vzdělání určené pouze privilegovaným vrstvám.³¹

5.1.4 Měnící se obsah a metody vzdělávání v 17. a 18. století

V 17. a 18. století se v souvislosti s rozvojem věd, zejména přírodních, a s rozmachem výrobních sil postupně utvářelo nové pojetí vzdělání. Objevil se požadavek zařazovat do obsahu vzdělání nové přírodovědné i jiné poznatky, které mají blízko k reálnému životu. Současně s vědeckými objevy docházelo i ke změně myšlení a konečně se překonával jednostranný deduktivismus scholastické metody. Verbální metody byly při poznávání skutečnosti nahrazovány smyslovým poznáním a experimentováním. Důraz byl kladen na induktivní metodu.

R. Descartes (1590-1650) poukázal na analytickou a syntetickou formu přesného myšlení, kdy se daná problematika rozloží na co nejjednodušší kroky, které lze bezproblémově a spolehlivě vyřešit. Z toho i vyplývá označení reálné vzdělání. Výrazným rysem této konceptce je víra v sílu lidského rozumu a encyklopedické pojetí obsahu vzdělání. Jedním z nejvýznamnějších myšlenkových impulsů pro koncepci vzdělání a výchovy byl i J. A. Komenský, který ve *Velké didaktice* v X. kapitole – „Že mládež v školách všemu vyučována býti má“, nastiňuje požadavky na obsah vzdělání. Rozšiřuje jej o mnoho zajímavých nových poznatků, které přesahují rámec dřívějšího trivia a kvadrivia. Přináší do obsahu vzdělání také nový realistický obsah, kdy usiloval o spojení teoretického poznávání s přímou činností a lidskou praxí. Komenský nalézal základ toho „býti člověkem“ „... předně ve věcech samých, mezi nimiž postaveni jsme, a s nimiž zaměstnání máme a míti musíme...“¹⁷ Své učení opíral o pozorování věcí vlastními smysly, o indukci, o postupy, které zajišťovaly pevné spojení slov a věcí. Pro Komenského byl významný kulti-vační a demokratický charakter konceptce vzdělání, pomocí které by se realizovala lidskost.^{31, 54, 64}

Od konce 18. století se dostávaly do sporu dva protichůdné směry, a to konceptce materiálního vzdělání a konceptce formálního vzdělání. V konceptci materiálního vzdělání byl kladen důraz na učební látku a na obsah vzdělání. Cílem vzdělání v této konceptci je vybavit žáka co největším množstvím poznatků důležitých pro život. Tato konceptce byla v určitém období přínosná a pozitivní v tom, že podporovala pronikání nových přírodovědných poznatků do obsahu vzdělání. Výraznou chybou bylo ovšem nestanovení kritérií pro výběr obsahu a nebrání zřetele k žákovi. To vedlo k přetěžování žáka velkým množstvím izolovaných faktů a k encyklopedickému charakteru poznatků. Tyto nedostatky se neobjevují v druhé konceptci. Konceptce formálního vzdělávání vycházela z psycho-

logického pohledu na žáka. Cílem vzdělávání v tomto případě je rozvíjení určitých stránek osobnosti člověka, zejména rozvoj jeho myšlenkových procesů (především metody a procesy poznání) a rozumových schopností. Ovšem i tato koncepce má své chyby, a to zastávání názoru, že poznatky rychle zastarávají, rychle se zapomínají a je obtížné stanovit, které poznatky jsou pro budoucí život důležité. Vše toto vedlo k podceňování obsahu vzdělání a přeceňování formální stránky vzdělání, což se projevilo v odtržení školy od běžného života.

Je zřejmé, že jsou obě tyto koncepce, jak koncepce materiálního vzdělávání, tak koncepce formálního vzdělávání, v současnosti odmítány pro svou jednostrannost. Současná koncepce vzdělání klade důraz jak na obsahovou, tak na formální stránku vzdělání. Hlavním cílem je, aby člověk získal potřebný vědomostní základ a aby si současně osvojil a rozvinul i příslušné dovednosti (především myšlenkové operace a metody poznání). Toto vše pak po celý svůj život dále prohlubovat a rozšiřoval v tzv. koncepci celoživotního vzdělávání.^{31, 63}

5.2 Základní koncepce vyučování

Koncepcí vyučování rozumíme komplex rysů formální i procesuální stránky vyučování, které odpovídají určitým společenským a politicko-ekonomickým názorům doby a akceptují soudobé či perspektivní cíle vzdělání.

Formální stránkou vyučování nalézáme v organizaci a uspořádání vnějších podmínek vyučování (tj. prostor, čas, materiální vybavení, počet žáků, ...), kdežto procesuální stránka vyjadřuje proces vzájemné interakce mezi učitelem a žákem. Procesuální stránka se projevuje ve výběru obsahu, uplatnění zásad, volbě metod apod., tj. v optimalizaci vnitřních podmínek učení.

Podle převažujícího podílu činností učitele či žáka na výuce můžeme v historii rozlišit dvě základní jednostranně pojaté koncepce vyučování. První je tradiční systém (herbartovská didaktika), který zaměřuje pozornost převážně na činnost učitele a žáka chápe jako pasivní objekt pedagogického působení. Druhý systém je progresivistický (tzv. deweyovská didaktika), který zaměřuje svou pozornost převážně na činnost žáků a jejich aktivitu v procesu učení. Učitele odsouvá do pozadí a přisuzuje mu roli poradce, examinátora a koordinátora. Obě tyto krajní jednostranně zaměřené koncepce nevyhovovaly požadavkům efektivního vyučování. Proto se hledala koncepce nová, tzv. současný systém, kdy má řídicí funkci učitel, ale žák je chápán jako aktivní subjekt edukačního procesu.²⁵

5.2.1 Koncepce J. F. Herbarta

Německý filozof a pedagog Johann Friedrich Herbart (1776–1841) zasáhl výrazně do pedagogického myšlení 19. a 20. století. Svým pojetím vyučování, kdy podtrhuje jeho procesuální stránku a činnosti učitele dává přesný řád a systém, ovlivnil celé školské prostředí nejen v Německu, ale i dalších evropských zemích.

Cílem edukačního procesu je vytvoření jasných představ, jejich následné zpracování v pojmy a další práce s nimi. Z vyučování vylučuje praktickou činnost žáků, pohlíží na ně jako na pasivní objekty. Je zdůrazňována významnost názoru a zkušenosti ve vyučování, ovšem styk žáka s poznávanou zkušeností je chápán pouze jako pasivní nazírání za účelem vytvoření jasných představ, vhodně doplněné slovem učitele a knihou.

V této koncepci nacházíme tzv. popisné vyučování, verbalismus, formalismus, poznatkový encyklopedismus, mechanismus didaktického postupu apod.

Herbart se ve svém pedagogickém systému opírá o tři základní pojmy: vláda – u dětí raného věku jí využíváme k dosažení poslušnosti; vyučování a vedení – mravní či volní výchova vedoucí k utvoření silného charakteru. V rámci mravní výchovy bylo možné použití jakýchkoli prostředků včetně tělesných trestů či hanobících označení provinilých žáků.

Ve své koncepci se Herbart se snažil respektovat přirozenou cestu poznání žáků. Pokusil se vytvořit určitý logický systém výuky se čtyřmi stupni poznání. Nejprve se žák zahlubá do předmětu zkoumání, odloučí vše nepodstatné a výsledkem je získání jasné představy. Při přechodu mezi jednotlivými zamyšleními dochází ke spojování představ. Poté následují soustředění s rozvahou, při kterých si žák uvědomuje souvislosti a vztahy mezi jednotlivými objekty. Zároveň poznává i způsob, kterým může získat nové poznatky. V Herbartově koncepci lze tedy vymezit čtyři formální stupně vyučování, tj. jasnost, asociaci, systém a metodu.

Jako reakce na nedostatky Herbartovy koncepce vznikaly nové směry výchovy, kdy hlavními rysy bylo vyzdvižení aktivity dítěte, jeho samostatnosti, rozvoje jeho potřeb a zájmů. Pozornost byla zaměřena především na žákovu osobnost, role učitele byla odsunuta do pozadí.²⁵

5.2.2 Koncepce J. Deweyho

Americký filozof a pedagog John Dewey (1859–1952) byl iniciátorem významného pedagogického směru – pedocentrismu a zakladatelem pragmatické pedagogiky. Jeho myšlenky ovlivnily školství po celém světě. Kritizoval herbartismus, odmítal jednostranně intelektuální výcvik, při kterém si žáci pasivně a mechanicky osvojují hotové poznatky. Nejvyšší hodnotou je užitečnost v praxi a hlavním kritériem pravdivosti poznání je zkušenost. Pro praktický život jsou důležité především metody, pomocí nichž je člověk schopen řešit obtíže, nikoli pouhé teorie. Osobnost dítěte spolu s rozvojem jeho potřeb a zájmů stojí ve středu zájmu. Je zdůrazňována jeho aktivita, přirozenost a samostatnost. Učitel se staví do role poradce.

Edukační proces je realizován především aktivní činností žáků, tzv. učením konáním („Learning by doing“) a děláním činností se stává jedním z nejpropagovanějších hesel Deweyovy pedagogiky. Dewey ve spisu *Demokracie a výchova* (1904) píše: „Špetka zkušeností je lepší než tuna teorie prostě proto, že jen ze zkušenosti má každá teorie svůj životní význam, který je možno ověřovat.“²⁵

Proces myšlení v této koncepci začíná obtížemi. Ty vyvolávají myšlení, pomocí něhož je stanovena předběžná hypotéza. V konečné fázi se hypotéza podrobuje verifikaci pomocí experimentu, podrobného pozorování a zkoumání.

Deweyho koncepce zdůrazňuje činnost, praxi, na jejímž základě žák získává zkušenosti pro praktický život. Učivo nečlení do jednotlivých předmětů z hlediska věd, ale vytváří komplexní projekty (problémy praktické povahy) soustředěné na určitá žákům blízká témata, seskupuje učební látku z různých předmětů do konkrétních úkolů.

Ovšem celá koncepce vedla ze své podstaty, kdy se výrazně přecenila úzká subjektivní praxe a individuální zkušenost žáka, k nedostatku systematičnosti a výsledky neodpovídaly očekávání. Praxe ukázala, především v amerických školách, že jednostranný praktikismus a pedocentrismus vedl ve svém důsledku ve snížení úrovně vzdělávání.^{13, 25}

5.2.3 Příklady moderních koncepcí vyučování

Základním rysem reformní pedagogiky nových koncepcí byl důraz na spontánní činnost dětí, která vycházela z jejich zájmů. Pokud v dítěti probudíme spontánní zájem, samo se soustředí na práci a není potřeba dítě nijak ukáznovat. V nově vznikajících koncepcích byl zdůrazňován rozvoj schopností žáků a byly zohledňovány zásady individualizace a diferenciací.

Vybrané myšlenky Marie Montessori (1870–1952), zakladatelky netradiční koncepce vyučování: „Dítě je tvůrcem sebe sama“, „Pomoz mi, abych to dokázal sám.“, „Ruka je nástrojem ducha. Práce rukou je základem pro pochopení věcí a jevů, rozvoj myšlení a řeči.“, „Respektování citlivých období.“, „Svobodná volba práce.“, „Připravené prostředí“, „Polarizace pozornosti.“ a „Celostní učení.“. Školy podle M. Montessori se vyznačují speciálními pomůckami pro zdokonalení smyslů, prací ve věkově smíšených skupinkách, aby si děti mohly vzájemně pomáhat. Veškerá aktivita a pracovní činnost je ponechána dítěti, učitel připravuje optimální prostředí a vhodné pomůcky tak, aby dítě mohlo samo po malých krůčcích objevovat a osvojovat si nové poznatky.³⁷

Waldorfská pedagogika, jejíž zakladatelem byl Rudolf Steiner (1861–1925), si všímá zákonitostí vývojových kroků dítěte a mladého člověka, proměn a rozvoje jeho vztahu ke světu a jeho schopnosti učit se. Vedle tradičního obsahu vyučování je pro tuto koncepci typický široký výběr netradičních předmětů (například knihařství, zemědělství, pletení, ...). Rozmanitost nabízených předmětů umožní žákům najít si svůj obor, ve kterém mohou vynikat. Pro waldorfskou koncepci je typické vyučování v tzv. epochách, což jsou většinou monotematické dvouhodinové 3-4 týdenní bloky. Epochy jsou dále děleny na tři části: rytmickou, vyučovací a vyprávěcí. Žáci nepoužívají učebnice, jak je běžné v klasickém vyučování. Učitelé vytváří pro své žáky učební materiály, knihy jsou obecně spíše doplňkem.^{65, 68}

Přestože existuje v současnosti mnoho moderních koncepcí vyučování, vybrala jsem tyto dvě koncepce jako zástupce ojedinělého přístupu k žákům. V obou těchto koncepcích je kladen důraz na jedinečnost žáka, kterému je umožněno realizovat se a rozvíjet se podle svých možností.

6 Metody výuky ve fyzice

Stejně tak jako didaktika fyziky, tak i obecná didaktika označuje osvojování poznatků, vědomostí a dovedností za výsledek aktivní činnosti žáka v celém edukačním procesu. Při osvojování poznatků ve vyučování fyzice se uplatňují ve větší či menší míře všechny postupně uváděné metody. Klasifikaci metod výuky můžeme aplikovat nejen na fyziku, ale i na ostatní předměty, jelikož vychází z obecné didaktiky.

V odborné literatuře se setkáváme s různými způsoby klasifikace vyučovacích metod, a to na základě různého výběru kritérií. Téměř každý autor má své specifické dělení metod výuky. Velmi důslednou klasifikaci základních metod vyučování publikoval J. Maňák (1995):

- I. *Metody z hlediska pramene poznání a typu poznatků (didaktický aspekt)*
 - A) Slovní metody
 - a) Monologické metody
 - b) Dialogické metody
 - c) Metody písemných prací
 - d) Metody práce s učebnicí, knihou, textovým materiálem
 - B) Názorně demonstrační metody
 - a) Pozorování předmětů a jevů
 - b) Předvádění
 - c) Demontrace statických obrazů
 - d) Projekce statická a dynamická
 - C) Praktické metody
 - a) Nácvik pohybových a pracovních dovedností
 - b) Laboratorní činnosti žáků
 - c) Pracovní činnosti
 - d) Grafické a výtvarné činnosti
- II. *Metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků (psychologický aspekt)*
 - A) Sdělovací metody
 - B) Metody samostatné práce žáků
 - C) Badatelské, výzkumné, problémové metody
- III. *Charakteristika metod z hlediska myšlenkových operací (logický aspekt)*
 - A) Srovnávací postup
 - B) Induktivní postup
 - C) Deduktivní postup
 - D) Analyticko-syntetický postup
- IV. *Varianty metod z hlediska fází výchovně vzdělávacího procesu (procesuální aspekt)*
 - A) Motivační metody
 - B) Expoziční metody
 - C) Fixační metody
 - D) Diagnostické metody
 - E) Aplikační metody

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

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

VI. *Aktivizující metody (interaktivní aspekt)*

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

Jiná jednodušší klasifikace vyučovacích metod, jejíž autorem je I. J. Lerner (1986), zohledňuje aktuální potřeby školní didaktiky. Je vhodná pro pedagogickou praxi. Vychází z charakteru kognitivních činností žáka při osvojování dané látky a z charakteristiky organizační činnosti učitele při výuce.

Lerner rozlišuje pět vyučovacích metod:

- informačně-receptivní (učitel prezentuje hotové poznatky a žák je uvědoměle vnímá a pamatuje si je)
- reproduktivní (učitel vytváří systém učebních úloh činnosti, kterou žáci již znají)
- metodu problémového výkladu (učitel zadá žákům neznámou úlohu a ti postupně osvojovaným algoritmem kroků nacházejí řešení)
- heuristickou (aktivní činnosti učitele i žáka při řešení jednotlivých kroků řešení problému)
- výzkumnou (žáci samostatně hledají řešení komplexnějšího problému)

Již uvedené vyučovací metody rozdělujeme do dvou základních skupin na metody reproduktivní (tj. informačně-receptivní a reproduktivní metodu) a produktivní (tj. heuristickou a výzkumnou metodu). Metoda problémového výkladu se nachází na pomezí obou základních metod, jelikož obsahuje obě fáze kognitivních činností, a to jak osvojování již hotových poznatků, tak aktivní činnost samotných žáků.¹³

V následujících kapitolách jsou stručně charakterizovány vybrané vyučovací metody ve fyzice.

6.1 Klasické metody výuky fyziky

6.1.1 Slovní metody

Tyto metody mají nezastupitelnou roli v celém edukačním procesu, ale je potřeba těchto metod používat přiměřeně. Při výhradním používání slovních metod sklouzává výuka k verbalismu a formalismu. Žáci si pamatují pojmy a již si neuvědomují jejich hlubší význam či vzájemné vztahy a souvislosti mezi nimi. Slovní metody vhodně kombinujeme a doprovázíme dalšími názornějšími výukovými metodami.

I dnešní společnost si uvědomuje významnost umění jazykové komunikace. Pamatují na to i dnešní edukační cíle, které požadují po žácích, aby uměli vyjadřovat své postoje a myšlenky, uměli diskutovat a argumentovat.^{13, 24, 31}

6.1.1.1 Monologické slovní metody

Slovní metody monologické (označují se též jako akroamatické) jsou založené na využívání souvislého jednostranného mluveného projevu (nejčastěji od učitele k žákům nebo od jednoho žáka k dalším žákům).

a) vyprávění

Aby bylo vyprávění přínosné, jsou kladeny na vypravěče vysoké nároky. Vyžaduje se kvalitní hlasový projev, správná artikulace, práce s hlasem. Obsah musí být názorný, poutavý, dynamický, zajímavý a poučný. Metoda vyprávění má nejen funkci poznávací, ale při správném používání i funkci motivační. Při vhodné volbě a podání příběhu může podporovat u žáků i sociální učení.

b) vysvětlování

Metodu vysvětlování učitel používá často při výuce právě tehdy, když nemůže vycházet z předchozích zkušeností žáků. Tato metoda vyžaduje logickou strukturu zpracování dané problematiky a systematické předávání nových poznatků žákům. Při vysvětlování je důležitý postup vhodným tempem, srozumitelnost a minimální používání neznámých termínů či cizích slov. Složitější jevy se musí vysvětlovat postupně, po dílčích krocích a je nutné neustálé ověřování míry pochopení u žáků. Důležité je následné uplatnění nově získaných logických operací a postupů na příkladech. Cílem této metody je žáky utvořený logický systém nových poznatků, který je vhodně propojen s dřívějšími zkušenostmi a znalostmi.

c) přednáška

Metoda přednášky se na rozdíl od vysvětlování vyznačuje uceleným, delším, soustavným a logicky členěným projevem. Ve škole se tato metoda uplatňuje až u starších žáků, kteří jsou schopni déle se koncentrovat a mají rozvinutější abstraktní myšlení. Mezi negativa přednášky řadíme její souvislý ráz, který nedává prostor k diferenciaci. Naproti tomu je třeba kvitovat její občasné zařazování pro starší žáky, jelikož se při ní učí dovednostem, které využijí při dalším studiu nebo v celoživotním procesu sebevzdělávání. I pro přednášku platí stejná řečnická pravidla jako pro vyprávění, kultivovanost projevu je nutností. Pro zpestření je vhodné občasné zařazení překvapivých srovnání, řečnických otázek atd. Přednášku vhodně využíváme například při úvodních seznámeních se s danou problematikou, při systematizaci většího učebního celku, pro přehledné shrnutí probrané látky apod.

Zvláštním případem přednášky je i žákovský referát. Žáci při něm zpracovávají vybraný úsek učební látky, společně s učitelem vytváří osnovu svého projevu. Učitel by měl být žákovým rádcem a jeho referát s ním postupně dotvářet, aby žákův referát neskončil neúspěchem a byl přínosný i pro ostatní. Žák může během svého referátu předvádět i jednoduché experimenty. Je vhodné využít předměty denní potřeby, ostatní žáci si pak mohou experimenty vyzkoušet sami doma.

d) instruktáž

Jedná se o přípravu a teoretický úvod před danou praktickou činností (například fyzikální laboratorní úlohy, měření ve fyzikální laboratoři). Při této metodě jsou žáci seznámeni postupně s potřebnou teorií, dílčími myšlenkovými postupy a jednotlivými praktickými kroky následující dané činnosti. Při instruktáži většinou kombinujeme řadu metod (vysvětlování, předvádění či vlastní nácvik dané činnosti). Je důležité, aby instruktáž byla srozumitelná, diferencovaná pro jednotlivé žáky, stručná, ale přesto výstižná a jasná.^{10, 13, 24, 31, 35, 36}

6.1.1.2 Dialogické slovní metody

Charakteristickým znakem této metody je vzájemná komunikace při přímé interakci mezi učitelem a žáky nebo mezi žáky navzájem. Dialogická metoda podporuje kognitivní schopnosti a hraje nezastupitelnou roli i při rozvíjení komunikativních dovedností.

a) rozhovor

Při metodě rozhovoru používáme oboustrannou komunikaci (většinou učitel – žák (žáci), méně častěji žáci mezi sebou). Při rozhovoru si obě strany vyměňují informace, zkušenosti a hledají odpověď na různě závažné otázky. Pro tuto metodu slovní komunikace je charakteristické vnitřní zaměření na předem stanovený cíl. Je potřeba předem rozmyslet stavbu a sled otázek. Rozhovor při výuce aktivizuje žáky, jelikož si žádá jejich pozornost a zároveň vyzývá ke spolupráci. Otázka hraje velmi důležitou roli a sleduje cíl dovést žáka k novému poznání, zintenzivnit jeho myšlení atd. Od učitele vyžaduje tato metoda aktivní naslouchání, které vede například k pomocným otázkám při zpřesňování žákových odpovědí.

b) dialog

Metodu dialogu považujeme za rozvinutější slovní metodu než rozhovor. Při dialogu dochází ke komunikaci učitele a žáků i žáků navzájem. Na začátku předpokládáme formulaci určitého tvrzení, které postupně zpřesňujeme a upravujeme výměnou argumentů na obou stranách. Abychom efektivně využili metodu dialogu musí být ve třídě důvěrná a přátelská atmosféra a problematika, o které vedeme dialog, by měla být zajímavá nejlépe pro všechny žáky. Pak žáci mohou svobodně vyjadřovat vlastní názory, učit se argumentovat, klást otázky, naslouchat druhému, být tolerantní apod.

c) diskuze

Při diskuzi dochází k vyjasnění předložené problematiky vzájemným rozhovorem mezi všemi členy diskutující skupiny. Aby byla diskuze úspěšná a přínosná, je potřebná předchozí příprava všech aktérů. Pro tuto slovní metodu jsou typické, na rozdíl od rozhovoru, širší otázky. Žáci při diskuzi procvičují a učí se pozornosti, koncentraci, trpělivosti při vyslechnutí názoru druhých, pružné a pohotové reakci či formulaci vlastních myšlenek a názorů. Učitel při diskuzi má dvě hlavní funkce, a to diskuzi řídit a podporovat. Diskuzi pozitivně ovlivňuje i netradiční rozmístění žáků ve třídě tváří v tvář, buď přímo v kruhu nebo v malých skupinkách. V závěru dovádí učitel žáky ke shrnutí prodiskutované problematiky, popř. doplní zobecněné teze.

d) brainstorming (burza nápadů)

Tato slovní metoda hledá nová řešení problémů pomocí shromáždění co největšího počtu nápadů všech zúčastněných. Hlavním požadavkem je v časovém limitu vyslovit co nejvíce spontánních nápadů k dané problematice. Náměty se zapisují na viditelné místo, aby provokovaly k dalším originálním myšlenkám. Všechny vyslovené nápady se během časového limitu nijak nehodnotí. K analýze všech myšlenek dochází až s určitým časovým odstupem, kdy všechny nápady analyzujeme, kritizujeme, hledáme v nich správné řešení a i způsob, jak správnost řešení ověřit. V druhé fázi brainstormingu trénujeme kritické hodnotící myšlení.^{10, 13, 24, 31, 35}

6.1.1.3 Metody písemných prací

Psaný (tištěný) projev bývá nedílnou součástí výuky a doplněním mluveného projevu. Pro některé žáky bývá obtížné vyjádřit se písemně, jelikož jim činí značné obtíže vystihnout podstatu problému v několika větách. Jiní žáci naopak tuto metodu vítají, jsou to zejména ti, kteří mají problém naopak s ústním vyjadřováním. Z toho plyne požadavek na učitele, aby využíval metody písemných prací s mírou a vhodně je kombinoval s metodami ústními. Zajistí tak rovné a spravedlivé podmínky pro všechny svoje žáky.²⁴

Domácí úkoly tvoří samostatnou kategorii. Pokud jsou zadávány systematicky a jsou důsledně kontrolovány, umožňují učiteli ověřit si míru pochopení daného problému individuálně u každého žáka.

6.1.1.4 Metody práce s učebnicí a knihou

Představuje jednu z nejdůležitějších a nejstarších metod získávání a upevňování poznatků. V současnosti jsou klasické varianty této metody, založené na práci s učebnicí, popř. s příručkami, tabulkami, encyklopediemi a odbornou literaturou, rozšiřovány o učení z textu zprostředkovaného moderními médii (například počítačem). Hlavním cílem této metody je získání a upevňování dovednosti žáka číst s porozuměním fyzikální text a naučit se samostatně vyhledávat další informace.

Učitel má za úkol postupně rozvíjet dovednosti žáků samostatně pracovat s učebnicí a další literaturou, tzn. dělat si výpisky, umět požadovanou literaturu najít (orientovat se v knihovních databázích) atd. Osvojování práce s knihami a dalšími informačními médii je důležitým předpokladem dalšího sebevzdělávání.^{10, 13, 24, 31}

6.1.2 Názorně demonstrační metody

Metody názorně demonstrační poskytují žákovi přímý kontakt s poznávanou skutečností. Obohacují jeho představy, rozvíjí a konkretizují abstraktní soubor pojmů, podporují propojení mezi poznávanou skutečností a reálným životem. Velmi důležitá je v těchto metodách názornost. Smyslové poznání prochází několika stupni názornosti od prostého předvádění skutečných předmětů a jevů, přes jejich realistické zobrazování a záměrně pozměněné zobrazování až k zaznamenávání reality pomocí schémat, grafů, symbolů, abstraktních modelů apod. Každou demonstraci je vhodné doplnit více či méně stručným výkladem.

Základem těchto metod je plánovitě a cílevědomě pozorování daného fenoménu žáky. Z pozorování získáme vhodnou zásobu konkrétních představ pro další kognitivní činnost, založenou již na abstraktním myšlení. Aktuální problém nebo otázka jsou položeny před

samotnou demonstrací, je jimi ovlivněno jak samotné předvádění, tak i zaměřené pozorování žáků.

Pozorování probíhá v několika fázích, žák vnímá demonstrovaný fenomén nejdříve v celku, později analyticky rozebírá vnitřní vztahy mezi jednotlivými částmi a zdůrazňuje podstatné vztahy a jevy. To vede k hlubšímu pojmovému zpracování analyticky získaných dat a hlubšímu poznání podstaty demonstrovaného jevu.

Demonstrační metody by měly vést žáky k aktivním postojům, k rozvoji a trénování paměti, k rozvoji fantazie, k vytváření konkrétních představ, k myšlení apod.^{10, 13, 24, 31, 36}

6.1.3 Praktické metody

Stále se stupňující nároky na rozsah poznatků zatlačují do pozadí jejich praktické využití. Praktické uplatnění poznatků se tak posouvá až do skutečného života. Žák si tedy během školní docházky zřídka kdy může získané poznatky vyzkoušet k praxi. Převažující způsob poznání u praktických metod je přímá vlastní zkušenost žáků, přímý styk s reálnými předměty a možnost manipulovat s nimi. Žáci si při těchto metodách osvojují psychomotorické a motorické dovednosti a vlastnoručně si vyrábí různé výrobky či pomůcky, učitel se účastní celého procesu jako poradce.

Při osvojování různých dovedností můžeme rozlišit následující klíčové momenty: aktualizaci schopností a zkušeností žáka při určité situaci, orientaci v nastalé situaci, aktivní hledání řešení, variaci podmínek (pro následné širší uplatnění získané dovednosti) a přenos získaných dovedností do nových situací.

Při výuce fyziky nejčastěji z praktických metod používáme či následně využíváme laboratorní práce (úlohy), řešení úloh, domácí pokusy, pozorování, vyhledávání potřebných údajů či sestavení a porozumění grafické závislosti jedné fyzikální veličiny na druhé. Laboratorní práce i další praktické metody pomáhají žákům rozvíjet schopnosti pozorovat, samostatně uvažovat, upevňovat nové manuální dovednosti apod. Žáci se učí zacházet s přístroji a nástroji, učí se vážit, plánovat si svou práci, sestavovat protokol o provedené činnosti, vyvozovat závěry atd.^{10, 24, 31, 35, 36}

6.2 Aktivizující metody výuky fyziky

Abychom zpestřili výuku a vzbudili v žácích zájem o probíranou látku zařazujeme do výuky tzv. aktivizující metody. Ty povzbuzují a zdůrazňují angažovanou účast žáků ve výuce fyziky a výrazně zapojují žáka do aktuálních výukových činností. Aktivizující metody přispívají k rozvoji osobnosti žáka a zaměřují se na myšlenkovou a charakterovou samostatnost, zodpovědnost a tvořivost. Mezi aktivizující metody řadíme:

Diskusní metody

Diskuse může být realizována mnoha variantami, které se odlišují svými cíli a způsobem realizace. Vždy se ovšem jedná o komunikaci v určité zájmové skupině na dané téma. Výukovou metodou diskuse rozumíme „... takovou formu komunikace učitele a žáků, při níž si účastníci navzájem vyměňují názory na dané téma, na základě svých znalostí pro svá tvrzení uvádějí argumenty, a tím společně nacházejí řešení daného problému.“²⁴ Správná diskuse je charakteristická svou jasnou zaměřeností na cíl, kdy svůj názor na diskutovanou problematiku vyjádří všichni zúčastnění.

V současné moderní výuce nalézáme stále nové obměny již známých forem diskuse. Patří sem například panelová diskuse, symposium, debata, diskuse v malých skupinkách, diskuse během přednášky, diskuse na základě tezí či referátu apod.^{24, 31, 36}

Situační metody

Situační metody „... se vztahují na širší zázemí problému, na reálné případy ze života, které představují specifické, obtížné jevy, vyvolávají potřebu vypořádat se s nimi, vyžadující angažované úsilí a rozhodování.“²⁴ Zařazením těchto metod do výuky získávají žáci dovednosti analyzovat a řešit problémy, které odpovídají různým životním situacím. Žák prochází následujícími fázemi řešení situace: volbou tématu, seznámením se s materiály, vlastním studiem případu, návrhy řešení a diskusí.

Pomocí situačních metod se žáci učí konstruktivně řešit vybrané typy konfliktů, tlumit emotivní postoje a učí se asertivnímu chování. Správné reakce v navozených konfliktech podporujeme a posilujeme, naopak nevhodné reakce tlumíme či korigujeme.

Inscenační metody

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

Didaktické hry

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

Simulační metody

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

Heuristické metody

Pod pojmem heuristika rozumíme „... vědu zkoumající tvůrčí myšlení, také heuristikou činnost, tj. způsob řešení problémů“²⁴ Pomocí heuristických metod se učitel snaží získat žáky pro samostatnou a odpovědnou činnost různými technikami, které podporují

objevování, pátrání apod. Využívá se například formulování problémových otázek či předkládání zajímavých situací a případů. Pokud využíváme správně heuristické postupy žáky silně motivujeme a pomáháme jim osvojovat potřebné vědomosti a dovednosti.

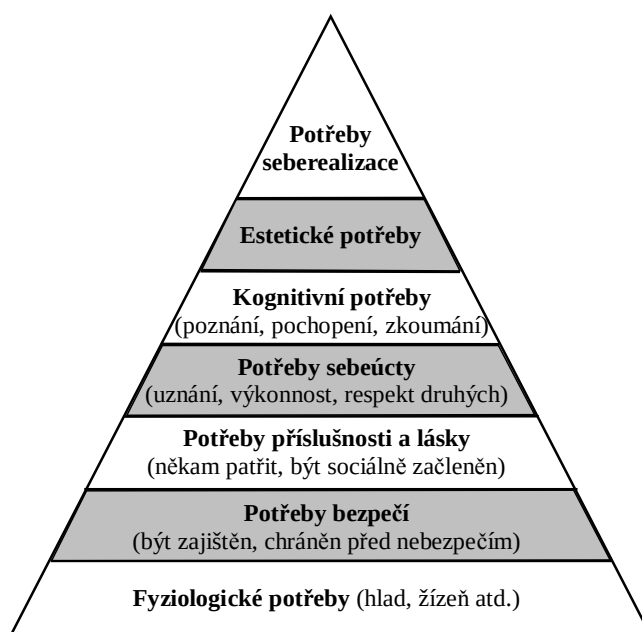
Stěžejním úkolem heuristických metod je podporování samostatného a tvořivého myšlení u žáků. Problémovou výuku, neboli metodu řešení problémů, považujeme za nejefektivnější heuristickou výukovou strategii, která je vlastně myšlenkovou analogií metody učení pokusem a omylem. Žák se při tomto postupu učí nejen ze svých úspěchu, ale také ze svých chyb a omylů. Při řešení problémů prochází žáci několika fázemi: fází identifikace problému (učitel je nápomocný při odhalení a formulování problému), analýzou problémové situace, fází vytváření hypotéz, verifikací hypotéz (přijetí, odmítnutí nebo oddálení rozhodnutí pro neúplnost údajů) a návratem k dřívějším fázím (hraje zásadní úlohu zpětné vazby).^{10, 24, 31, 36}

7 Motivace a aktivizace žáků při výuce fyziky

Žáci se při výuce seznamují s fakty, které jsou již známé, vědecky vyzkoumané, ale pro žáky jsou nové. Při vyučování žákům informace jsou zprostředkovány pomocí různých didaktických modelů, které sledují skutečný poznávací proces, kterým byl daný fenomén objeven a popsán. Žáci tedy v rámci edukačního procesu mohou zažít jaké je to být objevitelem, výzkumníkem. Mohou jít podobnou cestou jako samotní vědci, jen uhlazenější a s méně slepými uličkami. K motivaci a aktivizaci lze tedy využít všem vlastní touhu objevovat, nacházet něco neočekávané, nové, užitečné pro praktický život apod.

Na začátku každého poznávání lze nalézt motivaci. Tu můžeme definovat například jako „... Souhrn vnitřních i vnějších faktorů, které: vzbuzují, aktivují, dodávají energii lidskému jednání a prožívání; zaměřují toto jednání a prožívání určitým směrem; řídí jeho průběh, způsob dosahování výsledků; ovlivňují též způsob reagování jedince na své jednání a prožívání, jeho vztahy k ostatním lidem a ke světu.“²⁹ Další literatura popisuje pojem motivace obezřetněji „... pojem motivace je v psychologii zatím značně nejednotný; je nejčastěji chápán jako intrapsychický proces zvýšení nebo poklesu aktivity, mobilizace sil, energizace organismu; projevuje se napětím, neklidem, činností směřující k porušení rovnováhy.“⁷ Motivaci žáků při výuce lze komplexněji vymezit jako „... Výsledek procesu motivování, na němž se podílí jednak žák sám, jednak učitel, rodiče, spolužáci. Učitel může ovlivňovat motivaci svých žáků mnoha způsoby. Patří k nim: vytváření adekvátního obrazu o žácích; učitelovo očekávání vůči žákům; probuzení poznávacích potřeb žáků (problémové úlohy); probuzení sociálních potřeb žáků (sociální klima ve třídě); probouzení výkonové motivace (sociální a individuální norma); využití odměn a trestů; eliminování pocitu nudy; předcházení strachu ze školy, z určitého předmětu, ze zkoušení.“²⁹ Otázka motivace je tedy nedílnou součástí každé vyučovací hodiny. Z předchozích vymezení pojmu motivace můžeme říci, že motivace má hned několik funkcí, a to dynamizující, aktivizující a usměrňující.

Namísto definice lze použít popisný model, amerického psychologa Abrahama Harolda Maslowa (1908–1970), který vytvořil hierarchický model (obr. 2) postupující od osobních potřeb na nejnižších stupních pyramidy až k rozumovým potřebám na jejím vrcholu.



Obrázek 2: Maslowova pyramida potřeb

Vysvětlení tohoto modelu je logické, nelze věnovat patřičnou pozornost vyšším úrovním pyramidy, pokud nejsou uspokojeny potřeby na nižší úrovni. Například pokud bude jakýkoli člověk hladový, bude se cítit ohrožen, jistě nebude pociťovat jako prioritní kognitivní potřeby či potřebu seberealizace. Maslowova pyramida potřeb se ovšem nedá vykládat tak, že uspokojení primárních potřeb nás samo od sebe povede k vyšším úrovním. Maslow se snažil vystihnout skutečnost, že pokud máme neuspokojené nižší (fyziologické) potřeby, spotřebujeme veškerou svou motivační energii na udržení se naživu, a pro vyšší zájmy nám nezbývá již žádná energie.

Motivace chování každého jedince může vycházet ze dvou hlavních skupin. První skupina je tvořena převážně vnitřními pohnutkami (potřebami), které se projevují pocitem vnitřního nedostatku nebo přebytku. Druhá skupina vychází především z vnějšího popudu (incentivy), což jsou vnější podněty, jevy či události. Vzájemnou interakcí potřeb a incentive vzniká motiv.

Pro rozvíjení motivace žáků během celého edukačního procesu je důležité, aby učitel rozlišoval mezi vnější a vnitřní motivací. Vnitřně motivované chování žáků bývá obvykle spontánnější, pružnější a tvořivější. Pokud se nám toto u žáků podaří, budou pracovat ochotně a samostatně. Při vnitřní motivaci jsou totiž žáci hnáni vlastní touhou poznávat, objevovat. Vlastní výzkumný proces je naplňuje pocitem vnitřního uspokojení, že něco objevili, dokázali. Pro vnější motivaci je charakteristické, že se žák neučí z vlastního zájmu, ale pod vlivem vnějších motivačních činitelů. Žáci vykonávají svou činnost pod určitým tlakem, očekávají kladnou zpětnou vazbu okolí na svou činnost, mohou se cítit nejistě a tento pocit může přerůst až v úzkost. Mezi vnější motivační činitele, které naopak podněcují výkonnost žáka při edukačním procesu, řadíme vztah žáka k jiným lidem, k vlastní budoucnosti, ke společnosti, ale také vhodně používaný systém školního známkování či odměny a tresty. Vnitřní podněcující motivační činitele jsou poznávací potřeby a zájmy, potřeba výkonu, potřeba vyhnout se neúspěchu a dosažení úspěchu či sociální potřeby (potřeba pozitivního vztahu a potřeba prestiže). Existují ovšem i motivační činitele, které negativně ovlivňují jednotlivé školní výkony žáků. Řadíme se především nuda a strach. Nuda má ve výuce nejčastěji dvě příčiny, první je subjektivní vnímání monotónnosti vyučovací jednotky, druhou bývá subjektivně vnímaná neužitečnost probírané látky či dokonce celého vyučovacího předmětu. Jedním z předních edukačních cílů je tedy také formulování a rozvíjení především vnitřní motivace žáků k vlastnímu učení jako formě seberealizace.

Vyučující nesmí opomenout významnou roli citů žáků v celém edukačním procesu. Učitel by měl být vnímavý a citlivý k pocitům svých žáků. Opět zde hraje důležitou roli individuální přístup k jednotlivým žákům.

Motivaci žáků můžeme rozvíjet také aktualizací jejich potřeb, jedná se především o potřeby kognitivní, výkonové a sociální. Mezi kognitivní (poznávací) potřeby řadíme potřebu smysluplného receptivního poznávání (úsilí získat, uspořádat a zachovat nové informace) a potřebu vyhledávání a problémů (problémové úlohy rozvíjí schopnosti, formují osobnost žáka apod.). K výkonovým potřebám patří zejména motiv úspěšného výkonu a motiv vyhnout se neúspěchu. V celém výchovném procesu je jedinec veden povzbuzováním k samostatnosti a k přesnosti úspěšného výkonu. Učitel by měl při všech vhodných situacích žáka chválit a tím pozitivně posilovat jeho výkony a rozvíjet sebedůvěru. Své sociální potřeby (potřebu pozitivních vztahů a potřebu sociálního vlivu – prestiže) žáci rozvíjí v kontaktu a interakci s ostatními žáky, lidmi.

Ve školské praxi při fyzikálním poznávání přisuzujeme velký význam vnitřní motivaci jednotlivých žáků, jejich zájem o zkoumané objekty a jevy, který udržuje žáky stále ve stavu poznávací aktivity. Učitel má za úkol zájem žáků nejen vzbudit, ale zároveň jej udr-

žovat po co nejdelší dobu. Pokud žáky vhodně motivujeme, přirozeně následuje jejich aktivizace a žáci se snaží problémy sami objevovat a formulovat. Žáky můžeme při fyzikálním vyučování motivovat různými způsoby, například jednoduchými pokusy, problémovými úlohami, diskusí o praktickém využití probíraného fenoménu v praxi, žákovskými referáty či exkurzem do historie daného oboru doprovázené řadou zajímavých příhod a třeba i některými historickými pokusy.^{3, 7, 10, 20, 29}

7.1 Historie jako aktivizující prvek (motivační)

V rámci vyučování fyzice lze jako motivující prvky využívat jiné předměty. Vhodné zařazování a používání mezipředmětových vztahů je požadováno i od nové vzdělávací koncepce Rámcových vzdělávacích programů.

Při úvodu daného tematického celku, či celého oboru fyziky, lze vhodně využít historii. Můžeme zaujmout a ideálně i vnitřně motivovat také ty žáky, kteří nemají blízko k přírodovědným oborům a mají rádi například dějepis a historické události. U heuristickým metod se přímo nabízí využívání historických pramenů, kdy žáci sami mohou sledovat cestu samotného objevitele a sami postupně formulovat a upřesňovat závěry z experimentů a pozorování, stejně tak jako vědci před nimi.

Jelikož se má práce zabývat magnetismem, zařadila jsem do své práce část o historii právě magnetismu, která vychází převážně z historických pramenů z konce 19. století či překladů historických děl.

7.1.1 Obecný úvod do historie magnetismu

Magnetovec se svými charakteristickými vlastnostmi byl znám již odpradávná. První vlastností magnetovce je obecně známé přitahování železa. Druhou velmi využívanou vlastností, při možnosti volného pohybu, například při zavěšení, je natočení se do určitého směru. Svě jméno dostal magnetovec podle lýdského města Magnesia, které se nacházelo v Přední Asii. Možnou alternativou původu názvu je bajka o objevení magnetu známá z Pliniovýchⁱ vyprávění. Pastýř jménem Cretan z Magnés zůstal „uvězněn“ při hlídání pasoucích se ovcí na skalní pastvině s podloží ze železné rudy hory Ida v Lýdii svými vysokými botami s hřebíky. Na této louce byl pak objeven magnetovec.

Platón (429–348 př. n. l.) a Theophrastos (371–287 př. n. l.) používali pro magnet označení Heraklův kámen, protože městu Magnesia se také říkalo Heraclea. V čase Thaléta Milétského (okolo 624–548 př. n. l.) se také vědělo, že „... pokud se na přichycený železný kruh položený na magnetovec přiložil další železný kroužek, tak se také přichytil. Na tyto dva kroužky se přiložil třetí, který se opět přichytil, až vznikl dlouhý řetěz.“⁶ Mimoto Řekové věděli, že se kousíček železa bude „pohybovat“ v kovové nádobě, ve které byl předtím uložen magnetovec. Dříve se říkalo příslušnému „pohybování“ kousku železa, že objekt tancuje a skáče. Toto věděli i Platón a Titus Lucretius Carus (94–49 př. n. l.). Poslední jmenovaný se mimo to ještě zaměřil na střídavé přitahování a odpuzování. Dále se zabýval podrobnějším zkoumáním působení magnetovce na různé látky. Zjistil, že magnetovec nepřitahuje jiné kovy (vyjma železa), ani například dřevo.

ⁱ Gaius Plinius Starší (23-79 n.l.)⁶²

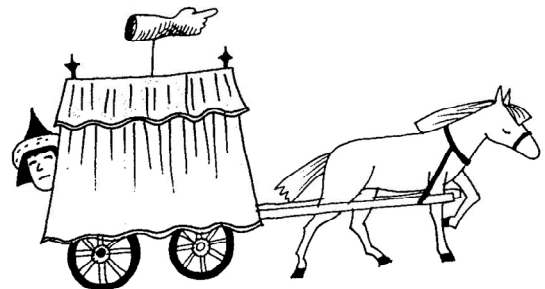
Gaius Plinius Starší (23–79 n. l.) omezil přitažlivost magnetovce zcela určitě na železo a také věděl, že magnetismus železa je dlouhodobý. Ve svých citovaných dílech, jejichž obsah čerpal z více jak dvou tisíc svazků, popisuje počátky budování klenby chrámu Arsinoeů pro Alexandrii s použitím magnetovce stavitelem Dinocharesem. Stavba měla vyvolávat zdání vznášejícího se železného vyobrazení Boha ve vzduchu. Konstrukce však byla po stavitelově a Ptolemaiově smrti rozdělena. Není doloženo, zda byla známa starým Řekům a Římanům také druhá výše uvedená charakteristická vlastnost magnetovce, tak jako přitahování železa. Aristotelés (384–322 př. n. l.) sice ve své jedné stati uvádí jak naleziště kamene, tak zmiňuje myšlenou polaritu magnetu. Je ovšem velmi pravděpodobné, že celý tento Aristotelův spis je padělaný. Naproti tomu byla magnetická „vyrovnávací“ síla známa už Číňanům více než 1000 let př. n. l.

V nepříliš šťastné době Kodrovy vlády, se kterou přišel konec království v Aténách, měli již Číňané magnetický vozík, na kterém ukazovalo pohyblivé rameno, podobné lidskému, nepřetržitě na jih (v přední části takového vozíku bylo volně pohyblivé rameno střelky a ruka malé postavy). Tento magnetický vozík používali pro jistou pozemní cestu k nalezení Tartárie velmi rozsáhlými travnatými rovinami.

Údajně měl využívat kousků magnetovce pro orientaci již čínský císař Huang-Ti v roce 2673 př. n. l., když pronásledoval odbojného prince za velmi husté dlouhotrvající mlhy v mandžuských stepích. Orientační zařízení mělo mít podobu dvoukolého povozu a před sedadlem měla být malá figurka s napřaženou paží, pohyblivá kolem svislé osy. V natažené paži byl malý magnet, takže se soška stále pootáčela a ukazovala nataženou paží vždy na jih. Nejstarší písemnou zmínku o kompasu by měla být poznámka v čínské encyklopedii z roku 121 n. l., kdy „... magnetem se dává jehle směr.“⁴³

Podobný magnetický orientační prostředek sloužil ještě do 15. stol. n. l. Několik stejných magnetických vozíků bylo uchováno v císařských palácích a byly později použity při budování buddhistického kláštera pro určení orientace hlavního kamene budovy. Ve 4. stol. n. l. začali v Číně kompas využívat nejen na souši, ale i na moři. V této době mířila čínská plavidla podle magnetické sošky na jih a našla indické přístavy a východní pobřeží Afriky. Znalost kompasu se tak šířila přes Východní Indii, Arabský poloostrov až k evropským národům.

Na obrázku 3 vidíme představu o možné podobě magnetického vozíku. Mělo se jednat o tzv. Čingischánův kompas, kdy „... v krytém vozu seděl voják a pozoroval nádobu s vodou, na které plaval magnet. Podle polohy magnetu pak otáčel dřevěnou rukou, která ...“^{x5} byla na střeše povozu a stále určovala směr pochodu vojsk mongolského Čingischána (kolem 1162–1227).



Obrázek 3ⁱ: Čingischánův kompas

I v Evropě nalezneme historické záznamy o používání magnetovce. V jedné staré irské kronice z roku 800 se vyskytuje poznámka, ve které se píše o „Leidarsteine“ⁱⁱ, podle kterého se námořníci řídili. Christopher Hansteen (1784–1873) věřil, že kompas byl v Irsku známý již v 11. století. Opírá se o důkazy uvedené na jedné straně spisu „Landnamabok“ z 11. století, kde vypráví o Vikingovi Flochedovi Vildegardonovi, třetím objeviteli Islandu (přišel z oblasti Rogaland v Norsku asi v roce 868). Vildegardon měl s sebou tři havrany, kteří mu sloužili jako ukazatelé a řídil se jimi. Když je vypustil na otevřené moře a oni se vrátili zpět k lodi, bylo jisté, že přesně v tomto směru není vidět žádná země. Poté stále

ⁱ Obrázek byl převzat z [21]

ⁱⁱ Tento termín uveden v originále [6]

upravoval svůj kurz podle havranů, až dospěl k pevnině. Údajně se na místě, kde kotvily lodě, musela konat velká oběť. Havrani sloužili i k tomuto účelu a byl připojen komentář: „... nebot' tehdy námořníci ze severní oblasti ještě neměli magnety (kompasy)“⁶.

Že byl kompas znám již na konci 12. století, víme ze satirických děl francouzského básníka Guyota z Provins (*okolo 1150) vydaných v roce 1203, který začínal na dvoře císaře Fridricha I. (1122–1190), zvaného Barbarossa (neboli „Rudovous“). V těchto básních se poprvé autor zmiňuje o Polárce, „Tramontana“^{i,ii}, podle které námořníci určovali směr a řídili své lodě. Poté se orientovali pomocí jehly, potírané kamenem tmavé barvy, položené na stéblo trávy, které nechali volně plavat na vodě. „... Jehla stále natáčela svůj hrot k jedné hvězdě, a když bylo moře temné a nebyla vidět ani hvězda, ani Měsíc, námořníci se neobávali, že se ztratí.“ⁱⁱⁱ

Gyot z Provins také ve svém díle *La Bible* cituje: „... Chci připomenout hvězdu, která se nikdy neposouvá. Námořníci, kteří si ji zvolili za průvodce, ji velmi pečlivě pozorovali a řídili podle ní svou cestu. Nazvali ji polární hvězda. Je fixována a nehýbe se. Všechny další se hýbají a mění svou pozici, ale tato hvězda se nehýbe. Měli zařízení, které je nikdy ne-oklamalo, kvůli kvalitě magnetu. Měli ošklivý hnědý kámen, který přitahoval železo. Čtvrtinu jehly potřeli tímto kamenem a přilepili na stéblo slámy. Celé toto zařízení dali do vody, kde právě sláma způsobila plování celého zařízení. Pak se hrot natočil přesně k hvězdě, s takovou jistotou, že se nikdy nezmýlí a žádný námořník o tom nepochyboval. Když bylo moře tmavé a mlhavé, že nebyly vidět ani měsíc ani hvězdy, umístili námořníci rozsvícenou svíčku k jehle a pak se neobávali ztráty správné cesty. Jehla ukazovala přímo k hvězdě a námořníci věděli, jak získat správnou cestu. Toto je zařízení, které se nikdy nemýlí. Ta hvězda je velmi čistá a velmi jasná, a tak si přeji, aby to byl náš svatý otec.“^{iv, 48}

Prvním spisem o magnetismu v Evropě byla *Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad Sygerum de Foucacourt militem de magne* z roku 1269. Francouzský voják Pierre de Maricourt (latinsky zvaný Peregrinus) rozdělil své, na svou dobu neobyčejně vědecky fundované, dílo na dvě části. V první části se věnoval vlastnostem magnetovce. Rozpoznal polaritu (je to vůbec první písemná zmínka), poprvé v souvislosti s magnetismem použil slovo „pole“, popsal metodu k určení severního a jižního pólu a v neposlední řadě popsal také vliv jednoho magnetu na druhý (přitahování a odpuzování). V druhé části se Peregrinus zabýval využitím magnetů. Snažil se neúspěšně sestavit magnetické perpetuum mobile, využíval klasický kompas a navrhl nový typ kompasu, tzv. „otočný kompas“^v. Své závěry doprovázel četnými experimenty, zjistil mimo jiné, že i sebemenší kousek magne-

ⁱ <http://es.wikipedia.org/wiki/Tramontana>

ⁱⁱ Dnes se tento termín používá pro chladný a turbulentní vítr ze severovýchodu až severu, který vane ve Španělsku v oblasti Katalánska a na pobřeží Baleárských ostrovů (Majorka, Ibiza, Minorca, Formentera). Dosahuje rychlosti více než 100 km·h⁻¹.

ⁱⁱⁱ „... Sie dreht ihre Spitze immer nach jeden Sterne, und wenn auch das Meer finster, und weder Stern noch Mond zu sehen ist, so fürchten die Seefahrer dennoch nicht sich verirren.“⁶

^{iv} „I wish he resembled the star which never moves. The mariners who take it for their guide, observe it very carefully, and go and come directing their way by it; they call it the polar star. It is fixed and motionless; all the others move, and change, and vary their position; but this star moves not. They have a contrivance which never deceives them, through the qualities of the magnet. They have an ugly brown stone, which attracts iron; they mark the exact quarter to which the needle points, which they have rubbed on this stone and afterwards stuck into a straw. They merely put it in water, in which the straw causes it to swim: then the point turns directly towards the star, with such certainty that it will never fail, and no mariner will have any doubt of it. When the sea is dark and foggy, that neither star nor moon can be seen, they place a lighted candle beside the needle, and have then no fear of losing their way; the needle points direct to the star, and the mariners know the right way to take. This is a contrivance which cannot fail. The star is very fair, and very bright; and so I wish our holy father (the pope) were.“ z [70]

^v „pivoted compass“ z Wikipedia Peregrinus

tovcem se stále chová jako magnet. Peregrinus experimentoval také s velkým kulovým magnetem, který představoval model Země. Svými empirickými metodami vyvrátil představu, že magnetka je přitahována magnetickými horami, jež údajně měly existovat někde na severu. O magnetických ostrovech se tradovaly zmínky i v antice, kdy tyto ostrovy tvořené magnetovcem měly přitahovat celé lodě, především železné hřebíky v nich. Tyto ostrovy měly být zodpovědné za ztracené lodě.



Obrázek 4¹: Obálka jednoho z Peregrinových spisů

Význam Peregrinova spisu je značný, nejen že se jedná o vůbec první spis, který se soustavně věnoval magnetismu, ale je také cenný svými četnými experimenty. Myšlenky z tohoto spisu dále rozpracovával a experimentálně ověřoval William Gilbert.

Gilbert ve svých spisech tvrdí, že Marco Polo (1254–1324)⁶⁷ přinesl kompas z Číny. Samotné provedení tohoto důležitého přístroje nebylo ničím podloženo, ani Guyot de Provins ve své básni o Mořském kompasu, ani Jacques de Vintry a Dante se o konstrukci nezmínili. Vlastní přístroj připomenul až Marco Polo, který cestoval v letech 1271–1295. Před odjezdem Marca Pola, již v polovině 13. století, používali mořský kompas obyvatelé Katalánska a Baskicka (dnešní dvě autonomní oblasti Španělska⁶⁶).

Běžně byl připisován vynález kompasu Flaviovi Giojaovi z Amalfi v královské říši Neapol, kde žil okolo roku 1302. Bylo to podepřeno tím, že město Amalfi mělo kompas ve svém znaku (obr. 5). Je ale pravděpodobné, že tento slavný mořeplavec získal původní podobu kompasu (tj. magnetická tyčka pevně připevněna na korku a plavající na vodě) od Arabů z Rótského (Rudého) nebo z Arabského moře. Nedokonalý přístroj významně zlepšil tím, že jehlu umístil na hrot a kompas poté rozdělil podle světových stran na osm částí. Tím naznačil základ budoucí větrné růžice vyznačující světové strany. Vyznačil i severní směr písmenem „T“, ke kterému později ještě přidal lilii, a to z úcty a poplatnosti svému neapolskému králi. Označení severu písmenem „T“ mohlo mít původ v tehdejší italské výrazu pro sever „Transmontane“, což znamená „za horami“, tj. za Alpami, které jsou na severu Itálie. V 16. století došlo k dalšímu zdokonalení námořního kompasu Holanďany. Jejich větrná růžice byla opatřena 32 hroty a nechyběla ani lilie na severní straně. V renesanci bylo kreslení větrných růžic velmi oblíbené a toto vyobrazení splňovalo funkci nejen účelovou, ale i estetickou. Větrná růžice se stala bohatým ornamentem a výtvarným doplňkem řady map nejen námořních, jak tomu výhradně bylo dříve. Ostatně mnoho národů by mohlo požádat o přiznání zásluh na objevování a zdokonalování kompasu. Italové se chlubí vynálezem, Angličané zavedením kolísavého závěsu u mořského kompasu, od Holanďanů přišlo pohodlné pojmenování světových stran na větrné růžici atd.



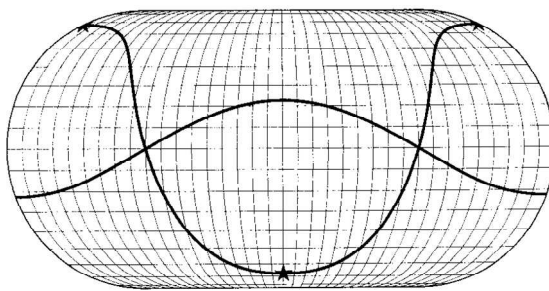
Obrázek 5: Znak Amalfi

Další vědeckým objevem bylo pozorování odchylky u volně pohyblivé magnetické střílky v její klidové poloze. Neukazovala přesně ve směru sever–jih, nýbrž vykazovala větší nebo menší odchylku od tohoto směru. Tato odchylka se nazývá deklinace a podrobně ji studoval později William Gilbert. Byla také objevena inklinace.

¹ Obrázek převzat z <http://www.theiet.org/about/libarc/archives/biographies/peregrinus.cfm>

Ferdinand Kolumbus (1488–1539)ⁱ, syn slavného objevitele Ameriky, potvrdil v italsky sepsaném životopise svého otce, že 14. září 1492 Kryštof Kolumbus pozoroval deklinaci na svém kompasu. Tento slavný mořeplavec měl dokonce velkou zásluhu také na astronomickém určení polohy trasy jen s odchylkou 2,5° jižně od azorského ostrova Corvo. V té době se v západní části atlantického oceánu Kolumbus zaměřil na pozorování přechodu deklinace postupně ze severovýchodu k severozápadu. O dvě stě let později Melchisédec Thévenotⁱⁱ (1620–1692) zmínil ve svém díle *Recueil des Voyages*⁵⁷ (1681) existenci latinského dopisu s pozorovanou deklinací již z roku 1269, a to o velikosti 5°. Alfonso de Santa Cruz, učitel matematiky mladého císaře Karla V., sestavil údajně již roku 1530 první všeobecnou mapu izogonických linií. Toto je ovšem podloženo jen velmi kusými materiály.

První tabulky a mapu světa s izogonickými čarami vyhotovil Guillaume Le Nautonier (1557–1620).⁴⁵



Obrázek 6ⁱⁱⁱ: Nautonierova zjednodušená mapa



Obrázek 7^{iv}: Nautonierova mapa i s kontinenty

Autorem zpřesněné mapy sestavené na základě svého dvouletého zkoumání v atlantickém oceánu mezi 52. severní a 52. jižní rovnoběžkou je Edmund Halley⁵⁵ (1656–1742). Svě



Obrázek 8^v: Izogonická mapa

poznatky sepsal v roce 1701 do díla *General Chart of the Variation of the Compass* (Obecná mapa o odchylkách kompasu). Tedy teprve během poloviny 17. století se lidstvo přesvědčilo o správnosti objevu deklinace, jakož i o jiné velikosti deklinace na různých místech Země.

Athanasius Kircher⁶⁹ (1601–



Obrázek 9⁵⁵: Mapy E. Halleyho

1680) shromažďoval a kompletoval různé sebrané pozorování, ze kterých sestavil soubor map pro oblast středozeří a světových moří od Lisabonu, přes Čínu a Brazílii za pomoci Jezuitů, pro severní oblasti za pomoci Angličanů a Holanďanů, a také pro celou Evropu. Kircher také se svých spisech uvedl, že jeden jeho přítel měl u Neapole zpozorovat po erupci Vesuvu velké změny v odchylce

ⁱ http://en.wikipedia.org/wiki/Fernando_Col%C3%B3n

ⁱⁱ http://en.wikipedia.org/wiki/Melchis%C3%A9dech_Th%C3%A9venot

ⁱⁱⁱ Převzato z <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/nautonier2.gif>

^{iv} Převzato z <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/nautonier1.jpg>

^v Převzato z <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/images/palsky/halley-map.jpg>

magnetické střelky. Vedle sestavování souborů map se Athanasius Kircher věnoval také účinkům magnetu na lidský organismus, které se tradovaly jako zázračné a léčebné.



P. ATHANASIVS KIRCHERVS FVLDENISIS
ē Societ: Iesū Anno ætatis L.III.
Hic et obdormit regi solus et D.D. C. Blomart Romæ a. MDCCLXX.

Obrázek 10ⁱ: A. Kircher

Podle Kircherovy zprávy již Pedanio Dioscórides z Anazarbu (40–90), Claudius Galen (131–201) a Avicenna (980–1037), celým jménem Abu Ali al-Husain ibn Abdallah ibn Sina, připisovali magnetu sílu, která napravovala silné mizy v lidském těle. Flavius Aëtius (390–454) tvrdil, že člověk si může být jist tím, že ti, kteří trpěli dnou chiragra – zasahující klouby rukou, dnou podagra – postihující prsty dolních končetin, a následky křečí, pocítí úlevu, pokud budou v ruce držet magnet. Koncem středověku se vyskytují nové magnetické kúry. Koncem 16. století Johann Jacob Wecker (1528–1586) uvádí, že magnet přináší úlevu i při bolestech hlavy, když jej držíme na hlavě, a upozorňuje na poučení se od starších. Také Giambattista della Porta (1535–1615) doporučoval používání magnetu při bolestech hlavy a Athanasius Kircher radu rozšířil o nošení magnetu na krku proti křečím a bolestem nervů. Koncem 17. století se vyráběla magnetická zubní párátka a ušní lžičky. Vychvalovalo se odhalení tajemství účinku magnetu proti bolestem zubů, očí a uší. V knize z roku 1739 vydané v Paříži uvedl kněz François-Xavier Dentrecolles (1664–1741) doporučení, aby člověk používal magnet z Číny zvláště k léčení zánětu. „... Pokud zánětlivé místo posypeme železnými pilinami a přiblížením magnetu vyzvedneme podstatu nemoci“⁶.

Doktor Franz Anton Mesmer (1734–1815)ⁱⁱ prováděl kolem roku 1773 různé pokusy s magnetem s cílem vyléčit různé nemoci. Snažil se završit své bádání žádoucími úspěchy s ohledem na rozmanitost aplikace magnetu. Povzbuzen sledováním svých pokusů dospěl k objevu, že také působením na nemoc bez magnetu, pomocí pouhého dotyku svých rukou, lze dosáhnout léčebného účinku. Svá tvrzení a zkušenosti z této oblasti shrnul v díle *Send-schreiben an einen auswärtigen Arzt über die Magnetkur* (Víděň 1775) a pro méně odbornou veřejnost sepsal titul *Animalischen Magnetismus*. Mesmer vymyslel zásobení lidského těla silou, která má analogii s magnetickým působením, a pojmenoval analogii běžného magnetu se silou sdílenou člověkem „animalischen Magnetismus“ nebo také „thierischen Magnetismus“ⁱⁱⁱ. Tvrdil, že tato jakkoli buzená síla, může být použita k uzdravení nemocí. Podrobnosti týkající se „zvířecího“ magnetismu, jeho vzniku a vývoje však již nepatří mezi oblasti fyziky. Vrátime se tedy k nejvýznamnější osobnosti, která měla největší zásluhy na zahájení vědeckého studia magnetismu a bývá označována za otce magnetismu, Williamovi Gilbertovi.

William Gilbert se narodil 24. května 1544 v Colchesteru v hrabství Essex v Anglii. Gilbert po klasické střední škole nastoupil na kolej a v roce 1560 dosáhl bakalářské úrovně. Po žebříčku vědeckých hodností postupoval velmi rychle, za čtyři roky poté se stal mistrem svobodných umění a v roce 1569 se stal doktorem medicíny. Ve své lékařské praxi dosáhl značných úspěchů a v roce 1573 byl přijat do Královské lékařské společnosti a později se stal i osobním lékařem královny Alžběty I. Gilbert byl všestranně vzdělaný, zabýval se nejen lékařstvím, magnetismem a chemií, ale také i astronomií a filozofií. Jeho první vědecké práce byly z oblasti chemie a souvisely s Gilbertovým povoláním lékaře a nutností připravovat různé léky. I po smrti královny Alžběty v roce 1603 zůstal Gilbert ve službách

ⁱ Převzato z <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/hst/scientific-identity/fullsize/SIL14-K002-02a.jpg>

ⁱⁱ http://de.wikipedia.org/wiki/Franz_Anton_Mesmer

ⁱⁱⁱ Termín „thierischen Magnetismus“ byl ve své době velmi populární. Svědčí o tom řada knih, které byly tomuto tématu věnovány, například v knihovně Deutsches Museum – 14 titulů, více na: <http://spbx4.bib-bvb.de:8080/webOPACClient.dmmis/dispatch.do>

osobního lékaře dalšího panovníka Jakuba I. Avšak i Gilbert v tomto roce umírá, a to 10. prosince 1603 při morové epidemii.

Během svého života se William Gilbert často setkával i s proslulými mořeplavci, kteří mu předávali své osobní zkušenosti s chováním kompasu při svých dalekých plavbách. Mořeplavci mu dováželi z dalekých zemí i různé vzorky železných rud. Gilbert svá bádání doprovázel četnými pokusy. Své závěry, zkušenosti, myšlenky a získané informace shrnul do svého největšího díla *De magnetibus, magnetisque corporibus et de magno magneti tellure; Physiologia nova, plurimis et argumentis et experimentis demonstrata*, které vydal v roce 1600. Český překlad tohoto významného spisu zní *O magnetu, magnetických tělesech a velkém magnetu – Zemi; nová fyziologie, dokázaná množstvím argumentů a pokusů*⁴⁶. Jak už název napovídá, jedná se o velmi rozsáhlé dílo, které je podepřeno množstvím



Library of Congress

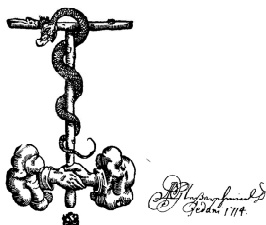
Obrázek 11ⁱ: W. Gilbert

experimentů a shrnuje dosavadní znalosti o magnetu a jeho působení. Ve svém spise uvádí „... Jestliže si někdo nebude přát souhlasit s těmito názory a paradoxy, necht' před obrátí pozornost na hojnost pokusů a objevů (díky nim kvete každá filozofie). Pokusy byly vymyšleny a uskutečněny díky našemu velikému úsilí, bdění a odříkání.“⁵ Na svou obhajobu vyzdvihuje způsob zpracování celého spisu „...“

Vždyť v těchto knihách je publikováno pouze to, co bylo podrobeno zkoumání a mnohokrát bylo uděláno a přezkoušeno.“⁵ Gilbert kritizuje a odsuzuje prosté přebírání poznatků od předchozích autorů, kteří by měli vše podrobovat experimentu a ověřovat. Ve svém díle kritizuje značné množství spisů, své rozhořčení a znechucení vyjadřuje slovy „... oni jen přepisují cizí výmysly.“⁵ Díky důslednému postupu se Gilbertovi podařilo oddělit nesprávné spekulace od skutečných zákonitostí a pomocí svých experimentů objevit i řadu nových poznatků o magnetismu. Při svém zkoumání vycházel i z technologií různých

G VILIELMI GIL
BERTI COLCESTRE-
NIS. MEDICI LOND-
NENSIS.

DE MAGNETE. MAGNETI-
CISQVE CORPORIBVS ET DE MAG-
no magneti tellure; Physiologia noua,
plurimis & argumentis, & expe-
rimentis demonstrata.



LONDINI
EXCVDEBAT PETRVS SHORT ANNO
MDC.

Obrázek 12ⁱⁱ: De Magnete

řemesel, například z kovářství, kdy si všimnul, že do červena rozžhavené železo již nepůsobí na magnetickou střelku, tj. odstranění magnetizace zahřáním na vysokou teplotu. Už tenkrát věděl o „... vynikajících vlastnostech oceli před měkkým železem, protože tamten si osvojil trvale sdělenou sílu, a na dlouhý čas mohl být nosičem magnetismu.“⁶ Gilbert objevil, že „... každý magnet má dva „póly“ a z nichž ty, jež směřují v jednu světovou stranu, se vzájemně odpuzují, opačné pak že se přitahují, přes to nelze obdržeti nikdy pól jednotlivý. Neboť přerazí-li se magnetovec nebo přeseke-li se umělý magnet, jeví každý kus zase dva póly, jež leží v témže směru jako původní.“¹⁹ Gilbert vyslovil názor, že magnetická střelka nemíří k nějakému bodu na obloze, ale že její poloha je určena Zemí, která sama je jediným velikým magnetem. Nechal si po Peregrinově vzoru zhotovit z magnetovce velkou kouli a nazval ji terellou, na které provedl řadu

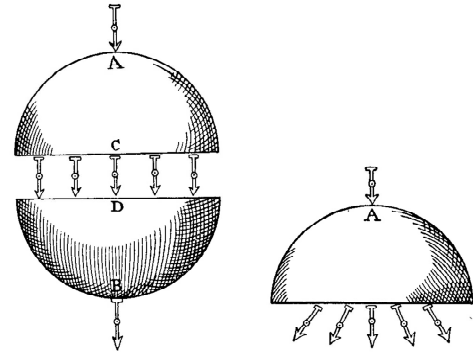
měření pomocí magnetických střelek. Ověřil tak Peregrinovy předpoklady a poznatky, našel póly (místa, kde se magnetická střelka natočila kolmo k povrchu koule), magnetický

ⁱ Převzato z <http://content.answers.com/main/content/img/scitech/HSwillig.jpg>

ⁱⁱ Převzato z <http://www.ieap.uni-kiel.de/plasma/ag-piel/vorl/kap30/demagnet.gif>

rovník atd. Našel tedy analogii v prostorovém uspořádání magnetického pole Země a velké koule z magnetovce. Mohl tedy již tvrdit, že Země sama je veliký magnet.

Gilbert pravděpodobně jako první vytvořil homogenní magnetické pole a to tak, že nechal rozříznout velkou magnetickou kouli podél magnetického rovníku. Na obrázku 13 je vidět, jak průběh magnetického pole u jedné polokoule, tak také při oddálení obou vzniklých polokoulí. V prostoru mezi oběma částmi (prostor mezi body C a D) vzniklo homogenní magnetické pole.



Obrázek 13ⁱ: Magnetické pole

Francouz Charles–Augustin de Coulomb (1736–1806) kvantitativně formuloval vzájemné působení mezi „... dvěma magnetismy podle onoho zákona o druhých mocnostech vzdáleností.“¹⁹

Tento zákon vyslovil jako analogii k formulaci pravidla pro silové působení z roku 1785 pro „... dvě elektřiny.“¹⁹

Německý matematik Johann Carl Freidrich Gauss (1777–1855) prvně změřil absolutní magnetický moment ocelových magnetů a intenzitu zemského magnetismu. Jeho matematická teorie zemského magnetického pole je přímým a ukončeným pokračováním díla Williama Gilberta.

V roce 1820 dánský fyzik Hans Christian Oersted (1777–1851) prokázal vztah mezi magnetismem a elektřinou tím, že drát protékaný elektrickým proudem způsobil odchylku magnetky.

André Marie Ampère (1775–1836) vysvětlil v letech 1821–22 princip magnetismu ne již domněnkou o dvou magnetických fluidech, ale působením hypotetických molekulárních proudů.

Francouzský fyzik Antoine César Becquerel (1788–1878) v roce 1827 informoval o zvláštním chování bismutu a antimonu. U obou těchto kovů pozoroval odstrčení na obou koncích magnetu. Navázal tak myšlenkově na dílo holandského fyzika Antona Brugmanse (1732–1789), který výše zmíněné odstrčení vizmutu od obou pólů magnetu popsal již v roce 1778 ve spise *Antonii Brugmans Magnetismus, seu, De affinitatibus magneticis observationes academicae*. Jak Becquerelovo, tak Brugmansovo pozorování bylo zapomenuto až do roku 1845. Kdy Angličan Michael Faraday (1791–1867) objevil, že magnet působí na všechna tělesa bez výjimky. Látky tedy třídil na magnetické a diamagnetické. Většina látek je přitom diamagnetická, tzn. že jsou magnetem odpuzovány a (para)magnetismus je spíše výjimkou. Faraday zkoumal také magnetické silokřivky, které se vytvořily v prostoru kolem magnetů a zobrazovaly tak jejich procesy a stavy. Faraday popisoval výsledky svých pokusů velmi přesně, vyvozoval z nich dílčí závěry pro další postup a vše logicky důsledně vyjádřil ve svých názorech a závěrech. Teorii ovšem nezpracoval matematicky, toho se ujal skotský fyzik James Clerk Maxwell (1831–1879), který svými později slavnými maxwellovskými rovnicemi popsal komplexně elektromagnetické pole. Maxwellova teorie předpokládala ve shodě s experimenty, že magnetizace závisí na intenzitě magnetického pole. U magneticky tvrdých materiálů, například u většiny druhů ocelí, závisí magnetizace podstatně méně na okamžité intenzitě pole než na předchozí úpravě. V opačném případě by totiž nemohly existovat trvalé magnety. U takových látek objevil roku 1880 německý fyzik Emil Warburg (1846–1931) jev zvaný hystereze; název pochází od skotského fyzika Jamese Alfreda Ewinga (1855–1935), který samostatně učinil stejný objev

ⁱ Převzato z [5]

roku 1882. Pokud budeme zesilovat pole od nulové hodnoty, bude se magnetizace řídit jiným zákonem než v případě zeslabování pole k nulové hodnotě. Proto proces přemagnetování vyžaduje práci, která se v magnetu přemění v teplo.

Francouzský fyzik Pierre Curie (1859–1906) zasáhl výrazně do nauky o magnetismu objevem z roku 1895, že diamagnetismus nezávisí na teplotě, kdežto paramagnetická susceptibilita klesá se vzrůstající teplotou, a to nepřímo úměrně. U feromagnetismu nastává při teplotě nad tzv. „teplotu Curieovu“, charakteristickou pro danou látku (u železa 774 °C, u niklu 372 °C, u kobaltu 1149 °C), přechod do normálního paramagnetického stavu, který se vzrůstající teplotou postupně slábne.

Jiný francouzský fyzik Paul Langevin (1872–1946) podal roku 1905 teoretický výklad opačného chování diamagnetických a paramagnetických látek. Zatímco „... diamagnetismus je založen na indukčním působení magnetického pole na elektrony v molekule, jsou příčinou paramagnetismu svobodně se otáčející elementární magnety s konstantním momentem; pole se snaží usměrnit je proti tepelné neuspořádanosti.“¹⁸

O dva roky později rozšířil tuto teorii opět další krajan Pierre Ernest Weiss (1865–1940) i na feromagnetika. Vycházel z předpokladu existence vnitřního pole (s intenzitou charakteristickou pro dané těleso a jeho okamžitou magnetizaci), které s vnějším magnetickým polem usměrňuje elementární magnety. Tato hypotéza nebyla sice Weissem prokázána, ale povedlo se to o několik let později. V roce 1927 se totiž podařilo Wernerovi Karlovi Heisenbergovi (1901–1976) vyložit vnitřní pole pomocí kvantové teorie výměnných sil.^{5, 18, 19, 28, 39, 43, 46, 47, 50, 59}

Výše uvedená historie magnetismu může sloužit jako přehled hlavních milníků teorie magnetismu. Důraz jsem kladla na historicky zajímavé etapy – prvopočátky magnetismu v Asii, či nejvýznamnější spis z této oblasti fyziky od Williama Gilberta. Záměrně je uváděna řada jmen i zeměpisných míst, které můžeme hojně využívat k mezipředmětovým vztahům. Z historických postav jsou uváděni nejen vědci, ale také panovníci, mořeplavci či spisovatelé.

7.2 Fyzikální experiment jako aktivizující prvek

Zkoumání fyzikálních dějů v přírodě je většinou poměrně komplikované, děje probíhají za různých podmínek, které nemůžeme ovlivnit. Pokud bychom chtěli daný fyzikální jev zkoumat podrobněji, museli bychom jej pozorovat několikrát a abychom pozorovali opravdu stejný fyzikální jev musíme zaručit totožné podmínky jako při předchozím pozorování. Z tohoto důvodu se nejen ve fyzikální vědě záměrně uměle navozují určité děje s předem stanovenými podmínkami, abychom mohli zkoumaný jev kdykoli a za totožných podmínek zopakovat. Ve fyzikální vědě tuto poznávací metodu nazýváme fyzikálním experimentem.

Fyzikální experiment má tři funkce, je : „... zdrojem získávání poznatků o přírodě a jejich zařazení do systému fyziky; kritériem pravdivosti vytvořené hypotézy či teorie a je také prostředkem spojení vědeckých poznatků s technikou, výrobou a životem.“¹⁰

Experiment ve vyučování fyzice nemá za cíl objevování zcela nových zákonitostí a poznatků, jako experiment vědecký, ale má za cíl objasňovat daný fenomén, zdůraznit jeho podstatné znaky, předvést fyzikální jev při měnících se podmínkách atd. Každý experiment by měl obecně mít následující logickou strukturu: motivaci, provedení, pozorování, zhodnocení a zobecnění. Zařazení experimentu do výuky je významné nejen z pohledu vzdělávací činnosti, ale také z hlediska výchovy žáka. Správně provedený experiment vede žáka

k pečlivosti, k přesnosti, k vytrvalosti při odhalování různých fyzikálních zákonitostí, k soustředěnému pozorování atd.^{4, 10, 35}

7.2.1 Klasifikace experimentů ve školské fyzice

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

Experimenty klasifikuje:

- Podle zaměření
 - Demonstrační
 - Žákovské frontální, skupinové a individuální (popř. domácí)
 - Laboratorní
- Podle provedení
 - Reálné – skutečně provedené
 - Myšlenkové – modelové situace
- Podle logické povahy
 - Kvalitativní – jen ukázky daného jevu
 - Kvantitativní – naměřené hodnoty veličin zpracováváme a vyhodnocujeme
- Podle didaktické funkce

○ Heuristické	○ Aplikační
○ Ověřovací	○ Historické
○ Motivující učivo	○ Opakující a prohlubující
○ Ilustrační	○ Kontrolní ^{10, 35}
○ Uvádějící fyzikální problém	

Následuje charakteristika vybraných druhů experimentů.

7.2.2 Demonstrační experiment

Demonstrační experiment měl dříve dominující postavení ve výuce fyziky. Ovšem i dnes má nezastupitelnou roli, žáci si při jeho správném pozorování vytváří prvotní představy o daných jevech a získávají smyslové vjemy, které mohou dále napomáhat formulaci základních pojmů dané problematiky.

I demonstrační pokus může mít několik funkcí, a to utvářet počáteční představy o fyzikálních jevech, studovat vlastnosti fyzikálních objektů, objasňovat činnost různých přístrojů nebo technických zařízení a ukázat příklady využití probíraných fyzikálních jevů či vlastností.

Jako každá didaktická metoda, i demonstrační experiment, má své výhody a nevýhody. V případě správného provedení může demonstrační experiment sloužit žákům jako vzor pro jejich další samostatnou činnost (laboratorní úloha, žákovský experiment apod.) Mezi výhody patří také koncentrace žáků na jediný objekt, který jim napomáhá vytvořit si určité algoritmy. Demonstračnímu experimentu dáváme přednost i tehdy, když je manipulace s pomůckami náročná, složitá, popř. i nebezpečná. Mezi nevýhody řadíme absenci bezprostředního kontaktu žáků s daným experimentem či nezjistitelnost aktivní pozornosti všech žáků ve třídě.

Demonstrační experimenty můžeme dělit podle didaktické funkce na: aplikační, heuristické, historické, ilustrační, motivující učivo, ověřovací a uvádějící fyzikální problém. Heuristické experimenty používáme na začátku nového učiva a s žáky postupujeme při vyvozování nových poznatků a zákonitostí induktivní metodou. Naproti tomu ověřovací experiment zařazujeme při potvrzování našich závěrů, k nimž jsme dospěli deduktivní metodou.

Na demonstrační experimenty je kladeno několik didaktických požadavků. Demonstrační experimenty by měl učitel provádět s optimálním načasováním, aby byly organickou součástí vyučovací hodiny. Je nežádoucí experimenty kumulovat a předvádět je pak najednou, kdy už žáci nemají přímé propojení s probíranými jevy a zákonitostmi. Experiment musíme srozumitelně interpretovat všem žákům, požaduje se jednoduchost, názornost, přesvědčivost a pochopitelnost. Například v případě složitějšího zapojení, můžeme dané schéma rozkreslit na tabuli a vysvětlit jednotlivé části nejprve na schématu a pak přímo v zapojení. Pokud pozorované děje probíhají příliš rychle, je vhodné experiment několikrát zopakovat.

Při vlastní demonstraci by měl učitel vždy upřednostňovat přímé demonstrování, tj. žáci mohou vlastní experiment pozorovat přímo nikoli přes projekci a zajistit dobrou viditelnost experimentu pro všechny žáky ve třídě. Na začátku experimentu seznámí učitel žáky se všemi přístroji a součástmi, vysvětlí nebo připomene jejich funkci. Při správné demonstraci má učitel na stole pouze to, co je součástí předváděného jevu. Vše ostatní co nepatří k experimentu působí rušivě a odpoutává pozornost žáků.

Aby byl demonstrační experiment co nejeфекtivnější, je potřeba rozlišovat jeho hlavní fáze. Na začátku je potřeba stanovit jasné cíle experimentu, rozlišujeme obecné a dílčí cíle. K obecným cílům řadíme například rozvoj logického myšlení a porozumění fyzikálním poznatkům a jejich aplikaci v praxi. Dílčí cíle jsou determinovány vlastním obsahem učiva, mohou být například psychomotorické (obsluha přístroje aj.) či hodnotové (dodržování zásad a pravidel bezpečné práce). Po stanovení jednotlivých cílů následuje myšlenková i technická příprava experimentu, následuje vlastní provedení daného experimentu se všemi náležitostmi (představení všech součástí, formulace předpokladů apod.). Každý experiment je zakončen kvalitativním nebo kvantitativním zhodnocením. U kvalitativního hodnocení vedeme žáky nejlépe formou diskuse k formulaci závěru pozorovaného fenoménu. Kvantitativní hodnocení uzavíráme matematickým vztahem nebo grafickou závislostí.

Je žádoucí, aby se učitel vracel k provedeným experimentům i při opakování na konci své vyučovací hodiny, popř. také na konci tematického celku.^{4, 10, 14, 35}

7.2.3 Žákovský experiment

Žák je při tomto druhu experimentu v bezprostředním kontaktu se studovaným fyzikálním fenoménem či vlastností. Žák je nucen se aktivně zapojovat, a to jak na kognitivní, tak i na motorické úrovni. Při osvojování fyzikálního učiva jsou touto metodou rozvíjeny žákovy tvůrčí i poznávací aktivity.

Žákovský experiment můžeme podle jeho cíle zařazovat do různých částí hodiny. Na úvod dané problematiky zařadíme tento experiment jako motivační. V souvislosti s novým učivem můžeme díky němu získat informace k formulaci pravidel, pouček nebo zákona. Při procvičování probrané látky můžeme využít žákovský pokus pro získání experimentálních dat pro řešení kvantitativní úlohy. Při opakování většího tematického celku využíváme tento experiment k vyzvednutí důležitých vlastností, zákonů a jevů.

Podle způsobu organizace a obsahu můžeme dělit žákovské experimenty na individuální, frontální a skupinové. Individuální experiment provádí jeden žák, a to buď jako demonstrační experiment ostatním žákům, nebo jako domácí experiment. Při frontálním experimentu provádí naráz celá třída (většinou ve dvojicích) se stejnými pomůckami tentýž experiment, který trvá zpravidla 5-10 minut. Učitel během frontálního pokusu řídí žáky ústními pokyny, postupuje se žáky po dílčích krocích, žákům radí a dbá na střídání jednotlivců při různorodých činnostech. Žáci při skupinovém experimentování zkoumají složitější jevy nebo zákonitosti. Pracují ve skupinkách většinou 3-5 žáků, učitel zde má roli pozorovatele a poradce, žáci musí projevit více samostatnosti. Pro skupinové experimenty jsou vhodné experimenty heuristické, ověřovací a aplikační. Učitel může danou problematiku rozdělit mezi jednotlivé skupiny, žáci si pak řeší svůj dílčí problém a se svými závěry z experimentu pak seznamují ostatní skupiny.

Při žákovských experimentech je zvlášť důležité dodržovat metodické pokyny. Volíme jednoduché pomůcky, dbáme na bezpečnost práce a dodržujeme daná specifika pro jednotlivé typy žákovských experimentů (například dostatek stejných souprav pro frontální výuku).^{10, 14, 35}

7.2.4 Laboratorní úlohy

Laboratorní úlohy jsou podobné frontálnímu či skupinovému žákovskému experimentu, žáci si osvojují psychomotorické dovednosti a učí se samostatnosti. Opět probíhají v malých skupinkách žáků a žáci pracují na rozdílném (popř. stejném) experimentu. Většinou jsou kvantitativní povahy a zařazují se zpravidla na závěr příslušných tematických celků. Důležitým znakem je diferencovanost, každá skupinka si pracuje vlastním tempem. Žáci o každé laboratorní úloze vypracují písemný záznam, tzv. protokol o provedení laboratorní úlohy, který odevzdávají ke kontrole učiteli. Protokol by měl obsahovat stručnou teorii úlohy, stěžejní částí jsou tabulky naměřených hodnot, výpočty a grafické závislosti, velmi důležitý je také závěr s hodnocením výsledků měření. Učitel hodnotí vedle obsahové stránky, také formální úpravu, grafické zpracování, pečlivost a přesnost měření. Výsledky z laboratorních úloh se následně hodnotí společně, vyvozují se obecné závěry apod.

Pro laboratorní úlohy je charakteristický předem vypracovaný návod, podle kterého žáci postupují. Opět je důležité dbát metodických pokynů, obzvláště pak bezpečnosti práce. Žáci si při provádění laboratorních úloh rozvíjí dovednosti a schopnosti pracovat se stále technicky dokonalejšími přístroji a pomůckami. Stávají se více samostatnými, učitel je v roli rádce.

Při laboratorních úlohách si žáci osvojují důležité pracovní návyky (kontrola pomůcek před vlastním experimentem, dodržování laboratorního řádu, udržovat pořádek na pracovišti, bezpečnost práce apod.)^{10, 14, 35}

7.2.5 Význam a didaktické funkce experimentu ve výuce

Z předchozích odstavců je zřejmá významnost a nezastupitelnost experimentu v celém edukačním procesu. Každý fyzikální experiment má svůj specifický záměr a slouží učiteli jako prostředek k řízení myšlenkových operací žáků a k pronikání do logické stavby fyzikálního učiva.

Fyzikální experiment je významný jako zdroj poznatků o fyzikálních jevech a vlastnostech, ale i metod získávání těchto poznatků. Přispívá k aktivizaci žáků, obzvláště při

žakovském experimentu, napomáhá rozvoji fyzikálního myšlení, pozorovacích schopností, technických dovedností, zručnosti a samostatnosti.

Jak již bylo uvedeno v 7.2.1 rozlišujeme celkem devět skupin experimentů, mezi kterými existují samozřejmě i přechodné typy. Často se stává, že stejný experiment můžeme v různých částech vyučovací hodiny použít s jiným cílem (například jednou jako heuristický, později po výkladu učitele jako aplikační či ověřující a při opakování jako prohlubující experiment).

Experimenty heuristické (objevitelské) mají při výuce fyziky zvlášť významné postavení, žáky do značné míry aktivizují a motivují, jelikož se i oni mohou stát objeviteli a experimentálními fyziky. Žáci induktivně vyvozují (pro ně nové) poznatky, fyzikální jevy a zákonitosti.

Ověřovací (verifikační) experimenty by se měly být do výuky zařazovány vždy, když je nový fyzikální vztah či zákon odvozen deduktivní metodou, popř. pokud byl nový poznatek sdělen dogmaticky. Do této skupiny se řadí také experimenty, kterými žáci ověřují správnost svého řešení daného problému.

Před výkladem nového fyzikálního jevu, poznatku je vhodné zařadit motivační experiment. Často je samotný experiment nenáročný, používají se jednoduché pomůcky. Pro větší atraktivitu se využívají efektní experimenty, popř. experimenty s překvapivým průběhem či koncem. Žáky je možné zaktivizovat také používáním netradičních pomůcek (hračky, domácí „odpad“ apod.). Učitel může využívat jako motivační i domácí experiment, je ovšem nezbytné, aby experiment byl pro všechny žáky dobře srozumitelný, jasný a v domácích podmínkách snadno proveditelný. Při výkladu nového učiva může vybraný žák daný experiment provést znovu a tím se celá problematika připomene všem žákům ve třídě. Pokud z motivačního experimentu vychází vlastní odvození fyzikálního zákona, je žádoucí, aby byl experiment zopakován i při samotném výkladu.

Mezi ilustrační (expoziční) experimenty se řadí většina kvalitativních experimentů, kdy se žáci seznamují s tím, jak zkoumaný jev vypadá. Ilustrační experimenty kvantitativní povahy jsou velmi podobné s verifikačními experimenty, zde je ovšem kladen důraz na zvýšenou názornost daného jevu s jeho význačnými vlastnostmi.

Experimenty uvádějící fyzikální problém mohou být používány v mnoha částech vyučovací hodiny, častěji používáme spíše myšlenkového než reálného experimentu. Mohou sloužit jako aktivizující a motivační prostředek před výkladem nového učiva. Častěji se používají jako součást opakování a prohlubování fyzikálního učiva nebo při kontrole vědomostí jednotlivých žáků. Problémové úlohy dávají učiteli možnost diferencovaného přístupu k jednotlivým žákům, prověřují správné a hlubší porozumění vybraného učiva.

Aplikační experimenty představují využití teoretických poznatků přímo v praxi, v běžném životě. Tyto experimenty objasňují často dosti abstraktní poznatky na praktickém použití. Často se využívají jednoduché modely složitějších technických zařízení nebo jejich hlavních částí.

Historické experimenty se zařazují do výuky nejen kvůli své historické hodnotě (například objev fyzikálního zákona), ale i kvůli hlubšímu významu ve své době (rozvoj vědy, prospěšnost pro společnost aj.). Historické experimenty jsou vhodné pro aktivizaci žáků, učitel může hojně využívat mezipředmětových vztahů, uvést zajímavosti té doby, významné události a postavy.

Mezi experimenty opakující a prohlubující učivo patří všechny laboratorní úlohy, problémové úlohy, opakující a shrnující experimenty apod. V mnoha případech se mohou řadit i domácí experimenty. Při prohlubování učiva hrají důležitou roli myšlenkové experimenty.

Jednou z možností kontroly vědomostí je využívání kontrolních (diagnostických) experimentů. Při nich by měli žáci prokázat porozumění, schopnost naplánovat daný experiment, sestavit jej, provést a vyhodnotit. Vlastním prováděním experimentu žáci trénují manuální dovednosti. Jako kontrolní experimenty můžeme částečně chápat také problémové a laboratorní úlohy nebo frontální experimentování.^{10, 14, 35}

Následující kapitola se věnuje konkrétním ukázkám možných experimentů.

8 Experimenty ve výuce magnetismu

8.1 Využívání experimentů ve výuce

Ve výuce fyziky se žáci setkávají s magnetismem poprvé v šesté třídě základní školy při výuce fyziky, popř. v odpovídajícím ročníku víceletého gymnázia, tj. v primě. Seznamují se postupně se základními pojmy, jako magnet, magnetické póly, magnetické pole, magnetizace látky a základními vlastnostmi, jako je působení magnetu na ostatní tělesa a vlastnostmi magnetických látek. V deváté třídě základní školy, popř. v odpovídajícím ročníku víceletého gymnázia, se žáci k základním poznatkům o magnetismu vracejí při úvodu do elektromagnetismu. Na třetím stupni se nauka o magnetismu probírá u škol gymnaziálního typu podrobněji ve třetím ročníku a na ostatních středních školách v prvním nebo druhém ročníku.

Nedílnou součástí výuky by mělo být i velké množství experimentů. Podle celostátního výzkumu⁸ provedeného v roce 2005 jsou experimenty v hodinách fyziky na všech stupních škol velmi oblíbené. Ať už se jedná o experimenty, které předvádí vyučující, nebo experimenty, které provádějí samotní žáci.

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

Překvapivá čísla se objevila u nižších tříd víceletých gymnázií (NG). Během vyučování se věnuje experimentům prováděným vyučujícím a žáky 18 % vyučovací jednotky. Učitel věnuje experimentům ve svých hodinách přibližně 11 % celkové časové dotace a žáci experimentují průměrně 7 % výuky. Snížení procentuálního zastoupení výskytu experimentu v hodinách fyziky je pravděpodobně způsoben tím, že vyučující již kladou větší důraz na výklad a procvičení učiva (opakováním a úlohami), jako je tomu ve vyšších ročnících gymnázií. (další složky vyučovací hodiny: výklad – 26 %, opakování – 19 %, úlohy – 19 %, referáty – 5 %, vyprávění – 4 %, video – 4 %, film – 3 % a internet – 2 %)

Na školách středního typu četnost provádění experimentů dále klesá. Na vyšším gymnáziu (VG) se experimentům věnuje 17 % z celkové časové dotace, z toho vyučující provádí experimenty v 10 % a studenti v 7 %. (další procentuální zastoupení částí hodiny: výklad – 27 %, úlohy – 20 %, opakování – 19 %, video – 5 %, referáty – 4 %, vyprávění – 4 %, film – 3 % a internet – 1 %).

Na ostatních středních školách (OŠ) je na tom provádění experimentů ve výuce fyziky co do četnosti nejhůře. Vyučující provádějí experimenty ve výuce v průměru 9 % výuky, studenti se této činnosti věnují samostatně pouze 6 % z celkové časové dotace. (další složky vyučovací hodiny v procentuálním zastoupení: výklad – 26 %, opakování – 19 %, úlohy – 17 %, vyprávění – 6 %, referáty – 5 %, video – 5 %, film – 4 % a internet – 3 %).

Z těchto čísel vyplývá, že výskyt experimentů v hodinách fyziky je téměř alarmující. Experimenty předváděné učitelem, které žáci na všech typech škol hodnotili jako nejoblíbenější součást vyučovací hodiny, zaujímají ve výuce přibližně jen desetinu (na ZŠ 12 %, na NG 11 %, na VG 10 % a na OŠ 9 %). Experimenty prováděné samotnými žáky jsou na tom ještě o něco hůře, v průměru se jim v hodinách fyziky věnuje necelých 8 % celkové časové dotace (na ZŠ 9 %, na NG 7 %, na VG 7 % a na OŠ 6 %). Přitom jsou druhou nejoblíbenější částí hodiny.

Příčinu toho, že žákovské experimenty jsou méně oblíbené než experimenty předváděné samotným vyučujícím, je možné spatřit v ojedinělosti jejich provádění. Logicky by se dalo předpokládat, že vlastní činnost žáků bude oblíbenější než pouhé pozorování. Pokud žáci nejsou zvyklí provádět experimenty, je pravděpodobné, že při této činnosti se cítí nejistí a raději se staví do pasivnější pozice. Abychom ve studentech probudili jejich přirozenou zvědavost a aktivitu, je do vyučovacích hodin potřeba zařazovat větší množství experimentů ve všech možných formách. Od experimentů ozřejmujících základní pojmy a popisujících probíraný jev, přes experimenty kvantitativní (vhodné jako laboratorní úlohy), problémové úlohy až po experimenty, kdy si žáci sami něco vyrobí. Pokud si žáci navyknot sami experimentovat, bude možné během vyučovací hodiny pouze dát návod na provedení experimentu či návod k vyrobení svého vlastního fyzikálního přístroje, popř. fyzikální hračky a žáci si příslušné experimenty pravděpodobně doma se zájmem provedou. Je vhodné je motivovat tím, že své výrobky mohou příští hodinu přinést a že se s nimi bude něco dále provádět, popř. že oceníme nejlepší výtvary.⁸

Následuje mnoho experimentů na podporu výuky magnetismu na základní škole, popř. v nižších ročnících víceletých gymnázií. Zvolila jsem takové uspořádání experimentů a poznatků z magnetismu, přestože takovéto řazení není zcela v souladu se současnými učebnicemi fyziky, které dává žákům možnost samostatně objevovat dané zákonitosti či vlastnosti magnetismu. Žáci mohou pomocí heuristických experimentů na základě vlastních zkušeností z pozorování magnetu při různých situacích logicky vyvozovat dílčí poznatky. Uvedla jsem řadu alternativních experimentů, které umožňují vyučujícímu vybrat ten nejvhodnější experiment pro své žáky, popř. mohou inspirovat pro další experimenty. Pochopení dané látky můžeme ověřovat na problémových úlohách a řadě úkolů. Z učebnic fyziky pro základní školy se mému záměru nejvíce přiblížily v určitých fázích učebnice [23] a [30].

Je však na každém učiteli, jak využije a s jakou funkcí zařadí následující experimenty do svých vyučovacích hodin.

8.2 Začínáme s magnetismem

Do první hodiny přineseme několik exemplářů magnetovce a umělých magnetů a spoustu drobných předmětů, které budeme zkoumat.

Experiment č. 1:

- Úkol:** Zjistíte účinky „kouzelného“ kamene na různá tělesa.
- Pomůcky:** „kouzelný“ kámen, drobné kovové předměty (kancelářské sponky, špendlíky, hřebíčky, ...), další drobné předměty z různého materiálu (kousek papíru, PVC, dřeva, křída, guma, ...)
- Provedení:** Uchopíme náš „kouzelný“ kámen a přikládáme jej ke všem drobným předmětům. Vždy se je pokusíme začarovat a opatrně nadzvednout.
- Komentář:** Na našem „kouzelném“ kameni se zachytily například špendlíky, kovové kancelářské sponky či zavírací špendlík. Ostatní předměty, i když jsou lehké, naším „kouzelným“ magnetem nezačaruje a nezvedneme.
- Závěr:** Začarovat „kouzelným“ kamenem se nám podařilo jen některé předměty. Zvedli jsme jen „kovové“ předměty.
- Tipy:** Doporučuji použít drobné zkušební předměty přímo od žáků, popř. z učebny. Vždy s sebou do hodiny vezmeme vzorky základních materiálů (špendlíky, gumičku, plast, korek, korálek...). Tento heuristický experiment můžeme provádět v menších skupinkách v případě, že naše škola disponuje několika magnetovci ve svých mineralogických sbírkách. Žáci si pro své experimentování sami sesbírají zkušební předměty z různorodých materiálů. Doporučíme jim, aby byly co nejlhčí.
- Video:** „Začaruje „kouzelným“ kamenem některé předměty?“ – (délka 20 s)
Ve video ukázce se nám podaří z hromádky s různými materiály pomocí „kouzelného“ kamene nadzvednout špendlíky a kancelářské sponky.



Obrázek 14: Experiment č. 1

A hand is holding a black wire frame of a Christmas stocking. Below the frame, on a white surface, are various craft supplies: a ruler, a pair of red-handled scissors, a bag of Haribo gummies, a roll of green tape, and several small decorative items like a red string and a small bell.

Poznámka: Výše uvedené působení jen na „kovové“ předměty můžeme uvést na pravou míru zavedením feromagnetických látek, např. jako [30]. Látky, z nichž jsou vyrobena tělesa, na která působí magnet označujeme jako feromagnetické. Mezi feromagnetické látky patří železo, kobalt, nikl a většina jejich slitin.³⁰

62

8.2.1 Co je to magnet

Magnet je pevná látka, která se vyznačuje zajímavou vlastností a to tím, že přitahuje železné předměty.

Prvním magnetem byl magnet přírodní, což je nerost, který nazýváme magnetovec (též magnetit). Je to sloučenina železa a kyslíku, která má železně černou barvu s kovově černým leskem. Svůj název získal magnetovec (obr. 16) pravděpodobně podle města Magnesia a jeho historie je opředená řadou bájí (viz 7.1.1).

Vedle magnetu přírodního si technická praxe vyžádala magnety umělé, které se zhotovují například z oceli nebo speciálních slitin obsahujících železo, kobalt nebo nikl. Velmi používané jsou také feritové magnety. Příkladem umělého může být školní magnet.

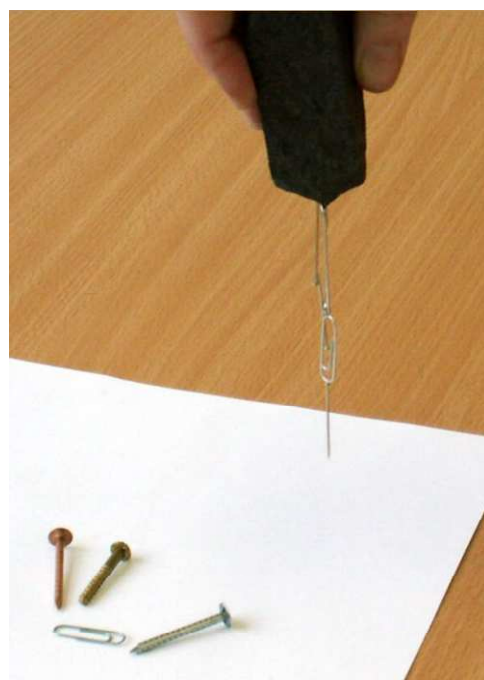


Obrázek 16: Magnetovec

Z úvodních motivačních experimentů jsem vyvodili, že magnet, ať přírodní či umělý, působí přitažlivě na hřebíky, kancelářské sponky, zavírací špendlíky, ... Mohli bychom tedy usuzovat, že magnet působí na všechny kovové předměty. Tuto domněnku ověříme následujícím experimentem.

Experiment č. 3:

- Úkol:** Zjistíte, zda magnetovec působí na všechny kovové látky.
- Pomůcky:** magnetovec, drobné železné předměty (špendlíky, kovové kancelářské sponky, zavírací špendlík, ...), další drobné kovové předměty (z mědi, hliníku, mosazi, ...)
- Provedení:** Uchopte magnetovec a přikládejte jej postupně ke všem zkoumaným předmětům.
- Komentář:** Magnetovec přitahuje kancelářské sponky a špendlíky. Pokud magnetovec přikládáme k dalším předmětům z různých kovových materiálů (například měděný a hliníkový hřebík nebo mosazný vrut), budou předměty stále ležet na stole.
- Závěr:** Magnetovec opravdu působí přitažlivě pouze na předměty z feromagnetických látek (železo, nikl, kobalt a většina jejich slitin).
- Tipy:** Tento ověřovací experiment můžeme provádět v malých skupinkách, pokud máme zajištěn dostatečný počet magnetovců a předmětů ze zkušebních materiálů.
- Magnetovce ve školních sbírkách jsou často velmi slabé, a proto doporučuji spíše následující experiment, kde je rozlišení feromagnetických a nemagnetických látek evidentní.



Obrázek 17: Experiment č. 3

Ten samý experiment provedeme ještě s umělým magnetem (tyčovým či podkovovitým).

Experiment č. 4:

- Úkol:** Zjistíte, zda umělý magnet působí na všechny kovové látky.
- Pomůcky:** umělý magnet (například podkovovitý), drobné železné předměty (kovové kancelářské sponky, špendlíky, připínáčky, ...), další drobné kovové předměty (z mědi, hliníku, mosazi, niklu, kobaltu, ...)
- Provedení:** Všechny zkoumané předměty dáme na jednu hromádku. Vezmeme si podkovovitý magnet a dotkneme se jím naší hromádky. Poté zvedneme magnet opatrně nahoru.
- Komentář:** Podkovovitým magnetem jsme z naší hromádky zvednuli špendlíky, kancelářské sponky a krychličky niklu (na obr. 18 ta větší) a kobaltu. Hřebíky a vruty z hliníku, mědi a mosazi zůstaly na lavici.
- Závěr:** Magnet působí přitažlivě skutečně jen na předměty z feromagnetických látek (železo, nikl, kobalt a většina jejich slitin).
- Tipy:** Tento experiment se může provádět jako heuristický, tj. podle předchozího postupu. Nebo se tento experiment může použít jako ověřovací, kdy vyučující na začátku řekne žákům předpokládané vlastnosti magnetu. Žáci by v tomto případě dostali za úkol ověřit přitažlivé působení magnetu na předměty z feromagnetických látek.



Obrázek 18: Experiment č. 4

- Video:** „Jak působí magnet na různé materiály?“ – (délka 14 s)
Tato video ukázka demonstruje působení magnetu na různorodou směs předmětů. Pomocí přitažlivého působení magnetu jsme z lavice zvednuli hřebíky, připínáčky, kancelářské sponky, ale i feritové jádro, krychličku niklu či kobaltu.

- Ověření:** Působení magnetu na různé druhy kovů můžeme názorněji ukázat na označených vzorcích kovů.



Obrázek 19: Magnet a železo



Obrázek 20: Magnet a nikl

- Video:** „Působení magnetu na vzorky kovů“ – (délka 23 s)
Ve video ukázce testujeme podkovovitým magnetem celkem devět kovů.

Z předchozích experimentů již víme, že magnet, ať přírodní či umělý, působí na některé předměty přitažlivě při dotyku nebo při minimální vzdálenosti. Nabízí se tedy otázka ...

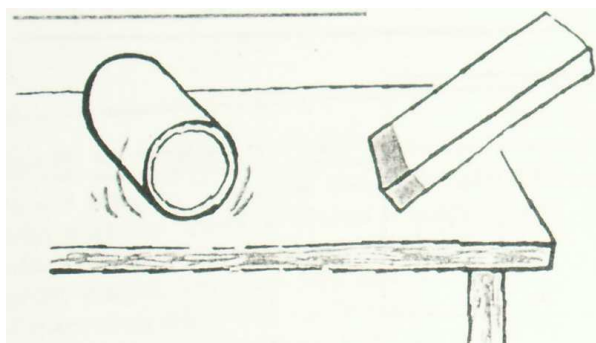
8.2.2 Přitahují magnety některé předměty i na dálku?

Experiment č. 5ⁱ:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě i na větší vzdálenost, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý (například tyčový) magnet, kulatý železný předmět (kousek železné trubky, popř. železná plechovka)

Provedení: Železnou trubku, popř. plechovku položíme na lavici. Do ruky vezmeme tyčový magnet a budeme se s ním pomalu přibližovat ke kulatému předmětu na podložce. Co se stalo?
Při dalším experimentování dáváme magnet čím dál tím blíže k předmětu. Co se stalo tentokrát?



Obrázek 21²³: Experiment č. 5

Komentář: Při určité vzdálenosti magnetu od železné trubky, popř. plechovky se dá tento předmět do pohybu směrem k magnetu. Předmět byl magnetem přitahován. Pokud jsme zmenšovali vzdálenost, působení magnetu na předmět bylo jiné. Předmět se pohyboval k magnetu rychleji, magnet jej přitahoval silněji.

Závěr: Čím je menší vzdálenost mezi magnetem a plechovkou, tím je přitažlivé působení magnetu větší.

Tipy: Tento experiment se může provádět jako heuristický, tj. podle předchozího postupu. Nebo lze tento experiment použít jako ověřovací, kdy vyučující na začátku žákům řekne jaké vlastnosti magnetu se předpokládají.

Video: „Působí magnet i na dálku?“ – (délka 22 s)
Ve video ukázce ovládáme plechovku tyčovým magnetem.

ⁱ z [23]

Experiment č. 6:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě na železný předmět i na větší vzdálenost, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý (například podkovovitý) magnet, železný předmět, vhodné kulaté předměty (voskové pastelky, fixy, brčka...)

Provedení: Železný předmět položíme kolmo na několik rovnoběžně položených voskových pastelek na stole. Magnetem se pomalu přibližujeme ke zkoumanému železnému předmětu. Co se stalo? Při dalším opakování experimentu dáváme magnet čím dál tím blíže k předmětu. Opět pozorujte co se stane.

Komentář: Při určité vzdálenosti magnetu od železného předmětu se začne tento předmět pohybovat po kulatých tužkách směrem k magnetu. Železný předmět je tedy magnetem přitahován. Pokud zmenšujeme vzdálenost, působení magnetu na předmět je jiné. Předmět se pohybuje k magnetu rychleji, magnet tedy přitahuje těleso silněji.

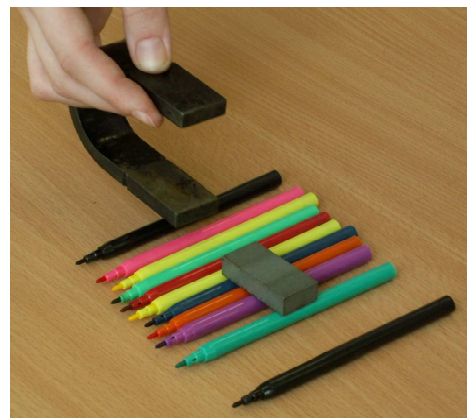
Závěr: Čím je menší vzdálenost obou předmětů, tím je přitažlivé působení magnetu větší.

Tipy: Jako jiné vhodné kulaté předměty pod železný předmět se osvědčily fixy (obr. 23), či brčka (pokud nebyl železný magnet příliš těžký).

Tento experiment můžeme zařadit do výuky jako heuristický, tj. podle předchozího postupu. Můžeme jej také zařadit jako experiment ověřovací, kdy vyučující na začátku žákům řekne jaké vlastnosti magnetu se předpokládají.



Obrázek 22: Experiment č. 6



Obrázek 23: Experiment č. 6 - fixy

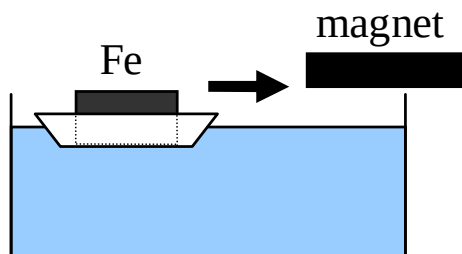
Video: „Působí magnet i na větší vzdálenosti?“ – (délka 35 s)
Ve video ukázce nalezneme tři alternativy tohoto experimentu (tj. železný předmět na voskových pastelkách, fixech a brčkách).

Experiment č. 7:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě na železný předmět i na větší vzdálenost, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý magnet, železný předmět, plastová miska, větší nádoba s vodou

Provedení: Velkou nádobu naplníme vodou přibližně do tří čtvrtin. Na hladinu položíme plastovou misku a na ni opatrně umístíme železný předmět takové velikosti, aby se udržel i s miskou na hladině. Budeme se pomalu přibližovat magnetem ke zkoumanému železnému předmětu. Co se stalo?



Obrázek 24: Experiment č. 7

Komentář: Při určité vzdálenosti magnetu od železného předmětu plovajícího na hladině se začne celý ostrůvek (železný předmět s miskou) pohybovat směrem k magnetu. Magnet přitahoval misku s železným předmětem. Čím více jsme magnet k ostrůvku přiblížili, tím se ostrůvek pohyboval k magnetu rychleji.

Závěr: Přitažlivé působení magnetu se zvětšuje úměrně s tím, jak se zmenšuje vzdálenost magnetu a ostrůvku.

Tipy: Tento experiment můžeme zařadit do výuky heuristický, tj. podle předchozího postupu. Nebo můžeme experiment použít jako ověřovací, kdy vyučující na začátku žákům řekne jaké vlastnosti magnetu se předpokládají.

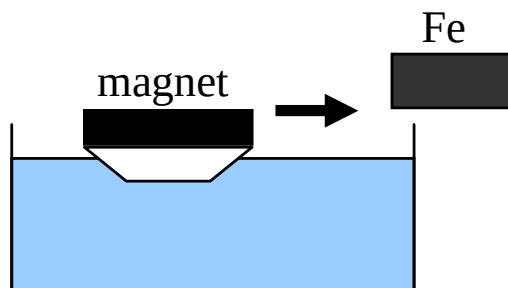
Video: „Působení magnetu na železný předmět“ kvádr – (délka 20 s)
 „Působení magnetu na železný předmět“ vzorek – (délka 31 s)
 Ve video ukázkách nalezneme dvě alternativy tohoto experimentu. V prvním videu jsem položila na plastovou misku zelený kvádr a v druhém videu jsem použila označený vzorek železného plechu.

Experiment č. 8ⁱ:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě na železný předmět i na větší vzdálenost, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý magnet, železný předmět, plastová miska, větší nádoba s vodou

Provedení: Velkou nádobu naplníme vodou přibližně do tří čtvrtin. Na hladinu položíme plastovou misku s takovým magnetem, aby se s miskou udržel na hladině. Nyní budeme pomalu přibližovat železný předmět k magnetu plovajícímu na hladině. Co se stalo?



Obrázek 25: Experiment č. 8

Komentář: Při určité vzdálenosti železného předmětu a magnetu plovajícího na hladině se dala miska s magnetem do pohybu. Byla přitahována k železnému předmětu. Čím více jsme železný předmět k plovajícímu magnetu přiblížili, tím se ostrůvek pohyboval k železnému předmětu rychleji.

Závěr: Po předchozím experimentu jsme zjistili, že stejný experiment funguje i „opačně“, tj. že i magnet je přitahován železem. Přitažlivé působení magnetu a železného předmětu se zvětšuje, když se vzdálenost obou předmětů zmenšuje. Těmito dvěma experimenty jsme provedli důkaz výměnného působení mezi železnými předměty a magnetem.

Tipy: Tento experiment můžeme provádět jako heuristický, tj. podle předchozího postupu. Můžeme jej ovšem použít také jako experiment ověřovací, kdy učitel na začátku žákům řekne jaké vlastnosti a chování magnetu se předpokládají.

Video: „Působení železného předmětu na magnet“ – (délka 15 s)
Ve video ukázce demonstrujeme působení vzorku železného plechu na podkovitý magnet plovající na plastové misce.

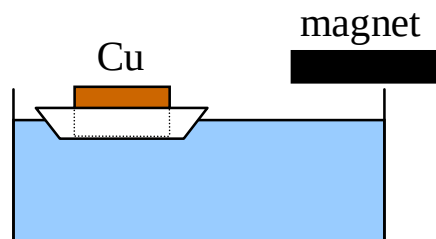
ⁱ z [33]

Experiment č. 9:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě na měděný předmět, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý magnet, měděný předmět, plastová miska, větší nádoba s vodou

Provedení: Velkou nádobu naplníme vodou přibližně do tří čtvrtin. Na hladinu položíme plastovou misku a na ni umístíme měděný předmět takové velikosti, aby se udržel i s malou miskou na hladině. Poté uchopíme magnet a budeme se pomalu přibližovat ke zkoumanému měděnému předmětu. Co se stalo?



Obrázek 26: Experiment č. 9

Komentář: I když jsme magnet dávali těsně ke zkoumanému předmětu z mědi, nic se nestalo. Plastová miska s měděným předmětem zůstala na stejném místě i po přiblížení magnetu.

Závěr: Magnet i na větší vzdálenosti působí opravdu jen na některé látky, my už víme, že je označujeme jako feromagnetické. Měděná tělesa nepřitahuje ani při dotyku, ani na větší vzdálenost.

Tipy: Tento experiment se může provádět jako heuristický, tj. podle předchozího postupu. Je ovšem možné zařadit tento experiment do výuky jako ověřovací, kdy žáci již znají vlastnosti a předpokládané chování magnetu.

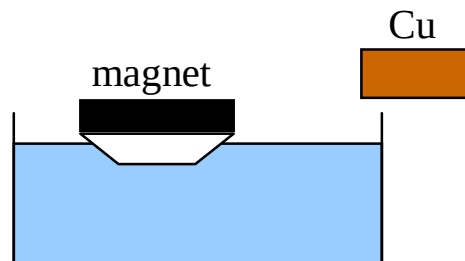
Video: „Působení magnetu na měděný předmět“ – (délka 10 s)
Z video ukázky je zřejmé, že magnet na měděný předmět nepůsobí. Pro větší názornost jsem při experimentu použila označený vzorek měděného plechu.

Experiment č. 10:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě na měděný předmět, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý magnet, měděný předmět, plastová miska, větší nádoba s vodou

Provedení: Velkou nádobu naplníme vodou přibližně do tří čtvrtin. Na hladinu položíme plastovou misku a na ni umístíme magnet takové velikosti, aby se udržel i s malou miskou na hladině. Poté uchopíme měděný předmět a budeme se pomalu přibližovat k plovajícímu magnetu na misce. Co se stalo?



Obrázek 27: Experiment č. 10

Komentář: I když jsme měděný předmět dávali co nejbližší k plovajícímu magnetu na misce nic se nestalo. Malá miska s magnetem zůstala na stejném místě i po přiblížení a oddálení měděného předmětu.

Závěr: V souladu s chováním magnetu v předchozím experimentu, kdy nepůsobil na měděný předmět, ani v tomto případě měděný předmět nepůsobí na magnet. Magnet i na větší vzdálenosti působí opravdu jen na některé látky, my už víme, že je označujeme jako feromagnetické. Měděná tělesa nepřitahuje magnet ani při dotyku, ani na větší vzdálenost.

Tipy: Tento experiment můžeme provádět jako heuristický, tj. podle předchozího postupu. Lze jej také zařadit do výuky jako experiment ověřovací, kdy žáci již znají vlastnosti a předpokládané chování magnetu.

Video: „Působení měděného předmětu na magnet“ – (délka 21 s)
Z video ukázky je zřejmé, že měděný předmět na magnet nepůsobí, i když jej přibližujeme blízko k magnetu z různých stran. Pro větší názornost jsem při experimentu použila označený vzorek měděného plechu.

Z předchozích čtyř experimentů vyplývá závěr, že magnet působí přitažlivě na železný předmět, zatímco na měděný předmět vůbec nepůsobí. Opět jsme si připomněli, že magnet nepůsobí na všechny kovové materiály, působí jen na feromagnetické látky.

Experiment č. 11ⁱ:

Úkol: Zjistěte, zda magnet působí přitažlivě i na větší vzdálenost, popř. co můžete říci o velikosti působení.

Pomůcky: umělý (tyčový i podkovovitý) magnet, kancelářská sponka, nit

Provedení: Magnet položíme na lavici. Kancelářskou sponku provlékneme nit. Takto zavěšenou sponku přibližujeme k magnetu z různých směrů.

Komentář: Pokud jsme se přiblížili s kancelářskou sponkou dostatečně blízko k magnetu, cítíme, jak magnet sponku přitahuje. Pokud budeme velmi opatrně sponku oddalovat, vnímáme, že magnet sponku nepřitahuje již tak silně.

Závěr: Přitažlivé působení magnetu se zmenšuje s rostoucí vzdáleností.

Tipy: Tento experiment se může provádět s více kancelářskými sponkami na nitích. Žáci mohou provádět experiment v menších skupinkách a umístit v okolí magnetu více kancelářských sponek v různých směrech.



Obrázek 28: Experiment č. 11 – tyčový magnet

Video: „Působení magnetu na kancelářskou sponku“ – (délka 72 s)

Video ukázka obsahuje dva experimenty, v prvním případě jsem použila tyčový magnet a v tom druhém podkovovitý magnet. Na tomto videu je pěkně vidět, jak mohu téměř libovolně měnit sklon závěsu a kancelářská sponka je stále téměř na stejném místě.



Obrázek 29: Experiment č. 11 – podkovovitý magnet

Poznámka: Přitažlivé působení magnetu

Z předchozích experimentů již víme, že magnet nepůsobí na všechny látky. Přitahuje jen feromagnetické látky. Víme také přitažlivé působení magnetu závislí na vzdálenosti magnetu a přitahovaného předmětu. Čím je předmět blíž, tím je silněji přitahován. Přitažlivé působení magnetu je jednou z forem magnetické síly, kterou často využíváme i v běžném životě.

Úloha č. 1:

Kde se všude setkáváš s magnety? Uveď příklady využití přitažlivé magnetické síly z každodenního života.

Řešení: například magnetky na tabuli, dvířka skříněk, dveře lednice, reproduktory

ⁱ z [23]

8.2.3 Je magnet všude stejný?

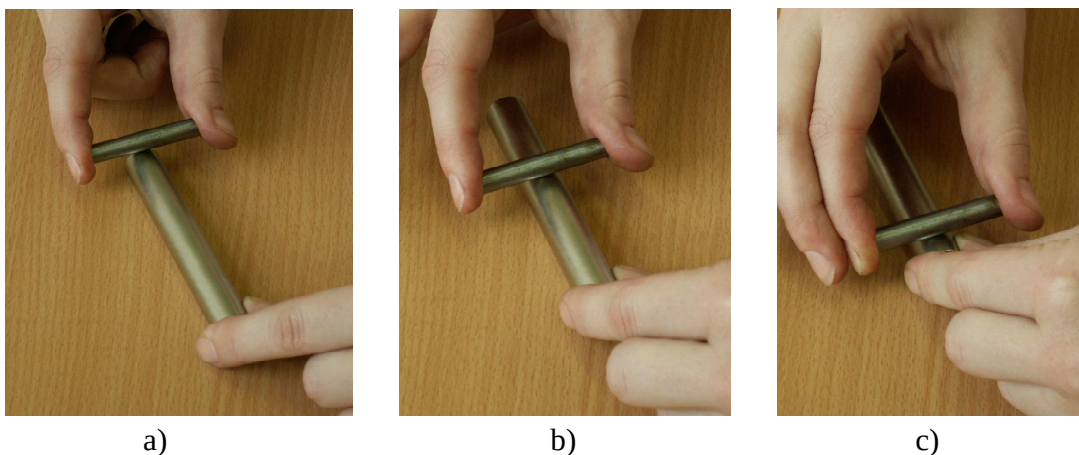
Z předchozích experimentů již víme, že magnet silově působí jen na některé materiály. Teď nás bude zajímat, zda je magnet všude stejný. Jestli má všude stejné vlastnosti. Předchozí experiment nám již něco prozradil. Sponku na niti se nám nepodařilo vždy „uvěznit“ magnetem ve vzduchu, na některých místech to šlo lépe, jinde vůbec.

Experiment č. 12ⁱ: (motivační)

Úkol: Zjistěte účinky magnetu v jeho různých částech. Je působící magnetická síla na železné těleso ve všech místech magnetu stejná?

Pomůcky: magnet, kus železa

Provedení: Magnet je na podložce. Vezměte do ruky kus železa a přejíždějte jím podél magnetu z jednoho konce na druhý.



Obrázek 30: Experiment č. 12

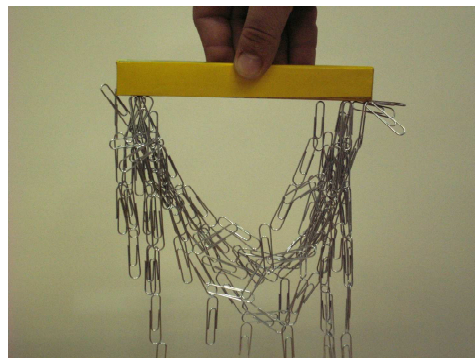
Komentář: Na kraji magnetu (obr. 30 a)) cítíme nejsilnější přitahování, které postupně slábne. Čím více se blížíme k prostřední části (obr. 30 b)) zdá se nám, že magnet na železný předmět téměř vůbec nepůsobí. Jak se přibližujeme k druhému konci magnetu (obr. 30 c)), přitažlivé působení magnetu na železný předmět je opět silnější.

Závěr: Poznali jsme, že magnet není homogenní (všude stejný). Dále jsme zjistili, že magnet přitahuje železný předmět nejvíce na svých koncích, naopak velmi slabě, popř. vůbec nepůsobí na železný předmět v prostřední oblasti.

ⁱ z [23]

Experiment č. 13ⁱ:

- Úkol: Zjistěte silové působení tyčového magnetu.
- Pomůcky: tyčový magnet, kancelářské sponky
- Provedení: Na list papíru nasypeme krabíčku kancelářských sponek. Poté na ně položíme tyčový magnet a opatrně zvedneme.
- Komentář: Nejvíce sponek se přichytilo na obou koncích magnetu, uprostřed nevisí žádná.
- Závěr: Magnet přitahuje předměty nejvíce na svých koncích. Uprostřed magnetu se nepřichytil žádný železný předmět.
- Tipy: List papíru použijeme pro snadné sesypání kancelářských sponek po skončení experimentu. Tento experiment můžeme při jiném řazení použít ne jako motivační, ale například jako ověřovací. Místo kancelářských sponek můžeme použít malé hřebíčky, špendlíky apod.
- Video: „Působení tyčového magnetu na kancelářské sponky“ – (délka 11 s)
Video ukázka nám potvrdila, že krajní části magnetu působí na kancelářské sponky nejsilněji, kdežto ve střední části magnetu se nezachytila žádná kancelářská sponka.



Obrázek 31: Experiment č. 13

8.2.4 Základní části magnetu

Z předchozích experimentů můžeme soudit, že má magnet s největší pravděpodobností tři části. Především pomocí experimentu č. 11 lze rozlišit následující části: oba konce, kde byla působící síla největší, a oblast uprostřed, kde jsme nepocíťovali téměř žádnou přitažlivou sílu. Střední část magnetu nazýváme netečným pásmem a konce magnetu nazýváme magnetickými póly.

ⁱ z [30]

Experiment: č. 14:

- Úkol: Najděte základní části magnetu i na magnetu přírodním, tj. magnetovci.
- Pomůcky: magnetovec, špendlíky, list papíru
- Provedení: Na list papíru nasypeme špendlíky, na které přiložíme magnetovec. Magnetovcem se pokusíme trochu do hromádky špendlíků „zavrtat“, aby se špendlíky dostaly i nerovnostem na nerostu. Magnetovec pak opatrně zvedneme.
- Komentář: Nejvíce špendlíků se přichytilo na dvou částech magnetovce (magnetické póly), které leží proti sobě. Ve střední části (netečné pásmo) se nepřichytil žádný špendlík.
- Závěr: Magnetovec přitahuje předměty nejvíce na svých magnetických pólech, v střední části nacházíme netečné pásmo, které nepřitahuje feromagnetické předměty.
- Tipy: Magnetovec se pokusíme do hromádky špendlíků lehce zatlačit, aby se špendlíky dostaly i k jeho nerovnostem. List papíru použijeme pro snadné sesypání špendlíčků po skončení experimentu.
- Video: „Části magnetovce“ – (délka 13 s)
Z video ukázky lze evidentně a snadno rozlišit základní části použitého magnetovce, kdy na krajích magnetu rozlišujeme magnetické póly a v střední části magnetovce leží relativně široké netečné pásmo.



Obrázek 32: Experiment č. 14

Experiment č. 15ⁱ:

Úkol: Zjistěte závislost silového působení tyčového magnetu na vzdálenosti od pólů magnetu.

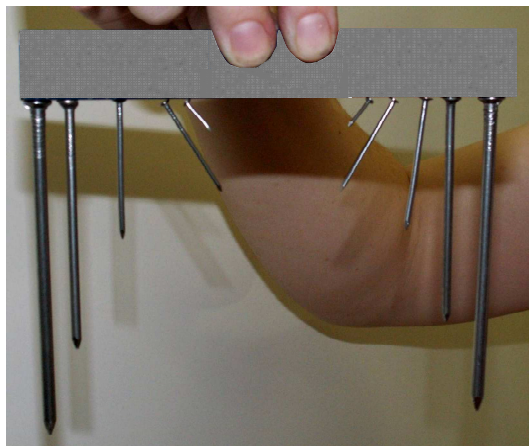
Pomůcky: tyčový magnet, několik hřebíků různých velikostí, popř. stativový materiál

Provedení: Tyčový magnet držíme v horizontální poloze, případně jej můžeme umístit do této polohy pomocí stativového materiálu tak, aby spodní část magnetu byla volná. Postupně se snažíme umisťovat co největší hřebíky na volnou spodní část magnetu.

Komentář: Nejdelší hřebíky se podaří zavěsit u obou konců magnetu. Čím více se přibližujeme prostřední části magnetu, tím se udrží jen menší a menší hřebíky. V prostřední části se neudrží žádný.

Závěr: Z velikosti přichycených hřebíků můžeme usoudit i silové působení. Větší hřebíky mají větší hmotnost než ty menší a je potřeba tedy větší síly k jejich udržení.

Tipy: Je vhodné mít dostatečný počet různě velikých hřebíků.



Obrázek 33: Experiment č. 15

Video: „Části tyčového magnetu“ – (délka 67 s)

Na video ukázce nalezneme celý precizně provedený experiment se zkoušením zachycení co možná největšího hřebíku. Snadno rozlišíme základní části použitého magnetovce, kdy na krajích magnetu rozlišujeme magnetické póly a v střední části magnetovce leží relativně široké netečné pásmo.

Úloha č. 2:

Úkol: Zkus odhadnout, kde jsou základní části u podkovovitého magnetu. Po odhadu proved' experiment a ověř si správnost svého odhadu.

Pomůcky: podkovovitý magnet, hřebíky různých velikostí

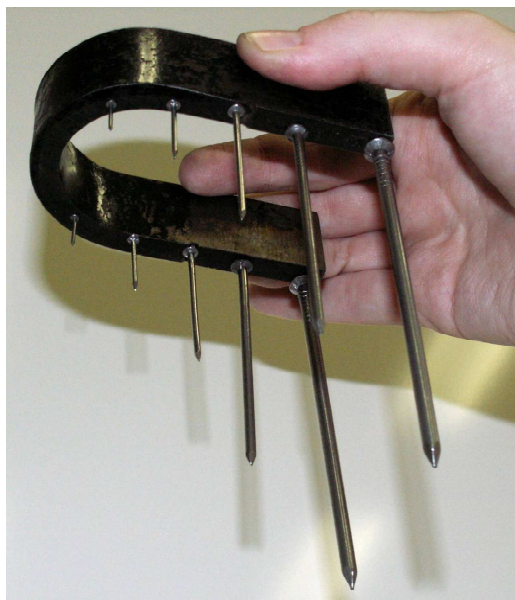
Řešení: Analogie s tyčovým magnetem – podkovovitý magnet si můžeme představit jako ohnutý tyčový magnet. Póly podkovovitého magnetu jsou na koncích a netečné pásmo se nachází v ohnuté části magnetu.

Vysvětlující obrázek nalezneme na následující straně u experimentu č. 16.

ⁱ z [33]

Experiment č. 16:

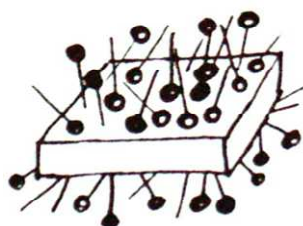
- Úkol:** Nalezněte základní části podkovovitého magnetu.
- Pomůcky:** podkovovitý magnet, několik hřebíků různých velikostí, popř. stativový materiál
- Provedení:** Podkovovitý magnet držíme v horizontální poloze, popř. jej do této polohy umístíme pomocí stativového materiálu tak, aby spodní část magnetu byla volná. Postupně se snažíme umisťovat co největší hřebíky na volnou spodní část magnetu.
- Komentář:** Nejdelší hřebíky se podaří zavěsit na obou koncích podkovovitého magnetu. Čím více se přibližujeme k prostřední zahnuté části magnetu, tím se udrží jen menší a menší hřebíky. V prostřední části se neudrží žádný.
- Závěr:** Magnetické póly podkovovitého magnetu se nacházejí na jeho koncích, kde se udržely nejdelší hřebíky. Netečné pásmo snadno identifikujeme uprostřed podkovovitého magnetu v jeho zahnuté části. Můžeme zde nalézt analogii s tyčovým magnetem, kdy podkovovitý magnet představuje jen ohnutý tyčový magnet.
- Tipy:** Je vhodné mít dostatečný počet různě velikých hřebíků.



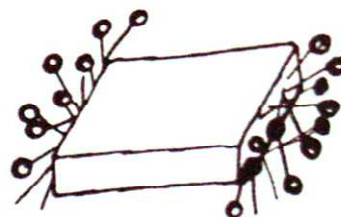
Obrázek 34: Experiment č. 16

Úloha č. 3:

- Úkol:** Určete na následujících obrázcíchⁱ magnetů, kde mají póly a kde netečné pásmo.



Obrázek 35²³: Úloha č. 3 a)

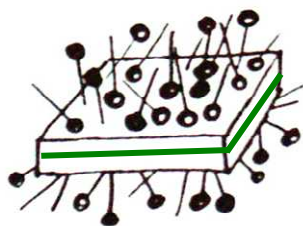


Obrázek 36²³: Úloha č. 3 b)

ⁱ Obr. 35 a obr. 36 jsou převzaty z [23]

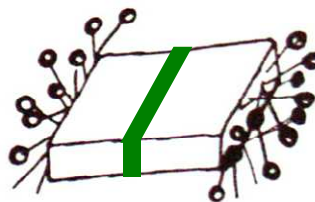
Řešení:

Póly jsou v místech, kde je nejvíce hřebíčků, tj. na obr. 37 nahoře a dole a u obr. 38 vlevo a vpravo. Netečné pásmo je vždy mezi póly, na obrázcích je vyznačeno zeleně.



netečné pásmo

Obrázek 37: Řešení úlohy č. 3 a)



netečné pásmo

Obrázek 38: Řešení úlohy č. 3 b)

Úloha č. 4ⁱ:

Úkol:

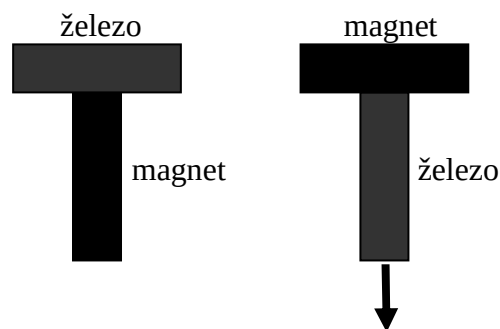
Poznej, který z předmětů je magnet a který jen železný kvádr.

Pomůcky:

Magnet a železný předmět stejného tvaru a velikosti jako magnet.

Řešení:

Využijeme znalosti částí magnetu. Pokud budeme dávat na střední část železa magnet, magnet se udrží svým pólem a nespadne. V druhém případě, kdy budeme na prostřední část magnetu (netečné pásmo) dávat železný předmět, přikládáný předmět se neudrží a spadne.



Obrázek 39: Úloha č. 4

ⁱ z [30]

8.2.5 Experimenty s dvěma magnety – vzájemné působení

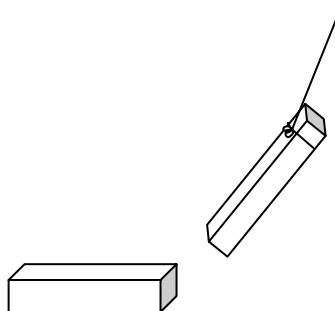
Úloha č. 5*ⁱ:

- Úkol: Zjistěte vzájemné působení magnetů. Jsou všechny póly stejné?
- Pomůcky: minimálně 3 (neoznačené) magnety, barevné gumičky, popř. papír a práci potřeby
- Návod: Máme k dispozici několik magnetů a barevné gumičky. Vybereme si jeden magnet a zvolíme si jeden jeho konec (pól). Tomuto pólu budeme říkat zkušební a budeme jím zkoušet působení na ostatní magnety a jejich póly. Pokud k tomuto zkušebnímu pólu přiblížíme jeden konec a pak druhý konec stejného magnetu zjistíme, že se jednou magnety přitahovaly a jednou odpuzovaly. Póly magnetu tedy nejsou všechny stejné, ale různé. Teď musíme zjistit, jak na sebe vzájemně působí. Roztřídíme póly magnetů postupně na dvě skupiny, ty které se přitahují s naším zkušebním pólem a ty, které se od něj odpuzují. Všechny póly, které se přitahovaly označíme stejně barevnou gumičkou (popř. pouze gumičkou). Póly co se odpuzovaly označíme jinak barevnou gumičkou (popř. necháme bez označení). Teď máme všechny póly stejných vlastností označené stejně barevnou gumičkou (popř. pouze gumičkou). Jak působí na sebe navzájem? A jak působí na ty druhé (neoznačené) póly? Vzájemné působení pólů můžeme sepsat do tabulky.
- Řešení: Póly magnetu jsou různé. Stejně magnetické póly se odpuzují a různé se přitahují.
- Video: „Jsou všechny póly stejné?“ – (délka 116 s)
Ve video ukázce zkoumáme nejprve dva magnety s jedním referenčním pólem třetího magnetu a pak jejich vzájemné působení. První částí experimentu zjistíme, že všechny póly magnetu nejsou stejné (jeden se s referenčním pólem přitahoval a druhý odpuzoval). Z druhé části experimentu vyvodíme obecný závěr, že stejné magnetické póly se odpuzují, kdežto různé magnetické póly se přitahují.

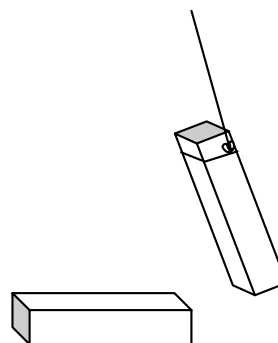
ⁱ z [23]

Experiment č. 17ⁱ:

- Úkol:** Vyzkoušejte vzájemné působení dvou magnetů. Rozhodněte, zda jsou všechny póly stejné.
- Pomůcky:** dva tyčové magnety, pevná nit na závěs, stativový materiál
- Provedení:** Jeden magnet zavěsíme pevnou nití na stativový materiál. Druhý magnet k němu pomalu přibližujeme. Co pozorujeme? Teď magnet, který máme v ruce, otočíme a přibližujeme jej k zavěšenému magnetu druhým koncem.
- Komentář:** V jednom případě se magnety přitahují (viz obr. 40), v tom druhém se odpuzují (viz obr. 41).



Obrázek 40: Experiment č. 17



Obrázek 41: Experiment č. 17

- Závěr:** Z toho experimentu je tedy zřejmé, že dva póly magnetu nejsou stejné. Pokud jsme jej otočili, změnilo se působení.

Experiment č. 18ⁱⁱ:

- Úkol:** Zjistěte, jak na sebe působí dva magnety.
- Pomůcky:** minimálně dva tyčové magnety, neželezný stativový materiál (například závěs ze dřeva), nit, kousek drátu na závěsný systém magnetu, papír, psací potřeby, barevné gumičky
- Provedení:** Na stativový materiál zavěsíme nit s drátkem vymodelovaným do tvaru dvojitého háčku, abychom na něj mohli zavěsit tyčový magnet. Poté, co se magnet ustálí, přibližujeme postupně ke každému konci (pólu) zavěšeného magnetu oba konce (póly) druhého magnetu, který k zavěšenému magnetu přibližujeme. Pro větší přehlednost si můžeme póly vhodně označovat barevnými gumičkami. Výsledky pozorování si zapisujeme.
- Komentář:** Experiment je vhodné dělat v menších skupinkách, popř. samostatně. Žáci si minimálně při výrobě dvojitého háčku procvičí manuální zručnost.
- Závěr:** Žáci objeví různorodost konců (pólů) magnetu, někdy se přitahují, jindy odpuzují.

ⁱ z [23]

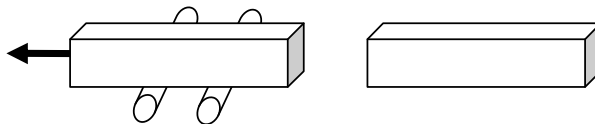
ⁱⁱ z [33]

Experiment č. 19:

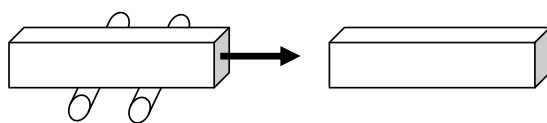
Úkol: Zjistěte, jak na sebe působí dva magnety.

Pomůcky: Dva tyčové magnety, dvě kulaté dřevěné tužky (dřevěný vozík, voskové pastelky, fixy), papír, psací potřeby

Provedení: Jeden tyčový magnet položíme kolmo na dvě rovnoběžně umístěné tužky, aby se mohl volně pohybovat. Nejprve přiblížíme k jednomu konci magnetu na tužkách jeden konec magnetu (obr. 42), který držíme v ruce. Poznamenejme si, co se stalo. Teď zkusíme ke stejnému konci magnetu na tužkách přiblížit druhý konec magnetu (obr. 43). Opět si poznamenejme co pozorujeme. Nyní budeme přibližovat opět postupně oba konce magnetu v ruce k druhému konci magnetu umístěného na dvou kulatých tužkách. Znovu si chování magnetu v obou případech poznamenejme.



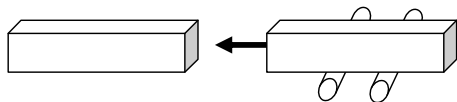
Obrázek 42: Experiment č. 19



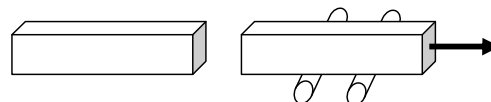
Obrázek 43: Experiment č. 19

Komentář: Můžeme použít jak magnety s označenými póly, tak magnety neoznačené. Pokud máme magnety s označenými póly, tak při zkoumání druhého konce si již ověřujeme vzájemné působení různě obarvených konců.

Závěr: V jedné skupině případů se magnet na vozíku přibližoval k magnetu, v druhé skupině experimentů se magnet na vozíku vzdaloval. Z toho vyplývá, že póly magnetu nejsou stejné.



Obrázek 44: Experiment č. 19



Obrázek 45: Experiment č. 19

8.2.6 Magnetická síla

V předchozích experimentech jsme objevili také odpudivé působení magnetu. Můžeme tedy navázat na závěrečnou poznámku z podkapitoly 8.2.2 o přitažlivém působení magnetu a doplnit ji o odpudivé působení magnetu. Získáme tak definici magnetické síly. „Síly, které působí mezi magnety nebo mezi magnetem a železným předmětem, nazýváme magnetickými silami. Magnetické síly mohou být přitažlivé nebo odpudivé. Jejich velikost se zmenšuje s rostoucí vzdáleností.“³⁰

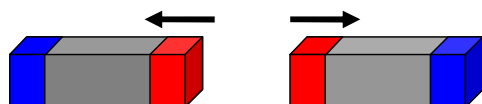
Teď už víme, že jak sebe magnety působí ve vzduchu. Změní se vzájemné působení v jiném prostředí?

Experiment č. 20:

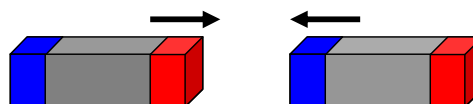
- Úkol:** Zjistěte, jak se chovají magnety v různých prostředích.
- Pomůcky:** Dva školní tyčové magnety, dostatečně velká nádoba s vodou, kniha, polystyrén, kus dřeva, ...
- Provedení:** Uchopíme oba magnety a přibližujeme je k sobě na takovou vzdálenost, až ucítíme silové působení. Potom obě ruce v nezměněné poloze potopíme do připravené nádoby s vodou. Změnilo se nějak silové působení? Experiment můžeš provádět znovu s jinými předměty. Mezi dva magnety může spolužák vkládat předměty z různých materiálů (kniha, polystyren, guma, dřevo...)
- Komentář:** Experimenty je vhodné dělat ve dvojicích, popř. v menších skupinkách – podle počtu magnetů, které máme k dispozici.
- Závěr:** Silové působení se nezměnilo, ani ve vodě, ani v jiném případě.
- Tipy:** Tento experiment je vhodný na procvičení sociálních a komunikačních kompetencí.

8.2.7 Označení pólů magnetu

Ted' už víme, že magnet má (minimálně) dva póly. Na umělých magnetů bývá jeden konec označen, na školních magnetech většinou bývá červený. Tomuto pólu říkáme severní pól (označujeme jej N – z anglického slova *north* – sever), pokud máme barevně označeny oba póly, severní pól označujeme modře. Druhému pólu magnetu, který bývá neoznačen (v případě označení obou pólů bývá červený), říkáme jižní pól (označujeme jej S – z anglického slova *south* – jih). Původ tohoto označení si vysvětlíme v následující kapitole. obrázky magnetů:



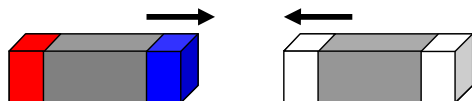
Obrázek 46: Odpuzování stejných pólů



Obrázek 47: Přitahování různých pólů

Úloha č. 6:

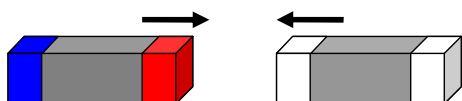
Úkol: Vybarvi v obrázku póly druhého magnetu, když máš znázorněnou působící sílu.



Obrázek 48: Úloha č. 6 a)



Obrázek 49: Úloha č. 6 b)

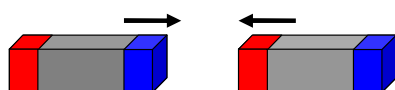


Obrázek 50: Úloha č. 6 c)

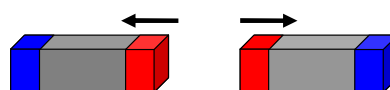


Obrázek 51: Úloha č. 6 d)

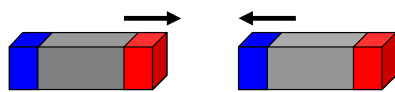
Řešení:



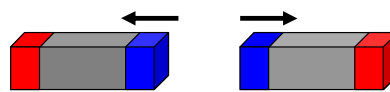
a)



b)



c)

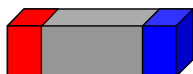
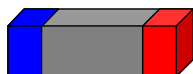


d)

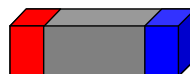
Obrázek 52: Úloha č. 6 - řešení

Úloha č. 7:

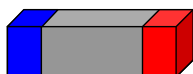
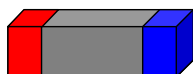
Úkol: Znázorni působící síly, když máš na obrázku označené jednotlivé póly magnetu.



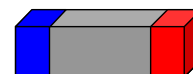
Obrázek 53: Úloha č. 7 a)



Obrázek 54: Úloha č. 7 b)

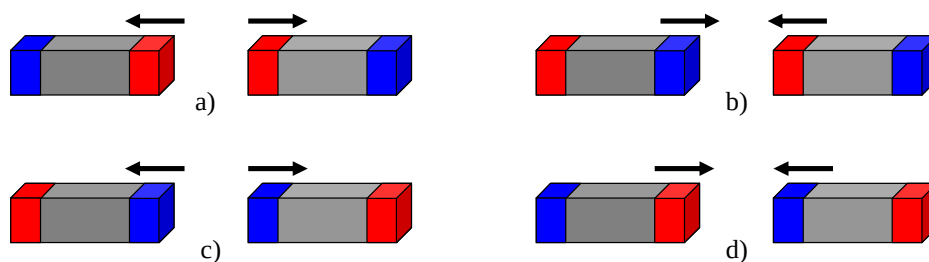


Obrázek 55: Úloha č. 7 c)



Obrázek 56: Úloha č. 7 d)

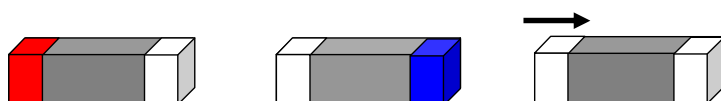
Řešení:



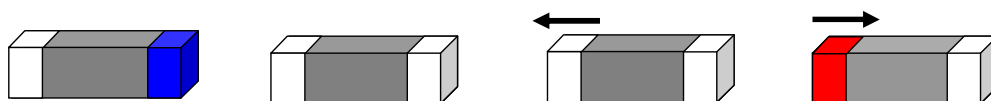
Obrázek 57: Úloha č. 7 - řešení

Úloha č. 8*:

Úkol: Obarvi v obrázku neoznačené póly magnetu a doplň působící síly, když máš znázorněnou následující situaci.

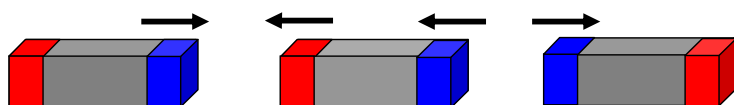


Obrázek 58: Úloha č. 8 a)

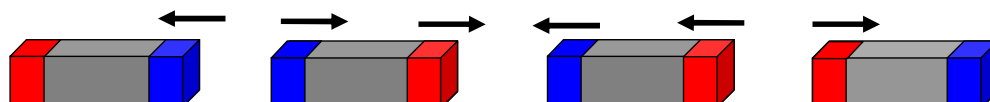


Obrázek 59: Úloha č. 8 b)

Řešení:



Obrázek 60: Úloha č. 8 a) - řešení



Obrázek 61: Úloha č. 8 b) - řešení

Experiment č. 21:

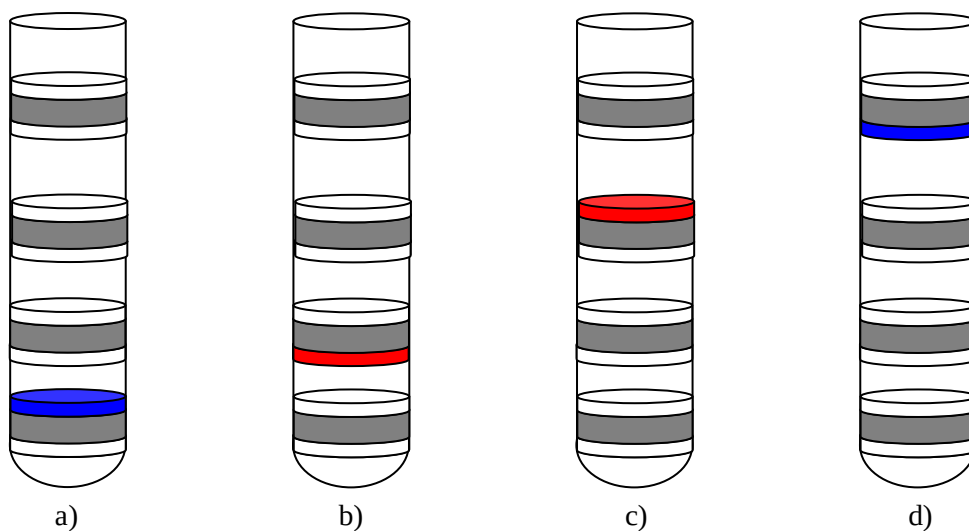
- Úkol: Co drží horní magnety ve vzduchu?
- Pomůcky: zkumavka, několik kulatých magnetů
- Provedení: Do zkumavky opatrně spouštíme jeden magnet po druhém.
- Komentář: Pokud jsou magnety orientovány vždy stejnými póly k sobě, jsou od sebe odpuzovány a horní magnety levitují („sedí“ na vzduchovém polštáři).
- Závěr: Díky odpudivé magnetické síle mohou horní magnety levitovat.
- Tipy: Tento experiment lze vhodně využít jako problémový, kdy žákům ukážeme až levitující magnety ve zkumavce. Jejich úkolem je tento experiment vysvětlit.



Obrázek 62: Experiment č. 21

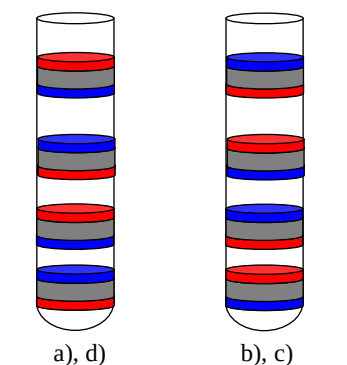
Úloha č. 9:

- Úkol: Na základně předchozího experimentu vybarvi zbývající póly magnetů tak, aby horní magnety levitovaly.



Obrázek 63: Úloha č. 9

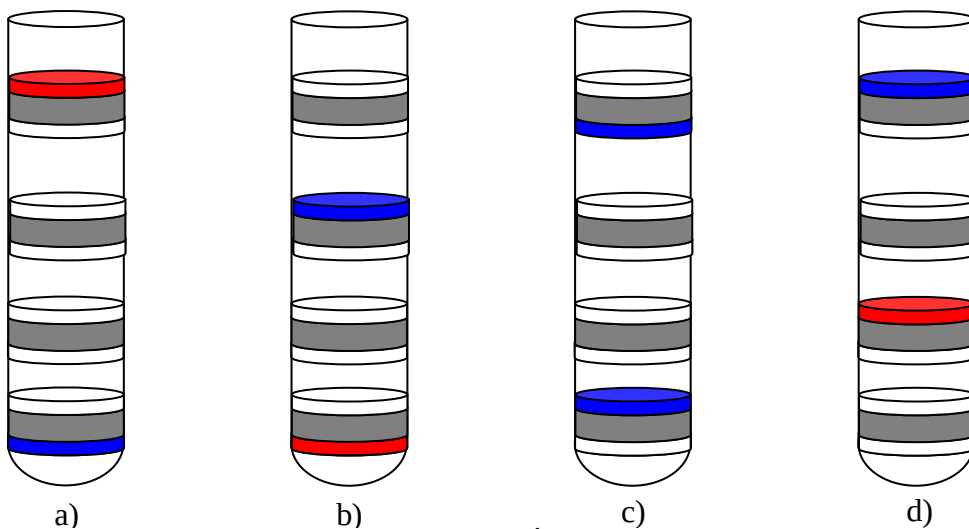
Řešení:



Obrázek 64: Úloha č. 9 - řešení

Úloha č. 10:

Úkol: Je možné, aby tyto soustavy magnetů levitovaly ve zkumavkách?



Obrázek 65: Úloha č. 10

Řešení: a) ne, b) ano, c) ano, d) ne

Video: „Levitace magnetu“ – (délka 37 s) 3 magnety
„Levitace magnetu 2“ – (délka 42 s) 5 magnetů

8.3 Jak magnet ovlivňuje okolí

Experiment č. 22ⁱ:

- Úkol: Může dlouhý hřebík přitahovat menší předměty? (Zvedni z lavice malé hřebíčky za pomoci dlouhého hřebíku a magnetu, přičemž nesmíš hřebíky zvedat přímo magnetem.)
- Pomůcky: dlouhý ocelový hřebík, malé hřebíčky, permanentní magnet
- Provedení: Pokud se snažíme zvednout malé hřebíčky samotným velkým hřebíkem, nepodaří se nám to, velký hřebík není magnetický. Když však na hlavičku velkého hřebíku dám permanentní magnet, malé hřebíčky z lavice snadno zvedneme hrotem hřebíku.
- Komentář: Permanentní magnet působil na malé hřebíčky na lavici zprostředkovaně přes velký hřebík.
- Závěr: Dlouhý hřebík může přitahovat menší předměty, ale pouze s pomocí permanentního magnetu.
- Tipy: Jako při každém experimentu s drobnými předměty i zde je výhodné použít list papíru pro následný snazší úklid.



Obrázek 66: Experiment č. 22

8.3.1 Magnetická indukce

Předchozí experiment prokázal, že i tělesa, která nejsou přírodními ani umělými magnety, se mohou stát na chvíli magnetická. Své magnetické vlastnosti získala tato tělesa od permanentního magnetu magnetickou indukcí.

Pomocí magnetické indukce se stávají některé předměty dočasnými magnety. Tyto předměty se přitom nemusí vždy magnetu dotýkat, stačí, že jsou v dostatečné blízkosti od magnetu. Je pravděpodobné, že stejně jako v předchozích experimentech (zejména v podkapitole 8.2.2), se nebudou moci stát dočasnými magnety předměty ze všech materiálů. Vhodnými materiály budou látky s feromagnetickými vlastnostmi.

ⁱ z [30]

Experiment č. 23ⁱ:

- Úkol:** Zvedni kancelářské sponky pomocí plechu a nepřímého působení permanentního magnetu.
- Pomůcky:** permanentní (například tyčový) magnet, kancelářské sponky, železný plech
- Provedení:** Těsně nad hromádkou kancelářských sponek na lavici držíme železný plech. K němu ze shora přibližujeme magnet, při určité vzdálenosti pólu magnetu od plechu se začnou kancelářské sponky ze spodu na plech přichytávat. Poté opatrně současně zvedáme jak magnet, tak plech a snažíme se udržet jejich stejnou vzdálenost.
- Komentář:** Po přiblížení permanentního magnetu se železný plech magnetickou indukcí stal také magnetickým, a proto přitahuje kancelářské sponky.
- Závěr:** Magnet působí na dálku přes prostředníka (železný plech) na kancelářské sponky. Z železného plechu se stal dočasný magnet.
- Tipy:** Dočasnost magnetických vlastností železného plechu snadno ukážeme oddálením permanentního magnetu, kdy kancelářské sponky spadnou na lavici.



Obrázek 67: Experiment č. 23

Experiment č. 24:

- Úkol:** Zvedněte kancelářské sponky pomocí měděného plechu a nepřímého působení permanentního magnetu.
- Pomůcky:** permanentní magnet, kancelářské sponky, měděný plech, ...
- Provedení:** Nad kancelářské sponky na podložce přiblížíme měděný plech. K němu pak přibližujeme magnet a snažíme se zachytit magnetickou indukcí kancelářské sponky na spodní část měděného plechu.
- Komentář:** I když jsme přibližovali magnet k plechu sebevíc, sponky se na měděný plech nepřichytily.
- Závěr:** Dočasnými magnety se magnetickou indukcí mohou stát jen feromagnetické látky.
- Tipy:** Tento experiment můžeme zařadit do výuky jako ověřovací, kdy budeme rozlišovat magnetické a nemagnetické látky. Můžeme magnetem působit přes plastové pravítko, skleněnou či dřevěnou desku apod.



Obrázek 68: Experiment č. 24

ⁱ z [9]

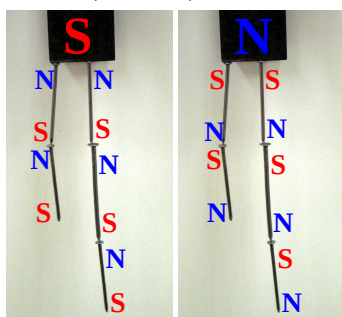
Experiment č. 25:

Úkol: Vzpomeň si na první experimenty (č. 1, 2, 3, 13 nebo 14), můžeš je znovu provést a pokus vysvětlit hřebíčky „drží“ i při nepřímém kontaktu s magnetem (popř. magnetovcem).

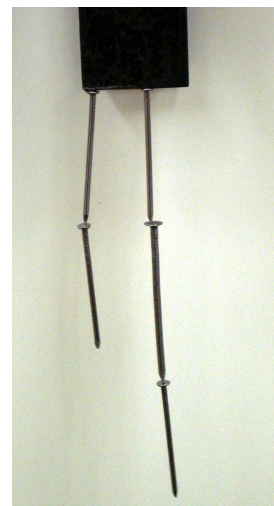
Pomůcky: permanentní magnet, malé hřebíčky

Provedení: Hřebíčky postupně navěšujeme na magnet do dlouhého „hrozu“ – zvažíme, zda se povede, i pokud magnet přiblížíme k hromádce špendlíků.

Komentář: Pro vysvětlení experimentu je potřeba, aby vzniklo několik dlouhých „hadů“, které bychom mohli poté dále zkoumat. Odpovědět tak na otázku, proč na sobě drží i následující hřebíčky, přestože nejsou v přímém kontaktu s permanentním magnetem. Na následujících obrázcích (obr. 70) vidíme dvě možná vysvětlení.



Obrázek 70: K experimentu č. 25



Obrázek 69: Experiment č. 25

Závěr: Díky magnetické indukci se špendlíky postupně stávají malými magnety, tj. mají magneticky kvalitativně rozdílné konce a chovají se tedy jako magnety.

Tipy: Magnetická indukce se uplatňovala i v předchozích experimentech (například experiment č. 13).

Experiment č. 26ⁱ:

Úkol: Ovládej magnetickou střelku na dálku pomocí permanentního magnetu a velkého ocelového hřebíku.

Pomůcky: permanentní magnet, velký ocelový hřebík, magnetická střelka

Provedení: Hřebík přiložíme k magnetu a volným koncem ovládáme magnetku.

Komentář: Díky magnetické indukci se magnetické působení magnetu přeneslo i na hřebík a ten může natáčet magnetickou střelku do kteréhokoli směru.

Závěr: Magnetická střelka se natočila opačným pólem, než kterým jsme se magnetem přibližovali k hlavičce hřebíku. Vlivem magnetické indukce se v hřebíku vytvořily dva



Obrázek 71: Experiment č. 26

ⁱ z [9]

dočasné póly a hřebík se chová jako magnet. Pokud budeme pohybovat hřebíkem a magnetem současně, můžeme magnetickou střílku ovládat.

Experiment č. 27:

Úkol: Urči, kterým pólem působím na hlavičku ocelového hřebíku.

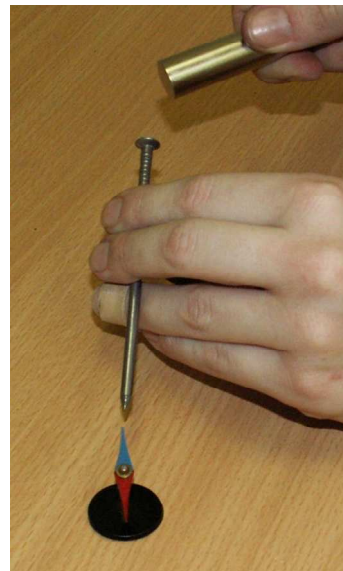
Pomůcky: permanentní magnet, dlouhý ocelový hřebík, magnetická střílka

Provedení: Do jedné ruky vezmeme permanentní magnet a do druhé dlouhý ocelový hřebík. Hřebík namířím hrotem k magnetické střílce a k jeho hlavičce přiblížuji permanentní magnet.

Komentář: Tímto experimentem jsme ověřili, že dočasný magnet můžeme opravdu vytvořit z feromagnetického materiálu i bez přímého kontaktu s permanentním magnetem.

Závěr: Na hlavičku magnetu působím jižním pólem trvalého magnetu.

Tipy: Opět můžeme ověřit, že dočasnými magnety se stávají jen feromagnetické materiály. Místo ocelového hřebíku můžeme použít měděný, hliníkový či mosazný hřebík.



Obrázek 72: Experiment č. 27

Experiment č. 28ⁱ:

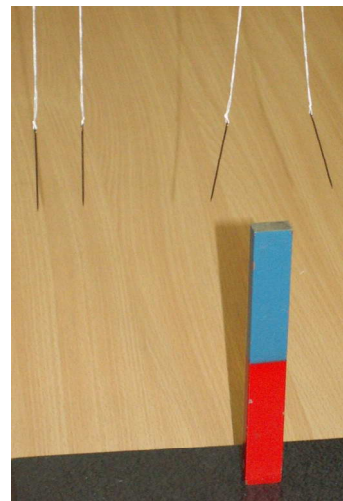
Úkol: Proved' tento experiment a vysvětlí jej.

Pomůcky: permanentní magnet, 4 jehly, nit, stativový materiál

Provedení: Jehly zavěšíme na stativový materiál do stejné výšky. Jejich polohu upravíme tak, aby tvořily dva páry. Pod jede pár postavíme permanentní tyčový magnet. Pozoruj, co se stalo a pokus se tento experiment vysvětlit.

Závěr: Vlivem magnetické indukce se špičky jehel staly dočasnými magnety s opačným pólem, než kterým jsme se k nim přiblížili. Jelikož špičky jehel mají stejný magnetický pól, odpuzují se.

Tipy: Pro tento experiment je vhodnější použít slabší permanentní magnet.



Obrázek 73: Experiment č. 28

Video: „Magnetická indukce a odpuzování stejných pólů“ – (délka 14 s)

Na video ukázce je velice dobře vidět, jak po přiblížení magnetu se zavěšené jehly pomalu odpuzovaly, jelikož se na jejich špičkách magnetickou indukci vytvořil stejný magnetický pól (opačný k přiblíženému pólu permanentního magnetu).

ⁱ z [34]

8.3.2 Magnetování

Experiment č. 29ⁱ:

Úkol: Vytvoř si vlastní magnet.

Pomůcky: plátek pilky na železo, permanentní magnet, malé hřebíčky, popř. kancelářské sponky

Provedení: Plátek pilky po celé „natíráme“ stále stejným pólem tyčového magnetu. Když přejedeme magnetem na konec plátku pilky, magnet oddálíme a vracíme se obloučkem zpět na začátek plátku. Tento postup několikrát opakujeme.

Závěr: Opakovaným působením stejného pólu permanentního magnetu vnitřně uspořádáváme materiál plátku pilky. Jednotlivé magnetické oblasti se opakovaným působením natáčí a plátek pilky na železo se stane skutečným magnetem. Magnetické vlastnosti plátku pilky ověříme pomocí drobných hřebíčků nebo kancelářských sponek.



Obrázek 74³⁰: Experiment č. 29

Video: „Vytvoř si vlastní magnet“ – (délka 53 s)

Na video ukázce je dobře vidět celý proces výroby vlastního magnetu. Nejprve ověříme, zda plátek pilky nepůsobí na hromádku kancelářských sponek. Poté jej několikrát „přetřeme“ stejným pólem tyčového magnetu. Je zde dobře patrná správná trajektorie permanentního magnetu. Zda jsme si opravdu vytvořili vlastní magnet, ověříme na hromádce kancelářských sponek.

Experiment č. 30ⁱⁱ:

Úkol: Ověř vzájemné působení dvou stejně zmagnetovaných jehel.

Pomůcky: 2 jehly, nit, permanentní magnet, stativový materiál

Provedení: Jehlou navlečenou na nit několikrát potíráme pól tyčového magnetu. Vždy postupujeme od špičky k oušku jehly, vracíme se horním obloučkem zpět a opět začínáme u špičky.

Komentář: Opakovaným působením stejného pólu permanentního magnetu vnitřně uspořádáváme ocelové jehly. Jednotlivé magnetické oblasti se opakovaným působením permanentního magnetu natáčí a jehla se stane skutečným magnetem.

Závěr: Obě stejně zmagnetované jehly mají na obou špičkách stejný magnetický pól, druhý magnetický pól u oušek je také stejný. Jelikož se stejnojmenné póly odpuzují, odpuzují se i zavěšené jehly.



Obrázek 75: Experiment č. 30

ⁱ z [30]

ⁱⁱ z [33]

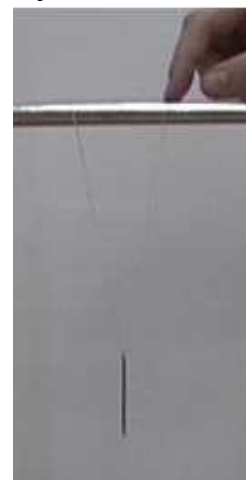
Experiment č. 31ⁱ:

Úkol: Ověř vzájemné působení dvou odlišně zmagnetovaných jehel.

Pomůcky: 2 jehly, nit, permanentní magnet, stativový materiál

Provedení: Jehlou navlečenou na nit několikrát potíráme pól tyčového magnetu. První jehlou přejíždíme pól magnetu od ouška ke špičce, vrátíme se horním obloučkem zpět a začínáme opět ouškem. Několikrát celý proces opakujeme a pak zavěsíme jehlu na stativový materiál. Opačný postup zvolíme u druhé jehly, s tou začínáme potírat magnet od špičky k oušku, vrátíme se obloučkem zpět a začínáme opět u špičky. I druhou jehlu zavěsím a pomalu ji posouvám k první jehle.

Komentář: Opakovaným působením stejného pólu permanentního magnetu vnitřně uspořádáváme ocelové



Obrázek 76: Experiment č. 31

jehly. Jednotlivé magnetické oblasti se opakovaným působením permanentního magnetu natáčí a jehla se stane skutečným magnetem.

Závěr: Opačným magnetováním jehel jsme docílili různost pólů na špičkách a u oušek. Jelikož se opačné póly přitahují, budou se přitahovat jak ouška, tak špičky jehel.

Video: „Přitahování zavěšených jehel“ – (délka 81 s)

Na video ukázce je velmi dobře vidět celý proces magnetizace jednotlivých jehel. Zavěšené opačně zmagnetované jehly k sobě pomalu přibližujeme, až se sami k sobě přitáhnou. Pevnost tohoto spojení ukazuje následné posouvání závěsu jehly.

ⁱ z [33]

Experiment č. 32ⁱ:

- Úkol: Ověř vzájemné působení dvou stejně zmagnetovaných jehel.
- Pomůcky: 2 jehly, 2 korkové plátky, permanentní magnet, průhledná nádoba na vodu
- Provedení: Jehlou několikrát potíráme pól tyčového magnetu. Vždy postupujeme od ouška ke špičce, vracíme se horním obloučkem zpět a opět začínáme u ouška. Tento postup několikrát zopakujeme. Jehlou pak propíchneme korkový plátek a položíme na vodní hladinu. S druhou jehlou opakuji stejný postup a nakonec ji položíme na hladinu blízko první jehly.
- Komentář: Pro snazší pohyb korkových plátků po vodní hladině narušíme povrchové napětí pár kapkami saponátu.



Obrázek 77: Experiment č. 32

- Závěr: Opakovaným působením stejného pólu permanentního magnetu jsme zmagnetovali obě jehly stejně. Budou mít tedy vždy stejnojmenné póly u oušek a u špiček. Stejně póly se odpuzují, budou se tedy odpuzovat jak ouška, tak špičky a jehly se od sebe budou vzdalovat.
- Video: „Odpuzování zmagnetovaných jehel“ – (délka 90 s)
Na video ukázce je dobře vidět celý proces magnetování obou jehel a opakované odpuzování obou zmagnetovaných jehel.

ⁱ z [33]

Experiment č. 33ⁱ:

- Úkol: Ověř vzájemné působení dvou odlišně zmagnetovaných jehel.
- Pomůcky: 2 jehly, 2 korkové plátky, permanentní magnet, průhledná nádoba na vodu
- Provedení: Jehlou několikrát potíráme pól tyčového magnetu. U první jehly postupujeme od špičky k oušku, vracíme se horním obloučkem zpět a opět začínáme od špičky. Tento postup několikrát zopakujeme. Jehlou pak propíchneme korkový plátek a položíme na vodní hladinu. S druhou jehlou postupujeme při magnetizaci opačně (od ouška ke špičce) a s korkem ji umístíme poblíž první jehly.
- Komentář: Pro snazší pohyb korkových plátků po vodní hladině narušíme povrchové napětí pár kapkami saponátu.



Obrázek 78: Experiment č. 33

- Závěr: Různě zmagnetované jehly mají různé póly na špičkách a u oušek. Různé póly na špičkách se přitahují, stejně tak jako u oušek, a jehly se budou přibližovat.
- Video: „Přitahování zmagnetovaných jehel“ – (délka 89 s)
Na video ukázce je dobře vidět celý proces magnetování obou jehel a opakované přitažlivé působení obou zmagnetovaných jehel.

Z předchozích experimentů jsme zjistili, že magnet má dva póly, v střední části netečné pásmo, působí na své okolí, dalo by se tedy usuzovat, že magnet kolem sebe vytváří magnetické pole. Jak toto pole vypadá?

ⁱ z [33]

8.4 Magnetické pole magnetu

Z předchozích experimentů již známe účinky magnetického pole na různá tělesa, ale zatím stále nevíme jak takové magnetické pole vypadá. O podobě magnetického pole nám může napovědět magnetka, která je sama malým volně otáčivým magnetem. Pomocí magnetky můžeme zjistit, jakým směrem působí v daném bodě magnetické síly. My však chceme znát podobnu magnetického pole kolem celého magnetu a ne jen v jednotlivých bodech. Zvolíme raději následující postup...

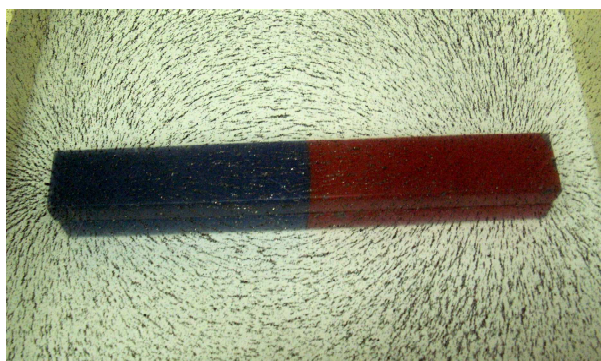
8.4.1 Znázornění magnetického pole

Experiment č. 34:

- Úkol: Zobraz magnetické pole tyčového magnetu.
- Pomůcky: tyčový magnet, plexisklo (popř. skleněná tabulka), rámeček (popř. 2 knihy), železné piliny, papír
- Provedení: Tyčový magnet položíme do rámečku (popř. mezi dvě knihy), přes rámeček položíme papír a nahoru dáme plexisklo. Nyní nasypeme na plexisklo rovnoměrně železné piliny, na plexisklo můžeme opatrně poklepat. Po prohlédnutí obrazce, můžeme vytáhnout papír zpod plexiskla a uvidíme polohu tyčového magnetu, kterou jsme tušili i přes papír.



Obrázek 79: Experiment č. 34 - papír



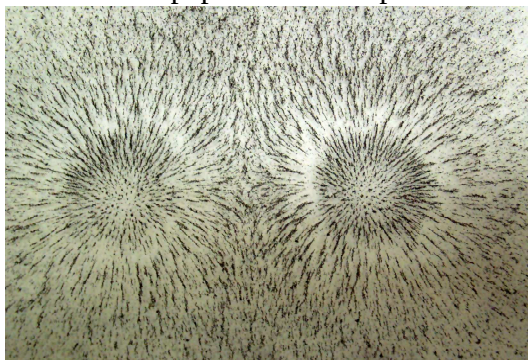
Obrázek 80: Experiment č. 34 - plexisklo

- Komentář: Železné piliny nám vytvořily na plexiskle zajímavý obrazec, ve kterém je patrná soustava různých čar. V blízkosti pólů je těchto čar nejvíce, zatímco střednímu pásmu se vyhýbají.
- Závěr: Železné piliny se spojily v určité řetězce, v blízkosti pólů nalezneme těchto čar nejvíce, jsou namačkány hustě vedle sebe. Naopak mimo oblast pólů řetězce železných pilin řidší a jsou dále od sebe.

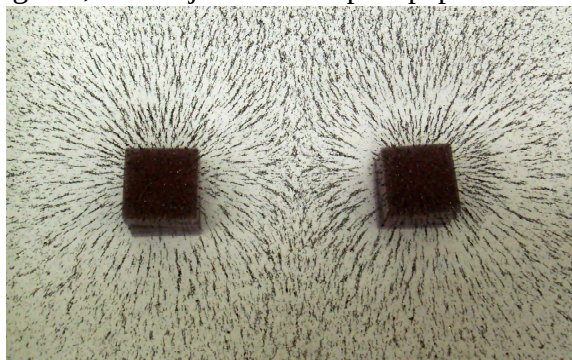
Z předchozího experimentu můžeme soudit, že magnetické pole bude charakterizováno právě řetězci ze železných pilin, které se díky magnetické indukci chovají jako malé magnetky a natáčí se do směru působícího magnetického pole. Řetězce tvoří soustavu čar, které nazýváme magnetickými indukčními čarami. Magnetické indukční čáry jsou orientované tak, že mimo magnety vycházejí ze severního magnetického pólu a vstupují do jižního. Uvnitř magnetu jsou magnetické indukční čáry orientovány od jižního magnetického pólu k severnímu.

Experiment č. 35:

- Úkol: Zobraz magnetické pole dvou stejných magnetických pólů.
- Pomůcky: 2 magnety na tabuli, plexisklo, rámeček, železné piliny, papír
- Provedení: Do rámečku (popř. mezi dvě knihy) položíme dva magnety na tabuli stejnými póly nahoru. Na rámeček dám papír a plexisklo. Železné piliny nasypeme rovnoměrně na plexisklo. Po prohlédnutí obrazce, můžeme vytáhnout papír a uvidíme polohu dvou magnetů, kterou jsme tušili i přes papír.



Obrázek 81: Experiment č. 35 - papír

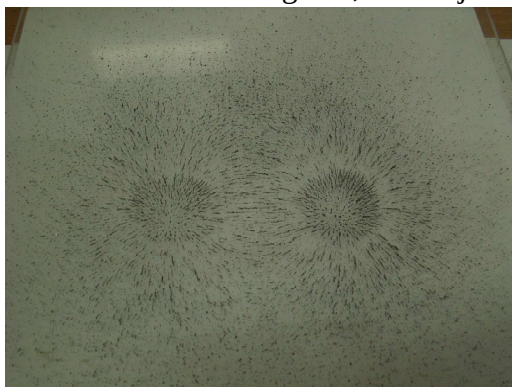


Obrázek 82: Experiment č. 35 - plexisklo

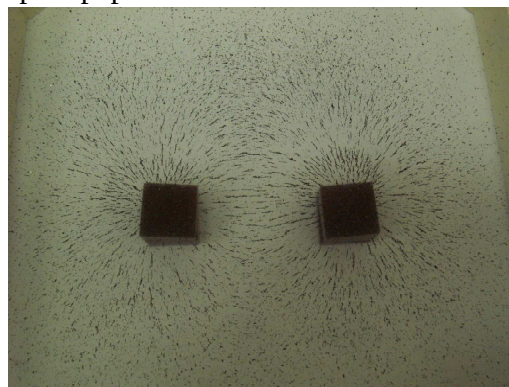
- Závěr: Stejné magnetické póly na sebe působí odpudivou silou, magnetické indukční čáry nesměřují od jednoho pólu k druhému, ale pryč.

Experiment č. 36:

- Úkol: Zobraz magnetické pole dvou různých magnetických pólů.
- Pomůcky: 2 magnety na tabuli, plexisklo, rámeček, železné piliny, papír
- Provedení: Do rámečku položíme dva magnety na tabuli stejnými póly nahoru. Na rámeček dám papír a plexisklo. Železné piliny nasypeme rovnoměrně na plexisklo. Po prohlédnutí obrazce, můžeme vytáhnout papír a uvidíme polohu dvou magnetů, kterou jsme tušili i přes papír.



Obrázek 83: Experiment č. 36 - papír



Obrázek 84: Experiment č. 36 - plexisklo

- Závěr: Různé magnetické póly na sebe působí přitažlivou silou, magnetické indukční čáry směřují od jednoho pólu k druhému.

Experiment č. 37:

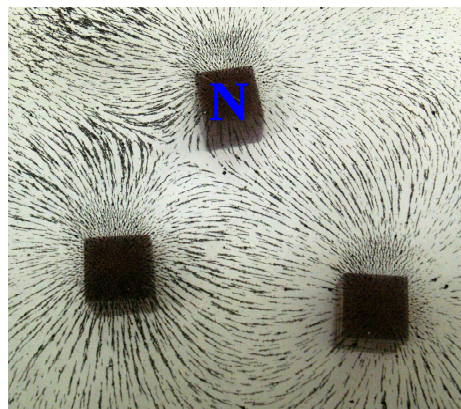
- Úkol: Dynamické zobrazení magnetického pole několika menších magnetů.
- Pomůcky: 3 menší magnety, jemné železné piliny (železný prach), hluboký talíř nebo plastová miska, voda, plexisklo (sklo)
- Provedení: Do plastové misky nalijeme vodu, na ní opatrně nasypeme jemné železné piliny (popř. prach). Některé se potopí, ale některé zůstanou plavat na hladině. Talíř překryjeme buď deskou z plexiskla, nebo skleněnou deskou. Na horní desku dáme magnety a sledujeme, jakou polohu zaujmou železné piliny na hladině. Pak stačí jeden magnet otočit a železné piliny se také natáčí do nového směru.
- Závěr: Železné piliny se natáčely do směru magnetického pole. Magnetické indukční čáry u různých pólů směřují k sobě, u stejných pólů od sebe.



Obrázek 85: Experiment č. 37

Úloha č. 11:

- Úkol: Máš obrázek magnetického pole tří magnetů. Jeden pól je označený, urči další póly magnetů.

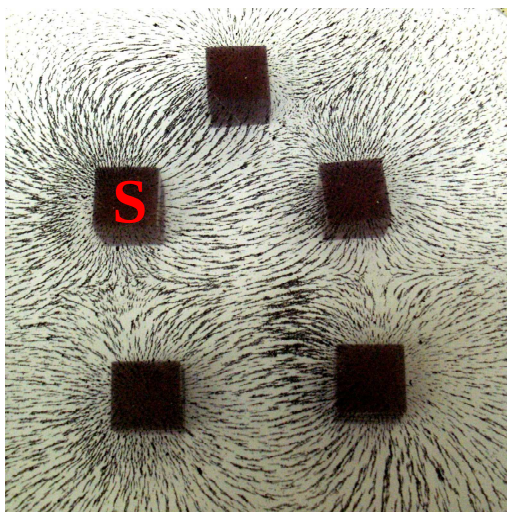


Obrázek 86: Úloha č. 11

- Řešení: Podle tvaru indukčních čar určíme zbývající dva póly, vlevo je také severní pól a vpravo jižní pól.

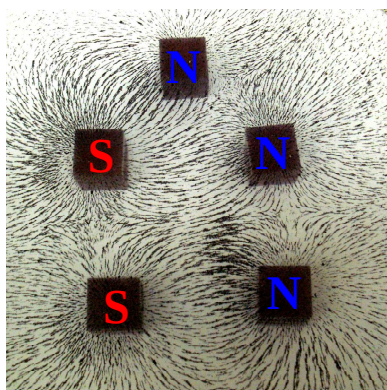
Úloha č. 12*:

Úkol: Máš obrázek magnetického pole pěti magnetů. Jeden pól je označený, urči další póly magnetů.



Obrázek 87: Úloha č. 12

Řešení::



Obrázek 88: Úloha č. 12 - řešení

8.4.2 Zesilování a zeslabování účinků magnetu

Experiment č. 38:

- Úkol: Zjisti, jak se budou ovlivňovat magnetické póly dvou tyčových magnetů.
- Pomůcky: 2 tyčové magnety, kancelářské sponky
- Provedení: Jeden tyčový magnet přiblížíme k hromádce kancelářských sponek a několik jich zvedneme. Nyní přiblížíme druhý tyčový magnet opačným pólem. Nakonec přiložíme k sobě magnety stejnými póly a oba je přiblížíme k hromádce kancelářských sponek.
- Komentář: V prvním případě jsme velikost magnetického pole zmenšili a většina kancelářských sponek spadla zpět na lavici. V druhém případě jsme magnetické pole zesílili a uzvedli jsme více kancelářských sponek.
- Závěr: Přiložením stejných pólů magnetů zesílíme jejich magnetické pole, pokud k sobě přiblížíme magnety opačnými póly, velikost magnetického pole se zmenší.
- Video: „Zeslabování a zesilování magnetického pole“ – (délka 39 s)
Ve video ukázce je názorně ukázáno zeslabování a zesilování magnetického pole pomocí dvou tyčových magnetů a kancelářských sponek.

Experiment č. 39:

- Úkol: Zjisti, jak se budou ovlivňovat magnetické póly dvou tyčových magnetů.
- Pomůcky: 2 tyčové magnety, kancelářská sponka, nit, stativový materiál
- Provedení: Jeden tyčový magnet přiblížíme k zavěšené kancelářské sponce. Nyní přiblížíme druhý tyčový magnet opačným pólem. Nakonec působím na kancelářskou sponku dvěma tyčovými magnety, které jsem k sobě přiložila stejnými póly.
- Komentář: V prvním případě jsme velikost magnetického pole zmenšili a sponka odpadla. V druhém případě jsme magnetické pole zesílili a kancelářskou sponku jsme mohli více vychýlit.
- Závěr: Přiložením stejných pólů magnetů zesílíme jejich magnetické pole, pokud k sobě přiblížíme magnety opačnými póly, velikost magnetického pole se zmenší.
- Video: „Může jeden magnet ovlivnit druhý?“ – (délka 51 s)
Ve video ukázce je názorně ukázáno zeslabování a zesilování magnetického pole pomocí dvou tyčových magnetů a zavěšené kancelářské sponky.

8.5 Magnetické pole Země a kompas

Z přírodovědy už víme, co je kompas. Je to magnet, který se může otáčet kolem svislé osy, natáčí se do severojižního směru a jeho severní pól ukazuje na sever. Z předchozích experimentů již víme, že magnetka se natácela vždy vlivem magnetického pole blízkého magnetu. Stejně je to i u kompasu, na který působí magnetické pole Země. To, že se chová Země jako velký magnet, věděli vědci již v 13. století (viz 7.1.1).

Názvy pólů magnetů mají původ podle směrů, kterými ukazují, pokud jsou volně otočené. Jižní pól magnetu míří k jihu, severní k severu. Z toho vyplývá, že na severu je jižní magnetický pól Země a na jihu severní magnetický pól. Poloha magnetických pólů není zcela totožná s póly zeměpisnými. Proto kompas neukazuje přesně k severu. Této odchylce od severojižního směru říkáme deklinace. O této skutečnosti věděli mořeplavci již dávno (viz. 7.1.1) a její hodnoty měli zaneseny v námořních mapách a tabulkách.

Experiment č. 40:

Úkol: Vytvoř si vlastní kompas.

Pomůcky: tyčový magnet, korkový plátek, jehla, miska s vodou, magnetka

Provedení: Jehlu zmagnetujeme potíráním pólem permanentního magnetu a položíme ji na plátek korku na vodě.

Komentář: Po chvíli se jehla ustálí a ukazuje severojižním směrem, což nám potvrzuje kontrolní magnetka.



Obrázek 89: Experiment č. 40

Závěr: Vytvořili jsme si vlastní kompas.

9 Závěr

Cílem mé rigorózní práce bylo ukázat, jaké možnosti ve výuce poznatků o magnetismu na základních školách a víceletých gymnáziích nabízejí jednoduché experimenty. Dílčími cíli bylo seznámení se s pedagogicko-psychologickými zásadami a jejich aplikace na soubor vybraných experimentů, neboť současná didaktická literatura se zařazením experimentů do výuky fyziky příliš nezabývá. Pokusila jsem se proto obecně platné pedagogicko-psychologické aspekty přizpůsobit této problematice.

Stručně jsem se zabývala didaktikou, její historií a vztahem k ostatním vědám, edukačními cíli, jejich hierarchií, tvorbou a taxonomií, didaktickými zásadami, metodami výuky fyziky a nejznámějšími pedagogickými koncepcemi. Nakonec jsem se zamyslela nad významem motivace a aktivizace žáků ve výuce fyziky a aplikovala získané poznatky na vytvořený soubor jednoduchých experimentů ve výuce poznatků o magnetismu. Pro vytvoření souboru experimentů jsem využila své půlroční stáže na Friedrich – Alexander – Universität Erlangen – Nürnberg v Erlangenu v Německu, kde jsem měla možnost studovat řadu německých učebnic, didaktických děl a historických pramenů. Historii magnetismu a historické experimenty z magnetismu jsem zpracovala také na základě několika historických spisů z konce 19. století, které jsem měla možnost probádat ve velmi dobře vybavené knihovně Deutsches Museum v Mnichově.

Na základě získaných informací jsem sama sestavila celistvý soubor experimentů na podporu výuky poznatků o magnetismu na základních školách a odpovídajících nižších ročnících víceletých gymnázií. Ve své práci jsem zvolila takové uspořádání experimentů a poznatků z magnetismu, přestože takovéto řazení není zcela v souladu se současnými učebnicemi fyziky, které dává žákům možnost samostatně objevovat dané zákonitosti či vlastnosti magnetismu. Žáci mohou pomocí heuristických experimentů na základě vlastních zkušeností z pozorování magnetu při různých situacích logicky vyvozovat dílčí poznatky. Uvedla jsem také řadu alternativních experimentů, které umožňují vyučujícímu vybrat ten nejvhodnější experiment pro své žáky, popř. mohou inspirovat učitele pro další experimenty. Pochopení dané látky lze ověřovat na problémových úlohách a řadě úkolů, které jsou uváděny i s příslušným řešením. Každý experiment je v práci detailně popsán s příslušnou fotografií, ilustrací, případně video ukázkami, tyto materiály mohou sloužit jako metodická pomůcka při výuce poznatků o magnetismu. Všechny experimenty jsem pečlivě ověřila a uvedla do práce vlastní náměty a poznámky pro učitele a další čtenáře mé práce.

V další fázi své práce bych chtěla zpracovat problematiku experimentů ve výuce poznatků o magnetismu na středních školách, popřípadě na školách vysokých, opět s detailními popisy, fotografiemi, ilustracemi a četnými video ukázkami. Doufám, že mnou vytvořený soubor experimentů s příloženými četnými video ukázkami učitelé využijí ve svých hodinách fyziky, a že se tak experiment stane běžnou součástí vyučovací hodiny.

10 Seznam použité literatury a internetových zdrojů

1. Drahovzal, J., Kilián, O., Kohoutek, R. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Paido, 1997. 156 s. ISBN 80-85931-35-4
2. Fenclová, J. *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 160 s.
3. Fontana, D. *Psychologie ve školní praxi*. 2.vyd. Praha: Portál, 2003. 384 s. ISBN 80-7178-626-8
4. Fuka, J., Lepil, O., Bednařík, M. *Didaktika fyziky*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1981. 321 s
5. Gilbert, G. *O magnite*. 1. vyd. Moskva: IAN SSSR, 1956. 411 s.
6. Greiss, C. B. *Zur Geschichte des Magnetismus*. Wiesenbaden: L. E: Riedel'schen Buchdruckerei, 1861. 18 s
7. Hartl, P., Hartlová, H. *Psychologický slovník*. 1.vyd. Praha: Portál, 2000. 776 s. ISBN 80-7178-303-X
8. Höfer, G. et al. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 215 s. ISBN 80-7043-436-8
9. Hörter, Chr. et al. *Physik 9 II/III – Realschule Bayern*. 1. vyd. Berlín: Cornelsen Verlag, 2002. 136 s. ISBN 3-464-85014-5
10. Janás, J. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1996. 146 s. ISBN 80-901619-7-9
11. Janovič, J. et al. *Fyzika pro 6. ročník základní školy studijní část A*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. 144 s. ISBN 80-04 -24125-5
12. Kalhous, Z., Obst, O. *Didaktika sekundární školy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003. 186 s. ISBN 80-244-0599-7
13. Kalhous, Z., Obst, O. et al. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál, 2002. 448 s. ISBN 80-7178-253-X
14. Kašpar, E. et al. *Didaktika fyziky, obecné otázky*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1978. 355 s.
15. Kolářová, R. et al. *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2001. 232 s. ISBN 80-7196-193-0
16. Kolářová, R., Bohuněk, J. . *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1998. 191 s. ISBN 80-7196-121-3
17. Komenský, J. A. *Didaktické spisy (výbor)*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1954. 392 s.
18. Laue, M. von *Dějiny fyziky*. 1. vyd. Praha: Orbis, 1959. 169 s.
19. Lenard, P. *Velcí přírodovědci*. 2. vyd. Praha: Orbis, 1943. 260 s.
20. Lokšová, I. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. 1.vyd. Praha: Portál, 1999. 208 s. ISBN 80-7178-205-X
21. Lustigová, Zdena. *Fyzika I : Učebnice pro základní školy a nižší ročníky gymnázií*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1994. 87 s. ISBN 80-7168-169-5
22. Lustigová, Zdena. *Fyzika pro 8. a 9. ročník základních škol a nižší ročníky víceletých gymnázií*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1999. 111 s. ISBN 80-7168-642-5
23. Macháček, M. *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1994. 79 s. ISBN 80-85849-24-0
24. Maňák, J., Švec, V. *Výukové metody*. 1. vyd. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5

25. Nelešovská, A. et al. *Didaktika I*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 1995. 48 s.
26. Nelešovská, A., Spáčilová, H. *Didaktika III*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1999. 39 s. ISBN 80-7067-795-3
27. Pelikán, J. *Výchova jako teoretický problém*. 1. vyd. Ostrava: Amosium servis, 1995. 234 s. ISBN 80-85498-27-8.
28. Petržílka, V., Šafrata, S. *Elektřina a magnetismus*. 2.vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1956. 637 s.
29. Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J. *Pedagogický slovník*. 2. rozšířené a aktualizované. vyd. Praha: Portál, 1998. 336 s. ISBN 80-7178-252-1.
30. Rauner, K. et al. *Fyzika pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2004. 120 s. ISBN 80-7238-210-1
31. Skalková, J. *Obecná didaktika*. 2. vyd. Praha: Grada, 2007. 328 s. ISBN 978-80-247-1821-7
32. Spilková, V. *Jakou školu potřebujeme?*. 1. vyd. Praha: Agentura STROM, 1997. 31 s. ISBN 80-901954-2-3
33. Sprockhoff, G. (et al.) *Physikalische Schulversuche – Einführung in die Elektrizitätslehre*. 1. vyd. München: R. Oldenbourg Verlag, 1962. 164 s.
34. Steiner, D. et al. *Physik 9 I-III Newton*. 1. vyd. München: Oldenbourg Schulbuchverlag, 2005. 256 s. ISBN 3-486-02899-5
35. Svoboda, E., Kolářová, R. *Didaktika fyziky Základní a střední školy, Vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2006. 230 s. ISBN 80-246-1181-3
36. Vališová, A., Kasíková, H. *Pedagogika pro učitele*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 404 s. ISBN 978-80-247-1734-0
37. Zelinková, O. *Pomoz mi, abych to dokázal*. 1. vyd. Praha: Portál, 1997. 108 s. ISBN 80-7178-071-5
38. *Answers* (anglicky) [online]. [cit. 2008-02-02]. Dostupné z: <<http://www.answers.com/topic/b-s-bloom>>
39. *Archives Biographies: Pierre de Maricourt 'Peter Peregrinus'*(anglicky) [online]. [cit. 2008-02-03]. Dostupné z: <<http://www.theiet.org/about/libarc/archives/biographies/peregrinus.cfm>>
40. *Bloom's Taxonomy* (anglicky)[online]. Datum poslední revize 12.1.2008 [cit. 2008-02-01]. Dostupné z: <http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Bloom%27s_Taxonomy>
41. Čmelík, M. *Katedra fyziky* [online]. Datum poslední revize leden 2007 [cit. 2008-02-03]. Dostupné z: <<http://www.kfy.vslib.cz/fps/historie.htm>>
42. *Education Encyclopedia* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 2008 [cit. 2008-02-02]. Dostupné z: <<http://education.stateuniversity.com/pages/2475/Taxonomies-Educational-Objectives.html>>
43. *Encyklopedie* [online]. Datum poslední revize [cit. 2008-01-30]. Dostupné z: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/283233-kompas>>
44. *EnviWiki* [online]. Datum poslední revize 1.12.2007 [cit. 2008-02-02]. Dostupné z: <http://www.czp.cuni.cz/enviwiki/index.php/Transformace_vzd%C4%9Bl%C3%A1n%C3%AD_v_%C4%8CR_-_hlavn%C3%AD_tendence>
45. Friendly, M. *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization* (anglicky)[online]. Datum poslední revize 11.2.2008 [cit. 2008-02-12]. Dostupné z: <<http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/milestone.pdf>>
46. Havel, V. *400 let od vydání významného fyzikálního spisu – Gilbertova „De Magnete“* [online]. [cit. 2008-02-16]. Dostupné z: <<http://sf.zcu.cz/rocnik07/cislo01/gilb.html>>

47. *Historie* [online]. [cit. 2007-11-20] Dostupné z:
<http://www.sweb.cz/skauti_prazmo/stranky/historie_znaku.htm>
48. *Chambers' Book of Days* (anglicky) [online]. [cit. 2007-12-03] Dostupné z:
<<http://www.thebookofdays.com/months/may/21.htm>>
49. Chapman, A. *Bloom's Taxonomy - Learning Domains* (anglicky) [online]. Datum poslední revize 2006 [cit. 2008-02-02]. Dostupné z:
<<http://www.businessballs.com/bloomstaxonomyoflearningdomains.htm#dave's%20psychomotor%20domain%20taxonomy>>
50. Janáčková, A. *Země je veliký magnet* [online]. [cit. 2008-02-16]. Dostupné z:
<<http://geo.mff.cuni.cz/papers2.bin/magnet.pdf>>
51. *Jednota českých matematiků a fyziků* [online]. Datum poslední revize 3.1.2007 [cit. 2008-02-03]. Dostupné z: <<http://www.jcmf.cz/hist.html>>
52. Mechlová, E. – Mechl, J. *Pedagogická praxe* [online]. Publikováno 2005 [cit. 2008-02-02]. Dostupné z:
<http://artemis.osu.cz:8080/artemis/uploaded/162_Pedagogicka_praxe.pdf>
53. *Mezinárodní konference UNESCO* [online]. Archiv Google 27.1.2008 [cit. 2008-02-02]. Dostupné z: <<http://www.msmt.cz/vzdelavani/mezinarodni-konference-unesco-o-vzdelavani-dospelych>>
54. *Muzeum Jana Amose Komenského* [online] [cit. 2008-01-30] . Dostupné z:
<<http://www.mjakub.cz/index.php?idm=37>>
55. *National Maritime Museum Home* (anglicky)[online]. [cit. 2007-10-30]. Dostupné z:
<<http://www.nmm.ac.uk/collections/explore/object.cfm?ID=G201%3A1%2F1&picture=2#content>>
56. *Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů* [online]. Publikováno 31.5.2006 [cit. 2008-02-01]. Dostupné z:
<http://www.zstaborska.cz/web/programy_projekty/skolni_vzdelavaci_program/revize_bloomovy_taxonomie_educace.pdf>
57. Thévenot, M. *Recueil des Voyages* (latinsky) [online]. [cit. 2007-11-20] Dostupné z:
<<http://content.wisconsinhistory.org/cdm4/document.php?CISOROOT=/tp&CISOPTR=1498&REC=2>>
58. Vlčková, K. *Edukační cíle* [online]. Publikováno 15.9.2006 [cit. 2008-02-01]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/elportal/estud/lf/ps05/mpmp071/edukacni_cile.doc>
59. *Wikipedie* (anglicky)[online]. Datum poslední revize 21.12.2007 [cit. 2008-01-30]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Peregrinus>
60. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 10.10.2007 [cit. 2008-02-01]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/K1%C3%AD%C4%8Dov%C3%A9_kompetence>
61. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 13.1.2008 [cit. 2008-01-30]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Scholastika>>
62. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 17.12.2007 [cit. 2008-01-31]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Plinius_star%C5%A1%C3%AD>
63. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 2.10.2007 [cit. 2008-01-30]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Didaktika>>
64. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 22.12.2007 [cit. 2008-01-30]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Descartes#Descartovo_my.C5.A1len.C3.AD>
65. *Waldorfské školy* [online]. Vytvořeno 2007 [cit. 2008-02-03]. Dostupné z: <<http://www.iwaldorf.cz/>>
66. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 14.2.2008 [cit. 2007-11-30]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Autonomn%C3%AD_spole%C4%8Denstv%C3%AD_C5%A0pan%C4%9Blska>

67. *Wikipedie* (německy) [online]. Datum poslední revize 16.2.2008 [cit. 2008-02-17]. Dostupné z: <http://de.wikipedia.org/wiki/Marco_Polo>
68. *Wikipedie* [online]. Datum poslední revize 22.2.2008 [cit. 2008-01-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Steiner>
69. *Wikipedie* (německy) [online]. Datum poslední revize 23.2.2008 [cit. 2007-12-17]. Dostupné z: <http://de.wikipedia.org/wiki/Athanasius_Kircher>

11 Seznam obrázků a příloh

Obrázek 1: Pyramida edukačních cílů	22
Obrázek 2: Maslowova pyramida potřeb.....	43
Obrázek 3: Čingischánův kompas	46
Obrázek 4: Obálka jednoho z Peregrinových spisů.....	48
Obrázek 5: Znak Amalfi	48
Obrázek 6: Nautonierova zjednodušená mapa	49
Obrázek 7: Nautonierova mapa i s kontinenty	49
Obrázek 8: Izogonická mapa	49
Obrázek 9: Mapy E. Halleyho	49
Obrázek 10: A. Kircher	50
Obrázek 11: W. Gilbert	51
Obrázek 12: De Magnete	51
Obrázek 13: Magnetické pole.....	52
Obrázek 14: Experiment č. 1	61
Obrázek 15: Experiment č. 2	62
Obrázek 16: Magnetovec.....	63
Obrázek 17: Experiment č. 3	63
Obrázek 18: Experiment č. 4	64
Obrázek 19: Magnet a železo	64
Obrázek 20: Magnet a nikl	64
Obrázek 21: Experiment č. 5	65
Obrázek 22: Experiment č. 6	66
Obrázek 23: Experiment č. 6 - fixy	66
Obrázek 24: Experiment č. 7	67
Obrázek 25: Experiment č. 8	68
Obrázek 26: Experiment č. 9	69
Obrázek 27: Experiment č. 10	70
Obrázek 28: Experiment č. 11 – tyčový magnet	71
Obrázek 29: Experiment č. 11 – podkovovitý magnet	71
Obrázek 30: Experiment č. 12	72
Obrázek 31: Experiment č. 13	73
Obrázek 32: Experiment č. 14	74
Obrázek 33: Experiment č. 15	75
Obrázek 34: Experiment č. 16	76
Obrázek 36: Úloha č. 3 b).....	76
Obrázek 35: Úloha č. 3 a).....	76
Obrázek 37: Řešení úlohy č. 3 a).....	77
Obrázek 38: Řešení úlohy č. 3 b)	77
Obrázek 39: Úloha č. 4	77
Obrázek 40: Experiment č. 17	79
Obrázek 41: Experiment č. 17	79
Obrázek 42: Experiment č. 19	80
Obrázek 43: Experiment č. 19	80
Obrázek 44: Experiment č. 19	80
Obrázek 45: Experiment č. 19	80
Obrázek 46: Odpuzování stejných pólů.....	81
Obrázek 47: Přitahování různých pólů	81

Obrázek 48: Úloha č. 6 a).....	82
Obrázek 49: Úloha č. 6 b).....	82
Obrázek 50: Úloha č. 6 c).....	82
Obrázek 51: Úloha č. 6 d).....	82
Obrázek 52: Úloha č. 6 - řešení	82
Obrázek 53: Úloha č. 7 a).....	82
Obrázek 54: Úloha č. 7 b).....	82
Obrázek 55: Úloha č. 7 c).....	82
Obrázek 56: Úloha č. 7 d).....	82
Obrázek 57: Úloha č. 7 - řešení	83
Obrázek 58: Úloha č. 8 a).....	83
Obrázek 59: Úloha č. 8 b).....	83
Obrázek 60: Úloha č. 8 a) - řešení	83
Obrázek 61: Úloha č. 8 b) - řešení	83
Obrázek 62: Experiment č. 21	84
Obrázek 63: Úloha č. 9	84
Obrázek 64: Úloha č. 9 - řešení	84
Obrázek 65: Úloha č. 10	85
Obrázek 66: Experiment č. 22	86
Obrázek 67: Experiment č. 23	87
Obrázek 68: Experiment č. 24	87
Obrázek 69: Experiment č. 25	88
Obrázek 70: K experimentu č. 25	88
Obrázek 71: Experiment č. 26	88
Obrázek 72: Experiment č. 27	89
Obrázek 73: Experiment č. 28	89
Obrázek 74: Experiment č. 29	90
Obrázek 75: Experiment č. 30	90
Obrázek 76: Experiment č. 31	91
Obrázek 77: Experiment č. 32	92
Obrázek 78: Experiment č. 33	93
Obrázek 79: Experiment č. 34 - papír.....	94
Obrázek 80: Experiment č. 34 - plexisklo	94
Obrázek 81: Experiment č. 35 - papír.....	95
Obrázek 82: Experiment č. 35 - plexisklo	95
Obrázek 83: Experiment č. 36 - papír.....	95
Obrázek 84: Experiment č. 36 - plexisklo	95
Obrázek 85: Experiment č. 37	96
Obrázek 86: Úloha č. 11	96
Obrázek 87: Úloha č. 12	97
Obrázek 88: Úloha č. 12 - řešení	97
Obrázek 89: Experiment č. 40	99
 příloha A CD-ROM	 107

Příloha A

CD-ROM (na vnitřní straně desek), který obsahuje videa k vybraným experimentům.

Resume

The main goal of my rigorous work was to show the possibilities of simple experiments in teaching magnetism at primary schools and appropriate grades of grammar schools. Partial goals were to familiarize with pedagogical and psychological principles and their application to a set of selected experiments because actual didactic literature is not so much concerned about experiments in teaching Physics, especially magnetism. Therefore I tried to adapt these general pedagogical and psychological aspects to these problems.

I briefly dealt with Didactics, its history and reference to other sciences, educational objectives, their hierarchy, creation and taxonomy, principles of Didactics, educational methods and forms of Physics and the best-known educational conceptions. In the end I intended over the importance of motivation and stimulation of pupils in teaching Physics and I applied gained knowledge to a created set of simple experiments in teaching magnetism. For creation of this set of experiments I used my half-year stay at Friedrich – Alexander – Universität Erlangen – Nürnberg in Erlangen, Germany, where I had an opportunity to study German textbooks of Physics, didactic literature and other historical sources. I processed the history of magnetism and historical experiments in magnetism based on historical documents from the end of 19th century, which I had studied in well-provided library in Deutsches Museum in Munich.

Based on gained information I created by my own a complete set of experiments to support teaching magnetism at primary schools and appropriate grades of grammar schools. In my work I chose no conventional order of experiments and knowledge in magnetism, that give the pupils an opportunity to explore by themselves the qualities and rules of magnetism. I am aware that this order is not quite according to contemporary textbooks of Physics, but pupils are able to logically conclude by themselves partial knowledge based on their own experience from observing magnets in different situations. I also mentioned a lot of alternative experiments that allow teachers to choose the most suitable experiments for his or her pupils. The work can also motivate teachers to make other experiments. The understanding of subject matter can be tested by problem experiments and other tasks that are always mentioned together with right solution. Each experiment in my work is described in detail with photographs, illustrations or videos; these material can serve as a methodic help during teaching magnetism. I carefully verified all the experiments and I added my own themes and notes for teachers and for other readers of my work.

In next stage I would like to work up other experiments in magnetism, which are determined for secondary schools or universities, also together with description, photographs, illustrations and videos. I hope the set of experiments, that I created, will be used by teachers in their classes and that the experiment will become a common part of classes of Physics.