

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ

DISERTAČNÍ PRÁCE

2019

Mgr. Václav Piskač



FAKULTA PEDAGOGICKÁ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

Kombinované experimenty ve výuce fyziky na základní škole

Mgr. Václav Piskač

**disertační práce
k získání akademického titulu doktor
v oboru Teorie vzdělávání ve fyzice**

Školitel: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.

Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

Plzeň 2019



Combined experiments in physics lessons at basic school level

Mgr. Václav Piskač

**doctoral thesis
submitted in partial fulfillment of the requirements
in Theory of Education in Physics**

Supervisor: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.

Department of Mathematics, Physics and Technical Education

Plzeň 2019

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své práce Dr. Miroslavu Randovi za ochotu, čas a nadšení, se kterým mě provázel během přípravy a realizace mé práce.

Chtěl bych poděkovat Dr. Jindřišce Svobodové, Doc. Kláře Velmovské a Doc. Vojtěchu Žákovi za konzultace ke statistickému zpracování výsledků výzkumu.

Chtěl bych poděkovat Mgr. Lence Kramářové a Mgr. Ondřeji Kyasovi za připomínky a korektury výsledného textu.

Chtěl bych poděkovat učitelům, kteří navržené sady pomůcek testovali. Bez nich by práce nemohla vzniknout.

Chtěl bych poděkovat všem, se kterými jsem se mnoho let setkával, mohl od nich čerpat náměty, konzultovat s nimi své nápady, těm, kteří se mnou sdíleli své vzpomínky.

Chtěl bych poděkovat své manželce a dětem, kteří mi poskytli čas a prostor pro studium.

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Prohlašuji, že elektronická verze ve formátu PDF umístěná v kořenové složce přiloženého CD a tištěná verze disertační práce jsou totožné.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Západočeská univerzita v Plzni má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Plzni, 18. srpna 2019

.....

Abstrakt

Název práce: *Kombinované experimenty ve výuce fyziky na základní škole*

Autor: *Mgr. Václav Piskač*

Katedra: *Katedra matematicky, fyziky a technické výchovy (KMT),
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni (FPE ZČU)*

Vedoucí práce: *RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., KMT FPE ZČU*

Abstrakt: Práce se zaměřuje na výuku fyziky na základní škole a v odpovídajících třídách víceletých gymnázií. Mezi základní nástroje výuky fyziky patří učitelské a žakovské experimenty. Mým cílem bylo vytvořit metodiky kombinovaných experimentů - souborů vzájemně doplňujících se učitelských a žakovských experimentů. Vytvořené metodiky pokryly velkou část učiva fyziky na základní škole.

V rámci výzkumu proběhlo testování souborů kombinovaných pokusů na několika školách. Testování bylo vyhodnoceno pomocí rozhovorů s učiteli a porovnáním výsledků písemných prací žáků.

Klíčová slova: *fyzikální pokus, základní škola, učitelský pokus, žakovský pokus, metodika, výuka*

Abstract

Title: *Combined experiments in physics lessons at basic school level*

Author: *Mgr. Václav Piskač*

Department: *Department of Mathematics, Physics and Technical Education
Faculty of Education, University of West Bohemia*

Supervisor: *RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., Department of Mathematics,
Physisc and Technical Education*

Abstract: *The doctoral thesis focuses on teaching physics at primary school and in the corresponding classes of multi-year grammar schools. The basic tools of physics teaching include demonstration and frontal experiments. My goal was to create methodologies of combined experiments - sets of complementary teacher and pupil experiments. Developed methodologies cover a large part of the elementary school curriculum.*

The research involved testing of combined experiments at several schools. Testing was evaluated by interviewing teachers and comparing the results of the students' tests.

Keywords: *physical experiment, basic school, demonstration experiment, frontal experiment, methodology*

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle disertační práce	10
2.1. Výuka fyziky na základní škole	10
2.2. Kombinovaný experiment	11
2.3. Cíle a hypotézy	12
3. Současný stav řešené problematiky	13
4. Školní experimenty	15
4.1. Historie žákovských experimentů na našem území	15
4.1.1. Rakousko-Uhersko	15
4.1.2. Československo 1918-1948	16
4.1.3. Československo 1948-1993	17
4.1.4. Vzpomínky pamětníků	17
4.2. Současnost žákovských experimentů v Česku	20
4.2.1. Dotazník	20
4.2.1.1. Zadání dotazníku	20
4.2.1.2. Vlastní text dotazníku	21
4.2.1.3. Komentáře k textu dotazníku	21
4.2.1.4. Výsledky dotazníku	22
4.2.1.5. Shrnutí výsledků	23
4.2.2. Stávající nabídka pomůcek	23
5. Psychologie učení se	25
5.1. Prepuberta	25
5.1.1. Pozornost	26
5.1.2. Paměť	27
5.1.3. Úroveň myšlení	27
5.1.4. Vliv školy	28
5.1.5. Důsledky pro školní praxi	29
5.2. Puberta	31
5.2.1. Pozornost	31
5.2.2. Paměť	32
5.2.3. Úroveň myšlení	32
5.2.4. Prožívání dospívajících	33
5.2.5. Vliv školy	34
5.2.6. Důsledky pro školní praxi	35
6. Vývoj kombinovaných experimentů	36
6.1. Struktura kombinovaného experimentu	36
6.2. Pravidla práce	37
6.2.1. Pravidla vedení hodiny	37
6.2.2. Pravidla skupinové práce	38
6.2.3. Pravidla přípravy pomůcek	39
6.3. Fyzikální šuplík	39

6.4. Příprava konkrétních metodik	41
6.4.1. Struktura metodických materiálů	42
6.4.2. Společné vybavení	42
6.4.3. Magnety	43
6.4.4. Elektrické obvody	46
6.4.5. Těžiště	50
6.4.6. Vztlaková síla	52
6.4.7. Zrcadla	54
6.4.8. Elektrostatika	56
6.4.9. Elektrochemie	59
6.4.10. Elektromagnety	61
6.4.11. Usměrnění střídavého proudu	63
6.4.12. Tranzistory	65
7. Průběh testování metodik	68
7.1. Oslovení učitelů	68
7.2. Vytvoření ročního harmonogramu	69
7.3. Vlastní testování	70
8. Sběr a zpracování dat	71
8.1. Výzkum formou rozhovoru	71
8.2. Průběhy rozhovorů	72
8.3. Výstupy z rozhovorů - hypotéza H1	73
8.3.1. Názory učitelů	73
8.3.2. Shrnutí názorů	77
8.4. Výstupy z rozhovorů - hypotéza H2	79
8.4.1. Názory učitelů	79
8.4.2. Shrnutí názorů	83
8.5. Výstupy z rozhovorů - hypotéza H3	84
8.5.1. Názory učitelů	84
8.5.2. Shrnutí názorů	87
8.6. Hodnocení výsledků písemných prací	88
8.6.1. Statistické zpracování	88
8.6.2. Získané soubory dat	89
8.6.3. Shrnutí výsledků testování	94
9. Výstupy výzkumu	97
10. Publikace autora	98
Závěr	100
Seznam literatury	101
Seznam obrázků	104
Seznam tabulek	104
Přílohy	105

1 Úvod

Učím fyziku na druhém stupni ZŠ už téměř 20 let. Od začátku jsem se snažil stavět svou výuku na experimentech a úvahách z nich plynoucích. Nastoupil jsem na gymnázium, které právě otevřelo svůj nižší stupeň v nově pořízené budově. Kabinet fyziky neměl téměř žádné vybavení, proto jsem se nejprve zaměřil na vývoj a materiální zajištění učitelských experimentů. Teprve časem jsem začal zařazovat do výuky i žakovské pokusy.

Zjistil jsem, že nejúčinnější metodou práce je kombinování (prolínání) žakovských a učitelských pokusů – nazývám to kombinované experimenty. Učitelké experimenty poskytují velkou kontrolu nad provedením, jsou názorné a přehledné. Mohou však být žáky ignorovány. Žakovské experimenty hrozí vznikem miskonceptů a jsou mnohem náročnější na přípravu a úspěšné provedení. Nutí však žáky zapojit se do výuky, výrazně zjednodušují pochopení problematiky a zlepšují uložení faktů do paměti. Kombinované experimenty, pokud jsou kvalitně připraveny a provedeny, využívají pozitiva obou typů pokusů a silně eliminují jejich negativa.

Základem mé práce je metodický popis několika souborů kombinovaných experimentů, které mám ověřeny v praxi. Tyto soubory byly testovány během školního roku 2018/2019 na několika školách v ČR. Zkušenosti s testováním jsem od svých kolegů získal díky rozhovorům, které mi poskytli na závěr školního roku. Analýzou výsledků písemných prací jsem sledoval vliv kombinovaných pokusů na pochopení látky žáky.

Popis metodik a jejich testování je doplněn stručným pohledem na historii školských pokusů z fyziky na území ČR a analýzou psychologie učení se u žáků ve věku 11-15 let.

2. Cíle disertační práce

2.1. Výuka fyziky na základní škole

Odborná didaktická literatura (např. Kašpar 1960 nebo Svoboda, Kolářová 2006) i učitelská veřejnost (viz např. příspěvky na <http://vnuf.cz/sbornik/>) se plně shodují v tom, že experimenty jsou nedílnou součástí výuky fyziky na všech typech školy.

Druhý stupeň základní školy je specifický v tom, že zde žáci poprvé setkávají s fyzikou jako samostatným vědním oborem, seznamují se s terminologií, postupy práce, řešením problémů a obecným fyzikálním myšlením. Přinášejí si mnohé poznatky z běžného života, z výuky přírodopisu na prvním stupni základní školy, z vlastní četby populárně naučné literatury nebo ze sledování vědecky zaměřených pořadů.

Úkolem učitele na druhém stupni základní školy je vést žáky tak, aby si dokázali své stávající i nově získané poznatky sestavit do logicky fungujícího celku. Předává žákům fyzikální poznatky tak, aby si na jejich základě vybudovali vlastní systém poznávání světa, který je obklopuje.

Fyzika jako vědní obor si díky mnoha staletím zkušeností vybudovala systém pokusů - zjednodušených testů přírody, které umožňují pochopit jednotlivé detaily jejího fungování. Pokusy ve škole jsou specifické v tom, že se svým provedením musí přizpůsobovat věku žáků, jejich dosavadním zkušenostem a znalostem, jejich inteligenci.

Hodiny fyziky musí být vedeny tak, aby žáci po celou dobu jasně a přehledně sledovali linii výkladu. Nové poznatky se předávají postupně, optimálně tak, aby na ně žáci v řízeném procesu přicházeli sami. Toto paradigma výuky vede učitele k tomu, aby hodinu sestavil z většího počtu rozdílných činností. Čistý výklad (byť doprovázený učitelskými pokusy) není pro základní školu optimální formou výuky.

2.2. Kombinovaný experiment

Během let praxe jsem zjistil, že pro žáky ve věku 11-15 let je velmi vhodnou metodou práce krátký žákovský pokus vložený do toku výuky. Nutným předpokladem pro tuto formu práce byl vývoj a výroba souborů žákovských pomůcek. Po jejich zařazení do výuky se ukázalo, že optimálním způsobem práce je střídání krátkých bloků výkladu doplněného učitelským experimentem a krátkých bloků pokusů žákovských. Tomuto způsobu práce jsem začal říkat kombinované experimenty.

V rámci své práce jsem se rozhodl pro vytvoření metodik výuky kombinovaných experimentů pro několik témat základní školy. Metodiky obsahují popis pomůcek pro oba typy pokusů, postup toho, jak mají na sebe učitelské a žákovské experiment navazovat a stručné poznámky k tomu, jak by měl vypadat doprovodný učitelský výklad.

Běžná vyučovací hodina je samozřejmě doplněna teoretickým výkladem, početními a problémovými úlohami, opakováním, testováním. Těmto formám výuky jsem se záměrně vyhnul. Jsem přesvědčený o tom, že běžný učitel si dokáže metodiky kombinovaných experimentů doplnit dalšími formami výuky podle vlastního uvážení.

Kombinovaný experiment je tedy soubor učitelských a žákovských pokusů, které se navzájem prolínají a doplňují. Kombinované experimenty umožňují zajistit maximální efektivitu výuky, udržují dlouhodobě pozornost žáků. Jsou podmíněny vcelku náročnou přípravou. Učitel si musí vyrobit nebo jinak zajistit pomůcky jak pro učitelské, tak pro žákovské pokusy. Hlavně soubory žákovského vybavení mohou svým rozsahem mnohé učitele odradit od jejich pořízení. Pokud ale škola už potřebné pomůcky vlastní, samotná výuka se stává pro učitele fyzicky i psychicky mnohem jednodušší.

Další poznámky ke kombinovaným experimentům viz kapitola 6 - Vývoj kombinovaných experimentů.

2.3. Cíle a hypotézy

Ve své práci si stanovuji následující cíle:

1. Vytvoření souboru metodik kombinovaných experimentů pro výuku fyziky na základních školách.
2. Otestování těchto metodik učiteli několika škol z Brna a okolí.
3. Na základě výsledků testování vyhodnotit účinnost využití kombinovaných experimentů ve výuce.

Výstupem práce je ověření nebo vyvrácení následujících hypotéz:

- H1: Použití kvalitně připravených kombinovaných experimentů usnadňuje učitelům výuku.
- H2: Kombinované experimenty lze provádět s celou (tj. nepůlenou) třídou.
- H3: Použití kombinovaných experimentů zlepšuje pochopení učiva žáky.

3. Současný stav řešené problematiky

Fyzikální experimenty jsou odedávna významnou součástí výuky fyziky na všech stupních škol. Experimenty nejčastěji rozlišujeme podle toho, kdo je provádí, na žákovské a učitelské. V české pedagogické literatuře se většinou používá označení „demonstrační“, „individuální žákovský“ a „frontální žákovský“ pokus (Svoboda, Kolářová 2006). Běžně je frontální pokus synonymem společné práce žáků. Bohužel jsem několikrát během diskusí s kolegy narazil na představu, že „frontální“ znamená „in front of“ - tj. předváděno všem žákům současně. Proto ve své práci budu zásadně pokusy označovat jako učitelské a žákovské.

Klasická díla české didaktiky fyziky se zabývají oběma typy experimentů.

„Jedním z nejdůležitějších a pro fyziku nejcharakterističtějších prostředků, na kterém závisí úspěch vyučování fyziky, je pokus.“ Kašpar 1960

„Žákovský pokus – ať už je prováděn v učebně v průběhu vyučovací hodiny nebo ve školní laboratoři, či mimo školu – je vždy v určitém vztahu k demonstračnímu pokusu, který provádí učitel. Jestliže jej plně nenahrazuje, vytváří s ním komplexní prostředek smyslově názorného působení na žáka.“ O. Lepil v Kašpar a kol. 1978

V žádné didaktické publikaci jsem však nenašel popis kombinovaných experimentů, tedy prolínání experimentů žákovských a učitelských. Jedinou výjimkou je stručná metodická publikace „Fyzika frontálně“ (Hrubý 1964). Ostatní publikace obsahují velmi kvalitní a podrobné popisy buďto učitelských pokusů (např. Svoboda 1996) nebo pokusů žákovských (např. Ondráček 1972). Nezabývají se ale spojením obou typů experimentů.

Stejně tak současné publikace a příspěvky účastníků pedagogických setkání (konference „Veletřh nápadů učitelů fyziky“, „Dílny Heuréky“ v Náchodě, případně semináře JČMF ve Vlachovicích) se zabývají oběma typy experimentů odděleně.

Kapitola 3 – Současný stav řešené problematiky

Při rešerších zahraniční literatury pomocí webových aplikací Google Scholar (<https://scholar.google.cz/>), JSTOR (<http://www.jstor.org/>), či ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>) se mi nepodařilo najít publikaci zaměřenou na kombinované experimenty. Stejně tak jsem neuspěl ani v archivech časopisů Physics Teacher a Physical Education.

Při svém hledání jsem používal klíčová slova „pupil experiment“, „teacher experiment“, „demonstration experiment“, „frontal experiment“, „combination of pupil a teacher experiment“, „cooperation of pupil and teacher experiment“.

4. Školní experimenty

4.1. Historie žákovských experimentů na našem území

Z dostupných zdrojů jsem se pokusil vytvořit stručný přehled toho, jestli a jak se v našich zemích používaly žákovské experimenty při výuce fyziky. Při tvorbě kombinovaných experimentů vycházím z desítek let tradice výuky fyziky, proto mě osobně zajímalo, jak se vyvíjel přístup k práci se žáky při výuce fyziky.

Na tomto místě bych chtěl poděkovat těm, kteří byli ochotni se se mnou podělit o své osobní archivy učebnic a školních příruček. Dále všem těm, kteří si se mnou byli ochotni povykládat o své učitelské praxi od šedesátých let do současnosti.

Jmenovitě to jsou: Mgr. Marta Hejzlarová, Mgr. Květa Kolářová, Doc. Růžena Kolářová, Mgr. Bohumila Kroupová, Dr. Věra Pejčochová, Dr. Jozef Beňuška, Mgr. Lubomír Kramář, Mgr. Jaroslav Salák, Mgr. Metoděj Školoudík, Mgr. Miroslav Škrvna.

V této kapitole se pokusím nastítnit stručný historický přehled používání žákovských experimentů ve výuce fyziky žáků ve věkovém rozpětí 11–15 let (v dnešním pojetí druhý stupeň základní školy).

4.1.1. Rakousko-Uhersko

Jedna z nejstarších učebnic fyziky psaná ve slovenštině (Kordoš, 1872) má velmi zajímavé uspořádání – celá kniha je vedena podle schématu: „Proved' pokus – analýza pokusu – závěr z pokusu plynoucí“. Podle předmluvy autora mají tyto pokusy provádět žáci. Bohužel pokusy jsou pouze stručně popsány, bez metodiky.

Majer (1880) ve své učebnici často používá popis experimentů, podle všeho jsou míněny jako učitelské. Hejzlar (1889) a Panýrek (1894) staví svůj výklad fyziky na experimentech, z nichž mnohé jsou natolik jednoduché, že mohou být prováděny samotnými žáky.

V devatenáctém století byly velmi populární jednoduché experimenty prováděné doma, v salonu nebo v restauraci. Do mnoha jazyků byly překládány knihy „Toma Tita“ (Good, 1890), on-line je k dispozici kniha Cooleyho (1870).

Na základě výše uvedených faktů odvozují, že jednoduché experimenty, které lze snadno provést v žákovském provedení, byly ve druhé polovině 19. století součástí jak školní výuky, tak obecné kultury.

4.1.2. Československo 1918–1948

O využívání žákovských experimentů v období první republiky podávají svědectví knihy Pastejřík (1935) a Krejčík (1931). Jan Pastejřík učil na měšťanské škole v pražském Karlíně, Josef Krejčík na měšťanské škole v brněnských Židenicích. Autoři se shodují na nutnosti využívání žákovských experimentů (které jsou dokonce „vyžadovány novými učebními osnovami“ – Pastejřík, 1935), kritizují standardní výuky fyziky formou přednášek. Jan Pastejřík byl členem komise STAKO (Komise pro standardizaci učebních pomůcek) – ve své knize popisuje jednotlivé pomůcky, které podle vzorových výkresů komise vyráběly regionální firmy. Josef Krejčík prosazuje metodu vlastní výroby pomůcek ve školní dílně. Obě knihy jsou vynikajícím zdrojem námětů pro žákovské experimenty, i když Pastejříkova kniha postupně sklouzává k pokusům, které jsou natolik náročné, že si je nedovedu představit v jiném než učitelském provedení.

Na rozdíl od závěru předešlé kapitoly tvrdí Pastejřík (1935), že na obecných a měšťanských školách nebylo v té době o experimentování zactva ani řeč – myšleno období před rokem 1918. Bohužel netuším, nakolik jeho kniha popisuje reálnou situaci.

Učitelské experimenty byly za první republiky na vysoké úrovni – např. vynikající kniha „Základní pokusy fyzikální“ (Zahradníček, 1935). Dodnes se na gymnáziích z této doby dochovalo velké množství demonstračních pomůcek ve špičkové kvalitě.

Na základě uvedených knih usuzuji, že žákovské experimenty byly za první republiky běžně používány na měšťanských školách, zatímco na gymnáziích převládala učitelská forma experimentů. Na jednu stranu se mnohé učebnice z té doby opírají o jednoduché žákovské experimenty (Langr 1938, Svačina 1930, Patejřík 1935, Horák 1930). Na stranu druhou katalogy školních pomůcek obsahují vybavení pouze pro experimenty učitelské (Kohl, 1927).

4.1.3. Československo 1948–1993

Období socialismu je poznamenáno neustálými reformami. V každé reformě se zdůrazňovala nutnost žákovských činností včetně fyzikálních experimentů. Vycházejí publikace zaměřené přímo na žákovské experimenty (UNESCO 1971, Fuka 1954, Faulner 1956, Voráček 1971), učebnice fyziky pro ZŠ jsou založeny na experimentech. V sadě učebnic z 60. let (např. Fuka 1963) se jedná spíše o učitelské experimenty, v sadě z 80. let (např. Kolářová 1985) o žákovské pokusy s vybavením dodávaným od 70. let v rámci tzv. „centrálních dodávek“.

4.1.4. Vzpomínky pamětníků

V rozhovorech jsem se soustředil převážně na období před rokem 1980, kdy byly zavedeny nové učebnice kolektivu Bohuněk, Kolářová a spol., které se používaly až do rozpadu republiky (na některých školách se podle novějších vydání učí dodnes). Dále jsem se snažil zjistit, jak vypadaly formy práce se žáky.

Lubomír Kramář

Začal učit v roce 1957, učil na jedenáctiletce v Gottwaldově, poté přešel na nově otevřenou jedenáctiletku v Otrokovicích. Na začátku jeho praxe se razilo heslo: „Pokusy jsou na základní školu, na gymnázium patří teorie.“

Ve škole postupně zaváděli demonstrační pokusy a po nich i žákovské. Ve třídách bylo běžně i 42 žáků. Škola byla původně bez vybavení. Pomůcky si sami vyráběli, hlavním problémem byl nedostatek jakéhokoliv materiálu. Další obtíží bylo, že se děti do experimentů příliš nezapojovaly.

Jedna hodina fyziky se časem začala dělit na půlky, díky tomu mohly být žákovské pokusy zařazovány častěji. Používali kruhová měření (tj. pro každý experiment bylo připraveno jedno stanoviště s pomůckami, žáci se u jednotlivých stanovišť postupně střídali). V půlené třídě se žáci dělili po dvojicích, v celé třídě po trojicích (dáno velikostí lavic).

Metoděj Školoudík

Začal učit v roce 1961 na SVVŠ v Humpolci. Učil na gymnáziích, na sklonku praxe i na ZŠ. Jako okresní a později i krajský metodik měl možnost seznámit se se situací na školách.

V rozhovoru mi potvrdil, že na gymnáziích se používala k výuce forma přednášky doplněné demonstračními experimenty, několikrát za rok laboratorní práce. Na základních školách byly k dispozici sady žákovských pomůcek, experimenty se dělaly tam, kde byli ochotní učitelé.

Miroslav Škvrna

Začal učit v roce 1963 na základní škole ve Rtyni. Po základní vojenské službě nastoupil na základní školu Blahovka v Úpici (dnes ZŠ Bratří Čapků). Když začínal, neměl na

žakovské experimenty čas. Od druhého roku praxe začal sestavovat žakovské sady. Část nakoupil v rámci centrálních dodávek (optika, mechanika), něco vyráběli v dílnách (elektrické obvody). Učebna byla stupňovitá, po čase se podařilo získat sousední místnost, v ní 12 stolů s pomůckami. Během výuky v normální učebně se žáci přesunuli do sousední místnosti, tam provedli pokusy, a zase se vrátili zpět. Tyto činnosti probíhaly ve 36 žácích. Žakovské pokusy prováděl tam, kde měl k dispozici pomůcky.

Růžena Kolářová

V rámci svého odborného působení na Karlově univerzitě se podílela na experimentech se změnou pojetí výuky fyziky na ZŠ, které v 60. letech započala dr. Chytilová. Výuka založená na žakovských experimentech byla připravovaná v době, kdy ve třídách bylo kolem 20 žáků. Než se vše zrealizovalo, bylo ve třídách až 38 žáků.

Žakovský pokus měl být podle původních plánů součástí každé hodiny (individuální i skupinový), byl zařazován jako motivační, při upevňování učiva, při opakování. Během roku proběhlo pět laboratorních prací, které byly původně koncipovány jako kontrolní experimentální zkoušky.

Centrální dodávky pomůcek započaly v 70. letech, učebnice už byly psány na tyto konkrétní sady. K žakovským sadám existovaly i metodické příručky.

Jaroslav Salák

Začal učit v roce 1974 na základní škole v Polici nad Metují. Ve třídách bylo běžně 39 žáků. Učili ještě podle „starých“ učebnic fyziky (Kašpar a spol). Od roku 1981 přešel do experimentální školy ve Štokách, kde s ročním předstihem testovali „nové“ učebnice (Kolářová, Bohuněk).

Třídy se nepůlily, šestkrát za rok byly povinné laboratorní práce, na které se třída dělila. Žákovské experimenty byly omezeny počtem žáků ve třídě, učitelské experimenty byly běžnou součástí výuky. Na školách byly k dispozici sady žakovských pomůcek pro každou dvojici žáků z tzv. „centrálních dodávek“.

Z výše uvedených informací vyvozují, že použitá metoda práce se žáky vždy závisela na osobnosti učitele. Komu se nechtělo pokusy provádět, přednášel. Kdo chtěl ve výuce používat žákovské experimenty, měl k dispozici dostatek kvalitní literatury a od konce 70. let i množství pomůcek z centrálních dodávek.

4.2. Současnost žakovských experimentů v Česku

Období začínající rokem 1989 má většina ze čtenářů v dobré paměti, proto jsem se analýzou učebnic a literatury nezabýval. Současnou situaci jsem se pokusil zdokumentovat dotazníkovým šetřením.

4.2.1. Dotazník

4.2.1.1. Zadání dotazníku

Pokusil jsem se pomocí dotazníku zmapovat, jaké mají školy vybavení pro žakovské pokusy a jak často je provádějí. Zvolil jsem formu webového dotazníku na cloudu <http://drive.google.com>. Link na dotazník jsem rozeslal učitelům fyziky prostřednictvím regionálních center Nadace Depositum Bonum.

4.2.1.2. Vlastní text dotazníku

Vybavení kabinetu pro žákovské experimenty

Dobrý den, omlouvám se, že Vás obtěžuji dotazníkem. Pracuji na disertační práci zaměřené na žákovské experimenty ve fyzice. Rád bych vytvořil alespoň přibližný obraz toho, jak jsou vybaveny kabinety základních škol a nižších gymnázií.

Údaje z dotazníku budou použity pouze pro účely disertační práce, informace o konkrétních školách nebudou publikovány.

Příjmení a jméno

Délka praxe

Škola

Vybavení kabinetu

Nemáme k dispozici žádné vybavení pro žákovské experimenty.

Máme k dispozici improvizované vybavení pro žákovské experimenty.

Pomůcky pro žákovské experimenty jsme si sami vyrobili.

Máme k dispozici nakoupené pomůcky pro žákovské experimenty.

Moje výuka fyziky

Při výuce žákovské experimenty nepoužívám.

Žákovské experimenty používám občas.

Žákovské experimenty používám pravidelně.

4.2.1.3. Komentáře k textu dotazníku

Dotazník je velmi stručný, chtěl jsem pomocí něj získat pouhý přehled o tom, jak běžné je používání žákovských experimentů na školách. Navíc jsem nechtěl zatěžovat učitele, kteří byli ochotni odpovídat. V textu dotazníku jsem vědomě nerozebíral, jak rozlišuji improvizované a vlastnoručně vyrobené vybavení. Rozhodnutí o tom jsem ponechal na učitelích.

Jméno a příjmení učitelů, délku praxe a název školy, na které působí, jsem zařadil proto, abych mohl odlišit duplicitní vyplnění dotazníku.

4.2.1.4. Výsledky dotazníku

Zpracoval jsem soubor odpovědí, které dorazily do 14 dnů od rozeslání linku. Ze souboru jsem vypustil ty odpovědi, u kterých nebyly uvedeny informace o jménu učitele a názvu školy. Dále jsem vymazal ty odpovědi, které někteří učitelé vyplnili opakovaně.

Po těchto úpravách zůstal soubor 145 respondentů.

Moje výuka fyziky

Při výuce žákovské experimenty nepoužívám.	0
Žákovské experimenty používám občas.	68
Žákovské experimenty používám pravidelně.	77

Vybavení kabinetu

Nemáme k dispozici žádné vybavení pro žákovské experimenty.	0
Máme k dispozici improvizované vybavení pro žákovské experimenty.	64
Pomůcky pro žákovské experimenty jsme si sami vyrobili.	74
Máme k dispozici nakoupené pomůcky pro žákovské experimenty.	123

Podrobněji:

pouze improvizované	13
pouze vyrobené	1
pouze nakoupené	47
improvizované i vyrobené	8
improvizované i nakoupené	11
vyrobené i nakoupené	33
improvizované, vyrobené i nakoupené	32

4.2.1.5. Shrnutí výsledků

Dotazník byl velmi stručný, přinesl však přehled o používání žákovských experimentů na více než stovce českých škol. Podle mého názoru má velmi pozitivní výsledky – ve všech odpovědích se učitelé shodují na tom, že vybavení pro žákovské pokusy ve škole mají a že žákovské pokusy používají ve výuce.

Bohužel tyto výsledky nepopisují objektivní stav českého školství. Dotazník mapuje, jak učí ti, kdo na něj odpověděli. Způsob distribuce dotazníku zajistil široké oslovení učitelů fyziky, ale je zkreslen tím, že setkání regionálních center Nadace Depositum Bonum se účastní převážně nadšení fyzikáři, kteří dost výrazně vyčnívají z průměru.

Na druhou stranu – na dobrovolné dotazníky vždy odpovídají pouze ochotní jedinci (kteří vyčnívají z průměru). Odpovědi jsou pravděpodobně zkresleny snahou o „příznivý obraz“ respondenta, který odpovědi na dotazník vytvářejí. Navíc lze předpokládat, že část odpovědí může být zkreslena snahou respondentů o pozitivní vyznění celého dotazníkového šetření.

4.2.2. Stávající nabídka pomůcek

Prošel jsem nabídky učebních pomůcek dostupných v ČR. Žádná z firem nabízející pomůcky není jejich výrobcem, ve všech případech se jedná o místní pobočky německých firem, případně obchodníky redistribuující zahraniční zboží (opět bez výjimek německé firmy). V současnosti neexistuje český výrobce učebních pomůcek (případně se mi ho nepodařilo najít).

Pro představu jsem doplnil i slovenský KVANT a polský EduVis.

Nabízené žákovské soupravy jsou bez výjimek velmi drahé (navíc běžná třída potřebuje pro žákovské činnosti minimálně šest stejných sad, optimálně dvanáct).

Didaktik NTL CZ , <http://www.didkatik.cz> cit. 26. 2. 2017

distributor německé firmy NTL

Conatex <http://www.conatex.cz> cit. 26. 2. 2017

distributor německé firmy Conatex-Didactic

ML chemica <http://ucebnipomucky.net> cit. 26. 2. 2017

redistribuce německé firmy Cornelsen Experimenta GmbH

MULTIP <http://www.multip.cz> cit. 26. 2. 2017

redistribuce NTL, Boffin, ...

DIPO <http://www.skolni-pomucky.eu> cit. 26. 2. 2017

redistribuce

ŠKOLAB <http://www.skolab.cz> cit. 26. 2. 2017

redistribuce

Kvant <http://obchod.skola.sk> cit 26. 2. 2017

část vyrábí sami + redistribuce

EduVis <https://www.eduvis.pl> cit 7. 5. 2017

výrobce a prodejce pomůcek

5. Psychologie učení se

Druhý stupeň základní školy odpovídá věkové kategorii 10.-15. roku života. Žáci přecházejí z prepuberty (přibližně šestá a sedmá třída) do puberty (osmá a devátá). V těchto životních fázích dochází u žáků k bouřlivým změnám v tělesné stavbě i v psychice.

Chceme-li pracovat se žáky, kteří se nacházejí v takto turbulentním životním období, musíme co nejlépe rozumět jejich myšlenkovým pochodům a postojům. Proto jsem na základě knihy „Psychologie duševního vývoje dětí a dospívajících s faktory optimalizace“ (Čačka 2000) a vlastních zkušeností sestavil stručný přehled psychologie žáků ve věku, na který je zaměřena moje práce.

5.1. Prepuberta

V období prepuberty se mění metabolismus dítěte, začínají se produkovat pohlavní hormony. To vede k vnější diferenciaci pohlaví (sekundární pohlavní znaky), k prudkému zrychlení růstu trupu a končetin a také k počátkům fungování pohlavních orgánů (menstruace, poluce).

V prepubertě je dítě spíše „orientováno na svět“, má snahu mít ve všem jasno na základě jednoznačných a hmatatelných důkazů. Je to období citové vyrovnanosti. Tato konstelace vede k zájmu o přírodní vědy, učitelé a vychovatelé úspěšně argumentují racionálními důvody. Dítě poznává svět stále především na základě názorných příkladů. Abstraktní myšlení dítěte ještě není plně rozvinuto, díky rostoucí databázi poznatků a zkušeností dokáže postupně řešit i složitější problémy.

S nárůstem hladiny hormonů se zvyšuje citová vzrušivost, hodnocení zůstává černobílé. Na rozdíl od dětství se v prepubertě postupně zvyšuje potřeba individuální svobody, děti se snaží rozhodovat samy za sebe, přestávají pasivně přebírat názory autorit, chtějí si

vytvořit vlastní pohled na svět. Na druhou stranu se stávají dosti konformní – je pro ně velmi důležité zapadnout do kolektivu, jsou silně ovlivňovány většinovým názorem, přebírají od vrstevníků „hodnoty, normy a cíle“.

5.1.1. Pozornost

Pro plánování učebního procesu je jedním z rozhodujících faktorů pozornost žáka (případně úroveň, kterého dosáhla). Vývojem a cvikem se vlastnosti pozornosti (intenzita, stabilita, kolísavost a rozsah) zlepšují podobně jako fyzická kondice. Na rozdíl od dítěte v první třídě základní školy, které dokáže vytrvat v soustředěné činnosti pouze 10–12 minut, jsou děti ve věku 10–12 let schopni udržet pozornost i na méně poutavou činnost po dobu 20–30 minut. Po jedenáctém roce věku dokážou žáci vykonávat i vysloveně nudnou činnost (například opisování) až 40 minut.

Kromě nárůstu doby setrvalé pozornosti dochází také k nárůstu počtu prvků, které dítě dokáže současně postřehnout, na 6–7. Teprve v prepubertě dokáží děti nacházet vztahy mezi předměty a ději, tzn. vnímají okolí jako jeden smysluplný celek.

„Intenzita a stabilita pozornosti závisí také na vhodné bezprostřední motivaci a pestrosti hodiny. Nedostatečné autoregulační mechanismy je třeba kompenzovat optimální organizací vyučování. K aktivaci pozornosti přispívá učitel především dovedností upoutat pestroostí, uspořádaností a návazností látky, s přiměřeností jejího obsahu a rozsahu.

Schopnost učit vyžaduje i nezbytnou úroveň formální prezentace látky, tj. intonaci, gestikulaci, mimiku atp. Těmito znaky vyjevuje učitel i svůj osobní postoj k předmětu, profesi a dětem. V nižších třídách je pro krátkodobější a častější buzení pozornosti s obnovou motivace k činnosti nezbytné střídání forem práce, využití hrových prvků a alternativních vyučovacích metod či přístupů, zařazení oddechových relaxačních chvil, cviků atp. Hojně užívání názorných demonstrací snad už ani není nutné zdůrazňovat.“ [Čačka 2000]

5.1.2. Paměť

Na prvním stupni základní školy se děti učí něco si záměrně zapamatovat. V této fázi vývoje je přirozený vývoj mechanické paměti, která je nutná pro vývoj dalších typů učení. Je to období, kdy se dítě učí abecedu, sčítání, malou násobilku, vyjmenovaná slova.

V období prepuberty je nutno začít rozvíjet logickou paměť. Tu je možno budovat až tehdy, když má dítě uloženu dostatečnou zásobu informací. V dalším životě je omezení se na mechanickou paměť silně omezujícím prvkem (logická paměť umožňuje informace rychleji ukládat i zpracovávat), i když mechanická paměť zůstává nutností i v dospělém věku (např. při testech v autoškole nebo změně pracoviště).

Předškolní věk je charakteristický spontánní imaginací dětí. Školní práce vede ke stále analytičtějšímu vnímání a k záměrnému vybavování představ – vzniká názorná paměť. Úvahy se od konkrétních přesouvají k obecným, realita se stále více a více analyzuje. Všechny tyto změny v přístupu jsou pro dítě náročné, je proto nutné během výuky preferovat názorné ukázky před verbálním výkladem.

5.1.3. Úroveň myšlení

Během základní školní docházky se myšlenkové výkony postupně zlepšují. K větším vývojovým skokům dochází mezi druhou a třetí třídou a potom mezi čtvrtou a pátou třídou.

Prepubescenti jsou schopni provádět analýzu dané situace, klasifikovat a třídít pojmy do tříd, tvořit hierarchii tříd, používat pravidla zahrnující více kritérií. Dokážou se dívat na problém očima druhého.

Již od 8 let věku si děti vytvářejí strategie řešení problémů, ze začátku však vyžadují neměnné algoritmy. Narušení algoritmů vyvolává pocit nejistoty. Často využívají metodu „pokus–omyl“, kdy se snaží řešení uhodnout. Sofistikovanější je konzervativní strategie, kdy ulpívají na hypoteticky stanoveném předpokladu. Tato strategie však většinou nevede

k optimálnímu řešení. Nejefektivnější je operativně-flexibilní strategie, která dokáže do rozhodování zahrnout výsledky všech předchozích pokusů (úspěšných i neúspěšných).

Teprve v začátcích je vývoj abstraktního myšlení, převažuje uvažování o konkrétních pojmech a představách. Děti dokážou tvořit samostatné hodnocení včetně kritiky, postupně se učí hodnotit pravdivost vlastních úsudků.

Desetileté dítě už zná více než 5 000 slov (aniž by všechny běžně používalo). Kromě rozšiřování slovní zásoby dochází k prohlubování představ o jednotlivých pojmech. Druhý stupeň základní školy přinese velké množství odborných termínů (v humanitních i přírodovědných předmětech), jejichž význam si musí dítě nejprve osvojit. Učitel musí pečlivě volit svá slova, aby mu žáci dokázali rozumět. Nelze se spoléhat na zkušenosti z běžného života (například věta: „Na hřídeli generátoru je nalisovaný setrvačnick.“ dokáže vykolejit i mnohé středoškoláky).

5.1.4. Vliv školy

V období prepuberty už nelze spoléhat na samovolnou motivaci dítěte k učení (zeslabuje se již na prvním stupni). Velmi výrazný je vliv opory rodičů, kvalita pedagogické práce a hodnocení učitelem, navíc se přidává i působení sociální atmosféry ve třídě. Prepubertální žák už nepotřebuje u učitele emocionální podporu. Posuzuje, jestli k němu učitel přistupuje v rámci předem daných pravidel, jejich porušení považuje za nespravedlnost.

Vztah a komunikace žáka s učitelem je silně ovlivněna sociálními rolami obou. Po žácích se požaduje dodržování pravidel, často i na úkor omezení jejich osobnosti. Probíhá učení a podřizování se normám a rolím. V období prepuberty toto odpovídá postoji dětí, které stále ještě zůstávají u černobílého pohledu na svět. K osamostatňování osobnosti žáka dochází až v průběhu puberty.

Značný dopad na žáka má osobnost učitele. Ten by měl být jak odborníkem, tak pedagogem a hlavně zralou osobností. Pokud dokáže vést výuku podle jasně daných a důsledně dodržovaných pravidel, dosahuje dobrých výsledků bez neurotizace žáků. V každém případě však musí mít učitel kladný vztah k dětem.

5.1.5. Důsledky pro školní praxi

Při přípravě žákovské samostatné činnosti je v období 6. a 7. třídy nutno zajistit následující podmínky:

a) činnosti by měly být krátké, cca 5–10 minut, delší dobu žáci nezvládnou udržet pozornost. Delší aktivity (například laboratorní práce) musí být strukturovány, aby se skládaly z jednotlivých úkolů s odlišnými metodami práce. Příkladem takové činnosti je měření délky učebny. Nejsou doplněny žádné podrobnosti (měření délky je v 6. třídě už známý postup). Jednotlivé skupinky si určí vlastní metodu práce a učebnu změří. Celá činnost zabere maximálně 15 minut včetně společného vyhodnocení výsledků a použitých metod (navíc se děti díky fyzické aktivitě odreagují).

b) zadání činností musí být krátké a jasné, musí vést žáka přímo k cíli. Sledované jevy by neměly umožňovat různé interpretace, hrozí velké nebezpečí vzniku miskoncepcí. Jako varovný případ bych uvedl „badatelskou“ činnost (záměrně neuvádím autora této metodiky), při které děti v 6. třídě měly zkusit, kolik hřebíčků unese magnet. V dalším kroku zabalily magnet do několika vrstev novin a opět zjišťovaly, kolik hřebíčků magnet unese nyní. O výsledcích pak děti diskutovaly ve skupinkách. Všechny skupinky dospěly k závěru, že papír nepropouští (odstiňuje) magnetické pole.

c) při zadávání činností musí učitel používat jasný a srozumitelný jazyk. Žáci musí být dostatečně seznámeni s vybavením, se kterým pracují.

d) pro skupinové práce musí být pevně stanovená pravidla, která učitel musí bezpodmínečně dodržovat. Díky tomu může vzniknout bezpečné prostředí, které je pro

žáky příjemné. Pravidla se týkají jak utváření pracovních skupin (např. při vytváření větších skupin je nutno zavést právo veta učitele), tak zadávání (např. žáci se svými otázkami čekají až na závěr zadávání), samotné práce (např. jedna skupina nesmí rušit při práci druhou) i sdělování výsledků (např. žádný výsledek nesmí být zdrojem posměchu, o jeho adekvátnosti se diskutuje).

e) hodnocení skupinových prací musí být pečlivě podložené, aby se v žácích nepodporoval vznik pocitu křivdy a nespravedlnosti (tomu se bohužel nelze stoprocentně vyhnout, ale nebezpečí můžeme minimalizovat). Stejně tak musí učitel vyvážit hodnocení jednotlivých skupin, aby nevznikl pocit nadřování některým žákům.

f) v rámci pracovních skupin je nutno sledovat rozdělení rolí. Učitel koriguje negativní jevy jako hádky mezi členy skupiny, usměrňuje jedince, kteří na sebe chtějí strhnout vedení s použitím agresivního chování, podporuje žáky, kteří mají problém zapojit se do práce, hlídá ty, kterým se pracovat nechce.

g) asi nejdůležitějším učitelovým úkolem je vést žáky tak, aby si osvojili postupy myšlení, které jim v budoucnu umožní úspěšné studium a uplatnění získaného vzdělání v praxi. Vyučovací hodiny v období prepuberty (v našem případě šestá třída) by proto měly z počátku obsahovat výrazné prvky her (např. při výpočtech neuvést „správný“ výsledek, ale nechat žáky, aby hlásili, kolik „jim to vyšlo“, a pak se třídou diskutovat výsledky), postupně se zapojuje podrobnější analýza problému, hledání možností řešení, diskuze nad navrhovanými variantami (účinný je rozbor učitelského experimentu, návrhy studentů „proč to takhle funguje“ a diskuze, kterou učitel postupně vede k optimálnímu řešení).

h) učitel (alespoň z počátku druhého stupně) má před sebou vcelku jednolitou masu žáků, z nichž každý je něčím odlišný, ale fungují jako celek. Se třídou se většinou dá pracovat jako s kompaktním útvarem. Výskyt výrazného jedince (vymykající se inteligencí, znalostmi, agresivitou, nepozorností, šaškovstvím nebo vysloveně záškodnictvím) je omezen na jeden nebo několik málo osob ve třídě, zbytek funguje vcelku uniformně.

5.2. Puberta

Puberta je první fází dospívání (následuje ji adolescence) – během dospívání se z dítěte stává dospělý jedinec. Toto období můžeme charakterizovat jako „*přechod od nesamostatnosti k samostatnosti, od závislosti na dospělých k nezávislosti, od neodpovědnosti k morální zodpovědnosti, od konzumace společenských produktů a hodnot k jejich tvorbě*“ [Čačka 2000].

Z hlediska školní docházky puberta překlenuje období zhruba od 8. třídy ZŠ po 2. ročník SŠ. Začátek puberty je dán fyziologickými změnami (menstruace, poluce), doba nástupu puberty je individuální. Období puberty je charakteristické fyzickou a psychickou nevyvážeností, je viditelný rozdíl mezi fyzickým a psychickým vývojem. Navíc dochází k závažnému rozdílu ve vývoji poznávacích a citových funkcí. Tyto jevy způsobují charakteristické projevy puberty – labilitu, neklid, apatii, únavu, poruchy koordinace pohybů, poruchy soustředění atd.

V pubertě se dovršuje výkonnost poznávacích procesů – paměť, pozornost, imaginace, myšlení, smyslové vnímání. Abstraktní myšlení dosahuje vrcholu. Tomu zatím neodpovídá úroveň osobnosti dospívajícího.

5.2.1. Pozornost

Rozvoj vyšších myšlenkových operací umožňuje intenzivnější samostudium, vzdělávání v přírodních i společenských vědách hlouběji zaměřené na vybranou problematiku. Pozornost je silně ovlivňována oslabenou nervovou soustavou (důsledek rychlého růstu a hormonální přestavby). Díky tomu není pozornost dostatečně stabilní, její intenzita často kolísá. Díky nepozornosti bývají analýzy pubescentů chybné, ať už se týkají přírodních věd nebo mezilidských vztahů.

Na druhou stranu narůstá schopnost plánovaného a systematického pozorování, pubescenti se už dokáží dlouhodobě věnovat jednomu problému. Během puberty vznikají

mezi dospívajícími značné rozdíly v přijímání a zpracování informací. Učitel nemůže ke třídě pubescentů přistupovat jako k jednolitě mase.

Vnímání pubescenta se během dospívání zpřesňuje, je schopen lépe analyzovat i syntezovat. Dospívající lépe pracují s abstraktními pojmy, snižuje se podíl mechanického učení. Od faktů se ve výuce může přecházet ke komplexnějším objektům, jako jsou schémata, grafy, tabulky, technické výkresy. Poprvé během vývoje dochází k uvědomění si toho, že vlastní názor je subjektivní a navíc nemusí být správný.

5.2.2. Paměť

Je potlačena mechanická paměť na úkol paměti logické, která vyžaduje hlubší porozumění látce a vytváření systematických vztahů mezi informacemi. Přelomovým obdobím je přibližně 13. rok, i když talentované děti přecházejí na logickou paměť i dříve.

Pubescenti jsou ještě schopni na základě argumentů poměrně pružně měnit své názory. Postupně si však začínají budovat postoje na základě osobních zkušeností, vůči názorům vnucovaným autoritami se stavějí až negativisticky.

Jejich paměť se neustále více a více systematizuje, souvislosti nejenom přebírají, ale i objevují a tvoří. Vytvářejí si vlastní světový názor.

5.2.3. Úroveň myšlení

Dítě ve svém myšlení provádí operace s konkrétními jevy či slovy. Dospívající provádí formální operace s abstraktními symboly, dokáže zapojovat dedukci, kromě konvergentního myšlení začíná používat i divergentní.

Převádí logické operace z úrovně konkrétních, názorných operací do úrovně formálních operací se vztahy. Tyto operace již nemají vazbu na názornost, usuzování se děje na

základě formálně-logických úvah. Na tomto základě jsou dospívající schopni pracovat s matematickými teoriemi, programovat, přepínat svou mysl do světa počítačových her nebo se zapojovat do konkrétní subkulturní komunity (jejíž pravidla jim v tomto věku připadají naprosto jasná a logická). Bohužel zde hrozí vytváření iracionálních konstrukcí až po nadšení pro nesmyslné teorie (např. mýty o spiknutí nebo učení destruktivních sekt). Je proto důležité, aby si dospívající udržel dostatečné vztahy s reálným světem.

Dospívající je již schopen při analýze problému stanovit všechny faktory, které situaci ovlivňují, a vztahy mezi nimi. Navíc je schopen navrhnout hypotézu a metodu, jak danou hypotézu ověřit, nebo vyvrátit. Tzn. je už schopen vědeckého myšlení (byť pubescenti často z lenosti vytvoří zkratkovitý závěr).

Jsou schopni nejenom myslet, ale také přemýšlet o tom, jak myslí. Díky tomu lépe regulují vlastní myšlenkovou činnost.

5.2.4. Prožívání dospívajících

V pubertě dominuje citová oblast. Dospívající se postupně učí přecházet od vytváření konfliktů k jejich zvládnutí, od vnitřní labilitě k harmonizaci, jeho reakce jsou postupně více a více konstruktivní.

Pubescent ještě nemá jasno ve svých pocitech, sám neví, jak zareaguje, neumí záplavu svých prožitků ani popsat (navíc se obává výsměchu). Je-li nejistý, může se chovat rušivě až agresivně.

Pocity bývají živé a intenzivní, to ale nekorresponduje s jejich skutečnou hloubkou. Pubescent reaguje výbušně i na slabý podnět. Je to projev jak nedostatku sebeovládání tak nedostatečné stability citového života.

Často se střídají nálady, rychle se mění ve své opaky (aktivita–rezignace, soucit–krutost, ...). Z pocitu síly a energie mohou snadno přejít do stavů deprese a úzkosti.

Hlavní příčinou jsou změny v hladinách hormonů, stejně tak ale působí i ztráta „dětských“ jistot, nezkušenost a nezvyklé reakce okolí,

Neujasněné cíle a postoje vedou k nestabilitě orientace. Zde mají silný vliv jak dosavadní zkušenosti a zážitky, tak reakce okolí (vrstevníci, rodiče). Pubescenti jsou velmi citliví na kritiku, nechtějí projevovat své emoce. Ve skutečnosti mají pubescenti silnou potřebu kontaktu a uznání.

5.2.5. Vliv školy

Třídní kolektiv je sociální prostředí, které si většinou pubescent nevybírám. Změna nevyhovující třídy za jinou je složitá, často nemožná. Role, kterou dospívající získá ve třídním kolektivu, výrazně ovlivňuje i další rozvoj jeho osobnosti. Na počátku puberty se dospívající snaží být součástí třídního kolektivu, snaží se o kontakt s ostatními, chce být třídou přijímán. Postupně s nárůstem vlastní osobnosti se dospívající odmítá podřizovat skupinovým normám a cílům. To by blokovalo jeho osobnostní růst.

Pro pubescenty učitel přestává být samozřejmou autoritou. Kritizování učitele se stává normou. Mnozí si do osoby učitele promítají své konflikty s rodiči. Málokdo veřejně prezentuje svůj kladný vztah k učiteli, třída to hodnotí jako šplhounství. Vztahy třídy s učitelem v tomto období výrazně ovlivňuje osobnost pedagoga.

Motivaci žáků lze rozdělit na motivaci primární (vychází z vnitřních potřeb a snah) a motivaci sekundární (vychází z klasifikace, pochval, trestů, případně z možnosti využívat školní poznatky v běžném životě). Na pubescenta nemá vnější motivace takový vliv jako v období prepuberty. Vnitřní motivaci zatím téměř žádnou nemá. Většina pubescentů proto sklouzne k plnění povinností pouze na té úrovni, aby postoupili do dalšího ročníku.

V období puberty nelze uplatnit motivaci pracovní přípravou – život dospělých je pro ně příliš vzdálený, přednost dávají svým koníčkům a pobytu s vrstevníky.

5.2.6. Důsledky pro školní praxi

Výuka v 8. a 9. třídě je značně odlišná od předchozích dvou ročníků. Z dětí se postupně stávají dospělí, bohužel v rámci třídy značně nerovnoměrně. Proto je nutno změnit přístup:

a) osobní vztah učitele – žáky je nutno brát jako samostatné jedince, i když se tak mnozí zatím nechovají. Postupně se jejich role vůči učiteli mění z „dětí“ na „partnery“. Kvalitní učitel je většinou žáků (i přes občasné pubertální výstřelky) považován za přirozenou autoritu.

b) dělení do skupin – pohlaví přestává být překážkou. V šesté třídě si mnozí chlapci odmítají sednout do jedné lavice s dívkou, v deváté třídě tuto možnost naopak ve většině případů vítají. Během puberty mohou silně narůstat antipatie mezi konkrétními žáky, v takovém případě je nesmyslné nutit je ke spolupráci ve skupině. Pokud třídní kolektiv vyčlenil někoho z žáků na okraj, je jeho zapojení do skupin značně obtížné. V tomto věku se už role ve skupinách přirozeně rozdělují podle osobnosti jednotlivých žáků – přinutit líné žáky k práci se stává velmi náročným úkolem.

c) při zadávání činností je možno postupně zadávat problémy, u kterých je možno nalézt několik různých možností postupů (např. sledování kyvadla a testování, co vše má vliv na jeho periodu). Lze sledovat komplexnější jevy a diskutovat jejich závislost na vnějších parametrech (např. úvahy o dějích při změnách skupenství). Žáci už zvládají soustředěnou činnost po dobu 15–20 minut, výjimečně po celou vyučovací hodinu, je proto možné věnovat se jednomu tématu s jednou formou práce (např. měření odporů a děličů napětí na různých zapojeních).

d) pokud byli žáci během 6. a 7. třídy při skupinových pracích dobře vedeni, mají už nyní pravidla práce zažitá, připadají jim přirozená. Přesto se některé návyky vytvořené v období prepuberty během puberty zdánlivě vytrácí.

e) učitel v tomto období přenáší zodpovědnost na žáky. Plnění zadaných úkolů, sledování termínů a kvalita výstupu prací by už v závěru puberty mělo být plně na žácích.

6. Vývoj kombinovaných experimentů

6.1. Struktura kombinovaného experimentu

Kombinovaný experiment se snaží využít to nejlepší z učitelských i žakovských pokusů. Velký důraz je kladen na samostatnou činnost žáků, kteří postupně provádějí jednoduché, na sebe navazující pokusy.

Při vývoji kombinovaných experimentů je nutno brát ohled na věk, pro který jsou kombinované experimenty určeny. Každý věk má svá specifika (viz předchozí kapitola věnovaná psychologii), vyvíjené metodiky na ně musí brát ohled. Proto kombinované experimenty pro šestou třídu musí být vedeny odlišně než pro třídu devátou.

Učitelské pokusy zařazené do kombinovaného experimentu mají několikerý význam. Některé z nich jsou pouhým opakováním právě proběhlého pokusu žakovského. V tomto případě mají kromě nutného opakování a utvrzení látky také funkci ochrany proti vzniku miskonceptů. Během žakovských experimentů mohou jednotlivé pracovní skupiny dojít k chybným závěrům - zopakování experimentu v učitelském provedení a hlavně následující diskuze učitele se třídou umožňuje tyto chybné závěry úspěšně eliminovat.

Dalším významem zařazení učitelského pokusu je demonstrace jevů, které by byly v žakovském provedení komplikované nebo přímo nemožné. Sem patří pokusy s rizikem zranění (vysoké napětí, extrémní teplota, jedovaté chemikálie), pokusy vyžadující jemnou manipulaci s vybavením, finančně nákladné pokusy, případně pokusy s unikátními pomůckami.

V neposlední řadě může být učitelský pokus založen na stejném fyzikálním jevu jako předchozí pokus žakovský ale v rozdílném provedení. To vede žáky k tomu, aby se oprostili od nepodstatných detailů (barva pomůcek, jejich velikost, materiál etc.).

Při vývoji kombinovaných experimentů vždy vycházím z ověřených žakovských a učitelských experimentů. Základem je série žakovských pokusů budovaných většinou na

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

jednom souboru pomůcek. To žákům i učitelům výrazně zjednodušuje práci. Do této série žákovských pokusů je vložena sada učitelových pokusů. Při přípravě učitelové sady se snažím, aby obsahovala co nejméně pomůcek. To usnadňuje učitelům přípravu, navíc jsou tyto pokusy pro žáky přehlednější.

Délka mé praxe na nižším stupni gymnázia mi umožnila postupně upravovat žákovské i učitelové pokusy tak, aby byly co nejvhodnější pro výuku. Experimenty uváděné v této práci jsou povětšinou výsledkem minimálně deseti let testování a úprav.

6.2. Pravidla práce

Při přípravě metodik kombinovaných experimentů se snažím dodržovat základní pravidla, ke kterým jsem se dopracoval po mnoha letech využívání tohoto typu experimentů.

6.2.1. Pravidla vedení hodiny

Snažím se vést hodinu jako „příběh“. To neznamena, že dětem vykládám pohádky. Skládám strukturu hodiny tak, aby jednotlivé části na sebe logicky navazovaly a žáci se mohli snadno orientovat. „Příběh“ hodiny je pro ně prospěšný i při opakování – snadno si vzpomenou, jak věci na sebe navazovaly.

Hodinu skládám z různých forem práce. Kombinuji výklad s demonstračními experimenty, s individuální prací žáků (např. výpočty úloh), se skupinovou prací žáků (experimenty, problémové úlohy). Vkládám do hodiny aktivity, které nutí žáky vstát a přijít k demonstračnímu stolu, promítám krátká videa a soubory fotografií. Celku říkám „salátová výuka“ – správný salát je kombinací mnoha ingrediencí, ale je potřeba, aby kuchař jednotlivé ingredience použil ve vhodném zastoupení a poměru, aby použil vhodné koření. Každá třída vyžaduje jiný salát.

6.2.2. Pravidla skupinové práce

Gymnaziální třídy mají často 30 a více žáků. Žákovským experimentům jsem se mohl začít věnovat až poté, co mi vedení umožnilo hodiny půlit. Původně jsem zastával názor, že žákovské experimenty lze provádět pouze v půlených hodinách (tj. s maximálně 20 žáky), postupně jsem se propracoval k žákovským experimentům s celou třídou. Je mi jasné, že toto není možné ve všech třídách. I na výběrovém gymnáziu jsem učil třídy, kde byla skupinová práce prakticky vyloučena (i v půlených hodinách). Stačí výskyt jednoho extrémně nepřizpůsobivého žáka.

Pravidla, která nutím žáky dodržovat od prvních hodin fyziky:

1. Bez mého svolení žáci nesmí sahat na žádné vybavení.
2. S vybavením, které mají k dispozici, smí dělat jen to, co po nich požadují.
3. Když začnu mluvit, ztichnou a dávají pozor.
4. Po ukončení žákovského experimentu se uklidní a začnou pozorně poslouchat následující výklad.

Pokud pravidla nejsou žáky dodržována, skupinovou činnost ukončuji a nahrazuji výkladem.

Předchozí řádky zní jako návod na organizaci trestného tábora, realita ale tak drsná není. Pokud si někdo chce hrát s vybavením, které leží na stole, stačí, když o to požádá. Stejně tak nechávám žáky si hrát, pokud splní zadané úkoly a je chvíle volného času (hrst hřebíčků a silný magnet stačí dětem i dospělým k hodně dlouhé zábavě).

Pokud žáci výše uvedená pravidla dodržují, mají pomůcky mnohem větší životnost a žákovské experimenty mají ten efekt, kvůli kterému se provádějí.

Při experimentech (jak žákovských, tak učitelských) se maximálně snažím o srozumitelnost vybavení.

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

6.2.3. Pravidla přípravy pomůcek

Učitelské i žákovské pomůcky mají mnoho shodných rysů.

- pomůcky musí být dostatečně jednoduché a tak barevně provedené, aby se v nich žáci co nejrychleji zorientovali.
- každý experiment musí obsahovat jen jednu „neznámou“, tj. žáci znají vše, co se používá, pouze jedna část, jeden jev je neznámý - ten, kvůli kterému pokus provádíme.
- učitelské pomůcky musí být dostatečně velké a dobře rozlišitelné i v zadních lavicích.
- žákovské pomůcky musí být dostatečně robustní, aby mohly být použity opakovaně.
- žákovské pomůcky musí být velmi jednoduché a pokud možno s jednoznačným využitím.
- pokud je na vybavení něco nejasného, je nutné to patřičně vysvětlit na začátku experimentu.

6.3. Fyzikální šuplík

V roce 2010 jsem vytvořil webové stránky „Fyzikální šuplík“ na adrese <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz>. Název stránek byl motivován literárním pořadem brněnského klubu Leitnerka: „Taky píšete do šuplíku?“ Zde jsem začal publikovat metodické články pro učitele fyziky.

Zvolil jsem formu samostatných PDF souborů, které lze snadno stáhnout a archivovat.

Každý z článků je zaměřen na jednu konkrétní problematiku, většinou na fyzikální experiment. Daná kapitola fyziky je proto popsána větším množstvím článků (například experimenty zaměřené na těžiště tělesa jsou popsány v 7 článcích od učitelského zavedení pojmu těžiště přes žákovské experimenty s těžišťovou tyčkou po návod na stavbu balancující berušky).

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Stránky od jejich založení otevřelo přes 70 000 unikátních návštěvníků, v průměru 22 unikátních návštěv denně (stav k 5. květnu 2019).

Články jsou založeny na podrobné fotografické dokumentaci výroby učební pomůcky, přípravy a provedení experimentu. Tam, kde to bylo nutné, jsou přiloženy i jednoduché výrobní výkresy. Všechny publikované pomůcky lze vyrobit v dílně se základním vybavením (většina prototypů vznikala na kuchyňském stole).

V současnosti lze na Fyzikálním šuplíku nalézt metodické materiály pro téměř všechna témata, kterými se zabývá fyzika na základní škole.



Obrázek 1: Úvodní okno Fyzikálního šuplíku

6.4. Příprava konkrétních metodik

Volba témat, pro která jsem připravil metodiky kombinovaných experimentů, byla ovlivněna dvěma faktory. Jednak jsem chtěl, aby témata byla rovnoměrně rozložená po celém kurzu fyziky na základní škole, jednak jsem chtěl navazovat na žákovské a učitelské pokusy, které jsem už měl rozpracované a publikované formou článků na svých webových stránkách *Fyzikální šuplík*¹. (není-li uvedeno jinak, jsou níže odkazované články publikovány na Fyzikálním šuplíku).

Rozložení témat do jednotlivých ročníků odpovídá školnímu vzdělávacímu programu našeho gymnázia². Víím, že jsou školy, které mají témata řazená jinak, přesto u metodik uvádím ten ročník, ve kterém látku probírám já. Hlavním důvodem je přizpůsobení metodiky věku žáků, jejich stylu myšlení a práce, které se během základní školy velmi výrazně mění. Například metodika magnetů je připravena pro začátek šesté třídy. Totéž téma probírané v deváté třídě nebo na střední škole by vyžadovalo odlišné zpracování metodiky.

Vybraná témata:

šestá třída - magnety, elektrické obvody

sedmá třída - těžiště, vztlková síla, zrcadla

osmá třída - elektrostatika, elektrochemie

devátá třída - elektromagnety, usměrnění, tranzistory

1 Dostupné online <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz>

2 Dostupné online <https://jaroska.cz/node/8>

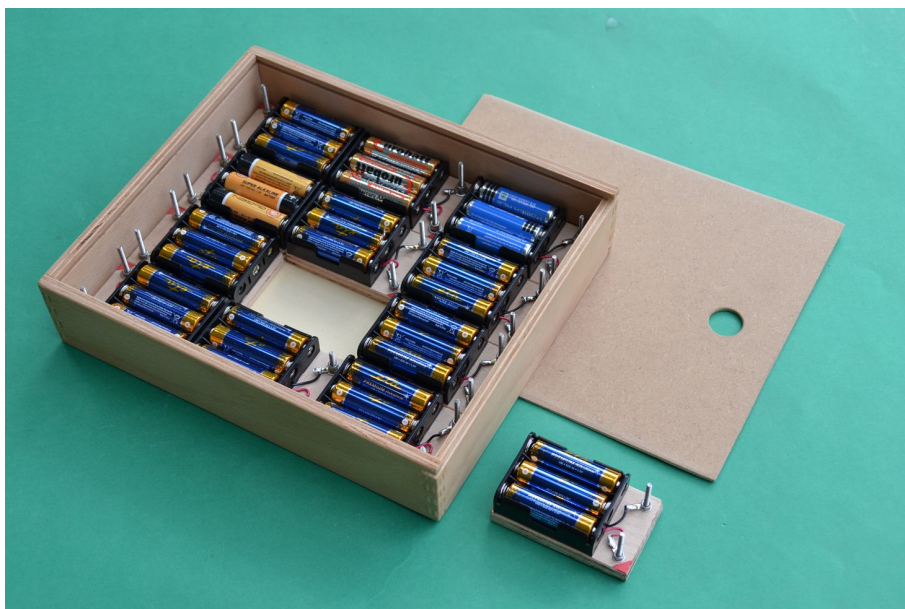
6.4.1. Struktura metodických textů

Pro každé z témat jsem připravil tři soubory. Do jednoho jsem sepsal technický popis vybavení (podstatné informace o pomůckách a jejich používání), seznam toho, co je nutno doplnit ze zdrojů školy (chemikálie, stativy, napájecí zdroje), a problémová místa vybavení (maximální napětí, balení pomůcek aj.).

Ve druhém souboru je stručné pořadí pokusů, tedy list A4, který si učitel může vytisknout a vzít do hodiny. Ve třetím souboru je podrobný popis experimentů tak, jak se mají provádět ve výuce, doplněný fotografiemi.

Kompletní metodiky jsou v příloze této práce, v následujícím textu se budu věnovat jejich vývoji a popisu problémových míst.

6.4.2. Společné vybavení



Obrázek 2: Sada žákovských zdrojů

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Některé z metodik vyžadují napájení plochou baterií (elektrické obvody, zrcadla, elektromagnety, usměrnění a tranzistory). Proto jsem nachystal panýlky s paticemi na tři tužkové monočlánky (tři alkalické monočlánky už dnes vyjdou levněji než běžná plochá baterie). Dále jsem vyrobil sady spojovacích krokosvorkových vodičů.

6.4.3. Magnety



Obrázek 3: Sada pro výuku magnetismu

Magnety byly vůbec první soubor žákovských pokusů, které jsem pro své žáky připravil včetně pracovních listů. Hlavním impulsem pro mne bylo zjištění, že mnohé děti v 11 letech věku netuší, že se dva magnety mohou vzájemně odpuzovat. Jejich jediné povědomí bylo, že magnet drží na ledničce.

Hlavním problémem bylo získání potřebných magnetů. Zjistil jsem, že jedinou rozumnou variantou je nákup krátkých peckových magnetů, ze kterých se potřebné tyčové magnety slepí. Dnes se magnety snadno kupují přes internet (např. <http://www.neomag.cz>), před

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

patnácti lety mě zachránila IKEA, která právě začala prodávat velmi levné magnety na ledničku, které byly naštěstí magnetované axiálně (viz články „Žákovské magnety“³ a „Žákovské magnety - pracovní listy“⁴).

Dalším potřebným krokem byla výroba velkých demonstračních magnetů. Při testování viditelnosti jsem došel k tomu, že učitelský tyčový magnet musí být alespoň 12 cm dlouhý a 3 cm široký (viz článek „Základy magnetismu“⁵).



Obrázek 4: Demonstrační magnet

Demonstrační podkovovitý magnet, který jsem vyrobil původně pro soubor pokusů s cívkou v magnetickém poli, je vhodnou pomůckou i v magnetostatice (viz článek „U-magnet“⁶). Do testovaných metodik jsem ho ale nezařadil kvůli problémům s výrobou.

3 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/fyzika/zakovske_magnety.pdf

4 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/fyzika/zakovske_magnety_-_pracovni_listy.pdf

5 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/zaklady_magnetismu.pdf

6 Dostupné online <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/u-magnet.pdf>

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Během své praxe jsem se často setkal se žáky, kteří byli pevně přesvědčeni, že magnetům rozumí a že jejich poznání je úplné. Proto vedu výuku tak, aby žáci postupně pochopili, že magnetům vlastně vůbec nerozumějí a že je vše mnohem složitější, než si kdy mysleli (tak je to ale ve fyzice se vším).

Při přípravě kombinovaných experimentů jsem spojil zkušenosti z přípravy obou typů experimentů a sestavil je do posloupnosti, která žáky postupně uvádí do problematiky trvalých magnetů. Pokusy postupují od existence magnetické síly přes dělení látek na feromagnetické a ty ostatní po existenci dvou typů magnetických pólů. Osvědčil se mi postup, kdy nejprve zavedeme pojem severní pól jako ten konec magnetu, který se natáčí k zemskému severu. Teprve poté si žáci vyzkouší, jaké je vzájemné působení dvou magnetů. Metodika se uzavírá magnetickým polem, jeho siločárami (viz článek „Magnetické siločáry“⁷) a magnetováním. Triky s magnetováním mincí jsem převzal od Zdeňka Poláka (Polák 2005).



Obrázek 5: Soubor pomůcek pro demonstraci magnetických siločar

⁷ Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/magneticke_silocary.pdf

6.4.4. Elektrické obvody

Hlavním rysem souprav (učitelské i žákovské) pro elektrické obvody je použití krokosvorkových vodičů (viz články „Demonstrační sada pro elektrické obvody“⁸ a „Žákovské sady pro elektrické obvody“⁹). Tento nápad mi poprvé ukázal Peter Žilavý během osobního setkání. Pro sestavování elektrických obvodů použil mosazné hřebíčky zatlučené do dřevěných prkýnek. Tuto metodu široce popularizuje na svých workshopech Doc. Leoš Dvořák (Dvořák 2012).

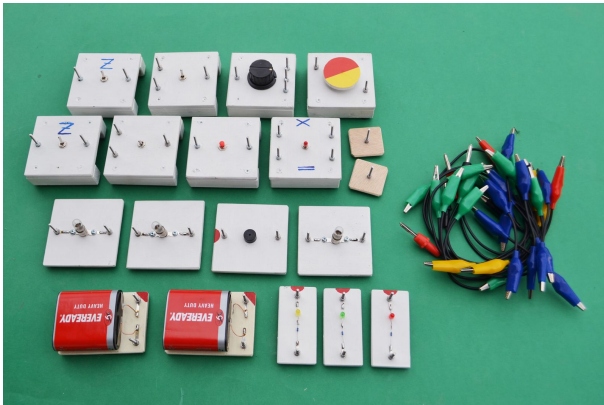


Obrázek 6: Sada pro výuku elektrických obvodů

8 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/jaknato/demonstracni_elektrina.pdf

9 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/jaknato/zakovske_elektricke_sady.pdf

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů



Obrázek 7: Učitelská sada el. obvodů



Obrázek 8: Žákovská sada el. obvodů

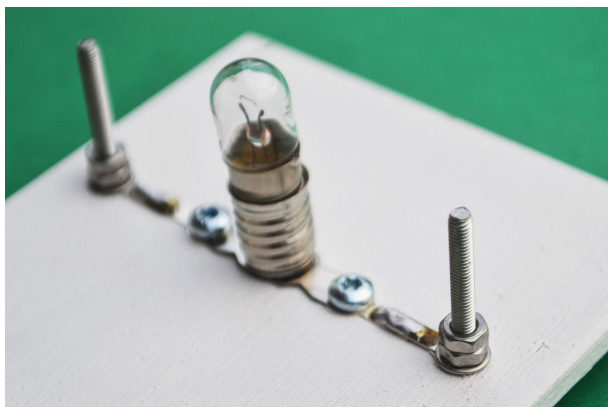
Mosazný hřebíček slouží jako konektor k přichycení krokosvorky (viz článek „Hřebíčkové obvody“¹⁰).

Mě tento způsob zapojování hluboce oslovil, protože elegantně řeší problém vytvoření uzlu v obvodu. Při použití banánkových vodičů je nutno uzly složitě propojovat, u hřebíčku a krokosvork žáci vytvářejí uzel intuitivně. Navíc jsou hřebíčky mnohem levnější než zdířky pro banánky (stejně tak jsou prkýnka levnější než plastové krabičky).

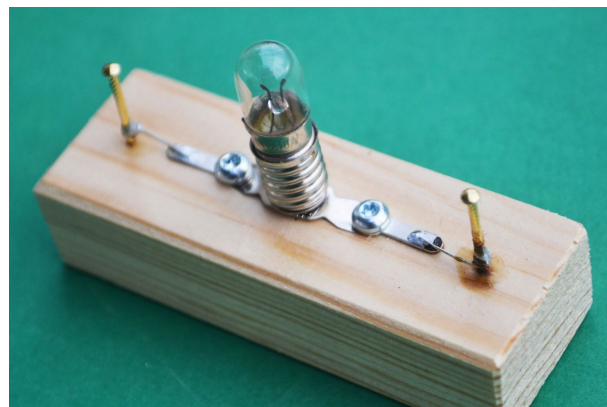
Mosazné hřebíčky zatlučené v prkýnku jsem použil u žákovských sad, u učitelské sady jsem je nahradil nerezovými šroubky, součástky jsou ke šroubům připojeny pomocí pájecích oček.

¹⁰ Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/jaknato/hrebickove_obvody.pdf

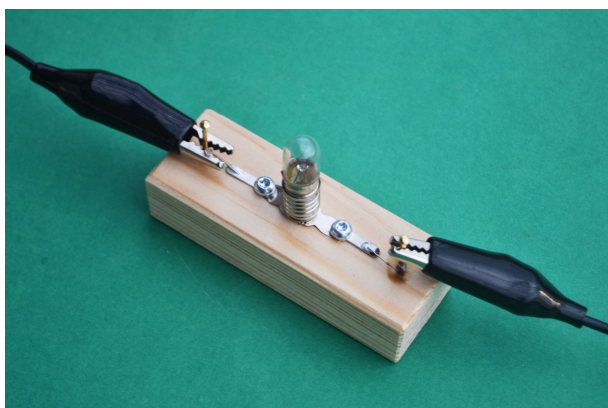
Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů



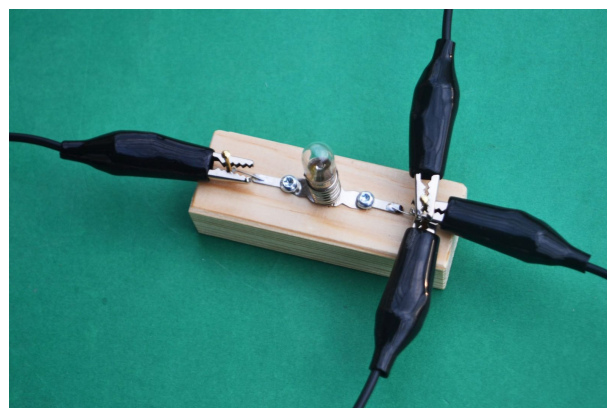
Obrázek 9: Detail konektoru uč. sady



Obrázek 10: Detail konektoru žák. sady



Obrázek 11: Připojení do obvodu



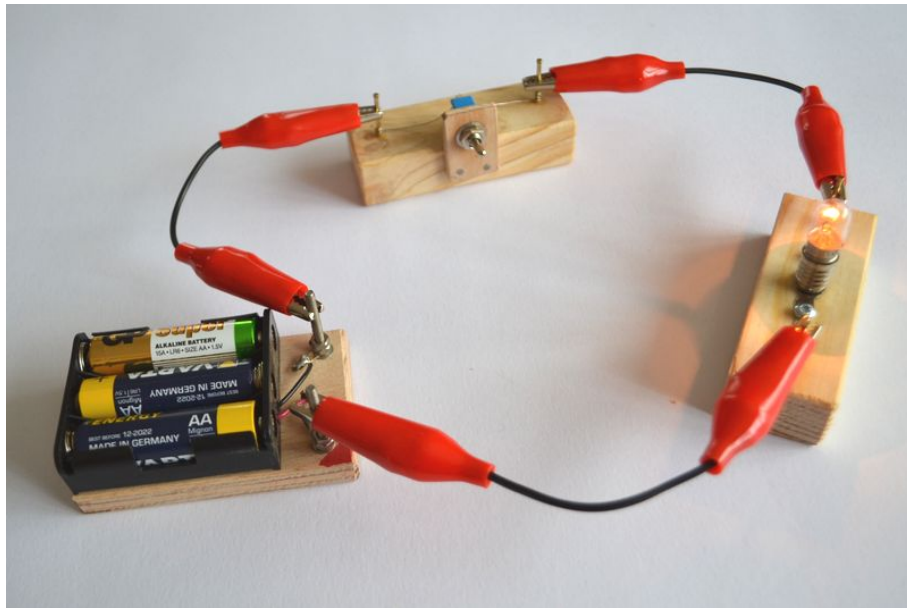
Obrázek 12: Vytvoření uzlu

Učitelské prvky jsou osazeny magnety, díky kterým se obvody sestavují na magnetické tabuli, kde jsou názorné a přehledné. V sadách jsem použil ty prvky, které jsou nutně potřebné k předváděným pokusům. Pokud učitel chce sadu rozšířit, snadno si připraví vlastní prvky (viz články „Voltampérové charakteristiky“¹¹, „Spojování rezistorů“¹² a „Zkrat“¹³).

11 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/va_charakteristiky.pdf

12 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/spojovani_rezistoru.pdf

13 Dostupné online <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/zkrat.pdf>



Obrázek 13: Ukázka žákovského obvodu

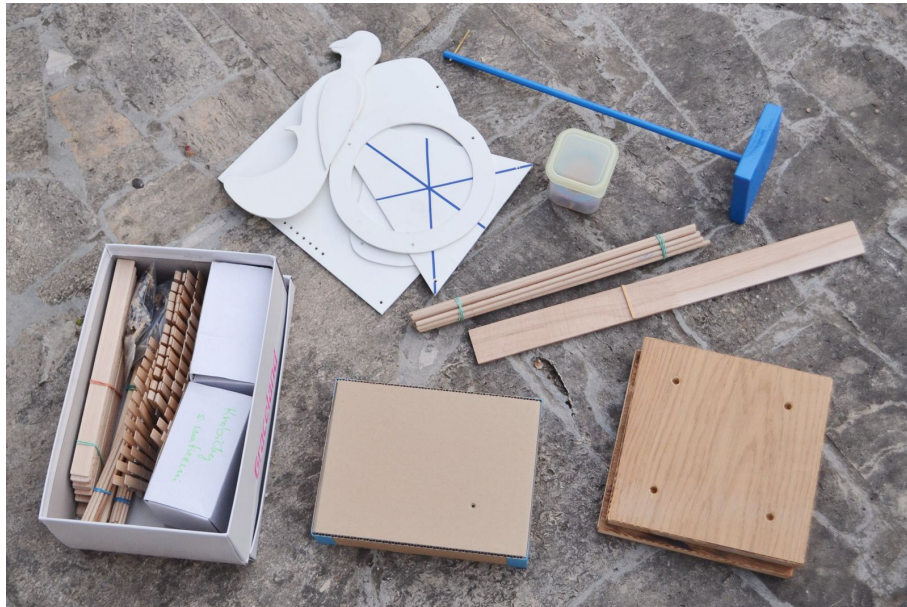
Pro napájení žákovských obvodů používám ploché baterie, případně patiči s trojicí tužkových monočlánků. Proto jsou použity spotřebiče určené pro napětí 5 V. Plochá baterie jako zdroj napětí dostačuje i většině učitelských pokusů.

Testovaná metodika je určena pro výuku v šesté třídě, proto se zaměřuje na základy zapojování elektrických obvodů. Měření napětí, proudů a odporu probírám až v osmé třídě (viz článek „Hejno rezistorů“¹⁴).

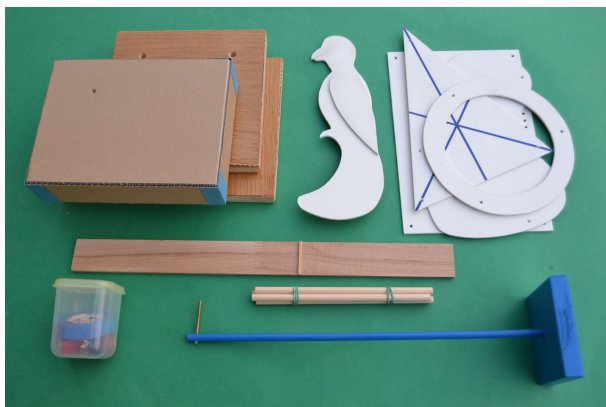
Metodika postupně seznamuje žáky se spotřebiči, zdrojem napětí, jednoduchým a větveným obvodem, se sériovým a paralelním zapojením, s ovládacími prvky.

14 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/hejno_rezistoru_zakovske.pdf

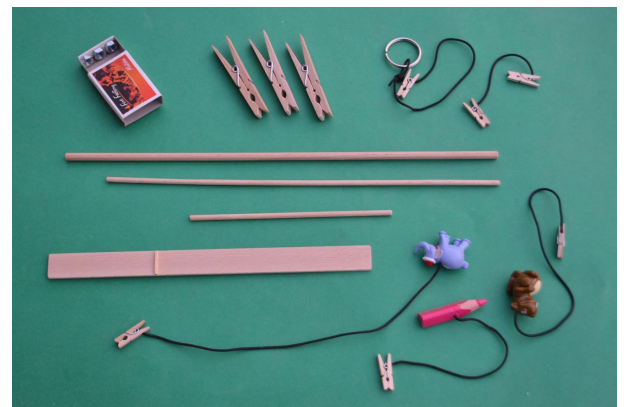
6.4.5. Těžiště



Obrázek 14: Sada pro výuku těžiště



Obrázek 15: Uč. sada pro těžiště

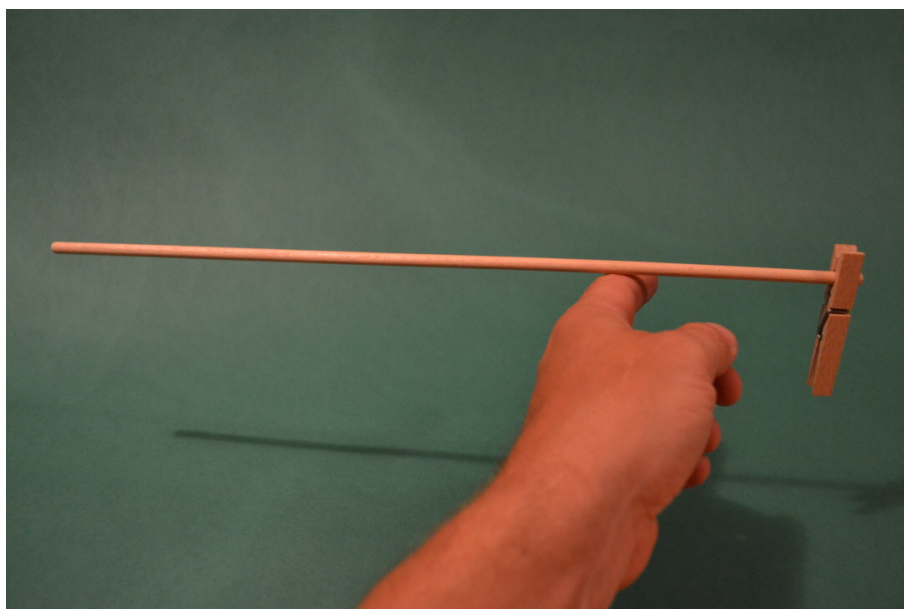


Obrázek 16: Žák. sada pro těžiště

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

V tématu těžiště je metodika zaměřená na vybudování základních pojmů - existence těžiště tělesa (důležitého bodu tělesa - působíště tíhové síly) a stabilita tělesa (přesněji vliv polohy těžiště na stabilitu tělesa). Experimenty věnované těžišti a stabilitě tělesa jsou známy už mnoho desítek let v různých variantách (např. Voráček 1971, str. 61-65).

Kombinované experimenty jsem sestavil na základě metodik, které jsem už dříve publikoval (viz články „Definice těžiště“¹⁵, „Definice podložky“¹⁶, „Těžišťová tyčka“¹⁷ a „Překotná krabice“¹⁸).



Obrázek 17: Ukázka žákovského experimentu - hledání těžiště

Klasické experimenty jsou doplněny dvojicí hraček, které slouží k upevnění učiva - stavba závěsného mobilu a podepřený papoušek.

15 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/definice_teziste.pdf

16 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/definice_podlozky.pdf

17 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/tezistova_tycka.pdf

18 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/prekotna_krabicka.pdf

6.4.6. Vztlková síla



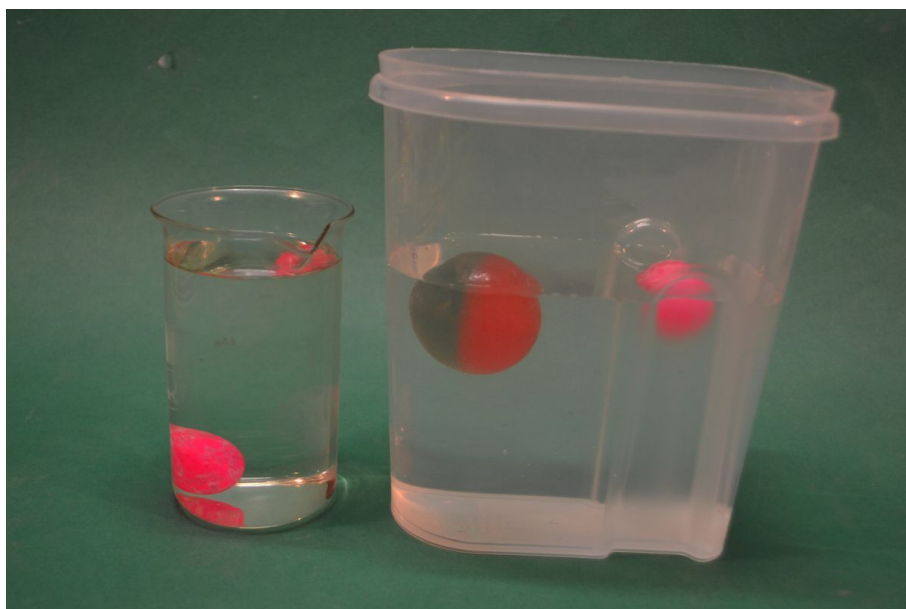
Obrázek 18: Sady pro výuku vztlkové síly

Téma vztlkové síly jsem již dříve zpracoval ve formě učitelských pokusů, při přípravě kombinovaných pokusů byly problémem žakovské části. První komplikace nastala s použitými kapalinami. Ideální trojicí kapalin pro experimenty je denaturovaný líh, voda a solanka (koncentrovaný roztok NaCl), které se od sebe výrazně liší hustotami. Z bezpečnostních důvodů jsem nechtěl, aby žáci pracovali s lihem, proto jsou žakovské pokusy omezeny na použití vody a solanky (i když solanka není úplně neškodná - může způsobit vysušení kůže případně korozi kovových předmětů). Dalším omezením jsou siloměry. Mám ověřeno, že pružinové siloměry nedávají v rukou žáků opakovatelné výsledky měření. Proto jsem ponechal varianty pokusů se siloměry učitelům, pro žáky jsem upravil soubor měření vztlaku pomocí rovnoramenných vážek, původně publikovaný v učitelské formě (viz článek „Vztlková síla“¹⁹).

¹⁹ Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/vztlakova_sila.pdf

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Při testování jsem neměl zajištěno, že na všech školách bude k dispozici akvárium. Proto jsem do sady přidal plastovou odměrku, i když pokusy vypadají mnohem pěkněji v akváriu.



Obrázek 19: Ukázka plování těles

Při výrobě byla velkým problémem tělesa určená k zavěšení na žakovské rovnoramenné vážky. Bylo nutné, aby byla z materiálu, který má hustotu jen o trochu větší než solanka (tj. 1200 kg/m^3). Při použití kovových těles pokusy nejsou dostatečně přesvědčivé. Po několika pokusech jsem použil PVC (tabulková hustota $1200\text{-}1500 \text{ kg/m}^3$). Trubičky z PVC bylo nutno ve velkém množství nařezat na vzorky s prakticky totožnou hmotností. Toho se mi podařilo dosáhnout díky elektronickým vahám s citlivostí 1 mg. Vzorky jsem řezal o trochu delší a pak je okrajoval tak, aby měly hmotnost 2 g s přesností na 0,01 g.

Pokusy s plováním těles jsou upravenou variantou již dříve publikované metodiky (viz článek „Plovoucí tělesa“²⁰). Pokusy s vytvářením barevných vrstev kapaliny případně přeléváním butanu patří ke klasickým experimentům.

²⁰ Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/plovouci_telese.pdf

6.4.7. Zrcadla



Obrázek 20: Sady pro výuku zrcadel

V učitelských experimentech jsou použita reálná zrcadla. Mou snahou bylo, aby sada obsahovala dvojici vypuklých a dvojici dutých zrcadel, které se od sebe budou výrazně lišit ohniskovou délkou. Výrobci kosmetických a přehledových zrcadel bohužel ohniskové délky neuvádějí. Proto jsem musel chodit po obchodech a porovnávat už zakoupená zrcadla se zrcadly nabízenými. Nakonec sada obsahuje kosmetická zrcadla dvou odlišných výrobců, přehledové zrcadlo a zpětné zrcátko na jízdní kolo.

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů



Obrázek 21: Učitelská vypuklá zrcadla



Obrázek 22: Učitelská dutá zrcadla

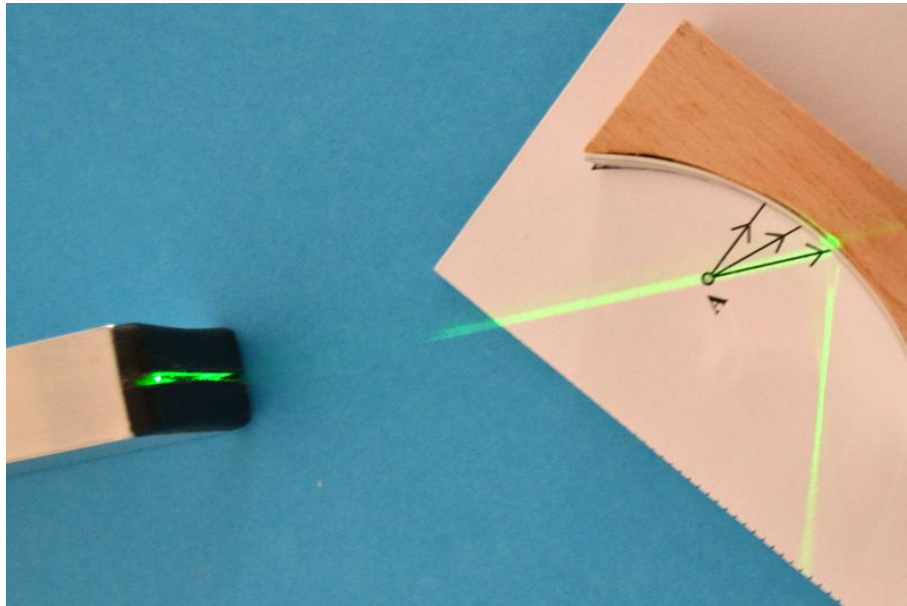
Pro demonstraci vzniku skutečného obrazu vytvořeného dutým zrcadlem je do sady přiložen obrázek z vysoce svítivých LED, který vytvoří dobře viditelný obraz na zdi učebny i bez kvalitního zatemnění (viz článek „LED symboly“²¹).

Žákovské sady jsou založeny na pokusech, které jsem kdysi dávno viděl v dokumentárním filmu o japonských školách. Proto jim říkám japonské krabičky. Netuším, jak vypadalo provedení originálních pomůcek, ale podařilo se mi vyrobit dobře fungující variantu používající čtveřici vysoce svítivých LED. Díky tvaru krabičky vzniká na papíru zelený pruh - model paprsku (podrobnosti k sadám viz článek „Žákovská optická deska - zrcadla“²²).

Hledání obrazu v malém rovinném zrcadle jsem převzal od Miroslavy Černé (Černá 2005).

21 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/optika/led_symboly.pdf

22 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/optika/zakovska_opticka_deska_-_zrcadla.pdf



Obrázek 23: Ukázka použití japonské krabičky

Metodika je založena na střídání demonstrací reálných zrcadel učitelem a žákovskými pokusy s řezy zrcadel. Postupně se proberou všechny důležité vlastnosti rovinného, dutého i vypuklého zrcadla.

6.4.8. Elektrostatika

Soubor experimentů z elektrostatiky byl motivován knihou „Elektřina“ (Bragg 1940), ve které autor kromě jiného popisuje demonstrační experiment, při kterém dokáže uvést pomocí nabitě tyče do pohybu torzně zavěšeného posluchače. Trik s torzním závěsem jsem převzal do svých učitelských experimentů (viz článek „Základy elektrostatiky“²³).

²³ Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/zaklady_elektrostatiky.pdf

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů



Obrázek 24: Sady pro výuku elektrostatiky

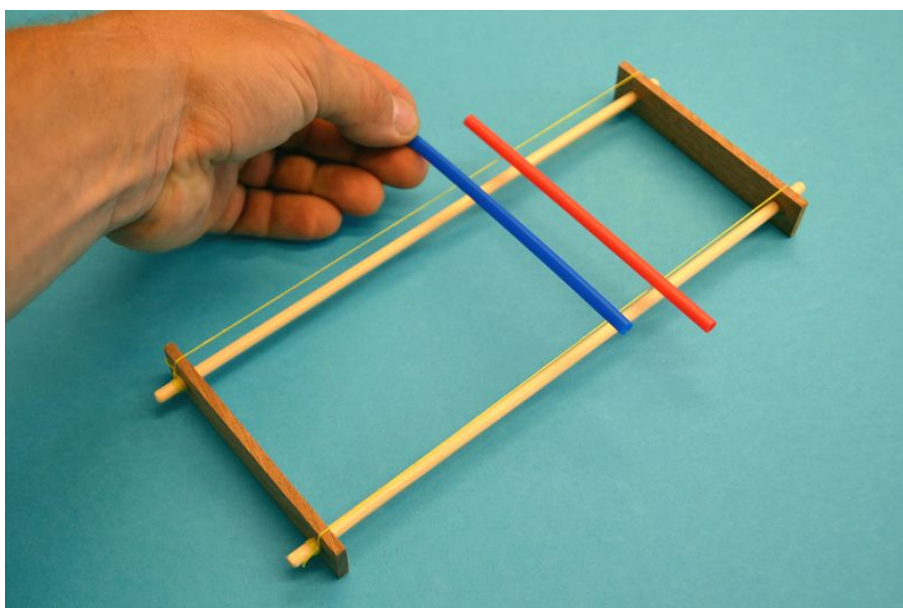


Obrázek 25: Detail torzního závěsu

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Dalším významným impulsem bylo setkání s maďarským fyzikem Dr. Jánosem Márki-Zayem na festivalu Physics on Stage v Noordwijku v roce 2003, kde předváděl pokusy se zelektrovanými plastovými brčky. Kromě provedení experimentů jsem si odnesl důležitý poznatek, že plast lze pomocí teflonové folie zelektrovat kladně. Experimenty Dr. Márk-Zaye lze shlédnout na <https://kifu.videotorium.hu/hu/recordings/404/csodalatos-szivoszal>. V českém prostředí se věnuje fyzice zelektrovaných brček Doc. Leoš Dvořák (Dvořák 2009).

V původním článku je popsáno využití dráhy z přeloženého papíru (viz článek „Elektrostatika s brčky“²⁴), v testované metodice je papír nahrazen dřevěným rámečkem s napnutými nitěmi.



Obrázek 26: Ukázka pokusů se zelektrovanými brčky

Metodika sleduje historický vývoj elektrostatiky - existence elektrické síly, nabíjení těles, vzájemné silové působení dvou nabitých těles, zavedení kladného a záporného náboje.

²⁴Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/elektrostatika_s_brcky.pdf

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Provedení pokusů s torzním závěsem a elektrovaním skla teflonem zajišťuje vysokou spolehlivost experimentů (což u elektrostatiky nebývá zvykem).

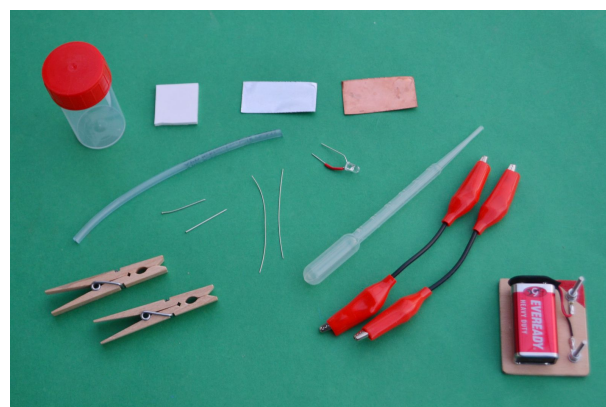
6.4.9. Elektrochemie



Obrázek 27: Sady pro výuku elektrochemie



Obrázek 28: Uč. sada pro elektrochemii

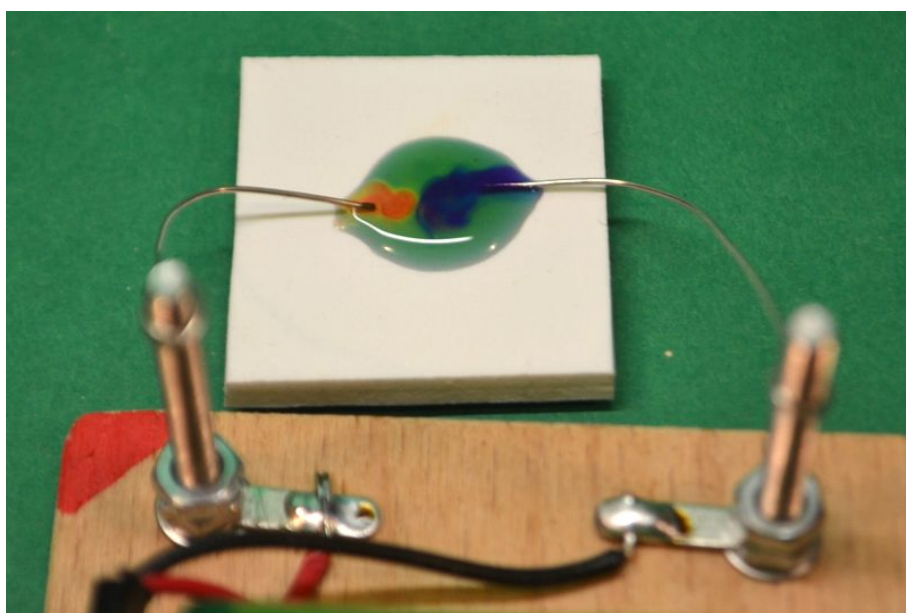


Obrázek 29: Žák. sada pro elektrochemii

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Kombinované experimenty z elektrochemie jsou založeny převážně na klasických experimentech (elektrolýza slané vody, pokovování, Voltův článek, nabíjení olověného akumulátoru). Svě varianty těchto pokusů jsem už před časem publikoval (viz článek „Elektrolýza“²⁵). Jsou doplněny pokusy, které vznikly na základě úvah o vlastnostech chemických článků vzniklých zabodnutím dvou různých hřebíků do citronu (viz články „Ovočlánky“²⁶ a „Žákovské ovočlánky“²⁷). Významným podnětem pro mne bylo setkání s chemikou na festivalu Science on Stage 2015 v Londýně. Přesněji řečeno s Danutou Jesiak z polských Obornik, která zde prezentovala projekt „Small scale chemistry“ (její webové stránky jsou <http://latwopalni.cba.pl>). Od ní jsem převzal pokus s elektrolýzou v pipetě (viz článek „Elektrolýza v pipetě“²⁸).

Chci poděkovat kolegyni Mgr. Veronice Kyasové, která mne seznámila s existencí Yamadova univerzálního indikátoru²⁹ a byla ochotná mi ho připravit v potřebném množství.



Obrázek 30: Ukázka elektrolýzy s Yamadovým indikátorem

25 Dostupné online <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/2016/elektrolyza.pdf>

26 Dostupné online <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/ovoclanky.pdf>

27 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/2016/zakovske_ovoclanky.pdf

28 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/elektrolyza_v_pipete.pdf

29 Návod k přípravě indikátoru např. <http://www5.csudh.edu/oliver/chemdata/yamada.htm>

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Pro elektrochemické pokusy jsem musel vyrobit panýlky s 9V bateriemi, při použití 4,5V napájení probíhaly experimenty příliš pomalu.

Metodika elektrochemie je zaměřena převážně na její „fyzikální“ stránku, seznamuje žáky s existencí elektrolyzy, s možnostmi jejího využití, s primárními i sekundárními chemickými články.

6.4.10. Elektromagnety



Obrázek 31: Sada pro výuku elektromagnetů

Učitelské pokusy jsou postaveny na dvou velkých cívkách a jádru z ocelové tyče (viz články „Dřevěné cívky“³⁰ a „Pokusy s cívkami“³¹). Žákovské pokusy využívají malé cívky napájené přes proudové stabilizátory, které umožňují porovnávat cívky s různým počtem

30 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/2016/drevene_civky.pdf

31 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/2016/pokusy_s_civkami.pdf

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

závitů při stejném protékajícím proudu. Stabilizátory³² navíc značně eliminují problémy s mírně vybitými zdroji. Jako detektor magnetického pole cívky slouží buzola (viz články „Jak vyrobit cívku“³³ a „Žákovské elektromagnety“³⁴).



Obrázek 32: Uč. sada pro elektromagnety



Obrázek 33: Žák. sada pro elektromagnety

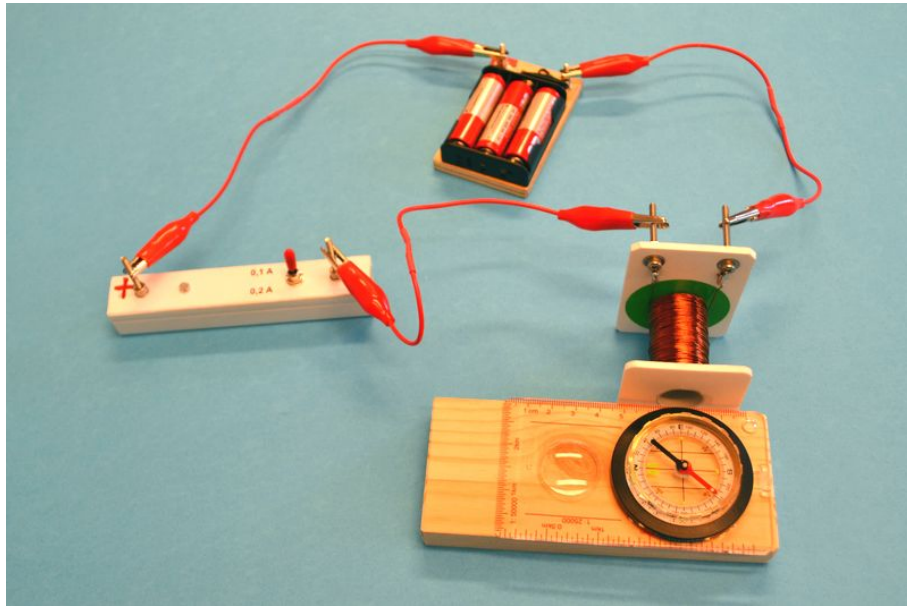
Soubor pokusů seznamuje žáky s existencí elektromagnetu, s jeho základními vlastnostmi, s vlivem feromagnetického jádra a se vzájemnou interakcí cívek a magnetů.

32 Konstrukce použitého stabilizátoru je popsána ve článku

http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/stabilizace_proudu_a_napeti.pdf

33 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/jaknato/jak_vyrobic_civku.pdf

34 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/fyzika/zakovske_elektromagnety.pdf



Obrázek 34: Ukázka žákovského pokusu s cívkou a buzolou

6.4.11. Usměrnění střídavého proudu

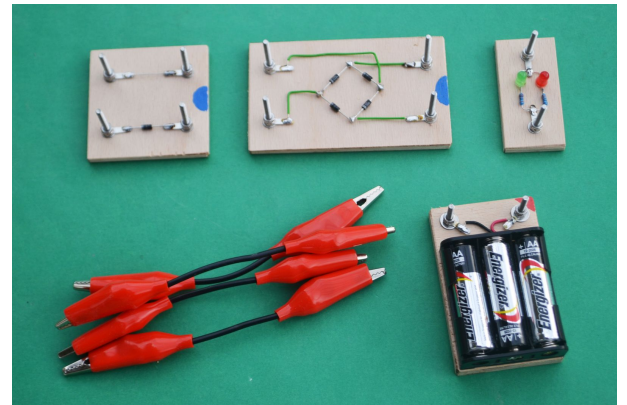


Obrázek 35: Sada pro výuku usměrnění střídavého proudu

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů



Obrázek 36: Uč. sada pro usměrnění



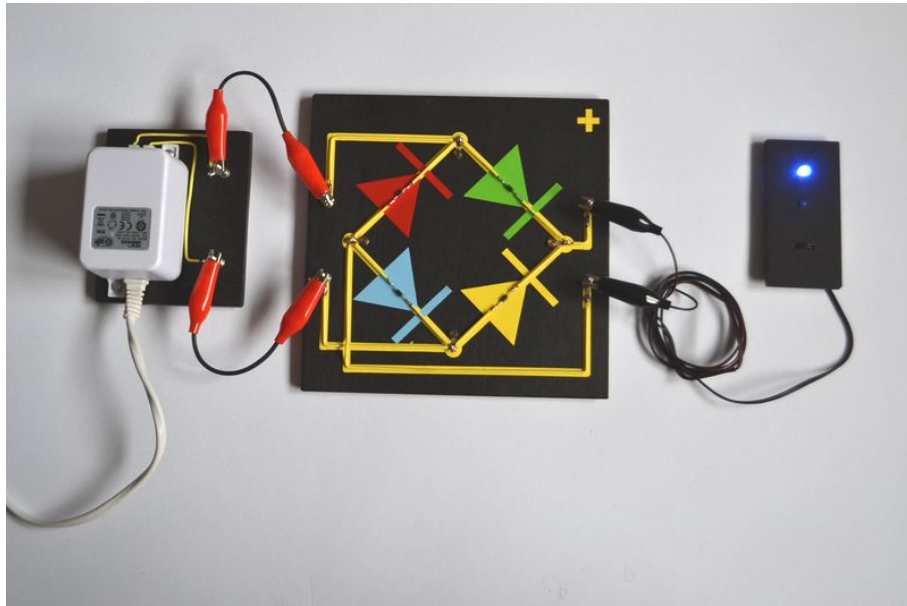
Obrázek 37: Žák. sada pro usměrnění

Učitelské i žákovské experimenty jsou založeny na detekci průtoku a směru elektrického proudu pomocí dvojice antiparalelně zapojených LED. S touto možností jsem se poprvé setkal v roce 2003, kdy mi ji ukázal během rozhovoru Dr. Peter Žilavý.

Žákovské pokusy jsou umožněny díky použití „nízkofrekvenčního žákovského zdroje napětí“, tj. ploché baterie, u které žáci ručně přepínají přívodní vodiče (viz článek „Žákovské usměrnění“³⁵). Experimenty jsou vedeny tak, že si žáci nejprve vyzkouší chování usměrňovačů při pomalém přepínání a pak na ně učitel naváže demonstraci s reálným střídavým zdrojem (viz článek „Usměrnění proudu s LED“³⁶).

35 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/zakovske_usmerneni.pdf

36 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/fyzika/usmerneni_proudu_s_led.pdf



Obrázek 38: Ukázka učitelského pokusu s usměrněním

Základem metodiky je ukázka možnosti převodu střídavého napájení na stejnosměrné pomocí jednocestného a dvoucestného usměrňovače. Považuji za rozumné, aby závěrečnou část věnovanou vyhlazení usměrněného proudu kondenzátorem učitel žákům ukázal alespoň informativně. Mám ověřeno, že představa kondenzátoru jako součástky, která se dokáže nabít a chvíli se chovat jako zdroj napětí, je pro žáky vcelku snadno uchopitelná. Navíc se tím uzavře celý oblouk úvah o přechodu od střídavého zdroje napětí ke zdroji s pevným napětím.

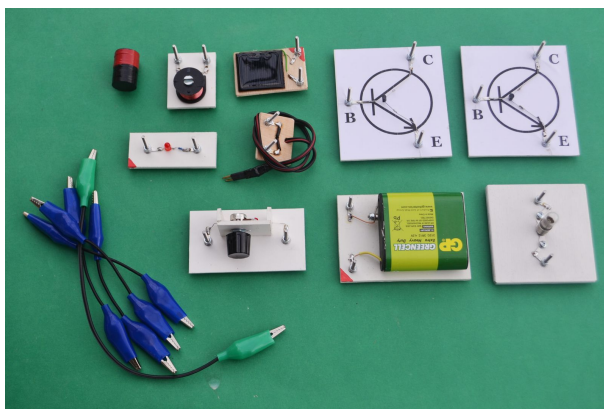
6.4.12. Tranzistory

Tranzistory se na mnoha základních školách neprobírají. Osobně považuji za důležité, aby se žáci s existencí a základními vlastnostmi tranzistorů seznámili. Ideální jsou k tomu reálné zkušenosti s vlastním zapojováním tranzistorových obvodů.

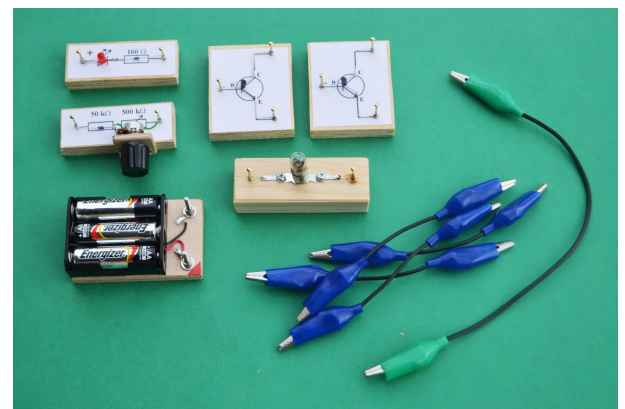
Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů



Obrázek 39: Sada pro výuku tranzistorů



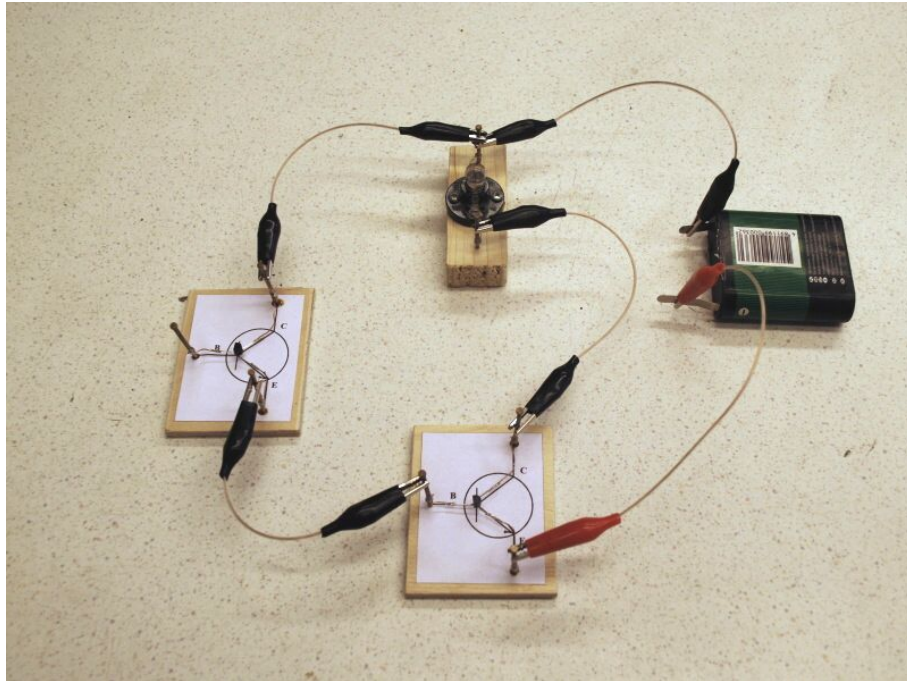
Obrázek 40: Uč. sada pro tranzistory



Obrázek 41: Žák. sada pro tranzistory

Kapitola 6 – Vývoj kombinovaných experimentů

Podkladem pro mé experimenty je práce Doc. Leoše Dvořáka (např. Dvořák 2005), který vytvořil metodiku pro seznámení se s tranzistory. Já jsem ji pouze upravil do učitelské a žákovské verze (viz články „Zapojení tranzistorů“³⁷, „Doplňky tranzistorů“³⁸ a „Zapojení tranzistorů demonstrační“³⁹).



Obrázek 42: Ukázka žákovského obvodu s tranzistory

Díky metodice žáci poznají, že tranzistor je součástka spínaná proudem, že její efekt lze násobit řetězením tranzistorů a že elektrostatika a elektrické obvody mají úplně stejný původ (tj. že fyzika je jen jedna).

37 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/zapojeni_tranzistoru.pdf

38 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/doplanky_tranzistoru.pdf

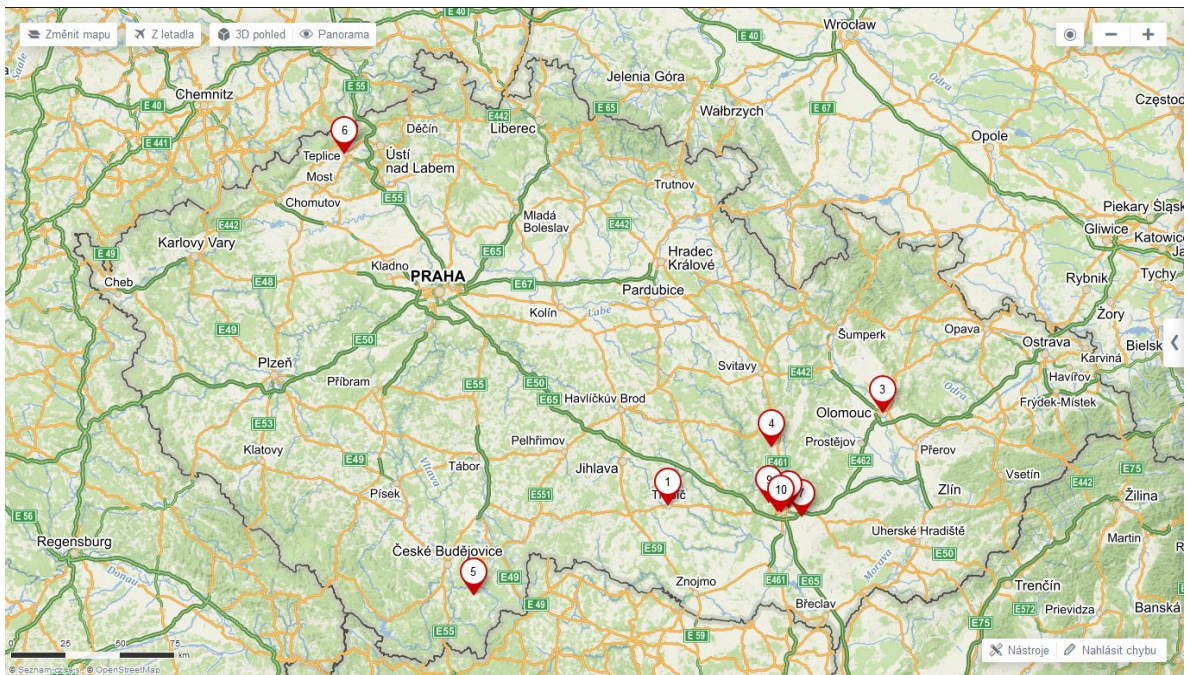
39 Dostupné online http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/zapojeni_tranzistoru_demonstracni.pdf

7. Průběh testování metodik

7.1. Oslovení učitelů

Ke konci školního roku 2017/2018 jsem začal hledat učitele fyziky, kteří by byli ochotni v následujícím školním roce metodiky testovat na svých školách. Do testování se přihlásilo 10 učitelů fyziky z různých typů škol. Seznam je uveden abecedně podle příjmení.

- Mgr. Eva Dvořáková, Střední průmyslová škola, Třebíč
- Mgr. Jana Dvořáková, Základní škola Laštůvkova, Brno
- Mgr. Jana Halámková, Biskupské gymnázium, Brno
- Mgr. Květa Kolářová, Základní škola Buzulucká, Teplice
- Mgr. Lenka Kramářová, Gymnázium Vídeňská, Brno
- Mgr. Hana Kunzová, Gymnázium, Trhové Sviny
- Mgr. Václav Pazdera, Gymnázium Čejkovická, Olomouc
- Mgr. Michaela Rosendorfová, Základní škola Gajdošova, Brno
- Mgr. Otto Suchánek, Gymnázium, Šlapanice
- Mgr. Hana Tesařová, Základní škola Edvarda Beneše, Lysice



Obrázek 43: Mapa umístění jednotlivých škol, na kterých probíhalo testování

7.2. Vytvoření ročního harmonogramu

Učitelé vyplnili stručný přehled, které metodiky chtějí testovat a ve kterém měsíci je potřebují mít k dispozici. Jejich požadavky jsem sestavil do společného harmonogramu.

	2018		2019							
	září	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	březen	duben	květen	červen
1 Kolářová	Elmag		Magnety Těžiště	Usměrn Tranz.		Vztlak	Elstat	Elchem	Obvody Zrcadla	
2 Suchánek		Elmag			Usměrn Tranz.					
3 Tesařová		Obvody Elstat	Elmag				Zrcadla Magnety	Elstat Vztlak		
4 Pazdera	Elmag		Usměrn	Tranz.		Elstat	Magnety	Elchem	Obvody	
5 Hynštová		Elstat	Magnety Těžiště					Elmag Vztlak	Obvody	Zrcadla
6 Kramářová	Zrcadla	Elmag								
7 Dvořáková E.	Elstat		Obvody		Zrcadla Elchem	Elmag		Usměrn	Tranz.	
8 Rosendorfová			Usměrn Elmag		Zrcadla Tranz.	Těžiště	Vztlak			Magnety Elstat Elchem Obvody
9 Dvořáková J.		Elmag	Usměrn Tranz Magnety Zrcadla			Elstat	Elchem	Vztlak		
10 Kunzová				Magnety	Elstat		Elmag		Elchem Obvody	Usměrn

Tabulka 1: Přehled požadavků pro testování

Na základě požadavků učitelů jsem vyrobil potřebný počet testovacích sad pro jednotlivé metodiky.

magnety	3 sady	elektrochemie	3 sady
elektrické obvody	5 sad	elektromagnety	4 sady
těžiště	2 sady	usměrnění	3 sady
vztlaková síla	3 sady	tranzistory	4 sady
zrcadla	2 sady	zdroje 4,5 V	5 sad
elektrostatika	3 sady	spojovací vodiče	5 sad

7.3. Vlastní testování

Připravené sady pomůcek během školního roku 2018/2019 putovaly na jednotlivé školy, přesouvaly se podle potřeby. Na závěr jsem s učiteli vedl řízené rozhovory, kterými jsem zjišťoval výsledky testování kombinovaných experimentů.

Během roku se vyskytly pouze drobné problémy (zakutálené ocelové jádro, ztracené spojovací vodiče, hmoždinky vložené do jiné krabice, zkratovaná baterie, časové posuny probírané látky - většinou hlouběji do školního roku). Díky ochotě a nadšení učitelů zapojených do testování se všechny problémy podařilo vcelku snadno vyřešit. Jsem jim za to vděčný.

Z plánovaných testů se neuskutečnilo testování elektrochemie na ZŠ Gajdošova (nebyla k dispozici experimentální sada kvůli časovým posunům na ostatních školách). Na Biskupském gymnáziu nebyly testovány sady pro elektromagnety, elektrické obvody a zrcadla kvůli osobnímu zaneprázdnění vyučujícího.

8. Sběr a zpracování dat

8.1. Výzkum formou rozhovoru

Metodiky kombinovaných experimentů byly během školního roku 2018/2019 testovány nadšenými učiteli fyziky. Pro záznam jejich zkušeností z testování a názorů na tento způsob výuky jsem využil metodu rozhovoru. Někteří autoři mluví o kvalitativním rozhovoru⁴⁰ (Hendl 2016) nebo o hloubkovém rozhovoru (Švaříček, Šedová 2007).

Při přípravě rozhovoru jsem se rozhodl pro metodu polostrukturovaného rozhovoru (Švaříček, Šedová 2007), který je veden podle předem přichystaného scénáře otázek. Při vlastním rozhovoru není důležité se otázek přísně držet, pokud rozhovor sklouzne mimo téma, ke scénáři se výzkumník vrátí v další otázce. Zkušení výzkumníci upozorňují na to, že nejprve je nutno v rámci rozhovoru navodit přátelskou atmosféru (Hendl 2016). Mou obrovskou výhodou bylo to, že všichni učitelé, se kterými jsem vedl rozhovory, jsou mí mnoholetí kamarádi nebo se alespoň mnoho let známe. Proto se přátelská atmosféra navozovala sama - vlastním setkáním u kávy (v kabinetě, v obývacím pokoji nebo v kavárně).

Při přípravě scénáře rozhovoru mi velmi rychle došlo, jak důležitý je požadavek, aby byly kladeny otevřené otázky. Otevřené otázky nutí tázaného k širšímu vyjádření, ze kterého lze získat mnohé informace. Konkrétní příklad - na uzavřenou otázku: "Vyhovuje ti výuka formou kombinovaných experimentů?" je základní odpověď ano/ne. Pouze tehdy, je-li tázaný přirozeně upovídáný, pokračuje dál v odpovědi. Většina učitelů fyziky není přirozeně upovídáná. Proto je nutno otázku formulovat v otevřené formě: "Jak ti vyhovuje výuka formou kombinovaných experimentů?" Tato forma otázky bohužel není mnohým příjemná, nutí je rozmyslet si odpověď.

40 Problematika je přehledně zpracována na http://wiki.knihovna.cz/index.php?title=Kvalitativn%C3%AD_rozhovory_%E2%80%93_polostrukturovan%C3%A9_a_nestrukturovan%C3%A9

Uzavřené otázky jsem používal pouze pro upřesnění - například při konkretizaci toho, kolik žáků má "nepůlená třída" nebo toho, kterou metodiku má zpovídaný na mysli.

Rozhovory jsem z časových důvodů vedl už během školního roku. Testování bylo na většině škol naplánováno až do června, nechtěl jsem vše ponechávat až na konec školního roku, kdy jsou učitelé bez výjimky přetaženi (tedy alespoň ve svém okolí takové výjimky neznám). Někteří z učitelů proto testovali metodiky ještě po záznamu rozhovoru. Po ukončení testování jsem se jich dotázal e-mailem, jestli chtějí rozhovor doplnit. Ve všech případech měli už pouze technické připomínky k jednotlivým metodikám.

8.2. Průběhy rozhovorů

Pro rozhovory jsem připravil následný scénář otázek.

1. *Jaký máš z výuky pocit?*
2. *Jak se ti s pomůckami učilo?*
3. *Jak ti osobně takovýto způsob výuky vyhovuje?*
4. *Jak změnily kombinované experimenty náročnost výuky (přípravu a průběh hodiny)?*
5. *Jakým způsobem reagovali na tento styl práce tvoji žáci?*
6. *Co si myslíš o úspěšnosti výuky při použití kombinovaných experimentů?*
7. *V jak početných třídách jsou pro tebe kombinované experimenty proveditelné?*
8. *Co byly hlavní problémy při použití kombinovaných experimentů?*
9. *Jak se ti pracovalo s připravenými pomůckami?*
10. *Jak ti vyhovovaly připravené metodické materiály?*
11. *Jakým způsobem změníš do budoucna svůj styl výuky?*
12. *Jak do své výuky zapojíš metodu kombinovaných experimentů?*

Rozhovory jsem nahrával na svůj telefon, následně jsem je přepsal do textového souboru. Hned u prvního rozhovoru jsem zjistil, že doslovný přepis rozhovoru je prakticky

nepublikovatelný. Doslovný přepis má význam tam, kde se jedná o etnografickou nebo lingvistickou studii (Švaříček, Šedřová 2007). V mém případě jde o reálná fakta a názory. Proto jsem přepisy rozhovorů přeformuloval do čtenářsky příjemnějšího tvaru⁴¹. Přepsané rozhovory jsem zaslal tázaným, kteří mi schválili jejich publikování v přepsaném tvaru. Kompletní přepisy rozhovorů jsou součástí přílohy této práce, v práci samé jsou použity výňatky z rozhovorů.

8.3. Výstupy z rozhovorů - hypotéza H1

První hypotéza stanovená na začátku této práce zní:

H1: Použití kvalitně připravených kombinovaných experimentů usnadňuje učitelům výuku.

8.3.1. Názory učitelů

Když jsem se učitelů zeptal, jestli jim použití dobře připravených kombinovaných experimentů výuku zjednoduší nebo zkomplikuje, dozvěděl jsem se následující:

Eva Dvořáková, SPŠ Třebíč

VP: Jak ti kombinované experimenty změnilo náročnost výuky?

ED: Testování mi zabralo celkem dost času. V běžné výuce fyziky hodně počítáme, na škole je zvykem, že se provádí málo pokusů a hodně se počítá. Tematický plán se těžce stíhá i za běžného provozu, takže pro zařazení testovaných metodik do výuky se na některé části tematického plánu nedostalo. Moji žáci z fyziky maturovat nebudou, proto by to nemělo v budoucnu způsobit žádné komplikace. Osobně si myslím, že je pro žáky důležitější pochopit princip fungování tranzistoru než když se budou zpaměti učit, jaké jsou

⁴¹ Jan Hendl tento postup nazývá přepis do spisovného jazyka (Hendl 2016)

v ČR typy rozvodných soustav. Naši žáci mají do výuky zařazeno hodně chemie, biologie, učí se strojařinu, ale nemají elektro.

VP: Když tedy srovnáš běžnou vyučovací hodinu a hodinu vedenou formou kombinovaných pokusů ...

ED: Když už jsem se s metodikami seznámila, tak vezmu krabici s vybavením a odcházím do hodiny. Vlastní seznámení se s metodikou je časově náročné, vše si musím sama vyzkoušet. Ale po seznámení mi další využívání souborů pomůcek žádné další ztráty času nepůsobí.

Jana Dvořáková, ZŠ Laštůvkova, Brno

VP: Jak ti změnil tento styl výuky náročnost přípravy a samotné výuky?

JD: Pro mě bylo výhodné, že jsem měla vše připravené. Připravená sada, kterou jsem vzala, odnesla do hodiny, začala jsem učit. Při přípravě hodiny šlo pouze o to rozmyslet si, kdy metodiku zařadím, jinak bylo vše perfektní.

VP: Takže použití kombinovaných pokusů ti nezpůsobil žádné komplikace?

JD: Spíše naopak, pro mě to byla výhoda. Tím, že byly ty pomůcky připraveny, jsem měla přípravu i výuku zjednodušenou.

Květa Kolářová, ZŠ Buzulucká, Teplice

VP: Jak se ti změnila náročnost přípravy na hodinu a náročnost samotné hodiny?

KK: Byla jsem zvyklá mít pro žáky vše připravené předem. Proto pro mne bylo chystání pomůcek během testování běžnou rutinou. Jsem na to zvyklá. Dovedu si představit, že pro učitele, který na chystání pomůcek není zvyklý, musí být takové testování náročné. Ale zase ne příliš náročné, protože tvé sady pomůcek jsou dobře připravené. Vlastní hodina je

při použití žákovských pokusů mnohem lepší než čistě výkladová hodina. Místo toho, aby jen koukali a nudili se, žáci sami pracují. V dnešní době jsou přesyceni displeji a dataprojektory. Nejdůležitější je naučit děti, aby se v připravených pomůckách neprohrabovali předem. Výuka pomocí kombinovaných pokusů je silně motivuje - zaujmou je samotné pomůcky, čekají, co se bude dít. A pokud si mohou s vybavením pohrát podle své fantazie, jsou nadšeni. Když po nich chci v písemce, aby popsali nějaký pokus, je vidět, že si jej dobře pamatují. Pamatují si to, co sami dělali. Výrazný učitelský pokus si také zapamatují (třeba když v korýtku teče hořící plyn), ale lepší je, když pokusy dělají sami.

Lenka Kramářová, G Vídeňská, Brno

VP: Jak ti tento styl výuky změnil náročnost přípravy na hodinu?

LK: Výuka s kombinovanými experimenty je pro mne náročnější než běžná výkladová výuka. Mluvit s křídou u tabule je jednodušší. Kombinované experimenty jsou ale efektivnější pro žáky. A osobně mi zvýšená náročnost nevadí.

Hana Kunzová, G Trhové Sviny

VP: Jak je pro tebe náročná příprava na hodinu při použití kombinovaných pokusů?

HK: Výklad je podstatně méně náročný. Je nutno chystat pomůcky, vše si musím sama vyzkoušet předem.

VP: Jak je náročná samotná výuka?

HK: Mě jako učitele kombinované pokusy baví mnohem víc než výklad. Když jsem několikrát učila pomocí výkladu, vždy to skončilo tak po 20 minutách, kdy jsem musela některé studenty budit. U výkladu je velmi složité přesvědčit žáky, aby mě vnímali. Při kombinovaných pokusech je mnohem jednodušší udržet žáky zapojené do výuky. Z hlediska mé únavy jsou oba způsoby výuky srovnatelné, protože při kombinovaných

pokusech se sice musím neustále pohybovat po třídě, kontrolovat žákovské skupiny a dohlížet na pomůcky, ale ve výsledku je to stejně namáhavé jako výklad.

Václav Pazdera, G Čajkovského, Olomouc

VP: Jak ti kombinované experimenty změnilo náročnost výuky?

VP: Příprava i provedení hodiny je několikanásobně náročnější než běžná výuka. Vývoj a výroba pomůcek pro žáky je mnohem náročnější než příprava učitelských experimentů.

Michaela Rosendorfová, Pavel Horák, ZŠ Gajdošova

VP: Jak vám testování změnilo náročnost výuky?

MR: Pokusy tak, jak byly připravené, spoustu věcí vysvětlily. Například u těžiště nebo zrcadel. Metodiku zrcadel jsem s jednou třídou vyzkoušela na začátku před samotným probíráním teorie a s druhou třídou až poté, co jsme danou látku probírali. Byl tam výrazný rozdíl v dopadech na žáky, i když dost záviselo na konkrétních dětech. Bylo zajímavé sledovat, jak danou problematiku vnímá třída, pro kterou to je úplně nová látka, kde je vše pro ně novinkou. Ta druhá třída už o zrcadlech něco málo věděla, své znalosti si ověřovali. Mohli si představit reálný význam toho, co předtím znali jen z geometrických konstrukcí. Například vlastnosti obrazu.

Pokusy byly účinnější tam, kde žáci už něco znali dopředu, nastoupil efekt: "Aha, už mi to došlo!". Tam, kde pokusy nebyly podloženy teoretickou výukou, jevy sice pochopili, ale nevěděli, co se s tím bude dělat dál. Když základy měli, tak pro ně nebyl problém rozlišit skutečný obraz, převrácený obraz. Myslím si, že vhodnější je dělat pokusy až po teoretickém základu.

PH: Pro mne byla náročnost podobná jako u běžné výuky. Běžně připravám na hodinu taky moc nedávám. Kdybych měl tyto sady pomůcek běžně k dispozici, tak by se mi učilo mnohem jednodušeji, nemusel bych řešit, co mám učit.

Otto Suchánek, G Šlapanice

VP: Jak ti kombinované experimenty změnilly náročnost výuky?

OS: Díky tomu, že jsem měl od tebe přichystané přípravy a pomůcky, byla výuka stejně náročná jako dříve. Chystám se vyrábět vlastní vybavení, takže to bude časově náročnější na přípravu. Ale samotná výuka je určitě jednodušší.

Hana Tesařová, ZŠ Lysice

VP: Jak se pro tebe zařazením kombinovaných pokusů mění náročnost přípravy na hodinu a náročnost vlastní výuky? Ve srovnáním s tím, jak jsi učila předtím.

HT: Moc ne. Vzhledem k tomu, že už takto učím delší dobu, tvůj systém práce znám a ve výuce používám tvé věci, tak hlavní přínos byl v tom, že jsem si pomůcky nemusela chystat sama, bylo vše připraveno.

8.3.2. Shrnutí názorů

Rozhovory ukázaly, že to, jestli kombinované experimenty zjednodušují nebo komplikují učitelé výuku, silně závisí na tom, jakým způsobem učitel vede svou běžnou výuku.

Pro některé z učitelů je použití kombinovaných experimentů běžnou rutinou (byť náročnou), protože jsou sami zvyklí připravovat žákovské činnosti (Květa Kolářová, Hana Tesařová, Lenka Kramářová). Další udávají, že příprava výuky touto formou je velmi náročná, ale samotná výuka je jednodušší než běžný výklad (Otto Suchánek, Eva

Dvořáková, Jana Dvořáková, Pavel Horák, Hana Kunzová). Pro Václava Pazderu je výhodnější výuka založená na učitelských experimentech.

Pokud do úvah nezahrneme seznamování se s novou formou práce (s novými pomůckami, s novými metodikami), shoduje se většina učitelů v tom, že je pro ně výuka formou kombinovaných experimentů stejně náročná, případně jednodušší, jako běžná výuka vedená výkladem. Některým učitelům tato forma práce nevyhovuje.

Hypotézu H1 se nepodařilo obecně potvrdit - **kombinované pokusy zjednodušují výuku pouze některým učitelům fyziky.**

8.4. Výstupy z rozhovorů - hypotéza H2

Druhá hypotéza této práce zní:

H2: Kombinované experimenty lze provádět s celou (tj. nepůlenou) třídou.

8.4.1. Názory učitelů

Eva Dvořáková, SPŠ Třebíč

VP: V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

ED: Mám štěstí v tom, že jsem letos učila hodné třídy. Takže jsem pokusy bez problémů provádět s celou třídou. To je u nás 27 až 28 žáků. Víím, že jsou třídy, kde jsou kázeňské problémy, a dokážu si představit, že v takových třídách bych se o pomůcky bála. Proto záleží hodně na konkrétní třídě.

Jana Dvořáková, ZŠ Laštůvkova, Brno

VP: V jak početných třídách se podle tebe mohou kombinované pokusy používat?

JD: Zkoušela jsem to v šestých třídách, které mají po 30 žácích. Tam to bylo někdy problematické, šestáci často nejsou zvyklí na to, aby pracovali. V osmé a deváté třídě je 20 - 24 dětí, tam je výuka mnohem jednodušší.

Jana Hynštová, Biskupské gymnázium, Brno

VP: S kolika žáky lze podle tebe pracovat formou kombinovaných pokusů?

JH: Záleží na tom, jak máme rozvrhem určené hodiny. V primě máme každý týden jednu hodinu půlenou, takže jsme prováděli žákovské pokusy v ní. V sekundě jsou všechny hodiny spojené, třída má 30 žáků. Některé pracovní skupiny musely být po třech žácích, ale pracovalo se nám bez problémů. Takže v sekundě (sedmá třída ZŠ) jsme vše zvládli ve 30 žácích, v primě jsou sice žáci živější, ale zvládli bychom to taky. Díky půlení hodin byla práce příjemnější.

Květa Kolářová, ZŠ Buzulucká, Teplice

VP: V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

KK: Některé experimenty bez problémů ve velkých třídách - 30 až 35 žáků. U nás jsou teď běžné třídy 16 až 24 žáků, ale zvládlo by se to i ve větších. Hlavně tehdy, pokud žáci chtějí pracovat a na tuto formu výuky jsou připraveni.

Lenka Kramářová, G Vídeňská, Brno

VP: V jak početných třídách lze takto učit?

LK: V celé třídě - ve 32 žácích.

Hana Kunzová, G Trhové Sviny

VP: V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

HK: Používala jsem kombinované pokusy i s 33 žáky ve třídě, ale je to dost náročné. Jako optimum považuji 24 žáků, v 6 skupinách po 4 žácích zvládnu i náročnější experimenty. Obecně - čím méně žáků, tím jednodušší výuka. Ve velké třídě jsem si netroufla losovat skupiny, rozdělovala jsem žáky tak, aby v každé skupině byl alespoň jeden schopný žák.

Václav Pazdera, G Čajkovského, Olomouc

VP: V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

VP: Ideální by bylo půlení tříd. Naše třídy mají většinou 31 žáků, optimem je tedy 15 - 16 žáků. Když provádíme žákovské pokusy s celou třídou, mají pracovní skupiny 3 - 4 žáky, což je už příliš moc, nejlepší jsou dvojice. Ve 30 žácích se špatně hlídá pozornost a nasazení dětí, žákovské pokusy jsou velmi časově náročné. Pomáhá, pokud jsou ke skupinové práci vedeni dlouhodobě, mají už ji natrénovanou.

Michaela Rosendorfová, Pavel Horák, ZŠ Gajdošova, Brno

VP: Při jakých počtech žáků je tato metody použitelná?

MR: Pro mě je vhodnější práce v půlených třídách.

PH: Podle mě jde jenom o pracovní prostor. Já jsem se třeba se zrcadly nepracoval, ale když si děcka dokážou sestavit vybavení, tak jich klidně může být i 30. Když žáci pracují ve dvojicích, je jedno, jestli jich 15 nebo 20.

MR: Záleží na tom, kolik pokusů je v jedné hodině. Kdyby šlo o jeden nebo dva, tak není problém pracovat s celou třídou. U sedmáků mělo vliv to, že podobnou formu práce znali z dřívějšíka, takže s ní neměli větší problémy. Dost náročné bylo kontrolovat pomůcky po použití, i když jsem žákům říkala, že jsou půjčené a budeme je vracet. Snažila jsem se o to, aby nic nebylo poškozené. Takže hlavní problém byl v tom, že jsem s celou třídou nestíhala pomůcky zkontrolovat a uklidit.

VP: Jak velké třídy máte?

MR: Běžně kolem 24 žáků (nejvýš 28).

JD: Přesně tak, žáci odejdou na šestiletá gymnázia, zůstávají ti slabší. Ti se ale zase snaží.

VP: Kolik by tedy byl optimální počet žáků pro kombinované pokusy?

JD: Myslím si, že 24 žáků ve třídě. S větším počtem je to náročné. Když v šesté třídě 10 dětí kvůli nemoci chybělo, učilo se mnohem lépe.

VP: Když jsi musela učit velkou třídu se 30 žáky, daly se kombinované pokusy zvládnout?

JD: Dalo se to zvládnout. Jedna z těch tříd je moje třída, tam žáci spolupracují, jsem jejich třídní učitel. Ve druhé třídě mám asistenta, přesto je tam výuka velmi náročná. Padá hodně otázek typu: "A mám to udělat opravdu takhle? Mám ten magnet položit?" Otázky, které ukazují, že nedávali pozor. Učitel musí neustále odpovídat na tyto dotazy způsobené nepozorností a nesoustředěním. Třeba dneska jsem měla posluchačku, která byla nemile překvapená z toho, na co všechno se žáci ptají.

Ale se 24 žáky se kombinované pokusy dají provádět v pohodě. A pokud si učitel žáky vychová od šesté třídy, tak se dá pracovat i ve třiceti. Ale musí se začínat od jednodušších pokusů. Na začátku třeba jenom jeden jednoduchý experiment, postupně se lze propracovat i k hodině věnované jen žakovským pokusům.

Otto Suchánek, G Šlapanice

VP: Jaký máš pocit z výuky kombinovaných experimentů?

OS: Dobře se mi pracovalo. Nechal jsem děcka hodně pracovat samostatně a bylo vidět, že je to dost baví. A bavilo to i mě. Měl jsem možnost každou druhou hodinu si rozpúlit. Ve společné hodině jsem provedl učitelské pokusy, v půlené hodině ty žakovské. I když půlené hodiny kvartánů probíhaly šestou a sedmou vyučovací hodinu, bylo vše bez problémů.

Hana Tesařová, ZŠ Lysice

VP: S kolika žáky se dají kombinované pokusy dělat? Myslím tím běžné žáky vaší školy.

HT: Když je dobře vychovaná třída, tak 30 žáků zvládneš. Ale musí být naučení, musí vědět, jak se tyto pokusy dělají. Pak počet není rozhodující. Když začínám, musím je to naučit.

VP: Takže ze začátku je vhodnější půlená třída.

HT: Ne, půlené třídy jsou u nás nereálné. Vždy učím celou třídu, navíc mám často jen jednu vyučovací hodinu za týden. Nejsem však schopná provádět žakovské experimenty celou hodinu, pouze kratší časové úseky.

8.4.2. Shrnutí názorů

V případě hypotézy H2 panuje mezi učiteli shoda v tom, že výuka formou kombinovaných experimentů lze provádět v celých třídách. Obsazenost třídy se přitom pohybuje od 24 do 35 žáků v závislosti na typu školy. Pro některé z učitelů je výuka v celé třídě možná, ale náročná, hlavně z kázeňských a logistických důvodů. Proto je pro ně příjemnější práce v půlených hodinách.

Hypotéza H2 byla výzkumem potvrzena - **kombinované experimenty lze provádět s celou třídou.**

8.5. Výstupy z rozhovorů - hypotéza H3

Třetí z hypotéz zní:

H3: Použití kombinovaných experimentů zlepšuje pochopení učiva žáky.

K ověření této hypotézy bylo využito kromě vyhodnocení rozhovorů s učiteli také srovnání testovaných tříd s ostatními pomocí hodnocení písemných prací - viz následující kapitola.

8.5.1. Názory učitelů

Eva Dvořáková, SPŠ Třebíč

VP: Jaká je podle tebe úspěšnost výuky při použití kombinovaných experimentů?

ED: Budou si probíranou látku pamatovat déle než při klasickém výkladu. Pouhá sdělená fakta rychle zapomínají. Díky testování metodik si žáci vše vyzkoušeli, některé pokusy byly pro ně překvapující. Pokusy, u kterých nastává WOW efekt, žáky zaujmou. A to jim dává do dalšího života více než učení se z paměti.

Jana Dvořáková, ZŠ Laštůvkova, Brno

VP: Jak ovlivnilo použití kombinovaných experimentů úspěšnost výuky?

JD: Tento způsob výuky žáky podpoří, upevní jim jejich znalosti. Žáci přemýšlí nad tím, co mají dělat, pomůcky mají v rukou, "přemýšlí rukama". Nepřemýšlejí jen obecně, protože obecné úvahy jsou pro děcka někdy příliš abstraktní, problematické. U šestáků by stačilo si jen hrát, starší žáci už musí víc přemýšlet. Při pokusech jim dochází propojení na běžný život, určitě je to pro ně výhodné.

Jana Hynštová, Byskupské gymnázium, Brno

VP: Jak se podle tebe projeví použití kombinovaných pokusů na úspěšnosti výuky?

JH: To, co si mohli sami vyzkoušet, si dobře zapamatovali. Například primáni použili své zkušenosti při přípravě vystoupení pro mateřskou školku. Sami věděli, co se jim nejvíc líbilo. Obecně si myslím, že pro žáky je mnohem přínosnější, když si mohou vše vyzkoušet. Učitelský pokus není tolik efektivní.

Květa Kolářová, ZŠ Buzulucká, Teplice

VP: Jak se změnila úspěšnost výuky?

KK: Určitě si pamatují víc, než když se výuka vede pouze výkladem. Plánuji, že příští rok začnu výuku stručnou zpětnou vazbou loňského roku. Mám ověřeno, že žákům stačí ukázat pomůcku, rychle si vzpomenou, jak probíhal celý pokus.

Lenka Kramářová, G Vídeňská, Brno

VP: Jak se mění úspěšnost výuky při využití kombinovaných experimentů?

LK: Nejsm si jistá, jestli žáci získají více faktických vědomostí. Při výuce s křídou u tabule lze žáky naučit více faktografie. Při kombinovaných experimentech se žáci naučí mnohem lépe fyzikálnímu myšlení. Naučí se klást otázky, naučí se nebýt pasivní. Považuji to za lepší výsledek než při použití výkladu.

Hana Kunzová, G Trhové Sviny

VP: Jaká je podle tebe úspěšnost výuky při použití kombinovaných experimentů?

HK: Zapamatují si více než při výkladu. Hlavně jsou lépe schopni reagovat na problémové otázky, nerecitují pouze naučená pravidla. Na druhou stranu mají v zápisech větší chaos

než při výkladové hodině, z velké části si ho sami sestavují. Pro mě je ale důležitější, aby namísto naučených formulací dokázali odpovídat na otázky typu: „Co se stane, když ... ?“, což považuji za základ fyziky.

Václav Pazdera, G Čajkovského, Olomouc

VP: Jaká je podle tebe úspěšnost výuky při použití kombinovaných experimentů?

VP: Určitě vzrůstá zájem dětí o výuku, mají z výuky hlubší zážitky, proto si vše lépe zapamatují. Stejně tak ale lze získat pozornost žáků učitelskými pokusy. U učitelských pokusů lze přehledněji vést úvahy a rozbor problémů, u žakovských pokusů je to náročnější. Proto je vhodné kombinovat oba typy pokusů. Když žáci pracují s pomocí pracovních listů, řeší vše sami, učitel není schopen jejich úvahy podrobně kontrolovat.

Michaela Rosendorfová, Pavel Horák, ZŠ Gajdošova

VP: Jak byla výuka metodou kombinovaných pokusů úspěšná?

MR: Záleželo na tom, které téma jsme probírali. Třeba elektrická témata byla pro žáky složitá. Některým žákům pokusy hodně pomohly k pochopení problému, ale nemyslím si, že by byli schopni vše vysvětlit a interpretovat. Největší úspěch mělo těžiště a zrcadla. Pokusy vedly k mnoha debatám o tom, jak to vlastně všechno funguje.

PH: Určitě, pro žáky je účinnější, že vše vidí a na vše si sáhnou. Měl jsem dobrý pocit z výuky elektromagnetů.

Otto Suchánek, G Šlapanice

VP: Jak testování metodik ovlivnilo úspěšnost výuky?

OS: Myslím si, že známky se zlepšily o půl až 3/4 stupně. Bylo vidět, že žáci ví, na co odpovídají. Nemáme dvě paralelní třídy, kde by se daly výsledky srovnávat, ale půjčil jsem

si zadání písemek od kolegy, který učil kvartány vloni, a použil jsem ho. Dopadl viditelně lépe.

Hana Tesařová, ZŠ Lysice

VP: Jaký vliv má tento styl výuky na to, jak děcka dobře chápou a jak si zapamatují, co se učili?

HT: Tak určitě si toho zapamatují víc, protože metoda "Jenom slyším" je málo, "Slyším a vidím" je už lepší a "Slyším, vidím, dělám" je úplně nejlepší, co se může ve fyzice udělat. Učitel může mít krásné prezentace a nádherné přístroje, ale pokud žáci nevezmou ve fyzice pomůcku do ruky a neosahají si ji, tak je to o ničem.

VP: Cítíš i v navazujících oblastech fyziky, že si děcka pamatují víc díky pokusům, které dělali?

HT: Určitě - Pascalův zákon si pamatují jen proto, že učitel propíchne PET láhev kružítkem, zmáčkne a pocáká žákům sešity. A budou si to určitě pamatovat víc, než když jim učitele jen něco vykládá. I kdyby měl k tomu připraveny krásné pracovní listy a nechal je žáky vyplňovat.

8.5.2. Shrnutí názorů

Učitelé se shodují v tom, že kombinované experimenty zlepšují pochopení učiva žáky. Nejde ani tak o zapamatovanou sumu faktů, ale hlavně o zlepšení fyzikálního myšlení a pohledu na realitu. Celkově hodnocení hypotézy H3 je uvedeno v následující kapitole.

8.6. Hodnocení výsledků písemných prací

Standardní metodou testování účinnosti učební metody je porovnávání výsledků studia dvou paralelních skupin žáků, z nichž v jedné skupině je při výuce použita testovaná metodika, ve druhé není, tj. výuka tam probíhá jako obvykle. Mluví se o experimentálním plánu s posttestem (např. Gavora 2008).

Při testování kombinovaných experimentů jsem byl silně omezen tím, že mnozí z učitelů, kteří byli ochotni metodiku testovat, neučí v ročníku paralelní třídy, případně jejich škola ani paralelní třídy nemá. Z tohoto důvodu jsem nemohl klasické testování účinnosti metodiky použít. Rozhodl jsem se proto pro porovnávání dvou následujících školních roků. Od učitelů jsem si vyžádal známky z písemek, kterými uzavírali probírání daného tématu letos, kdy při výuce použili kombinované experimenty, a vloni, kdy učili běžným způsobem.

8.6.1. Statistické zpracování

Cílem výpočtů bylo zjistit, jestli u porovnávaných souborů známek nebo bodového hodnocení došlo ke statisticky významnému zlepšení aritmetických průměrů. Použil jsem oboustranný Studentův T test, který srovnává aritmetických průměry dvou datových souborů. T test je určený pro porovnávání souborů dat s normálním rozložením. Soubory známek nebo bodů z běžné školní písemné práce většinou nemají normální rozložení a měly by se na ně použít neparametrické testy (například Mann-Whitneyho test). Díky platnosti centrální limitní věty lze však pro $N > 30$ použít i v tomto případě parametrický Studentův T test (Hendl 2006, Ford 2017). Zkušenosti z praxe ukazují, že parametrické i neparametrické testy dávají u souborů výsledků písemných prací stejné výsledky i pro menší hodnoty N (Kácovský 2016).

Testoval jsem hypotézu, že se oba soubory známek či bodů od sebe statisticky významně neliší na hladině 0,05. Studentův koeficient t jsem počítal pro jednotlivé soubory dat v tabulkovém kalkulátoru. Vypočtenou hodnotu koeficientu jsem porovnával s tabulkovými

hodnotami pro stupeň volnosti, který byl nejbližší hodnotám nabízeným tabulkou⁴² (tabulka obsahuje hodnoty t-koeficientu pro stupně volnosti 40, 60, 80 a 100).

Tam, kde je absolutní hodnota vypočítaného koeficientu větší než hodnota tabulková, je prokázána statisticky významná změna aritmetického průměru s pravděpodobností 0,95. Tam, kde není, nedošlo ke statisticky významné změně.

8.6.2. Získané soubory dat

Souborem dat budu v dalším textu označovat hodnocení písemných prací zaměřených na jedno učivo testované jedním učitelem (tj. bez ohledu na to, jestli tento učitel testoval metodiku v jedné nebo paralelně ve více třídách).

Způsob získávání dat byl omezen dvěma faktory: učitel zapojený do testování musel stejný ročník učit i v loňském roce, navíc pro testování musel použít stejné zadání písemné práce. Díky tomu jsem získal pouze 34 souborů dat z 65 teoreticky možných.

Hodnoty známek a bodů jsou prostorových důvodů uvedeny v příloze této práce, v následujícím přehledu uvádím pouze počty známek, aritmetické průměry a hodnoty Studentových koeficientů. Nejprve uvádím hodnoty letošního známkování (po testování kombinovaných experimentů) a poté v závorce hodnoty loňského známkování (běžná třída).

Eva Dvořáková

Optika - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	24 (23)	průměry	3,13 (3,17)
t-koeficient vypočtený	0,143	tabulkový (n = 40)	2,021

42 Byla použita tabulka *t-table.pdf* dostupná online na <http://www.sjsu.edu/faculty/gerstman/StatPrimer/t-table.pdf> [citováno 24.2.2019]

Jana Dvořáková

Magnety - *statisticky významné zlepšení*

počty	52 (85)	průměry	2,19 (2,60)
t-koefficient vypočtený	2,165	tabulkový (n = 100)	1,984

Těžiště - *statisticky významné zhoršení*

počty	86 (58)	průměry	2,59 (2,19)
t-koefficient vypočtený	- 2,411	tabulkový (n = 100)	1,984

Vztlak - *statisticky významné zlepšení*

počty	75 (62)	průměry	2,79 (3,23)
t-koefficient vypočtený	2,171	tabulkový (n = 100)	1,984

Elektrostatika - *statisticky významné zlepšení*

počty	62 (28)	průměry	2,35 (3,11)
t-koefficient vypočtený	2,689	tabulkový (n = 80)	1,990

Elektromagnety - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	43 (46)	průměry	2,67 (2,85)
t-koefficient vypočtený	0,757	tabulkový (n = 80)	1,990

Květa Kolářová

Magnety - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	25 (23)	průměry	1,61 (1,78)
t-koefficient vypočtený	0,846	tabulkový (n = 40)	2,021

Elektrické obvody - *statisticky významné zlepšení*

počty	23 (23)	průměry	1,22 (1,70)
t-koefficient vypočtený	2,798	tabulkový (n = 40)	2,021

Těžiště - *statisticky významné zlepšení*

počty	22 (43)	průměry	2,09 (3,16)
t-koeficient vypočtený	5,434	tabulkový (n = 60)	2,000

Vztlaková síla - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	23 (42)	průměry	2,13 (2,60)
t-koeficient vypočtený	1,923	tabulkový (n = 60)	2,000

Zrcadla - *statisticky významné zlepšení*

počty	26 (28)	průměry	2,00 (2,36)
t-koeficient vypočtený	2,092	tabulkový (n = 60)	2,092

Elektrostatika - *statisticky významné zlepšení*

počty	25 (28)	průměry	1,88 (2,32)
t-koeficient vypočtený	2,002	tabulkový (n = 60)	2,000

Elektrochemie - *statisticky nevýznamné zhoršení*

počty	24 (26)	průměry	2,08 (2,04)
t-koeficient vypočtený	- 0,192	tabulkový (n = 40)	2,021

Elektromagnety - *statisticky významné zlepšení*

počty	27 (53)	průměry	2,41 (2,94)
t-koeficient vypočtený	2,973	tabulkový (n = 80)	1,990

Usměrnění - *statisticky významné zlepšení*

počty	28 (28)	průměry	2,14 (3,11)
t-koeficient vypočtený	4,679	tabulkový (n = 60)	2,000

Tranzistory - *statisticky významné zlepšení*

počty	27 (29)	průměry	1,37 (2,66)
t-koeficient vypočtený	7,082	tabulkový (n = 60)	2,000

Hana Kunzová

Magnety - *statisticky nevýznamné zhoršení*

počty	28 (30)	průměry	1,96 (1,83)
t-koeficient vypočtený	- 0,697	tabulkový (n = 60)	2,000

Elektrostatika - *statisticky významné zhoršení*

počty	28 (30)	průměry	2,45 (1,25)
t-koeficient vypočtený	- 6,115	tabulkový (n = 60)	2,000

Elektromagnety - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	26 (26)	průměry	1,65 (1,96)
t-koeficient vypočtený	1,272	tabulkový (n = 60)	2,000

Václav Pazdera

Elektrostatika prima - *statisticky významné zlepšení*

počty	31 (31)	průměry	1,42 (1,97)
t-koeficient vypočtený	4,115	tabulkový (n = 60)	2,000

Magnety - *statisticky významné zlepšení*

počty	29 (31)	průměry	1,24 (1,90)
t-koeficient vypočtený	5,211	tabulkový (n = 60)	2,000

Elektřina prima - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	31 (31)	průměry	1,32 (1,55)
t-koeficient vypočtený	1,698	tabulkový (n = 60)	2,000

Elektřina tercie - *statisticky významné zlepšení*

počty	24 (28)	průměry	1,46 (1,93)
t-koeficient vypočtený	2,266	tabulkový (n = 40)	2,021

Polovodiče - *statisticky nevýznamné zhoršení*

počty	29 (29)	průměry	2,41 (2,31)
t-koeficient vypočtený	- 0,511	tabulkový (n = 60)	2,000

Elektromagnety - *statisticky nevýznamné zhoršení*

počty	27 (25)	průměry	2,41 (2,36)
t-koeficient vypočtený	- 0,190	tabulkový (n = 40)	2,021

Michaela Rosendorfová

Zrcadla - *statisticky významné zlepšení*

počty	47 (51)	průměry	71,51 (53,76)
t-koeficient vypočtený	- 3,206	tabulkový (n = 100)	1,984

Otto Suchánek

Elektromagnety - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	34 (30)	průměry	2,24 (2,60)
t-koeficient vypočtený	1,632	tabulkový (n = 60)	2,000

Usměrnění - *statisticky významné zlepšení*

počty	34 (30)	průměry	2,03 (2,47)
t-koeficient vypočtený	2,017	tabulkový (n = 60)	2,000

Tranzistory - *statisticky významné zlepšení*

počty	34 (30)	průměry	2,03 (2,53)
t-koeficient vypočtený	2,147	tabulkový (n = 60)	2,000

Hana Tesařová

Magnety - *statisticky významné zlepšení*

počty	25 (72)	průměry	10,96 (6,97)
t-koefficient vypočtený	- 6,900	tabulkový (n = 100)	1,984

Elektrické obvody - *statisticky nevýznamné zlepšení*

počty	62 (24)	průměry	13,66 (12,42)
t-koefficient vypočtený	- 1,229	tabulkový (n = 80)	1,990

Vztlak - *statisticky významné zlepšení*

počty	53 (61)	průměry	9,45 (5,11)
t-koefficient vypočtený	- 8,769	tabulkový (n = 100)	1,984

Zrcadla - *statisticky významné zlepšení*

počty	52 (50)	průměry	7,87 (4,80)
t-koefficient vypočtený	- 5,629	tabulkový (n = 100)	1,984

Elektrostatika - *statisticky významné zlepšení*

počty	23 (72)	průměry	11,48 (6,25)
t-koefficient vypočtený	- 7,961	tabulkový (n = 100)	1,984

8.6.3. Shrnutí výsledků testování

Ve dvaceti případech došlo díky testování kombinovaných experimentů ke statisticky významnému zlepšení výsledků žáků (na hladině pravděpodobnosti 0,95).

Ve dvanácti případech jsou změny výsledků žáků náhodné (statisticky nevýznamné).

Ve dvou případech došlo ke významnému zhoršení výsledků žáků.

Kapitola 8 – Sběr a zpracování dat

Díky testování kombinovaných experimentů došlo v 5,8 % k významnému zhoršení studijních výsledků. Ve 35,4 % nedošlo k významné změně, v 58,8 % došlo ke významnému zlepšení studijních výsledků žáků.

Celkový přehled výsledků statistického vyhodnocení uvádí následující tabulka.

	Magnety	Obvody	Těžiště	Vztlak	Zrcadla	Elektrostatika	Elektrochemie	Elektromagnety	Usměrnění	Tranzistory
Dvořáková Eva	A		N	A		A		A		
Dvořáková Jana					X					
Halámková Jana										
Kolářová Květa	X	A	A	X	A	A	X	A	A	A
Kramářová Lenka										
Kunzová Hana	X					N		X		
Pazdera Václav	A	X				A		A	X	X
Rosendorfová Michaela					A					
Suchánek Otto								X	A	A
Tesařová Hana	A	X		A	A	A				

A	statisticky významné zlepšení prospěchu
X	nevýznamná změna
N	statisticky významné zhoršení prospěchu

Tabulka 2: Výsledky statistického vyhodnocení

Z rozhovorů s učiteli (viz kapitola 8.5.2.) vyplynulo, že učitelé jsou přesvědčeni o pozitivním dopadu kombinovaných experimentů na pochopení učiva žáky. V rozhovorech upozorňují na to, že mají na mysli spíše zlepšení fyzikálního myšlení a pohledu na okolní svět.

Porovnání výsledků písemných prací není takto jednoznačné. K významnému zlepšení došlo pouze v necelých 60 % případů, ve dvou případech došlo dokonce k výraznému zhoršení hodnocení. Je nutné si uvědomit, že metoda založená na porovnávání výsledků dvou skupin žáků je silně zatížená výběrovým efektem - účastní se jí poměrně malé skupiny osob, u kterých není zajištěna srovnatelná inteligence, pracovitost ani předchozí

úroveň vzdělání (každý učitel si zažil "šikovné" třídy i "děsné" třídy). Navíc známky z písemných prací stoprocentně nekorelují s kvalitou chápání fyzikálních jevů žáky.

Přesto jsem přesvědčený, že na základě názorů učitelů zapojených do testování i výstupů statistického zpracování výsledků písemných prací mohu prohlásit, že hypotéza H3 byla výzkumem potvrzena. Tedy **využití kombinovaných pokusů ve výuce fyziky vede ke zlepšení pochopení učiva žáky.**

9. Výstupy výzkumu

Na začátku své práce jsem si stanovil tři hypotézy.

H1: Použití kvalitně připravených kombinovaných experimentů usnadňuje učiteli výuku.

H2: Kombinované experimenty lze provádět s celou (tj. nepůlenou) třídou.

H3: Použití kombinovaných experimentů zlepšuje pochopení učiva žáky.

Na základě rozhovorů s učiteli, kteří kombinované pokusy testovali ve výuce, a statistického vyhodnocení známek z písemných prací mohu prohlásit, že:

1. Hypotézu H1 se potvrdit nepodařilo, jsou učitelé, pro které je výuka formou kombinovaných pokusů zbytečně náročná.
2. Hypotézu H2 se potvrdit podařilo, všichni zapojení učitelé se shodují, že tato forma výuky je použitelná s celou třídou (i když přiznávají, že s menším počtem žáků je výuka výrazně jednodušší).
3. Hypotéza H3 byla hodnocena jak z hlediska rozhovorů tak výsledků písemných prací. V obou případech lze uzavřít, že se hypotézu podařilo potvrdit.

10. Publikace autora

Mechanická demonstrace Dopplerova efektu in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 4“ (sborník), Gymnázium Příbram, Příbram 1999

Střídavý proud in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 5“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2000

W.L.Bragg: Elektřina in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 6“ (sborník), Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2001

Low-cost hi-tech in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 7“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2002

Vědecké hračky in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 8“ (sborník), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice 2003

Ohňová show podle Luciena McLellana in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 9“ (sborník), Masarykova univerzita v Brně, Brno 2004

Led - přítel fyzika in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 10“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2005

Ohřev vodiče průchodem elektrického proudu in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 11“ (sborník), Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2006

Tři nové experimenty in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 12“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2007

Komunikujeme in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 13“ (sborník), Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2008, spolu se Z. Bochníčkem a P. Konečným

Amatérská astronomie s fotoaparátom in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 14“ (sborník), Masarykova univerzita v Brně, Brno 2009

Barevné čelovky a spousta mikrofonů in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 15“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2010

Z Fyzikálního šuplíku 001 in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 16“ (sborník), Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2011

Z Fyzikálního šuplíku 002 in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 17“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2012

Z Fyzikálního šuplíku 003 in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 18“ (sborník), Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové 2013

Vodorovný a šikmý vrh in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 19“ (sborník), Gymnázium Cheb, Cheb 2014

Z Fyzikálního šuplíku 005 in „Veletrh nápadů učitelů fyziky 20“ (sborník), Univerzita Karlova v Praze, Praha 2015

- Z Fyzikálního šuplíku 006* in „Veletřh nápadů učitelů fyziky 21“ (sborník), Masarykova univerzita v Brně, Brno 2016
- Z Fyzikálního šuplíku 007* in „Veletřh nápadů učitelů fyziky 22“ (sborník), Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2017
- Žákovská biologická laboratoř* in „Mezipředmětové vztahy ve fyzice“, JČMF, Vlachovice 2001
- Vědecká hračka a její využití při výuce fyziky* in „... aby fyzika žáky bavila“, JČMF, Vlachovice 2003
- Pilotáž ŠVP na osmiletém gymnáziu* in „... aby fyzika žáky bavila 2“, JČMF, Vlachovice 2005
- Hodnocení ve fyzice bodovým systémem* in „Jak učím fyziku?“ (sborník), JČMF, Vlachovice 2009, spolu s H. Tesařovou
- Kruhové práce* in „Jak učím fyziku? 2“ (sborník), JČMF, Vlachovice 2011
- Nakloněná rovina a matematické kyvadlo* in „Jak získat žáky pro fyziku“ (sborník), JČMF, Vlachovice 2013
- Hořlavé plyny* in „Jak získat žáky pro fyziku 2“ (sborník), JČMF, Vlachovice 2015
- Reálné grafy* in „Co dává žákům fyzika?“ (sborník), JČMF, Vlachovice 2017
- Ostrov opic* - článek in Školská fyzika 1/2004
- Základy vztlakové síly v pokusech* - článek in Školská fyzika 2/2012
- Fyzika železnice I.* - článek in Školská fyzika 2/2013
- Plování těles* - článek in Školská fyzika 5/2013
- Jakou barvu mají mraky?* - článek in Školská fyzika 1/2014
- Light bulbs take a while to get going* - článek in Physics Education 1/2006
- Papírová fyzika* - brožura, vydáno nákladem Asociace mladých Debrujárů ČR, Brno 2003
- <http://fyzweb.cuni.cz/piskac> - stránky „Školská fyzika (převážně vážně)” věnované fyzikálním experimentům a vědeckým hračkám (v současnosti on-line nedostupné)
- <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz> - „Fyzikální šuplík“ je soubor metodických materiálů pro výuku fyziky

Závěr

Na začátku své práce jsem si stanovil tři cíle:

1. Vytvoření souboru metodik kombinovaných experimentů pro výuku fyziky na základních školách.
2. Otestování těchto metodik učiteli několika škol z Brna a okolí.
3. Na základě výsledků testování vyhodnotit účinnost využití kombinovaných experimentů ve výuce.

Všech cílů se mi podařilo dosáhnout. Zavedl jsem pojem kombinované experimenty, rozebral jsem úskalí i výhody této metody výuky. Připravil jsem kompletní metodiky pro výuku deseti celků fyziky na základní škole (některé z nich byly úspěšně testovány i na středoškolácích). Našel jsem ochotné učitele z deseti škol, kteří v průběhu školního roku 2018/2019 testovali metodiky kombinovaných experimentů ve svých třídách. Pro úspěch testování jsem musel vyrobit 32 souborů pomůcek zahrnujících vybavení pro učitelské pokusy i sady pro žákovské experimenty (většinou pro 12 skupin).

Své zkušenosti z testování mi učitelé předali formou rozhovorů. Navíc mi poskytli hodnocení svých písemných prací, díky čemu jsem mohl zhodnotit, jak se projevilo testování na znalostech žáků.

Ve své práci jsem vytvořil tři hypotézy, které jsem ověřoval:

- H1: Použití kvalitně připravených kombinovaných experimentů usnadňuje učiteli výuku.
- H2: Kombinované experimenty lze provádět s celou (tj. nepůlenou) třídou.
- H3: Použití kombinovaných experimentů zlepšuje pochopení učiva žáky.

První z nich se nepodařilo plně potvrdit, zjistil jsem, že výsledek závisí na konkrétním učiteli. Druhou a třetí hypotézu se podařilo potvrdit.

Doufám, že má práce poskytne učitelům fyziky motivaci ke zkvalitňování jejich výuky. Předpokládám, že se najdou tací, kteří vytvoří soubory kombinovaných pokusů i pro další témata fyziky jak na základní tak na střední škole.

V Brně dne 20. července 2019

Václav Piskač

Seznam literatury

- Bragg W.L.: *Elektrína*. Školní nakladatelství Praha 1940
- Cooley C.: *Easy Experiments in Physical Science* [online], Ch. Scribner and comp., New York 1870 [citováno 5. 5. 2019].
Dostupné z <<https://archive.org/details/easyexperiments00cool>>
- Čačka O.: *Psychologie duševního vývoje dětí a dospívajících s faktory optimalizace*, Doplněk, Brno 2000, ISBN 1081-171-2000
- Černá M.: *Paprsková optika na 2. st. ZŠ prostřednictvím jednoduchých pomůcek* [online]. In: „Dílny Heuréky 2003-2004“ Sborník konference projektu Heuréka. Ed. L. Dvořák, Prometheus Praha 2005, ISBN 80-7196-316-X, str. 9-16 [citováno 5. 5. 2019].
Dostupné z <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/sborniky/DilnyHeureky_2003-2004.pdf>
- Dvořák L.: *Hrátky s elektrickým nábojem* [online]. In: „Jak učím fyziku?“. Sborník příspěvků semináře JČMF. Vlachovice, 14. – 17. 10. 2009. Ed. R. Seifert, PF UJEP Ústí n.L., 2009. ISBN 978-80-7015-005-4., s. 1-7 [citováno 5. 5. 2019]. Dostupné z <http://fyzweb.cz/materialy/vlachovice/2009/prispevky/dvorak_leos-clanek.pdf>
- Dvořák L.: *Blikač, bzučák, stroboskop* [online]. In: „Dílny Heuréky 2012“ Sborník konference projektu Heuréka. Ed. V. Koudelková L. Dvořák, KDF MFF UK Praha, Nakladatelství P3K 2012, ISBN 978-80-87343-11-1, str. 13-30 [citováno 5. 5. 2019]. Dostupné z <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/sborniky/DilnyHeureky_2012.pdf>
- Dvořák L.: *Netradiční měřicí přístroje 2: Indikátor malých proudů* [online]. In: „Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávání“ Sborník příspěvků z prvních deseti ročníků konference „Veletrh nápadů učitelů fyziky“. Ed. L. Dvořák a Z. Broklová, KDF MFF UK Praha, Prometheus 2005 [citováno 5. 5. 2019].
Dostupné z <<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/07-03-Dvorak.html>>
- Faukner R.: *Fyzikální pokusy – příručka fyzikálního kroužku*, Mladá Fronta, Praha 1956
- Ford C.: *The Wilcoxon Rank Sum Test* [online]. University of Virginia Library 2017 [citováno 24. 2. 2019]. Dostupné z <<https://data.library.virginia.edu/the-wilcoxon-rank-sum-test/>>
- Fuka J.: *Pokusy z fyziky s jednoduchými pomůckami*, SPN, Praha 1954
- Fuka J., Voráček M.: *Fyzika pro 9. ročník*, SPN, Praha 1963
- Gavora P.: *Úvod do pedagogického výskumu*, Vydavatelstvo Univerzity Komenského, Bratislava 2008, ISBN 978-80-223-2391-8
- Good A.: *La Science Amusante*, 1890, reprint MAME Imprimeurs, Tours, France, 2002
- Hejzlar F., Hormann M.: *Fyzika pro ústavy učitelské Část II. Chemie*, Praha 1889

- Hendl J.: *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*, Portál, Praha 2006, ISBN 80-7367-123-9
- Hendl J.: *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Portál, Praha 2016, ISBN 978-80-262-0982-9
- Horák J., Patejřík J.: *Přírodopyt pro měšťanské školy, Díl I. Pro první třídu měšťanských škol*, Praha 1930
- Hrubý O.: *Fyzika frontálně*, Ústav pro další vzdělávání učitelů a výchovných pracovníků Praha, 1964
- Kácovský P.: *Experimenty podporující výuku termodynamiky na středoškolské úrovni*, disertační práce, KDF MFF UK, Praha 2016
- Kašpar E.: *Kapitoly z didaktiky fyziky I*, SPN Praha, 1960
- Kašpar E. A kol.: *Didaktika fyziky – obecné otázky*, SPN Praha, 1978
- Kohl M.: *Physikalische Apparate*, Chemnitz 1927
- Kolářová R. a kol.: *Fyzika pro 8. ročník ZŠ, části A a B*, SPN, Praha 1985
- Kordoš G.: *Prostonárodnia Fyzika či Silozpyt pre školu a dom dľa induktivnej metody*, Levoča 1872
- Krejčík J.: *Žákovské pokusy z přírodopytu*, Česká grafická unie, Praha 1931
- Langr J., Nykl J.: *Pracovní učebnice přírodovědy pro školy měšťanské, Díl III. Fyzika*, Česká grafická unie a.s., Praha 1938
- Majer A.: *Fyzika pro nižší školy*, Praha 1880
- Ondráček J., Picková B.: *Žákovské pokusy ve vyučování fyzice na ZDŠ*, SPN Praha, 1972
- Panýrek J.: *Přírodopyt to jest Fyzika a Chemie pro školy měšťanské*, Praha 1894
- Patejřík J.: *Fyzika pro třetí třídu měšťanských škol*, Nová škola, Praha 1935
- Patejřík J.: *Přírodovědecká experimentální technika, Díl II. Fyzikální experimentální technika s metodickými poznámkami*, Nová škola, Praha 1935
- Piskač V.: *Fyzikální šuplík* [online]. Webové stránky věnované fyzikálním experimentům [citováno 5. 5. 2019]. Dostupné z <<http://http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz>>
- Polák Z.: *Magnet a feromagnetická látka* [online]. In: „Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávání“ Sborník příspěvků z prvních deseti ročníků konference „Veletrh nápadů učitelů fyziky“. Ed. L. Dvořák a Z. Broklová, KDF MFF UK Praha, Prometheus 2005 [citováno 5. 5. 2019]. Dostupné z <http://vnuf.cz/sbornik_old/rozsirene/Polak/04_Polak.html>

Svačina B.: *Knižnice žákovských příruček č. 7 – Přírodopyt pro školy obecné*, Holešov cca 1930

Svoboda E. a kol: *Pokusy z fyziky na střední škole*, Prométheus Praha, 1996, ISBN 978-80-7196-007-2

Svoboda E., Kolářová R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy, vybrané kapitoly*, Karolinum, Praha 2006. ISBN 80-246-1181-3

Švaříček R., Šedová K.: *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Portál, Praha 2007, ISBN 978-80-7367-313-0

UNESCO: *Základy přírodních věd v pokusech*, SPN, Praha 1971

Voráček M. a kol: *Praktikum z fyziky na ZDŠ*. SPN Praha 1971

Zahradníček J.: *Základní pokusy fyzikální*, Brno 1935

Seznam obrázků

Obrázek 1: Úvodní okno Fyzikálního šuplíku	40
Obrázek 2: Sada žákovských zdrojů	42
Obrázek 3: Sada pro výuku magnetismu	43
Obrázek 4: Demonstrační magnet	44
Obrázek 5: Soubor pomůcek pro demonstraci magnetických siločar	45
Obrázek 6: Sada pro výuku elektrických obvodů	46
Obrázek 7: Učitelská sada el. obvodů	47
Obrázek 8: Žákovská sada el. obvodů	47
Obrázek 9: Detail konektoru uč. sady	48
Obrázek 10: Detail konektoru žák. sady	48
Obrázek 11: Připojení do obvodu	48
Obrázek 12: Vytvoření uzlu	48
Obrázek 13: Ukázka žákovského obvodu	49
Obrázek 14: Sada pro výuku těžiště	50
Obrázek 15: Uč. sada pro těžiště	50
Obrázek 16: Žák. sada pro těžiště	50
Obrázek 17: Ukázka žákovského experimentu - hledání těžiště	21
Obrázek 18: Sady pro výuku vztahové síly	52
Obrázek 19: Ukázka plování těles	53
Obrázek 20: Sady pro výuku zrcadel	54
Obrázek 21: Učitelská vypuklá zrcadla	55
Obrázek 22: Učitelská dutá zrcadla	55
Obrázek 23: Ukázka použití japonské krabičky	56
Obrázek 24: Sady pro výuku elektrostatiky	57
Obrázek 25: Detail torzního závěsu	57
Obrázek 26: Ukázka pokusů se zelektrovanými brčky	58
Obrázek 27: Sady pro výuku elektrochemie	59
Obrázek 28: Uč. sada pro elektrochemii	59
Obrázek 29: Žák. sada pro elektrochemii	59
Obrázek 30: Ukázka elektrolýzy s Yamadovým indikátorem	60
Obrázek 31: Sada pro výuku elektromagnetů	61
Obrázek 32: Uč. sada pro elektromagnety	62
Obrázek 33: Žák. sada pro elektromagnety	62
Obrázek 34: Ukázka žákovského pokusu s cívkou a buzou	63
Obrázek 35: Sada pro výuku usměrnění střídavého proudu	63
Obrázek 36: Uč. sada pro usměrnění	64
Obrázek 37: Žák. sada pro usměrnění	64
Obrázek 38: Ukázka učitelského pokusu s usměrněním	65
Obrázek 39: Sada pro výuku tranzistorů	66
Obrázek 40: Uč. sada pro tranzistory	66
Obrázek 41: Žák. sada pro tranzistory	66
Obrázek 42: Ukázka žákovského obvodu s tranzistorem	67
Obrázek 43: Mapa umístění jednotlivých škol, na kterých probíhalo testování	68

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled požadavků pro testování	69
Tabulka 2: Výsledky statistického vyhodnocení	95

Přílohy

K práci je přiložené CD, které obsahuje elektronickou verzi této práce a jednotlivé metodiky uložené jako samostatná PDF v adresáři *../metodiky* .

Součástí příloh jsou úplné texty metodik kombinovaných experimentů a autorizované záznamy rozhovorů s učiteli. Rozhovory jsou řazeny abecedně podle příjmení učitelů.

MAGNETY

Učitelská sada

V sadách jsou použity běžné feritové magnety s remanencí kolem 300 mT, pracovní teplotou do 250 °C a Curiovým bodem 450 °C. Jediné, co by mohly poškodit, jsou magnetické záznamy na platebních kartách nebo audiopáscích.

V plastové krabičce je balena dvojice demonstračních tyčových magnetů. V malé dřevěné krabici je vybavení pro demonstraci magnetických siločar pomocí ocelových pilin. Navíc jsou zde přiloženy vzorky materiálů pro demonstrační testování toho, co je a co není feromagnetická látka.

Plastová krabička s hřebíčky pro demonstrační experimenty je uložena ve velké krabici spolu se žákovskými sadami.

Žákovská sada

Žákovské sady jsou uloženy ve velké dřevěné krabici.

MAGNETY

Cíle: základní seznámení se s trvalými magnety, magnetické pole, magnetování

Probráno: základy silového působení, zákon akce a reakce

- 1. Žákovský:** na co působí magnet
- 2. Učitelský:** feromagnetické materiály
- 3. Žákovský:** magnetická síla
- 4. Učitelský:** vlastnosti magnetické síly
- 5. Žákovský:** póly magnetu
- 6. Učitelský:** póly magnetu
- 7. Žákovský:** plovoucí kompas + vzájemné působení dvou magnetů
- 8. Učitelský:** severní a jižní pól, buzola
- 9. Učitelský:** magnetické pole
- 10. Žákovský:** vznik a zánik pólů
- 11. Učitelský:** vznik a zánik pólů
- 12. Žákovský:** magnetování
- 13. Učitelský:** magnetování mincí

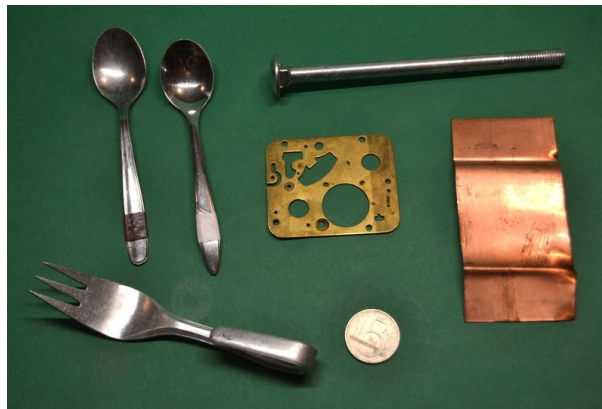
Magnety - podrobný popis pokusů

hliníková lžice, niklová pětikoruna z roku 1938, velký ocelový šroub a dvě nerezové lžičky označené barevnými pásky.

Učitel ukáže žákům jednotlivé vzorky. Znovu předvede, že měď, mosaz ani hliník se k magnetu nepřitahují (nerezové lžičky si ponechá na konec). Naopak ocel a nikl se přitahují. Zavede pojem feromagnetický materiál.

Dále se učitel věnuje dvěma nerezovým lžičkám. Informuje žáky o tom, že nerezová ocel je běžná ocel s přídavkem chromu. Jedna ze lžiček se k magnetu přitahuje (nepříliš ochotně), druhá prakticky vůbec. Rozdíl je v tom, kolik chromu ocel obsahuje. Čím více chromu, tím slabší působení magnetu. (Tento pokus zařazují proto, že nerezové nádobí je v současnosti běžným vybavením domácností.)

Na závěr se učitel žáků zeptá, z jakého kovu je desetikoruna (řeknou, že z mědi), dvacetikoruna (řeknou, že z mosazi) a mince nižších hodnot (na povrchu jsou niklové). Všechny se velmi ochotně přitahují s magnetem. Mince jsou ve skutečnosti ocelové, měď, mosaz a nikl tvoří tenkou vrstvu na povrchu.



3. Žákovský: magnetická síla

Vybavení: magnet, kancelářská sponka na niti, pracovní list č. 2

Žáci podle pokynů pracovního listu zkoušejí velikost magnetické síly působící na sponku.

4. Učitelský: vlastnosti magnetické síly

Vybavení: demonstrační magnet, kancelářská sponka

Učitel předvede, že při použití velkého magnetu je sponka ochotna přiskočit k magnetu až při vzdálenosti několika centimetrů. Upozorní žáky na to, že i při použití neodymového magnetu by magnetická síla byla jen asi desetkrát větší. Magnetická síla prudce klesá s rostoucí vzdáleností (scény s magnety známé z komixů jsou naprosto nereálné).

5. Žákovský: póly magnetu

Vybavení: magnet, žákovská krabička s hřebíčky, pracovní list č. 3

Žáci pracují podle pokynů pracovního listu. Je vhodné nechat žáky chvíli si pohrát s magnetem a hřebíčky. Teprve po chvíli hraní učitel žáky přinutí věnovat se zadanému úkolu.

6. Učitelský: póly magnetu - utvrzení

Vybavení: demonstrační magnet, učitelská krabička se hřebíčky

Učitel zopakuje předchozí experimenty s velkým magnetem a velkou hromádkou hřebíčků. Zavede označení pól magnetu - oblast, kde je magnet nejsilnější.



7. Žákovský: plovoucí kompas + vzájemné působení dvou magnetů

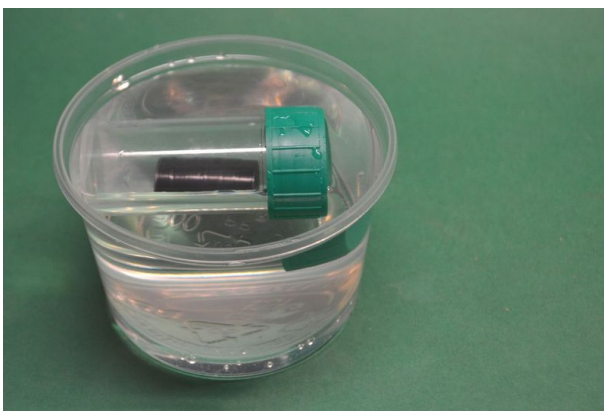
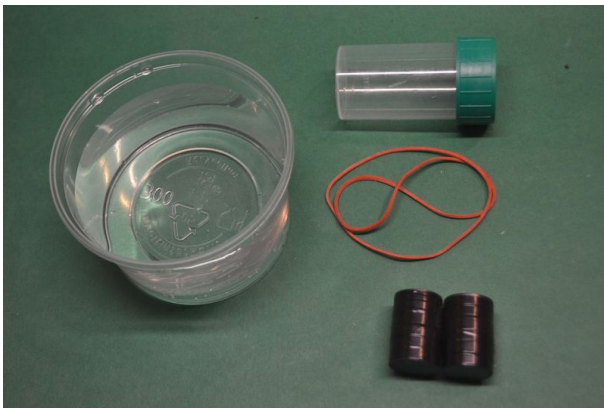
Vybavení: dva magnety, plastová miska s vodou, prázdný plastový kelímek, dvě červené gumičky, pracovní list č. 4

Pokud jsou ve třídě dřevěné stoly bez ocelové konstrukce, provádí se pokus na stole. Pokud mají stoly ocelovou konstrukci, je lepší provádět pokus na podlaze (pozor - v pracovním listě je zadána práce na desce stolu).

Před samotným pokusem diskutuje učitel se žáky, kterým směrem leží jednotlivé světové strany (většina žáků netuší, kde leží sever).

Žáci pracují podle pokynů pracovního listu. Magnet v kelímku musí být uprostřed - jinak se kelímek převrací na stranu. Tato část experimentu je pro některé žáky extrémně manuálně náročná.

Po ukončení pokusu žáci vylijí vodu z misek. Misky i kelímky musí před návratem do krabice vyschnout.



8. Učitelský: severní a jižní pól, buzola

Vybavení: dva demonstrační magnety, buzola

Učitel ukáže žákům demonstrační magnety. Barevné označení jejich pólů odpovídá žákovskému pokusu. Pokud má učitel k dispozici vhodnou nádobu, může ukázat žákům, že i velký magnet se ochotně natáčí ve směru sever-jih (není to ale nutné).

Učitel informuje žáky o tom, že pólu, který se natáčí na sever, se říká severní pól a označuje N. Pólu, který se natáčí na jih, se říká jižní pól a označuje S. Předvede, že i u velkých magnetů platí to, že shodné póly se odpuzují a opačné přitahují.

Učitel zavede pojem kompas (tj. tyčový magnet, který se může volně otáčet) a buzola (kompas s úhlovou stupnicí).

9. Učitelský: magnetické pole

Vybavení: soubor pomůcek z dřevěné krabičky, list papíru

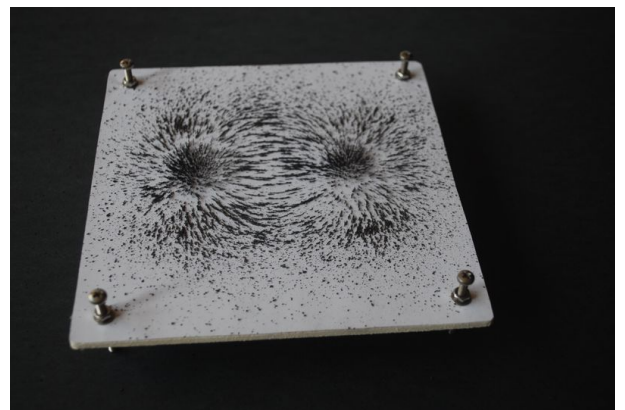
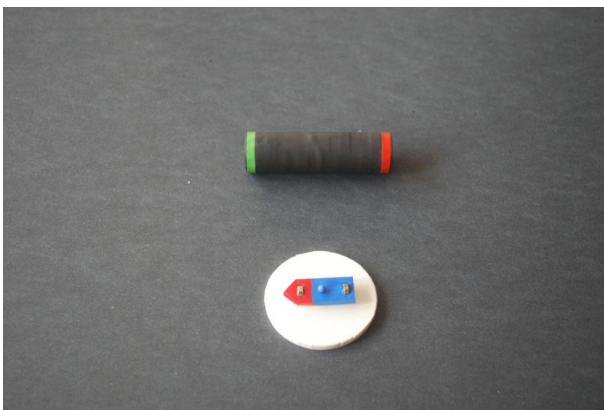
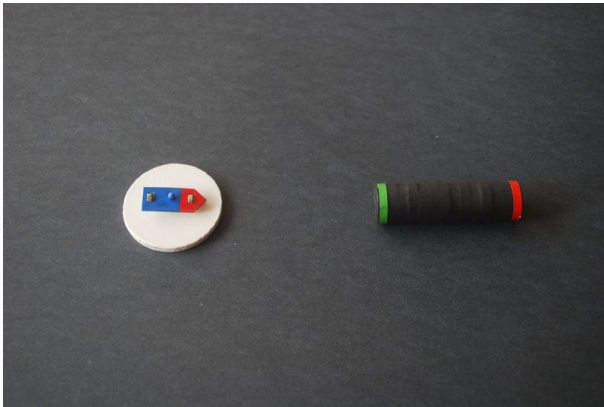
Soubor pomůcek slouží k demonstraci magnetického pole pomocí kompasu a ocelových pilin. Učitel položí zvolený magnet na stůl a vedle něj položí demonstrační kompas. Ten je sice natolik hrubý, že světové strany s ním nelze určit, ale v okolí feritových magnetů se natáčí vcelku ochotně. A na rozdíl od buzoly nehrozí jeho přemagnetování.

Po otestování pole magnetu kompasem umístí učitel nad magnet plastový stoleček (nožičky má z nerezové oceli, takže neovlivňují výsledek). Na stoleček sype piliny ze slánky. Po diskuzi nad vzniklým obrazcem přesype piliny na list papíru. Na závěr všech pokusů odšroubuje slánku a nasype piliny zpět.

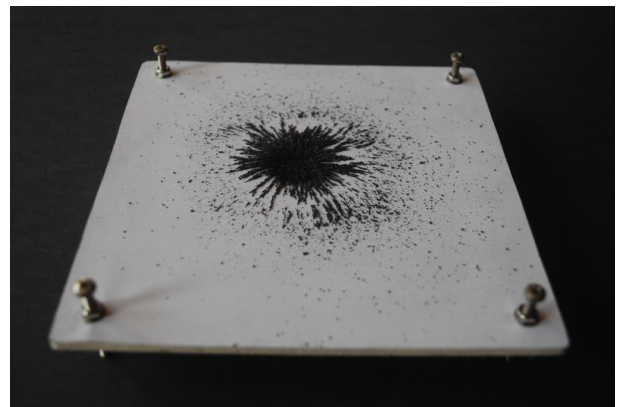
Pokusy se předvádějí celé třídě. Jednou z možností je seznámit žáky k demonstračnímu stolu, druhou možností je snímat pokusy webkamerou a promítat dataprojektorem.

Nejprve učitel položí na stůl tyčový magnet. Po otestování pole kompasem vytvoří pilinový obrazec. Učitel upozorní žáky na to, že vznikl řez pole magnetu podél jeho osy (tj. že obrázek neukazuje celé pole).

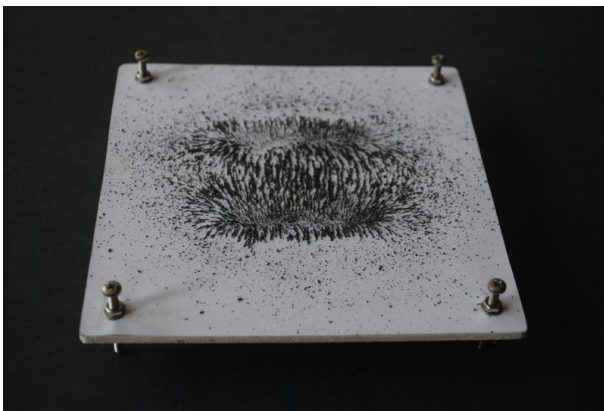
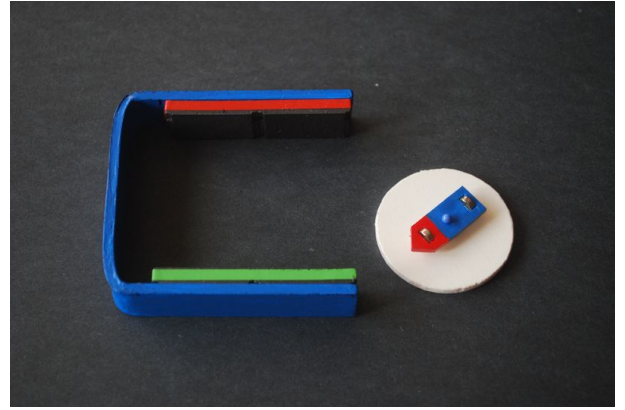
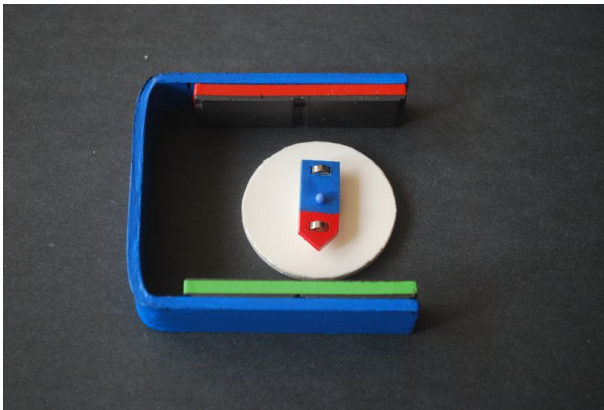
Magnety - podrobný popis pokusů



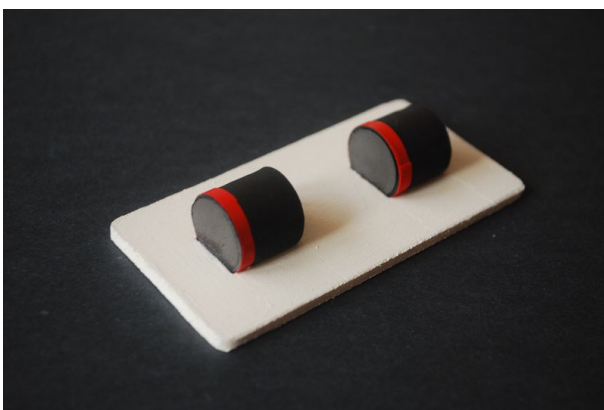
Dalším krokem je použití krátkého tyčového magnetu, který se pod stoleček postaví svisle - piliny vykreslí tvar pole v okolí pólu. Stejným způsobem testuje učitel podkovkový magnet.

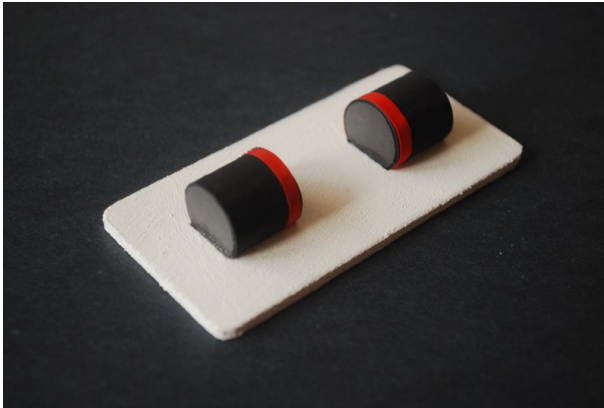


Magnety - podrobný popis pokusů



Na závěr přistoupí ke dvojicím magnetů. Zde je vhodné začít diskuzí se žáky o tom, jak budou vypadat siločáry. Teprve po rozboru situace učitel vytvoří pilinový obrazec.





10. Žákovský: vznik a zánik pólů

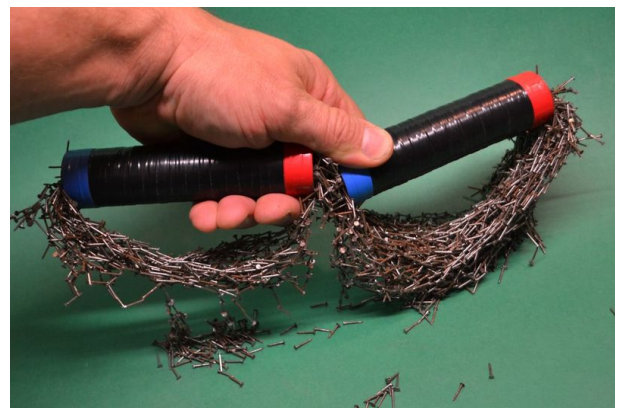
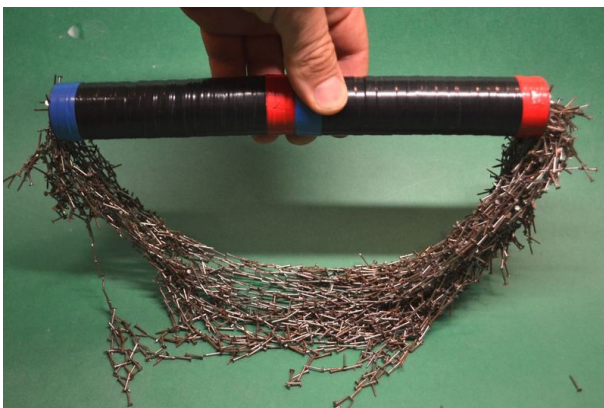
Vybavení: dva magnety, žákovská krabička s hřebíčky, pracovní list č.5

Žáci pracují podle pokynů z pracovního listu.

11. Učitelský: vznik a zánik pólů

Vybavení: dva demonstrační magnety, dva žákovské magnety, učitelská krabička s hřebíčky

Učitel zopakuje předchozí pokusy ve velkém provedení. Diskutuje se žáky, proč póly magnetu zanikají a zase se objevují (siločáry jednoho magnetu plynule přecházejí do druhého, žádné nevycházejí ven, místo se nechová jako pól).



Magnety - podrobný popis pokusů

Pro potvrzení těchto úvah učitel vezme demonstrační magnet a na jeho konec umístí dva žákovské magnety. Žákovský magnet má menší průměr než demonstrační magnet, část siločar zde vystupuje ven. Když se tato soustava magnetů přiblíží ke hřebíčkům, chová se místo spojení magnetů jako pól - přitahuje hřebíčky.



12. Žákovský: magnetování

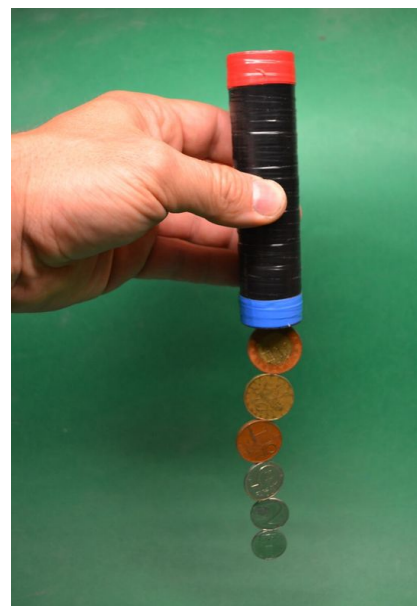
Vybavení: magnet, žákovská krabička s hřebíčky, šroub, pracovní list č. 6

Žáci pracují podle pokynů pracovního listu.

13. Učitelský: magnetování mincí

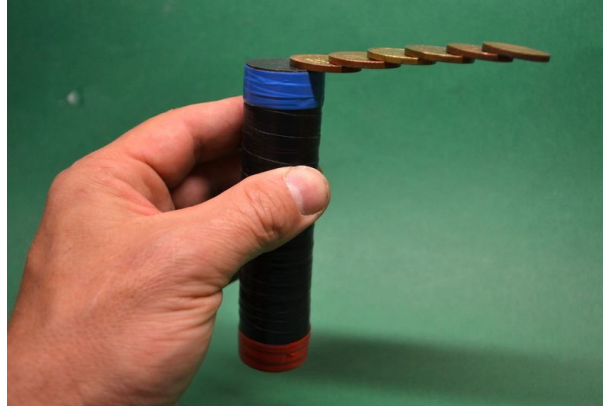
Vybavení: demonstrační magnet, několik mincí o nominálních hodnotách 10 Kč, 20 Kč nebo 50 Kč

Následující experimenty využívají toho, že české mince jsou z magneticky měkké oceli. Doporučuji začít řetízkem mincí zavěšených pod magnetem. Pokus ukazuje ve velkém totéž, co předcházející pokus žákovský.

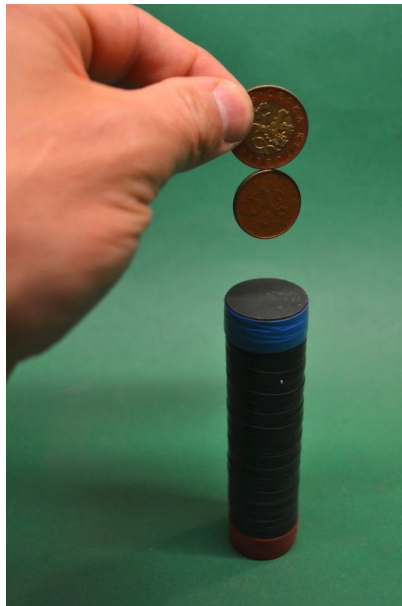


Magnety - podrobný popis pokusů

Druhý pokus je ukázkou toho, že mince jsou všechny zmagnetované a působí na sebe vzájemně. Učitel vyskládá z mincí schůdky. Konstrukce je stabilní, i když za běžných podmínek by mince měly spadnout.



V posledním pokusu učitel předvede, že k magnetování dochází i tehdy, když se mince magnetu nedotýkají. Stačí, když jsou v jeho magnetickém poli. Učitel postaví magnet svisle na stůl. Drží v ruce minci cca 5 cm nad magnetem. Zavěsí druhou minci pod první - drží pevně na horní minci. Upadne až poté, co obě mince vzdálíme od magnetu.



ELEKTRICKÉ OBVODY

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje spotřebiče a vodiče dimenzované na napájení 5 V a na proud do 1 A. Plus póly zdrojů jsou značeny červeně, stejně tak i kontakty spotřebičů, které mají být připojeny na (+) pól zdroje (LEDky a bzučák).

Žárovky jsou určeny pro napájení 6 V (provozní proud 0,1 A). V sadě je několik náhradních žárovek (jsou stejné jako v žákovské sadě).

U vypínačů je písmenem Z označena poloha páčky, kdy je vypínač zapnutý. U křížového přepínače je vyznačeno propojení kontaktů ("rovně" a "do kříže").

Součástí sady jsou 4 vodiče krokosvorka-banánek sloužící k případnému připojení měřáků (nejdou nutné k experimentům popsaným v této metodice).

Žákovská sada

Žákovská sada obsahuje spotřebiče a vodiče dimenzované stejně jako učitelská sada. Vypínače jsou zapnuty při poloze páčky nahoru.

POZOR - je nutno žáky vycvičit v tom, že obvod sestaví nejprve bez připojení zdroje a přivolají učitele, aby obvod zkontroloval. Teprve po schválení připojí žáci zdroj do obvodu.

ELEKTRICKÉ OBVODY

Cíle: základní prvky a funkce elektrického obvodu, funkce ovládacích prvků, sériové a paralelní zapojení

Probráno: - - -

- 1. Žákovský:** rozsvícení žárovičky
- 2. Učitelský:** základní elektrický obvod
- 3. Žákovský:** funkce vypínače/spínače
- 4. Učitelský:** demonstrace vypínače/spínače
- 5. Učitelský:** sériové/paralelní zapojení
- 6. Žákovský:** sériové/paralelní zapojení žárovek
- 7. Žákovský:** sériové/paralelní zapojení vypínačů
- 8. Učitelský:** funkce přepínače
- 9. Žákovský:** obvod s přepínačem
- 10. Učitelský:** vícepólový přepínač
- 11. Žákovský:** schodišťový vypínač
- 12. Učitelský:** křížový přepínač

ELEKTRICKÉ OBVODY

Zařazení: 6. třída

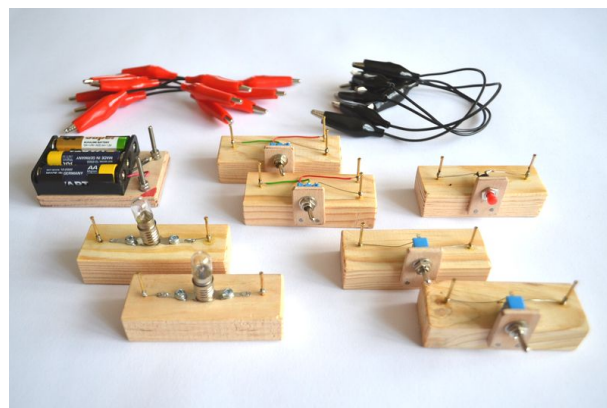
Cíle: základní prvky a funkce elektrického obvodu, funkce ovládacích prvků, sériové a paralelní zapojení

Probráno: - - -

Dělení žáků: 12 pracovních skupin

Vybavení učebny: magnetická tabule (je nutná ke všem učitelským pokusům v tomto tématu)

Poznámka: je vhodné, aby během experimentů učitel kreslil na tabuli schéma zapojení, se kterým se právě pracuje. Žáci si tak upevňují souvislost mezi schématem a reálným obvodem.



1. Žákovský pokus: rozsvícení žárovičky

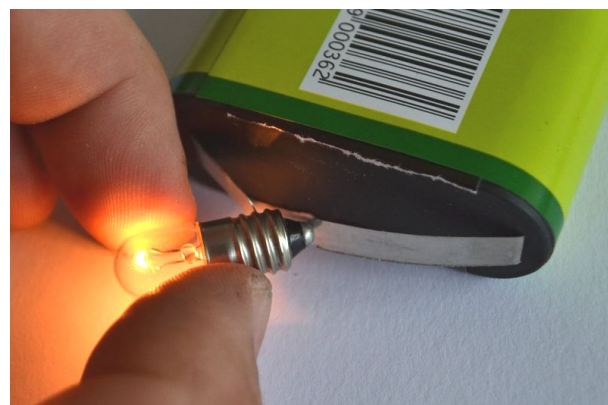
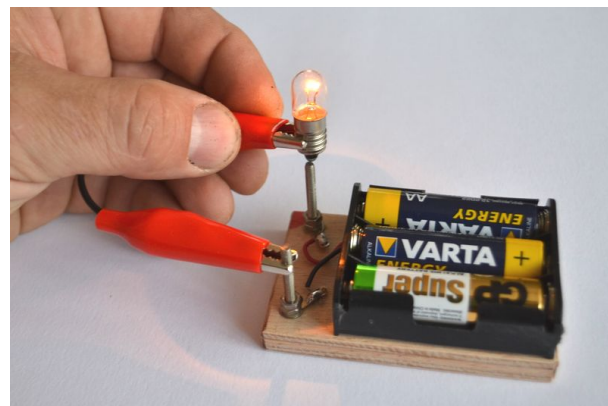
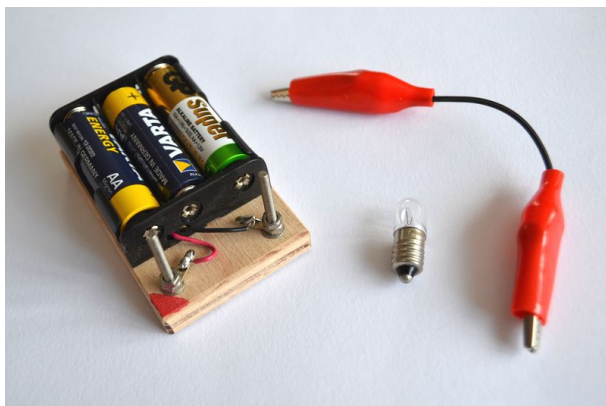
Vybavení: zdroj napětí, spojovací vodič, žárovička vyšroubovaná z patice (tuto operaci by měl raději provést učitel předem)

Pokus je zařazen hned na úvodu probírání elektrických obvodů. Žáci dostanou za úkol rozsvítit žárovičku, učitel jim neposkytne žádné návodné pokyny. Během provádění pokusu chodí učitel po třídě a kontroluje, jestli některá skupina nechtěně nezkratuje zdroje napětí. Některým skupinám se pokus zdaří téměř okamžitě, ostatní je postupně okopírují.

Závěrem pokusu je fakt, že žárovička se musí připojit ke zdroji ve dvou místech - v závitě a v čepičce.

Elektrické obvody - podrobný popis pokusů

Varianta pokusu: pokud jako zdroj napětí používáte plochou baterii, rozdává se žákům jen baterie a žárovka. Žárovku lze snadno přiložit ke kontaktům ploché baterie tak, že svítí.



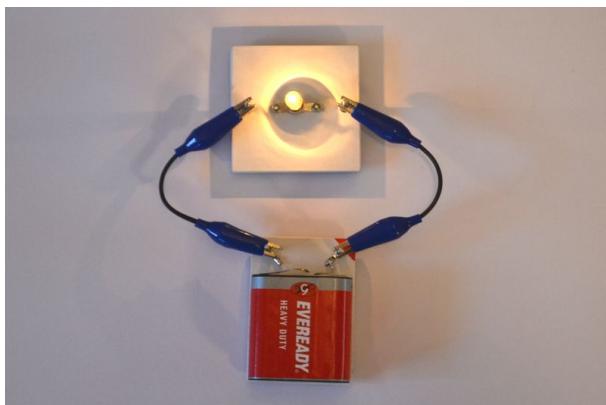
2. Učitelský pokus: základní elektrický obvod

Vybavení: baterie, žárovka, dva spojovací vodiče, dva dlouhé spojovací vodiče

Učitel sestaví na tabuli základní elektrický obvod. Diskutuje se žáky, proč je pro připojení žárovky výhodná patice. Dále řeší to, které prvky musí obvod obsahovat (baterii = zdroj napětí, žárovku = spotřebič, spojovací vodiče).

Učitel upozorní na to, že baterie je připojena k žárovce dvěma vodiči - obvod je uzavřen. Žáci jsou často přesvědčeni, že k připojení spotřebiče stačí jeden vodič (mají za to, že šňůra vedoucí do zásuvky je pouze jednoduchý vodič). Proto učitel vymění krátké vodiče za dlouhé a uspořádá obvod podle fotografie. U skutečné lampičky mají oba vodiče ještě společnou izolaci.

Elektrické obvody - podrobný popis pokusů

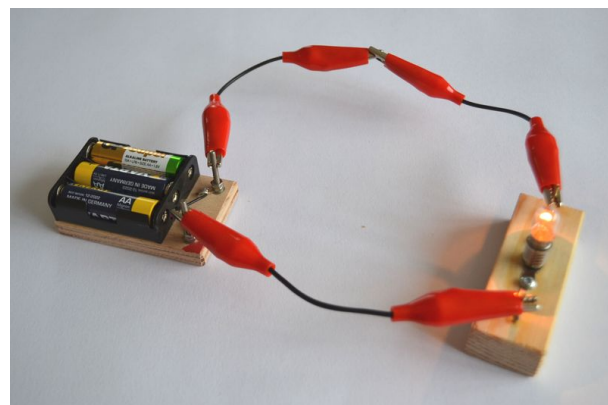
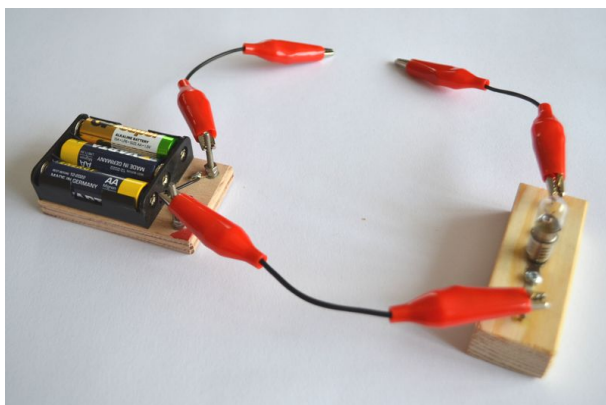


3. Žákovský pokus: funkce vypínače/spínače

Vybavení: zdroj napětí, tři spojovací vodiče, žárovka, vypínač a spínač

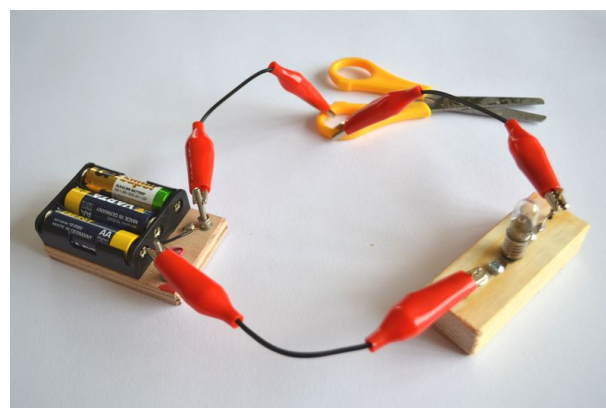
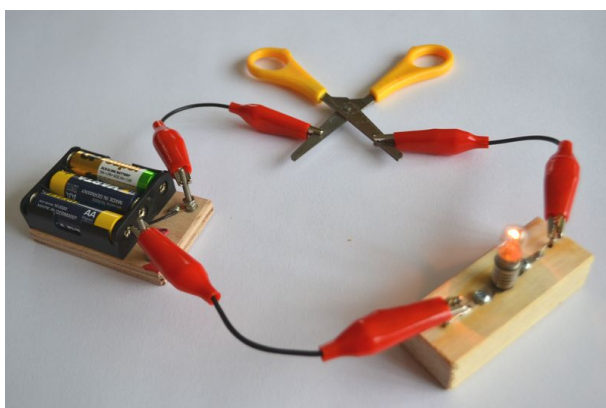
Vlastní vybavení žáků: obsah jejich pouzdra nebo aktovky

Žáci sestaví obvod ze zdroje, žárovka a dvou vodičů (vypínač a spínač zatím nedostanou). Jejich úkolem je vymyslet, jak blikat žárovkou (tj. ovládat spotřebič). Poté jim učitel doporučí, aby použili i třetí vodič a spínali obvod konci krokosvorek.

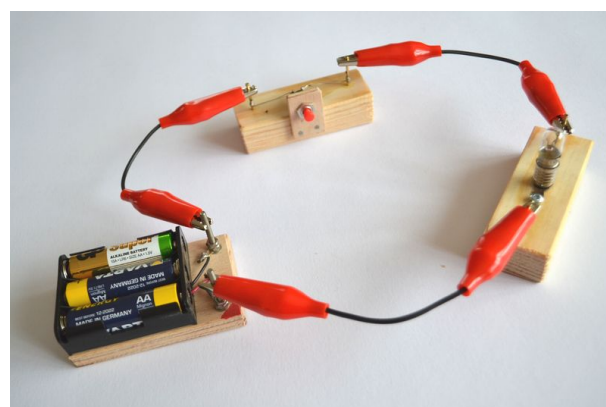
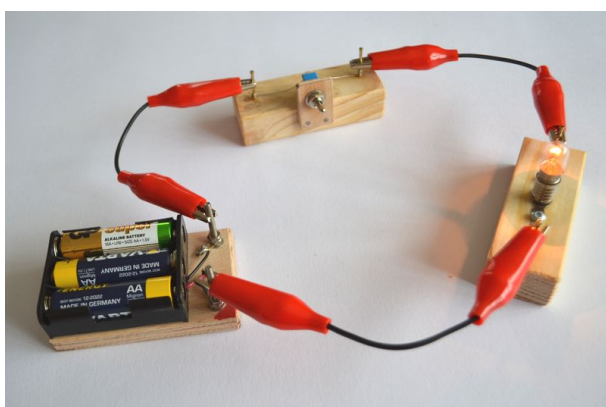


Následně žáci zkoušejí, čím propojit volné krokosvorky, aby obvod fungoval (nůžky, propisky, pravítka, mince, klíče, ...). Zjistí, že to musí být kovové předměty, plastové předměty obvod nesepnou. Učitel se žáky diskutuje o tom, jak jsou konstruovány spojovací vodiče, které používají (měděné lanko kryté plastovou bužírkou).

Elektrické obvody - podrobný popis pokusů



Nyní si žáci vezmou vypínač a umístí ho do obvodu mezi volné krokosvorky. Otestují jeho funkci. Podobně si vyzkoušejí i spínač.

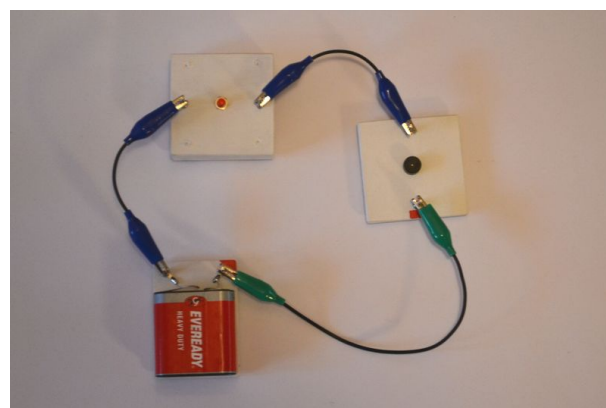
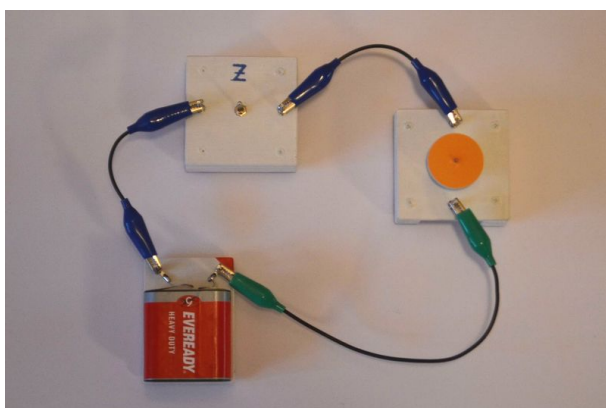


4. Učitelský pokus: demonstrace vypínače/spínače

Vybavení: baterie, spojovací vodiče, žárovka, vypínač, spínač, bzučák, elektromotor

Učitel může na začátku sestavit obvod shodný s tím, který si právě vyzkoušeli žáci (tj. vypínač nebo spínač ovládající žárovku). Zajímavější variantou je použití jiných spotřebičů - vypínačem ovládá elektromotor a spínačem bzučák. Na tomto místě je vhodná diskuze o tom, proč bzučáky nejsou součástí žákovských sad.

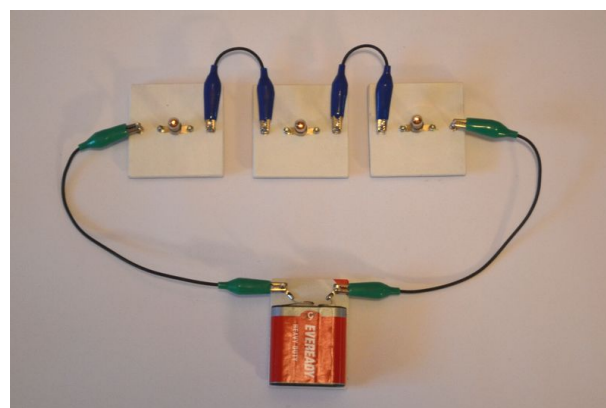
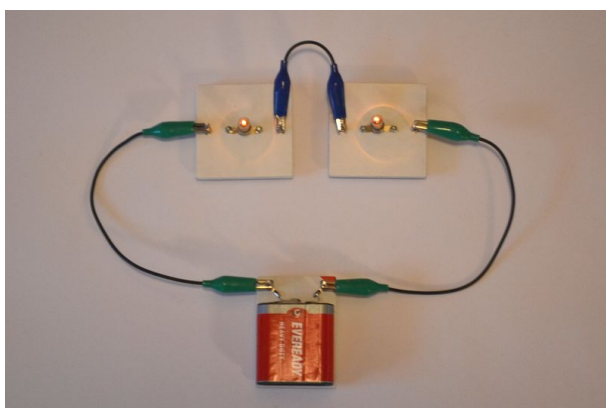
Elektrické obvody - podrobný popis pokusů



5. Učitelský pokus: sériové/paralelní zapojení

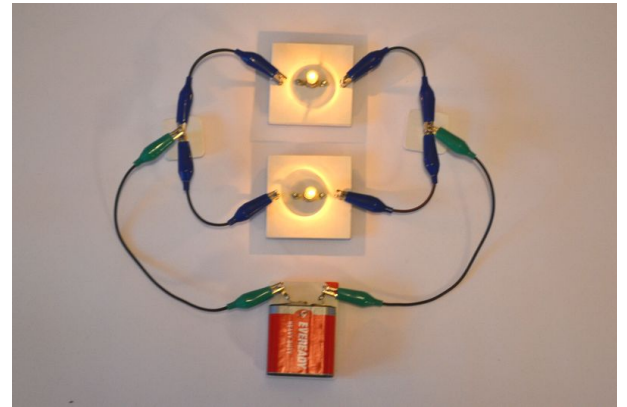
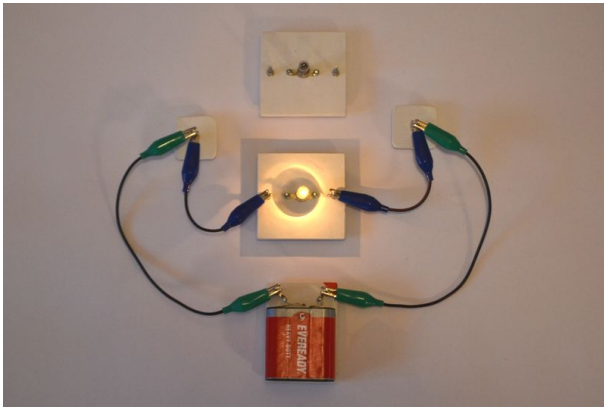
Vybavení: baterie, spojovací vodiče, tři žárovčky, dvě makety uzlů

Učitel sestaví sériový obvod ze dvou žároviček. Žáci si hned všimnou, že žárovčky svítí méně. Poté přidá sériově i třetí žárovčku, jas poklesne ještě více.

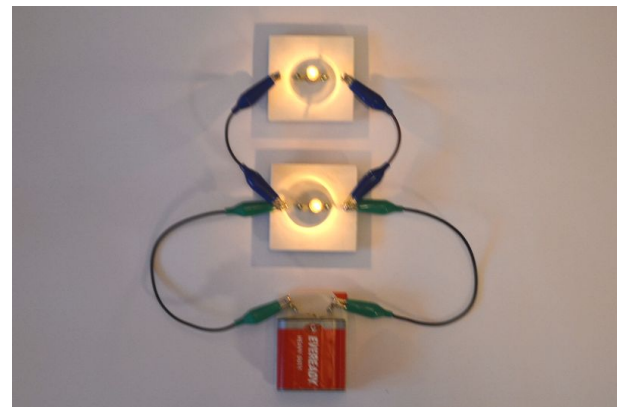
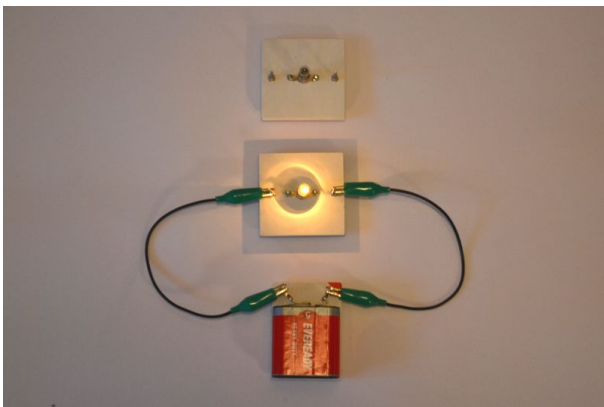


Nyní sestaví paralelní obvod ze dvou žároviček pomocí maket uzlů. Doporučuji nejprve zapojit dolní žárovčku a upozornit žáky, že se jedná o normální jednoduchý obvod. Teprve poté učitel k uzlům připojí horní žárovčku. Svítí obě, žáci si všimnou, že tentokrát jas žároviček nepoklesl.

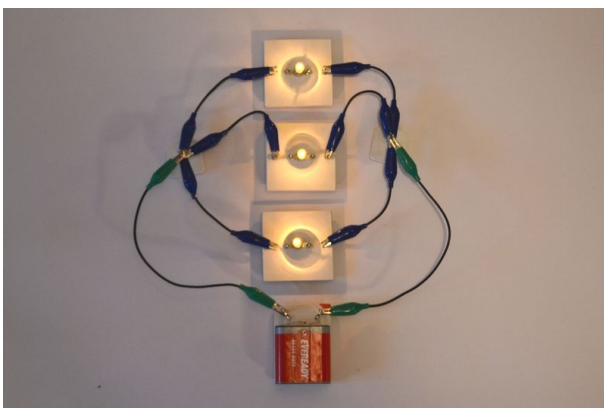
Elektrické obvody - podrobný popis pokusů



Dalším krokem je diskuze o tom, jestli jsou makety uzlů v obvodu nutné, zda to nejde zapojit jednodušeji. Obvod opět doporučuji zapojovat postupně, s komentářem.



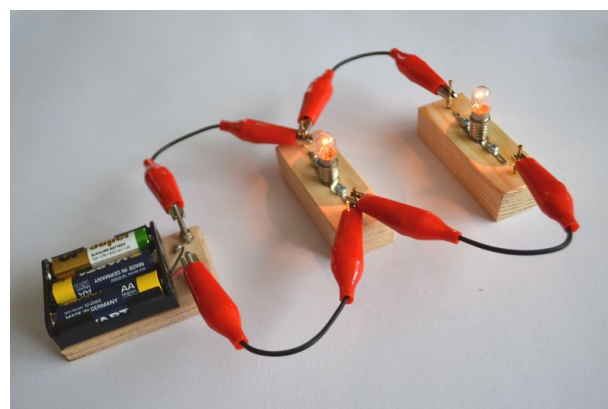
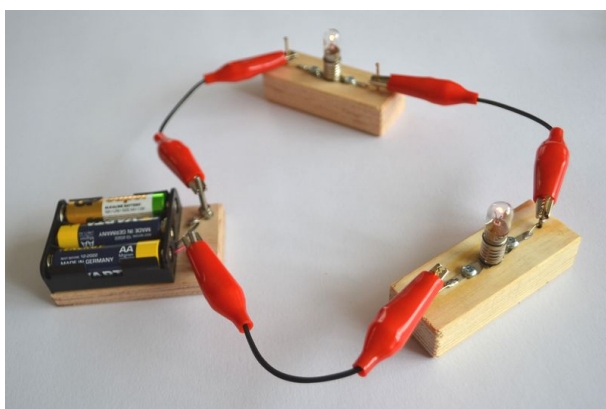
Obdobným způsobem učitel zapojí tři žárovky paralelně. Nejprve pomocí maket uzlů, poté bez nich. Mnozí žáci nechápu, že se jedná o elektricky totožná zapojení!



6. Žákovský pokus: sériové/paralelní zapojení žárovek

Vybavení: zdroj napětí, dvě žárovčky, spojovací vodiče

Žáci si sestaví nejprve sériový obvod. To většinou proběhne bez komplikací. Následuje paralelní zapojení. Opět je vhodné upozornit, že mají na zdroj nejprve připojit jednu žárovku a na její hřebíčky paralelně druhou.



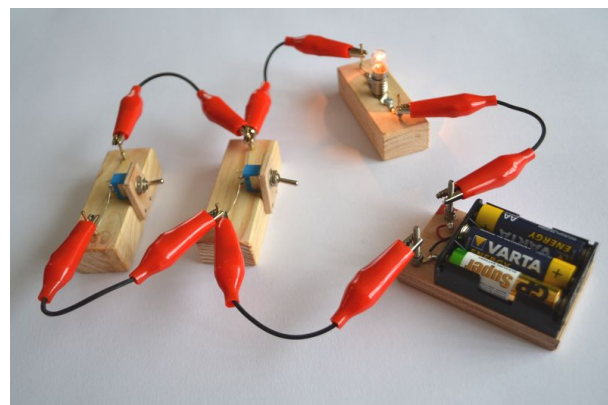
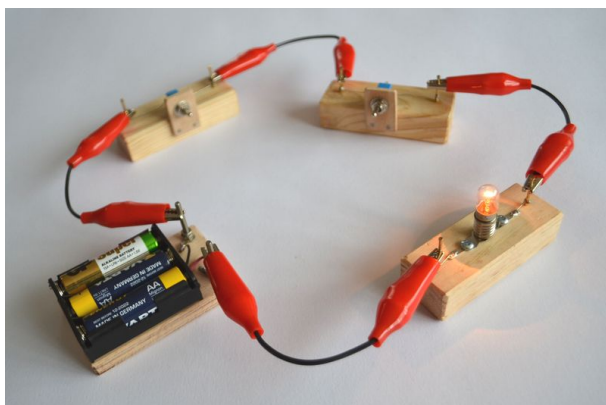
7. Žákovský pokus: sériové/paralelní zapojení vypínačů

Vybavení: zdroj napětí, spojovací vodiče, dva vypínače, žárovka

Žáci sestaví obvod se žárovkou ovládanou sériově zapojenými vypínači a vyzkoušejí si, za jaké podmínky žárovka svítí. Rychle objeví, že musí být oba vypínače zapnuty. Pro zhasnutí žárovky stačí vypnout jeden z vypínačů.

Podobně sestaví obvod, ve kterém jsou vypínače k sobě zapojeny paralelně. Nyní pro rozsvícení stačí zapnout jeden z vypínačů, pro zhasnutí je nutno vypnout oba.

Následuje diskuze, kde se taková zapojení více vypínačů mohou používat.

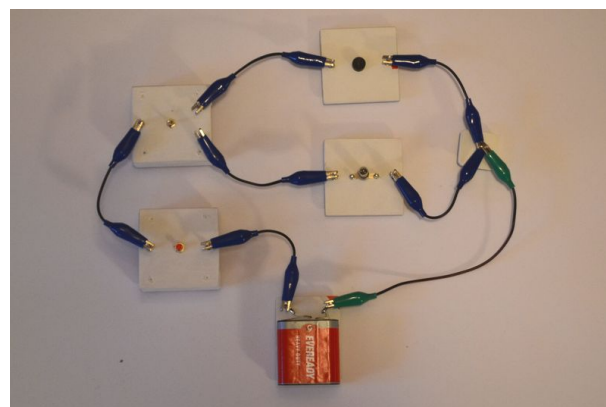
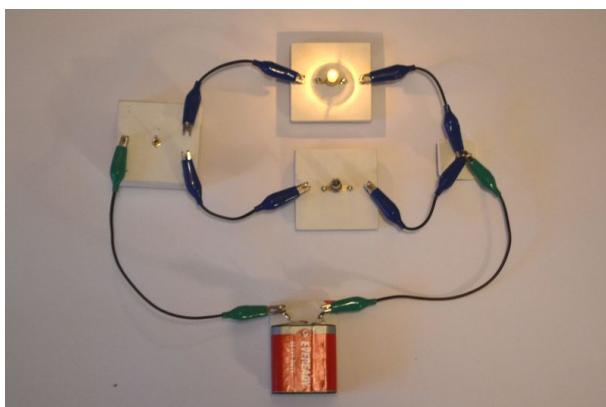


8. Učitelský pokus: funkce přepínače

Vybavení: baterie, spojovací vodiče, přepínač, dvě žárovčky, maketa uzlu

Učitel sestaví obvod s přepínačem a dvěma žárovčkami (pro přehlednost doporučuji použít maketu uzlu) a ukáže jeho fungování. Se žáky diskutuje o principu přepínače.

V dalším kroku je možno sestavit obvod, který může vysílat Morseův kód a přepínačem volit mezi světelným nebo zvukovým signálem.

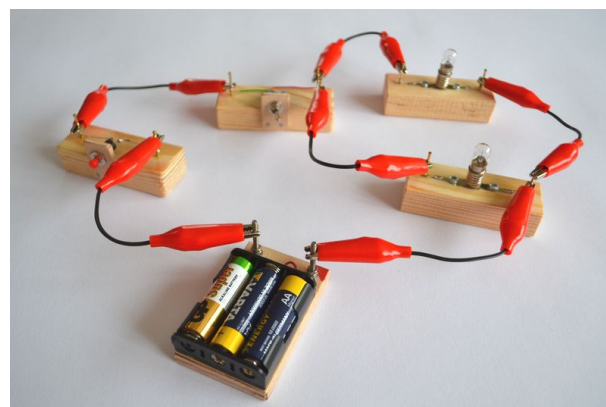
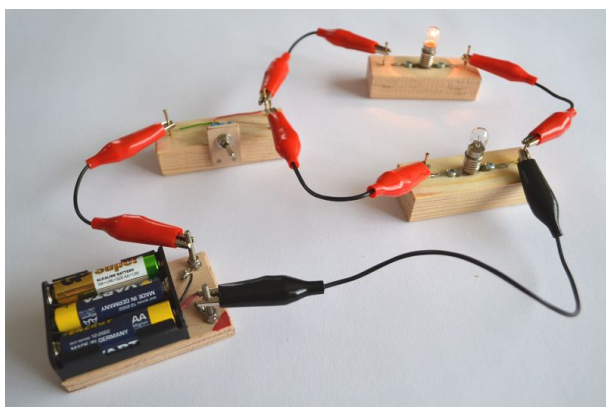


9. Žákovský pokus: obvod s přepínačem

Vybavení: zdroj napětí, spojovací vodiče, dvě žárovčky, přepínač

Žáci sestaví obvod s přepínačem. Nemají k dispozici maketu uzlu, proto musejí vymyslet, jak zapojit uzel. Vyzkoušejí si fungování obvodu. Většinu žáků napadne, že takto funguje semafor pro chodce.

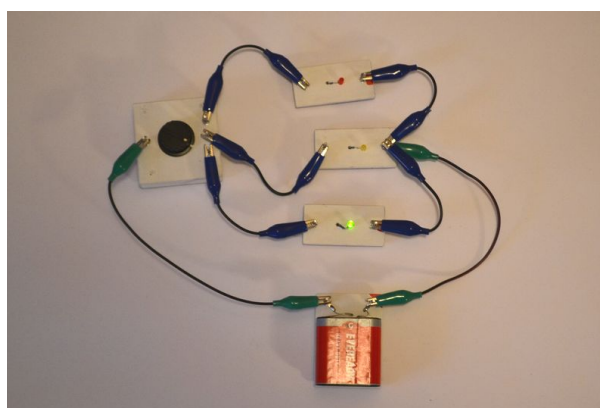
Přidáním spínače si mohou žáci vytvořit obvod podobný tomu učitelskému (viz fotografie).



10. Učitelský pokus: vícepolohový přepínač

Vybavení: baterie, spojovací vodiče, třípolohový přepínač, tři LED

Učitel naváže na předchozí pokus a diskutuje se žáky, jak je zapojen semafor pro automobily. Některé žáky napadne, že tam musí být přepínač, který má tři polohy. Učitel sestaví model semaforu. Občas žákům dojde, že reálný semafor má mírně odlišnou logiku - při přechodu z červené na zelenou svítí červená i žlutá současně. To ale přepínač ze sady neumí.

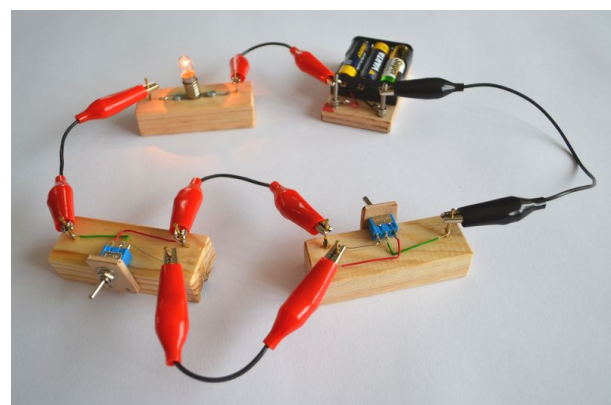


11. Žákovský pokus: schodišťový vypínač

Vybavení: zdroj napětí, spojovací vodiče, žárovka, dva přepínače

Pokus začne diskuzí o tom, jak ovládat světlo v místnosti ze dvou míst (dvoje dveře do místnosti). Žáci postupně přijdou na to, že se nemůže jednat o sériově zapojené vypínače (po vypnutí jednoho by světlo nešlo zapnout druhým) ani o paralelně zapojené vypínače (po zapnutí jednoho by světlo nešlo druhým vypnout). Jak je to tedy zapojeno? Jen výjimečně se najde mezi žáky někdo, kdo navrhne použití dvou přepínačů. Většinou to musí navrhnout učitel.

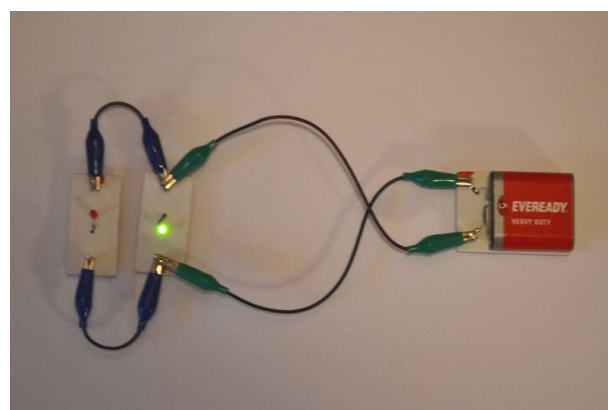
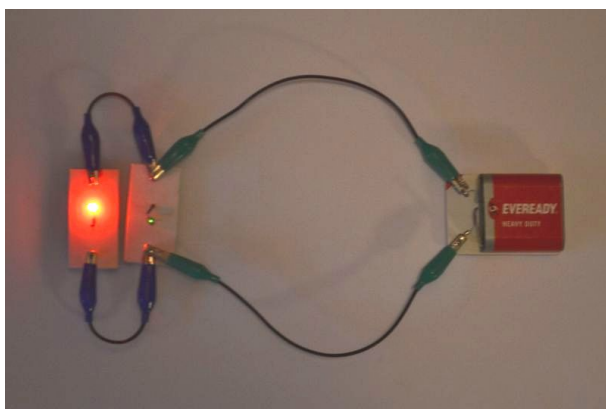
Učitel rozdává žákům vybavení a vyzve je, aby se pokusili obvod sestavit. Většina z jejich návrhů jsou chaotické a nefungují. Proto je po chvíli nutné nakreslit na tabuli "správné" řešení problému. Žáci ho zapojí a chvíli si hrají s blikáním žárovčky.



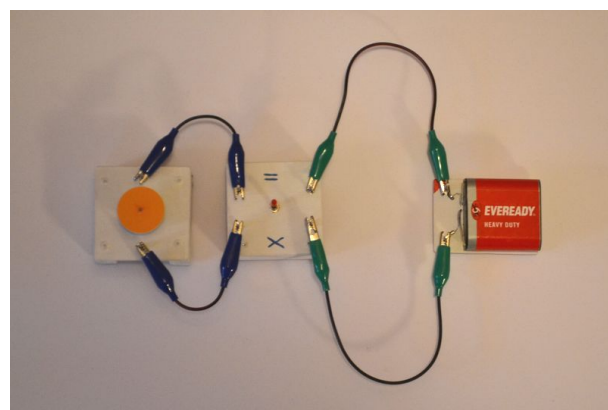
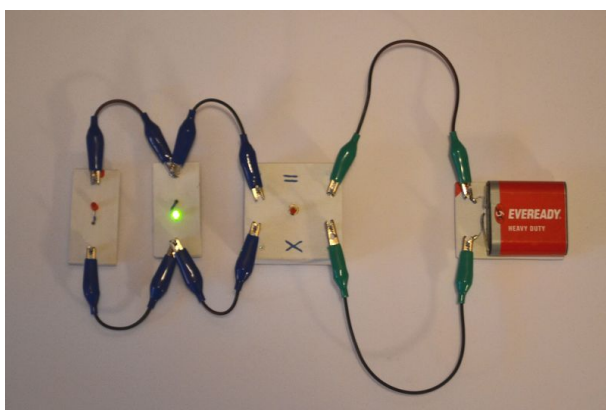
12. Učitelský pokus: křížový přepínač

Vybavení: baterie, spojovací vodiče, křížový přepínač, dvojice LED, elektromotor, dva přepínače, žárovka

Učitel nejprve diskutuje o tom, že LED vyžaduje určitou polaritu zdroje. Při přepólování nesvítí. Spojí dvě LED antiparalelně a připojí na zdroj - svítí jen jedna. Při přepólování zdroje svítí jen druhá.



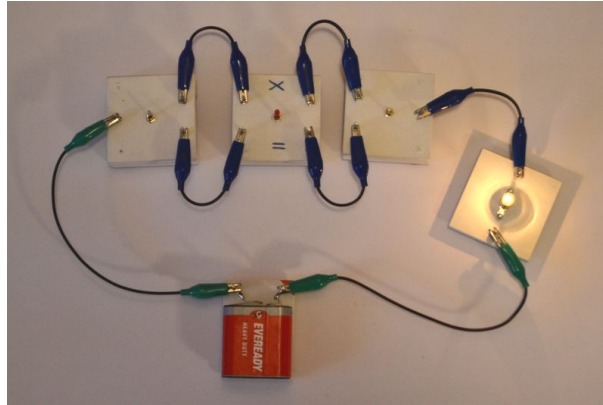
Stejného efektu lze dosáhnout připojením křížového přepínače. Ten má dvě polohy - v první jsou propojeny horní kontakt s horním a dolní kontakt s dolním, ve druhé poloze jsou kontakty propojeny "do kříže".



Křížový přepínač může ovládat směr otáčení elektromotoru. Namísto přepojování pólů zdroje stačí pro změnu směru otáčení přepnout páčku přepínače.

Elektrické obvody - podrobný popis pokusů

Křížový přepínač můžeme použít i jako rozšíření schodišťového vypínače - spotřebič můžeme ovládat ze tří míst (nebo více, pokud vložíme další křížové přepínače). V tomto místě je nutné zapojení nakreslit na tabuli a diskutovat se žáky, kudy je obvod propojen.



TĚŽIŠTĚ

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje pomůcky pro definici těžiště, pro definici podložky, pro překotný hranol a vyváženého papouška. V krabici je vše potřebné s výjimkou koštěte a dlouhé tyče.

Žákovská sada

Sada obsahuje vybavení pro 12 žákovských skupin. V krabici je vše potřebné.

Učitelské i žákovské vybavení je uloženo ve společné krabici. Pro jistotu přikládám fotografie toho, jak při ukládání postupovat.



TĚŽIŠTĚ

Cíle: těžiště, rovnováha tělesa

Probráno: síla, moment síly

- 1. Učitelský:** definice těžiště
- 2. Žákovský:** hledání těžiště (tyčka + kolíčky)
- 3. Učitelský:** těžiště koštěte
- 4. Žákovský:** překotné krabičky - prázdné
- 5. Učitelský:** překotná krabice s těžištěm v geometrickém středu
- 6. Žákovský:** překotné krabičky - plné
- 7. Učitelský:** překotná krabice s posunutým těžištěm
- 8. Učitelský:** co je to podstava
- 9. Učitelský:** zavěšený obraz
- 10. Žákovský:** závěsný mobil
- 11. Učitelský:** vyvážený papoušek

TĚŽIŠTĚ

Zařazení: mechanika v 7. třídě

Cíle: těžiště, rovnováha tělesa

Probráno: síla, moment síly

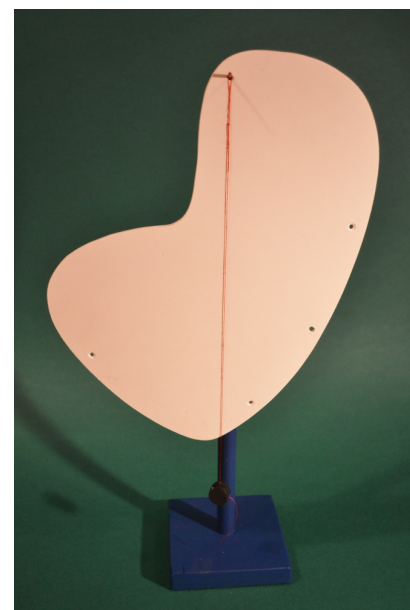
Dělení žáků: 12 pracovních skupin

Vybavení učebny: koště, dlouhá tyč, nůžky

1. Učitelský: definice těžiště

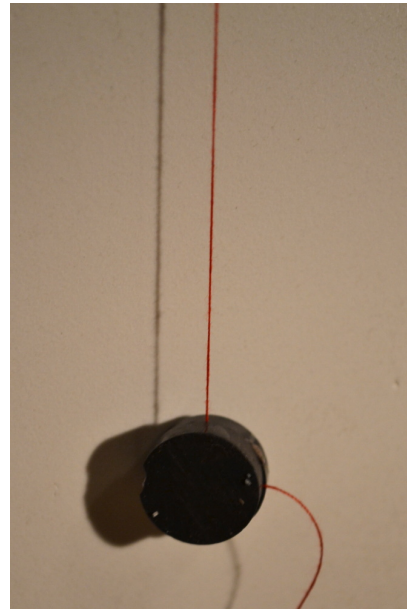
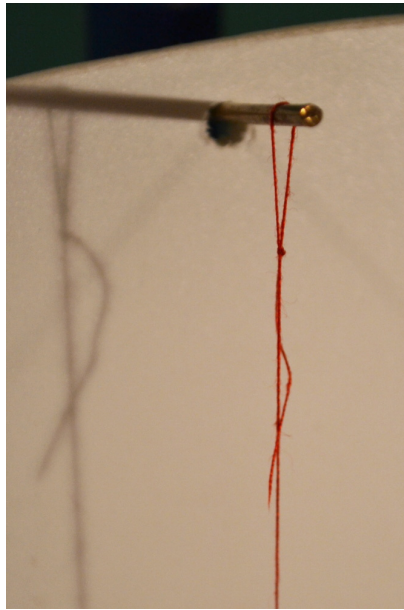
Vybavení: plastový kelímek s drobnostmi (izolační páska, červená nit, dva magnety, kolíček s maticí je určen pro pokus č. 9), stojan, soubor plastových těles

Učitel vybere ze souboru těles to nepravidelné (zvané šišoid) a zavěsí ho na stojan libovolným otvorem. Ukáže žákům, že šišoid se při vychýlení přirozeně vrací do určité polohy. Na stojan před šišoid zavěsí olovničku.

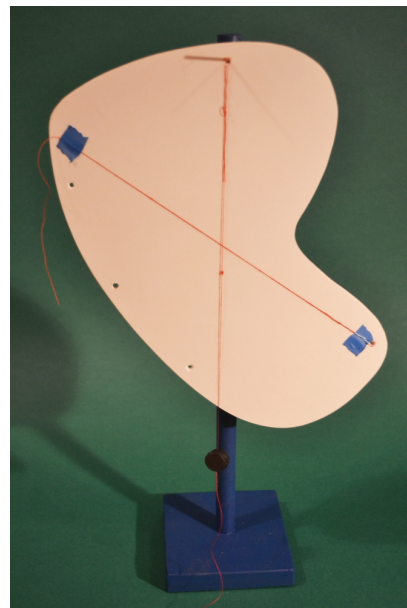
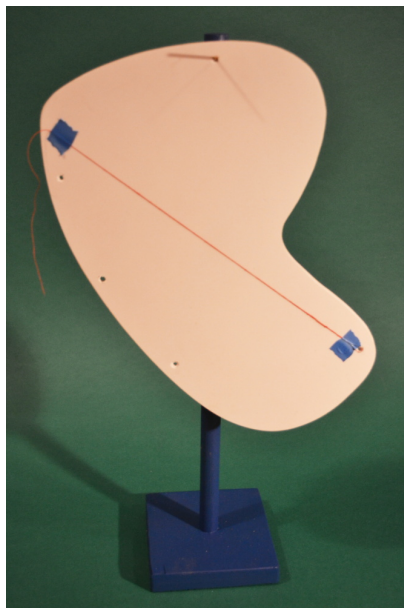


Těžiště - podrobný popis pokusů

Olovnička je vyrobena z kusu červené nitě, na jednom konci má uvázané očko. Na druhý konec se uchytí dva magnety jako zátěž.



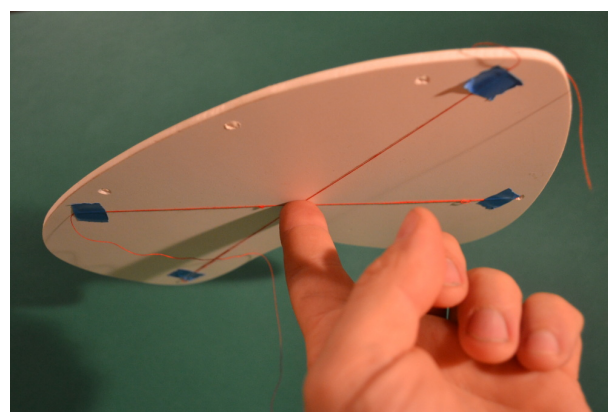
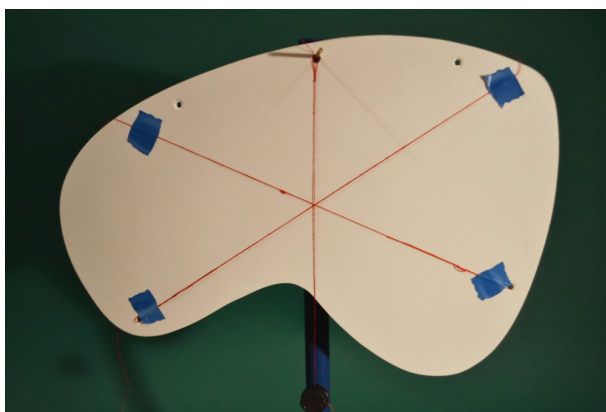
Učitel žákům sdělí, že nyní zaznamená polohu olovničky (tzn. svislou polohu při tomto zavěšení). Ustříhne dva kousky izolační pásky a opatrně přilepí nit na obou koncích k šišoidu. Magnety z niti sundá.



Těžiště - podrobný popis pokusů

Učitel zopakuje stejný postup při zavěšení šišoidu za jiný otvor. Na šišoidu vznikne dvojice překřížených nití. Učitel se žáky diskutuje o tom, jestli je divné, že se dvě nitě kříží. Pravděpodobně se shodnou na tom, že je to normální.

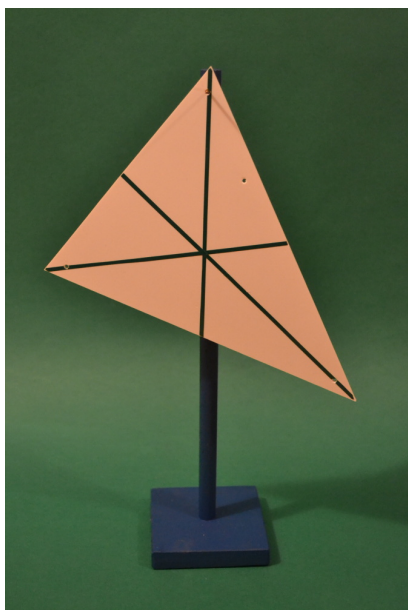
Posledním krokem je zavěšení šišoidu za třetí otvor. Olovnička nyní prochází průsečíkem předchozích dvou nití. To už není normální - na šišoidu je bod, který se vždy snaží dostat pod bod závěsu. Říkáme mu těžiště. Šišoid zůstává vyvážený, i když ho učitel podepře v těžiště prstem.



Následuje diskuze vedoucí k tomu, čím je těžiště tak významné - je to působíště gravitační síly.

Dále učitel diskutuje se žáky, kde leží těžiště pravidelných homogenních těles. Úvahy ověří pomocí plastového trojúhelníku a obdélníku. Řeší, odkud se v geometrii vzaly pojmy těžnice a těžiště trojúhelníku. Pomocí prstence lze demonstrovat, že těžiště tělesa může ležet mimo jeho hmotu.

Na tomto místě žáky je vhodné upozornit na to, že tělesa, se kterými pracujeme, jsou reálná, třírozměrná. Nemáme trojúhelník, ale nízký tříboký hranol, nemáme obdélník, ale nízký kvádr. Těžiště leží ve středu tloušťky plastové desky.

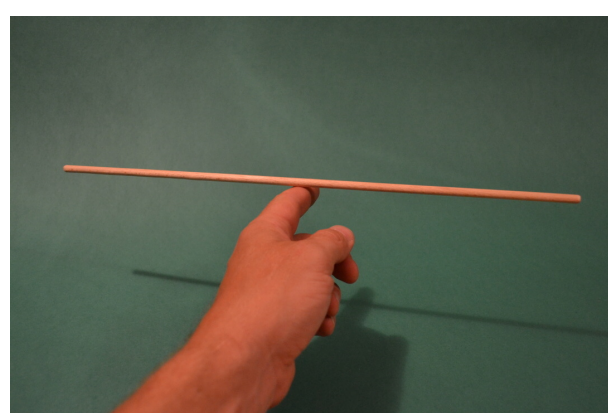
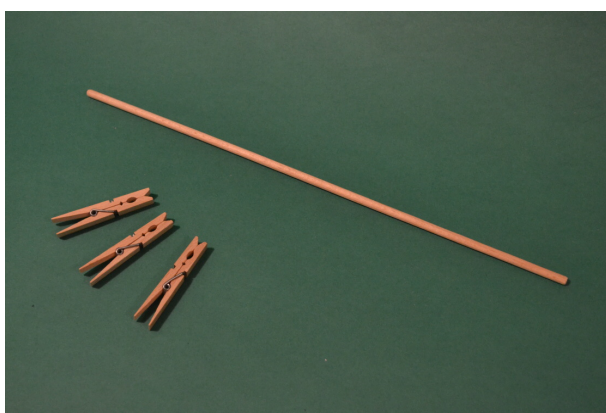


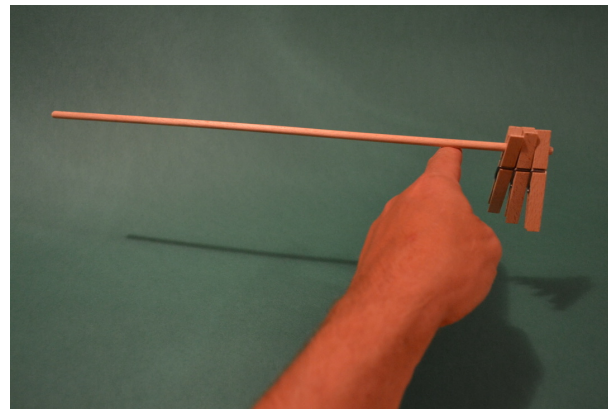
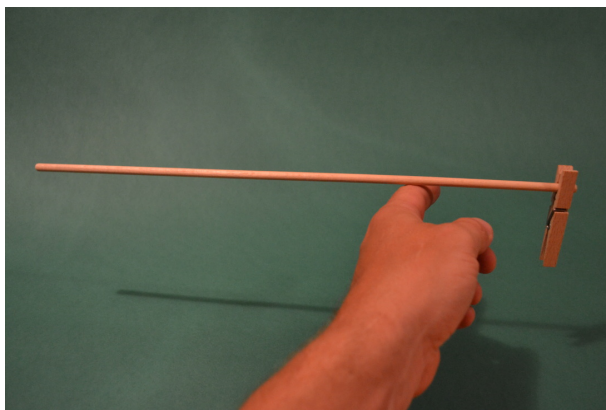
2. Žákovský: hledání těžiště (tyčka + kolíčky)

Vybavení: dlouhá silnější tyčka, 3 dřevěné kolíčky

Žáci se nejprve pokusí najít těžiště samotné tyčky. Většinou rychle přijdou na to, že tyčku musí vybalancovat na prstu. O totéž se pokusí, když na jeden konec tyčky umístí kolíček na prádlo. Učitel se žáky diskutuje o tom, že je rozumné považovat tyč s kolíčkem za jedno těleso s jedním těžištěm.

Podrobným rozbořem dojdou k tomu, že těžiště soustavy je v prostoru mimo hmotu tyčky. Na tyč žáci postupně osazují další kolíčky a hledají polohu těžiště.

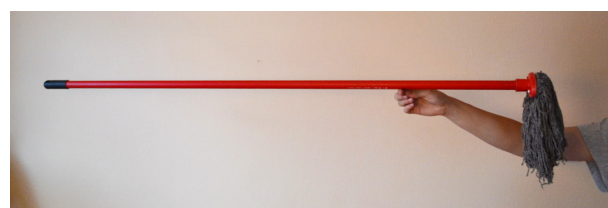
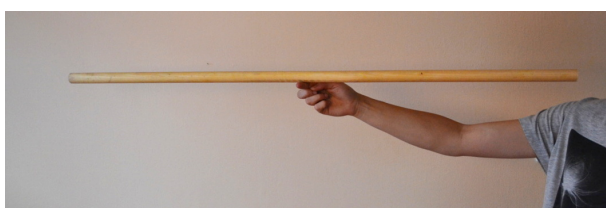




3. Učitelský: těžiště koštěte

Vybavení: koště (mop), dlouhá tyč (násada z jiného koštěte)

Učitel předvede, že stejným způsobem jako v předešlém pokusu je možné najít těžiště i u velkých těles. Velmi efektní je "samočinné" nalezení těžiště - učitel podloží koště dvěma ukazováčky na koncích násady a začne ukazováčky přibližovat k sobě. Koště se po nich samo posouvá tak, že nakonec zůstane podepřené pod těžištěm. Rychlé vysvětlení: tíha koštěte je rozložena na dva prsty - prst, který je blíže těžišti, je více zatížený, a proto je na něm větší třecí síla. Do pohybu se dává vždy ten prst, který je dále od těžiště (je na něm menší třecí síla).



4. Žákovský: překotné krabičky - prázdné

Vybavení: krabičky od sirek s vlepenými matičkami, destička se zarážkou

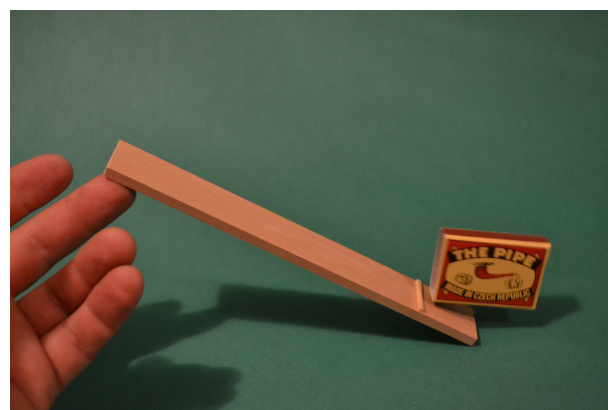
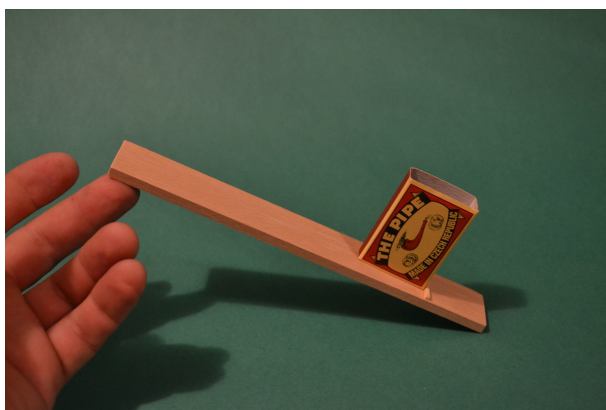
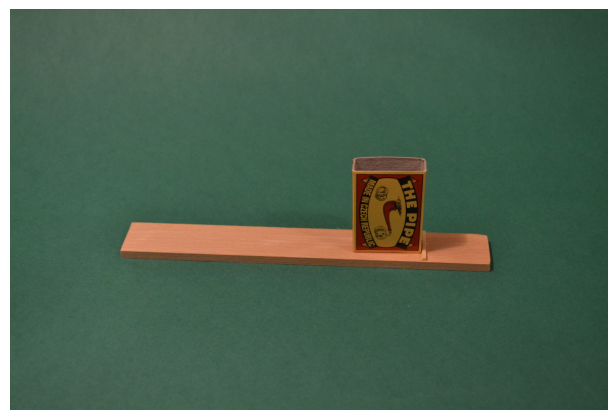
Před tímto pokusem je nutno probrat rovnovážnou polohu tělesa (stabilní i labilní). Žáci vyjmou vnitřní části krabiček a pracují jen s vnější částí. Učitel se žáky diskutuje o tom, kde má vnější část těžiště - žáci rychle zjistí, že v geometrickém středu. Chová se jako homogenní těleso.

Žáci umístí vnější část krabičky na destičku tak, aby se opírala o zarážku. Testují, při jakém sklonu destičky se krabička převrhne. Na tomto místě je vhodné žáky upozornit na

Těžiště - podrobný popis pokusů

funkci zarážky - když dají krabičku mimo zarážku a naklánějí destičku, krabička se místo převrnutí sklouzne po destičce dolů.

Učitel diskutuje se žáky, v jaké poloze se krabička převrhla - většina žáků si všimne, že je to v situaci, kdy je střed krabičky nad zarážkou.

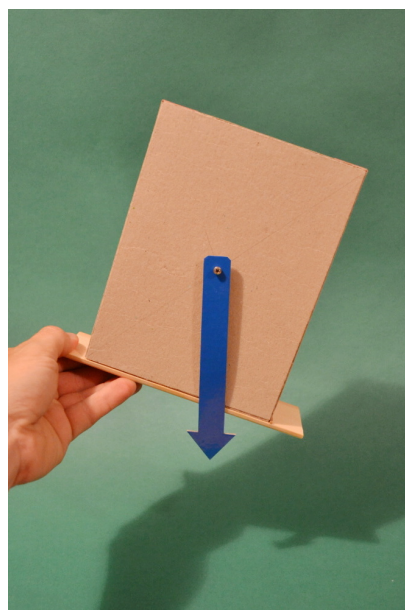
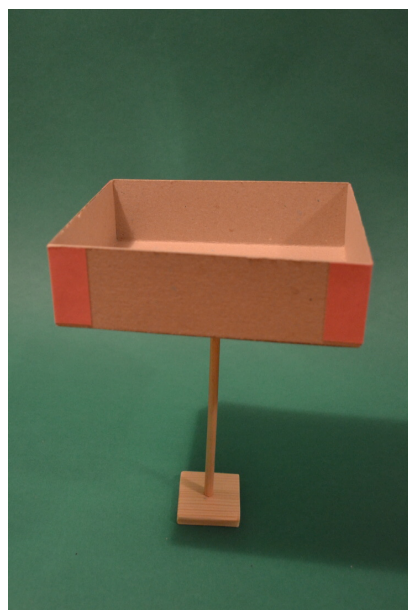
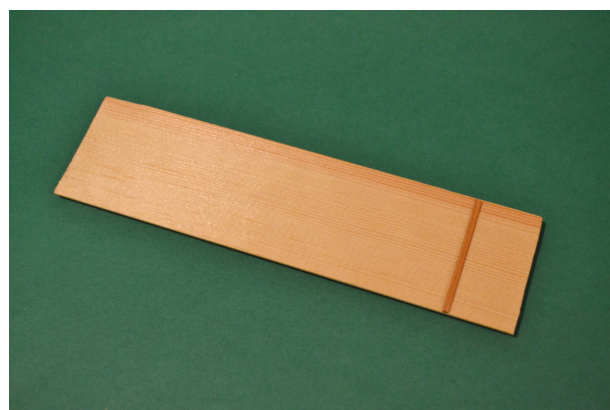
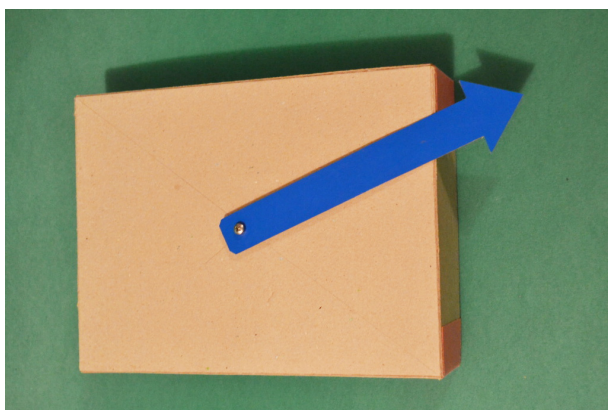
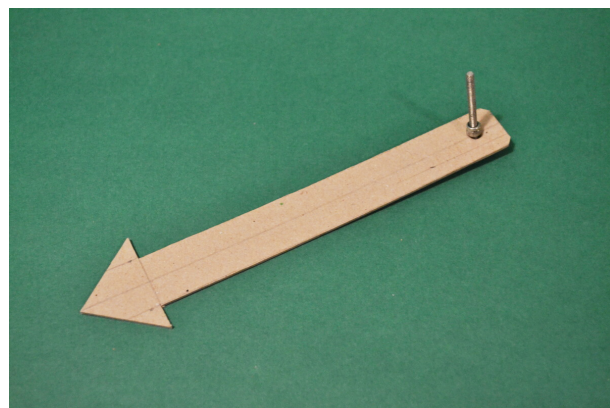


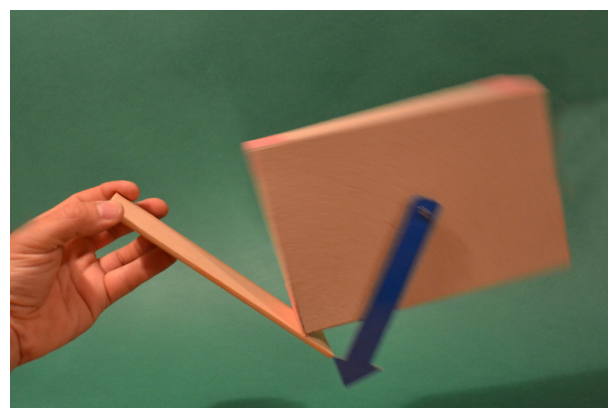
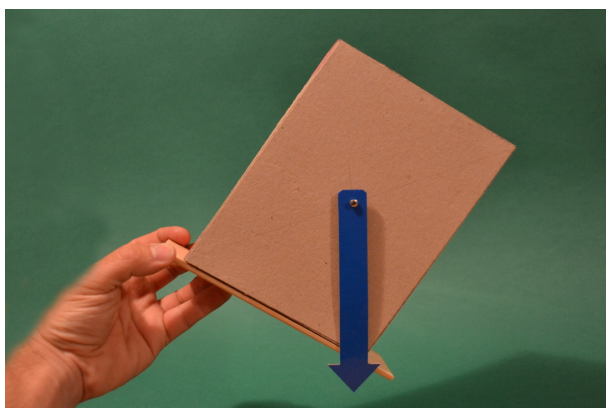
5. Učitelský: překotná krabice s těžištěm v geometrickém středu

Vybavení: překotná krabice s těžištěm ve středu, ručička, deska se zarážkou

Učitel zopakuje předchozí žakovský pokus. Nejprve ukáže, kde má krabice těžiště (podepře ji ve středu). Do otvoru v překotné krabici osadí šroubek ručičky - ručička slouží jako ukazatel svislého směru (je to vlastně olovnice). Pomalu naklání krabici - krabice se převrhne v okamžiku, kdy ručička ukáže, že těžiště krabice je nad zarážkou.

Těžiště - podrobný popis pokusů





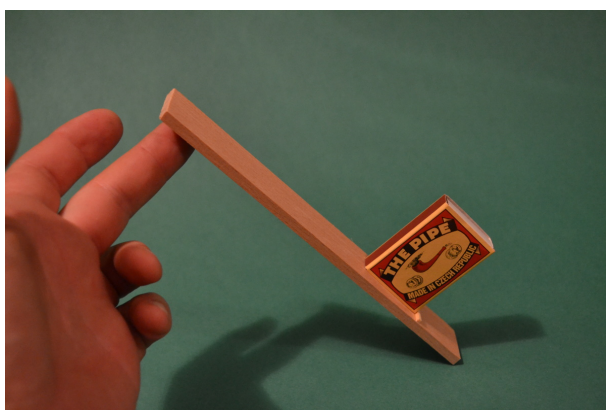
6. Žákovský: překotné krabičky - plné

Vybavení: krabičky od sirek s vlepenými matičkami, destička se zářázkou

V tomto pokusu budou pracovat s celou krabičkou - tj. s tělesem, které má těžiště výrazně mimo geometrický střed. Polohu těžiště se žáci pokusí najít podepřením prstem.

Zopakují svůj předchozí pokus - nejprve položí krabičku na destičku tak, aby matičky ležely dole (těžiště je nízko). Destičku musí naklonit do výrazně většího úhlu než předtím (krabička je stabilnější). Pokus provedou ještě jednou s matičkami nahoře (těžiště je vysoko). Krabička se převrhne už při malém úhlu (je mnohem méně stabilní než předtím).

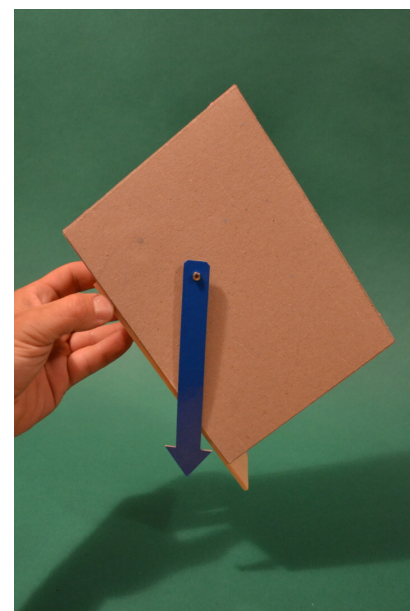
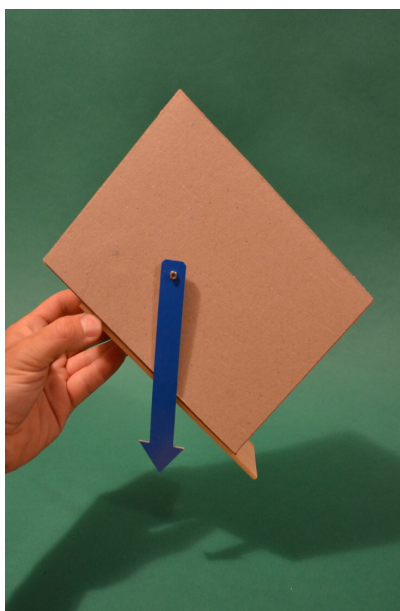
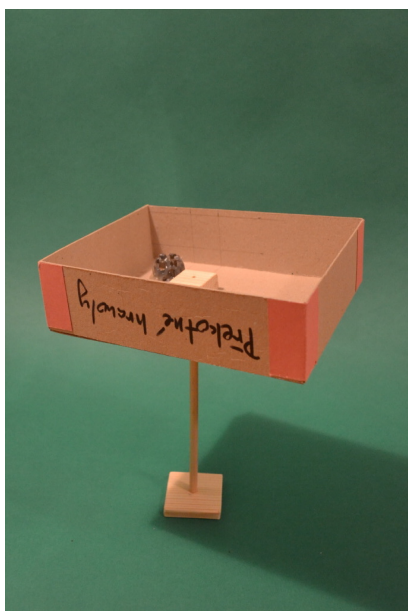
Učitel diskutuje se žáky, v jaké poloze krabička přepadne přes zářádku. Žáci většinou sami přijdou na to, že k převrnutí dochází v okamžiku, když je těžiště krabičky nad zářádkou.



7. Učitelský: překotná krabice s posunutým těžištěm

Vybavení: překotná krabice s vlepenou maticí, ručička, deska se zarážkou

Učitel ukáže žákům, že v krabici je vlepená matice a předvede, kde má krabice těžiště. Osadí do něj ručičku a zopakuje svůj předchozí pokus. Ručička jasně ukáže, že do labilní polohy se krabice dostává v okamžiku, když je těžiště nad zarážkou.



8. Učitelský: co je to podstava

Vybavení: dvě čtvercové desky a 4 silnější tyčky

Deska se 4 otvory slouží jako stojan. Do otvorů se umísťují tyčky.

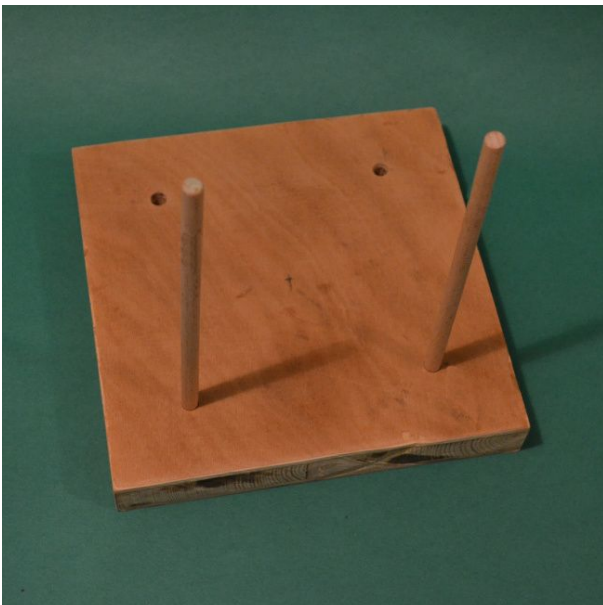
Učitel diskutuje se žáky, co je to podstava tělesa. U plných útvarů (houba na mazání tabule, hrnek, křída) je to jasné - podstava je plocha, kterou se těleso dotýká podložky. Problém nastává u těles, jako je židle nebo člověk.

Učitel umístí do stojanu jednu tyčku a zeptá se žáků, jak má na tyčku umístit desku, aby nespadla. Žáci mu doporučí podepřít desku ve středu. Podstavou je horní plocha tyčky.

Těžiště - podrobný popis pokusů



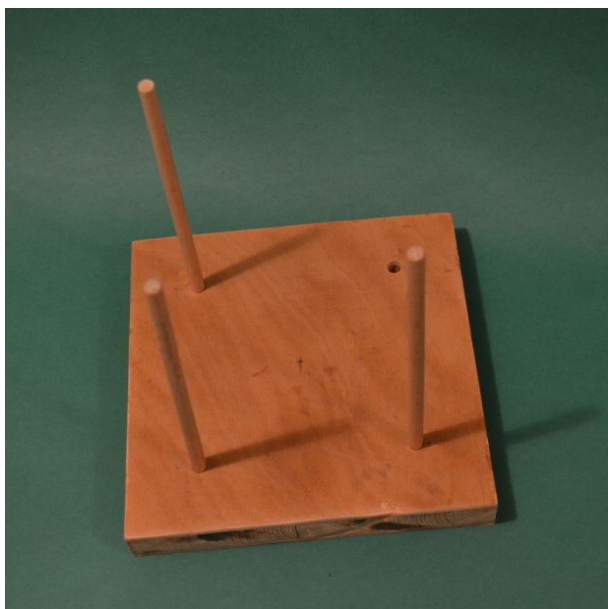
V dalším kroku umístí do stojanu dvě tyčky a diskutuje se žáky, co je nyní podstavou. Deska je stabilní, i když těžiště leží mimo podpěry.



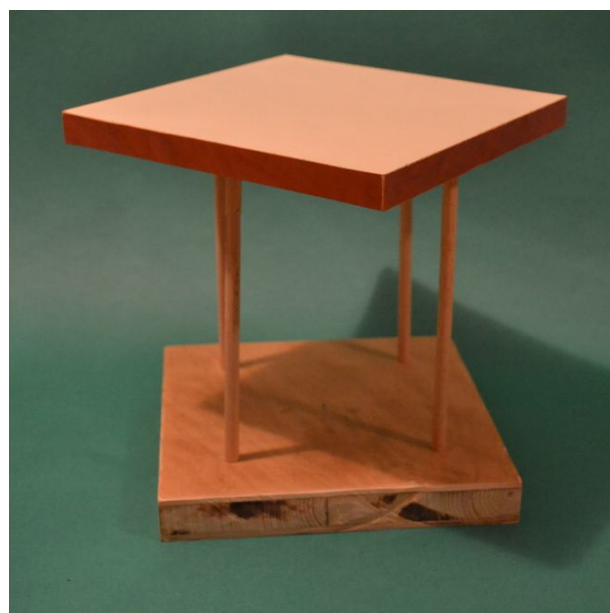
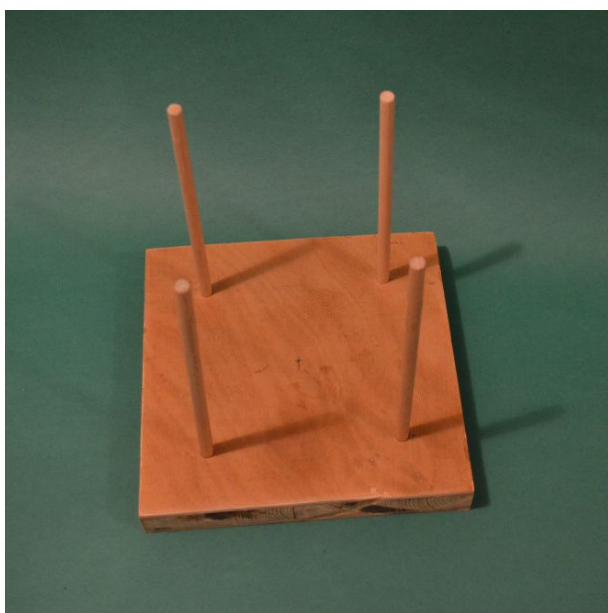
Učitel ukazuje, ve kterých polohách se deska začne překlápět do strany - podstavou je pás vymezený na koncích tyčkami.

Učitel umístí do stojanu tři tyčky a na ně položí desku. Opět ji posouvá tak, aby se dostala do labilní polohy. Po diskuzi se žáky dojdou k tomu, že podstavou je "trojúhelník" vymezený tyčkami.

Těžiště - podrobný popis pokusů



Na závěr učitel umístí do stojanu všechny 4 tyčky - podstavou je nyní "čtverec" vymezený tyčkami.

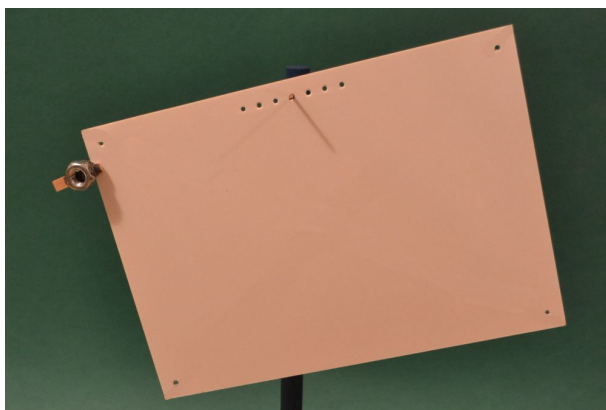


9. Učitelský: zavěšený obraz

Vybavení: stojan, plastový obdélník, kolíček s přilepenou maticí

Obdélník má ve své delší straně sadu otvorů - učitel ho zavěsí na stojan za prostřední z nich. Obdélník visí vodorovně, jeho těžiště leží v jeho geometrickém středu.

Vezme kolíček s maticí a přichytne ho na stranu obdélníku. Tím posune těžiště obdélníku. Obdélník se nakloní tak, aby se jeho těžiště dostalo pod bod závěsu. Učitel postupně přemísťuje místo závěsu tak dlouho, až obdélník znovu visí vodorovně - těžiště je nyní opět pod bodem závěsu.



10. Žákovský: závěsný mobil

Vybavení: tři plastové figurky na provázcích, spojovací provázek, provázek s kroužkem, krátká a dlouhá tenká tyčka

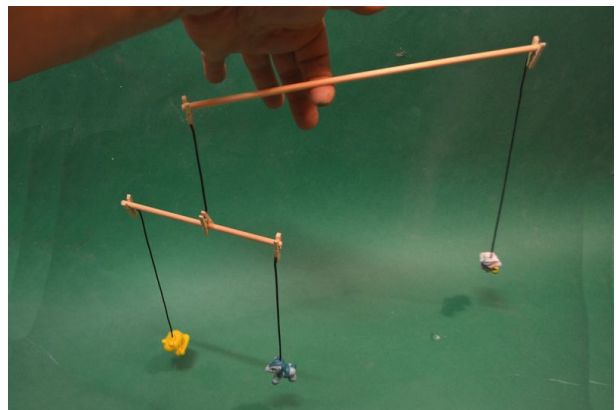
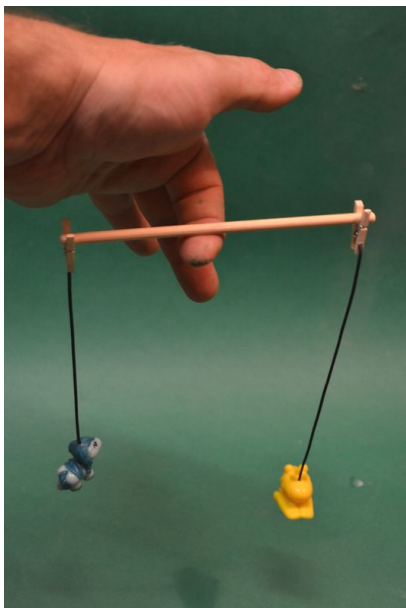
Učitel načrtne na tabuli výsledný tvar závěsného mobilu. Řekne žákům, aby ho sestavili z vybavení, které mají k dispozici. Většina žáků sestaví mobil metodou pokusu a omylu a poté ho dlouhou dobu vyvažují.

Těžiště - podrobný popis pokusů



Spolehlivou metodou stavby i mnohem složitějšího mobilu je budování odspodu. Žáci zavěsí dvě figurky na krátkou tyčku a podepřím na prstu naleznou těžiště sestavy. Sem umístí spojovací provázek. Přidají dlouhou tyčku a třetí figurku. Opět naleznou těžiště podepřím prstem. V tomto místě zavěsí mobil na provázek s kroužkem.

Mobil se otáčí, aniž by se porušila rovnováha celku. Je to dáno tím, že každá jeho část je zavěšená nad svým těžištěm, jeho poloha se při otáčení části nemění.



11. Učitelský: vyvážený papoušek

Vybavení: vyvážený papoušek

Učitel vezme papouška tak, aby žáci neviděli přilepenou matici. Posadí si papouška na prst - papoušek poslušně sedí (je ve stabilní poloze). Učitel diskutuje se žáky, jak je to možné. Určitě přijdou na to, že je něco zezadu přilepené. Je důležité dojít k faktu, že těžiště papouška je pod jeho pařátkem, je tedy za pařátek zavěšený.



VZTLAKOVÁ SÍLA

Jak učitelské tak žákovské pomůcky je nutno po pokusech pořádně umýt ve vodě - solanka by mohla způsobit silnou korozi.

Níže uvedené sady je nutno doplnit kohoutkovou vodou, denaturovaným lihem, solankou a parafinovým olejem. Líh lze běžně zakoupit v drogeriích, solanku připravíme tak, že v horké vodě rozpouštíme kuchyňskou sůl tak dlouho, až se přestane rozpouštět. Parafinový olej se prodává jako olej do lampiček - běžně bývá obarvený a parfemovaný. Čistý se někdy prodává jako parafinový olej (je totožný s olejem pro batolata). POZOR - už jsem viděl "olej do lampiček" - obarvený a parfemovaný líh! Dávejte proto pozor na složení, které je uvedeno vzadu na lahvi malým písmem.

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje tyto nádoby - plastovou karafu, 400ml skleněnou kádinku, plastovou krabičku s víčkem. Dále obsahuje golfový míček s očkem, dvě velké hopskulky, 5N siloměr, závěsné těleso, mosazná závažička, náhradní náplň do zapalovače, kovové korýtko, čajovou svíčku a zápalky.

Závěsné těleso je vyrobeno z plastového kelímku. Do jeho víčka je zašroubováno očko, hmotnost je upravena pomocí ocelových podložek tak, aby průměrná hustota byla těsně nad hustotou vody.

Žákovská sada

Žákovská sada obsahuje rovníramenné váhy, dvě PVC trubičky se závěsem, měděný drát se závěsem, dva plastové kelímky s víčkem, vzorky plastů (2 kousky nitrocelulózy - odstřížky pingpongového míčku, 2 kousky polystyrenu - úlomky pravítka, dva a dva kousky polybutadienu - odřezky hopskulek), preformu s víčkem.

Váhy jsou vyrobeny z dřevěné tyčinky. Dřevo není homogenní materiál, proto mají na sobě vyvažovací drátek, jehož posunutím lze váhy vyvážit. Měřené objekty (PVC trubičky a měděný drát) jsou opatřeny háčkem, kterým se zavěšují na očka vah.

VZTLAKOVÁ SÍLA

Cíle: existence a základní vlastnosti vztlakové síly, plování těles

Probráno: Newtonovy pohybové zákony, tlaky v kapalinách

0. Učitelský: úvod

1. Učitelský: existence vztlakové síly

2. Žákovský: závislost vztlakové síly na hustotě kapaliny

3. Žákovský: závislost vztlakové síly na objemu tělesa

4. Učitelský: potvrzení žákovských zjištění se siloměrem

5. Učitelský: plování těles

6. Žákovský: plování a hustota

7. Učitelský: potvrzení žákovských zjištění

8. Žákovský: voda a olej

9. Učitelský: duha v odměrce

10. Učitelský: přelévání butanu

VZTLAKOVÁ SÍLA

Zařazení: sedmá třída v rámci hydrostatiky

Cíle: existence a základní vlastnosti vztlakové síly, plování těles

Probráno: Newtonovy pohybové zákony, tlaky v kapalinách

Dělení žáků: 12 pracovních skupin

Vybavení učebny: denaturovaný líh, koncentrovaný roztok kuchyňské soli (solanka), obarvený parafinový olej (vše alespoň půl litru), kohoutek s vodou

0. Učitelský: úvod

Na začátku by měl učitel seznámit žáky s kapalinami, se kterými budou pracovat - voda, solanka a denaturovaný líh. Voda má hustotu 1000 kg/m^3 , solanka 1200 kg/m^3 a denaturovaný líh 800 kg/m^3 (díky denaturaci má hustotu o něco vyšší než čistý ethanol).

1. Učitelský: existence vztlakové síly

Vybavení: plastová karafa s vodou, golfový míček s očkem, velká hopskulka, 5N siloměr

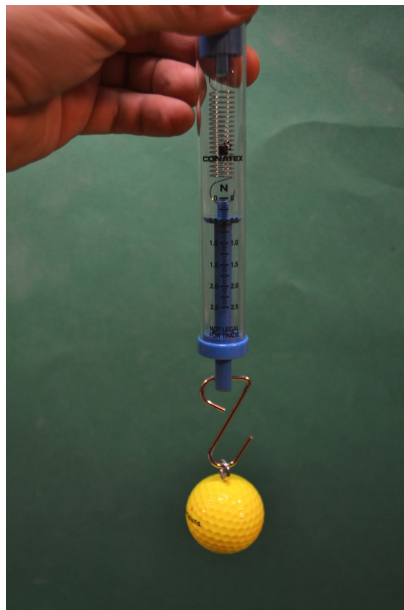


Vztlaková síla - podrobný popis pokusů

Učitel postaví karafu na stůl a vhodí do ní golfový míček - klesne ke dnu. Poté do ní vhodí hopskulku - zůstane plovat na hladině.

Pokus slouží učiteli jako podklad k úvahám, na který z míčků působí voda silou. Na hopskulku určitě - síla vody musí být stejně velká jako gravitační síla. Působí síla i na golfový míček?

Učitel zavěsí golfový míček na siloměr a požádá někoho ze žáků, aby přečetl hodnotu působící síly (je to cca 0,5 N). Poté ponoří míček do vody - síla působící na míček klesne na 0,1 N. Voda působí na golfový míček silou 0,4 N směrem vzhůru.



Tento pokus lze zobecnit tak, že na všechna tělesa ponořená do kapaliny působí kapalina silou směrem vzhůru - vztlakovou silou.

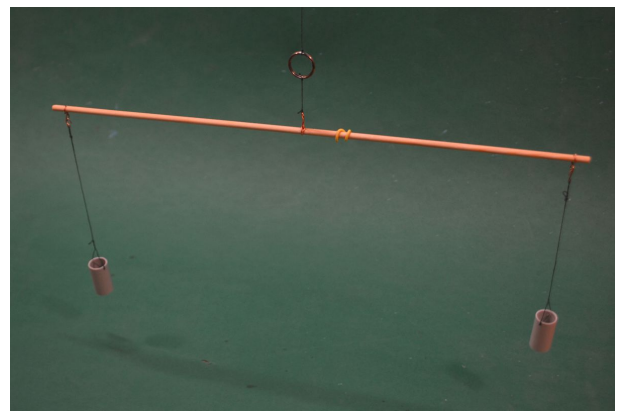
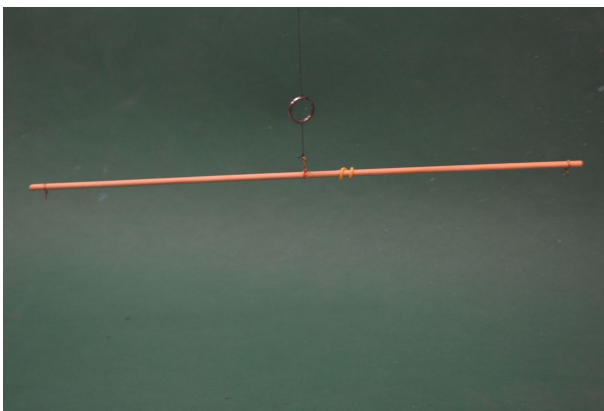
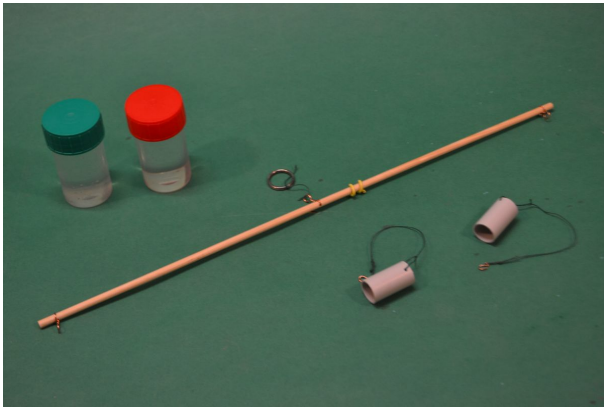
2. Žákovský: závislost vztlakové síly na hustotě kapaliny

Vybavení: rovnoramenné váhy, dva kelímky, dvě PVC trubičky na nitích

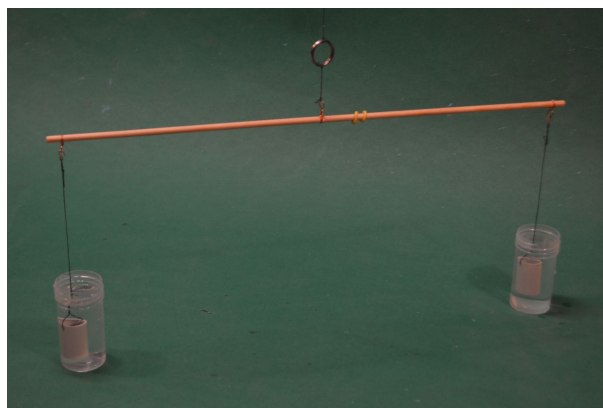
Společné vybavení: voda, solanka

Žáci si vyzvednou váhy, trubičky a kelímky naplněné vodou (doporučuji, aby byly během transportu třídou zašroubovaná víčka). Zavěsí trubičky na váhy. V případě potřeby váhy vyváží posunutím navinutého drátku (na fotografiích žlutý).

Vztlaková síla - podrobný popis pokusů

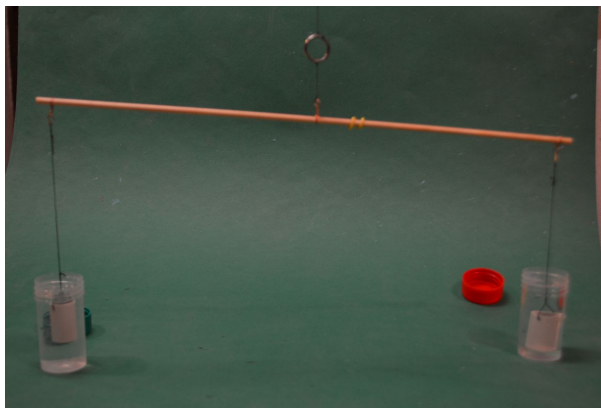


Žáci sundají víčka z kelímků a rozmístí je na stole tak, aby do nich mohli ponořit trubičky. Učitel se jich předem zeptá, co se podle jejich názoru stane, když se obě trubičky ponoří do vody. Žáci si ověří svůj předpoklad - rovnováha se neporuší. Obě vztlakové síly jsou stejné.



Vztlaková síla - podrobný popis pokusů

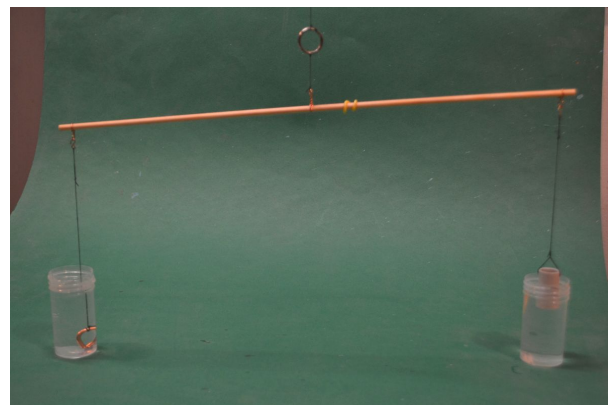
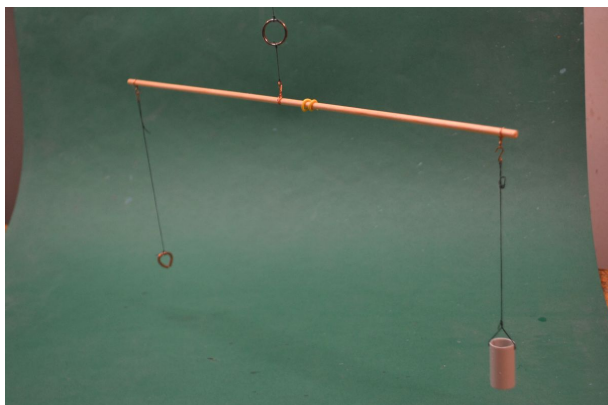
Žáci donesou jeden z kelímků k učitelskému stolu a vylíjí z něj vodu. Učitel jim kelímek naplní solankou. Zopakují předchozí pokus - trubička ponořená do vody klesne ke dnu, trubička v solance zůstane u hladiny - v solance působí na trubičku větší vztlaková síla.



3. Žákovský: závislost vztlakové síly na objemu tělesa

Vybavení: rovnoramenné váhy, dva kelímky, PVC trubička, měděný drát na závěsu

Pokus je obdobou předchozího pokusu. Na začátku je nutné oba kelímky naplnit vodou. Žáci zavěsí na váhy trubičku a měděný drát, který má prakticky stejnou hmotnost jako trubička - váhy jsou vyvážené. Nyní žáci ponoří obě tělesa do vody - rovnováha se silně poruší. Na trubičku působí větší vztlaková síla než na drát.



Učitel pokus zobecní - vztlaková síla závisí na objemu tělesa.

Vztlaková síla - podrobný popis pokusů

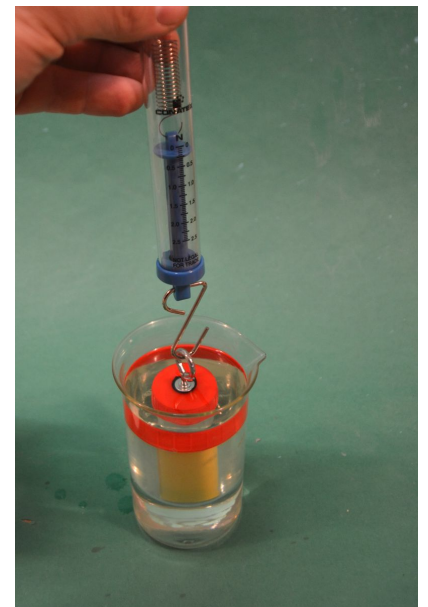
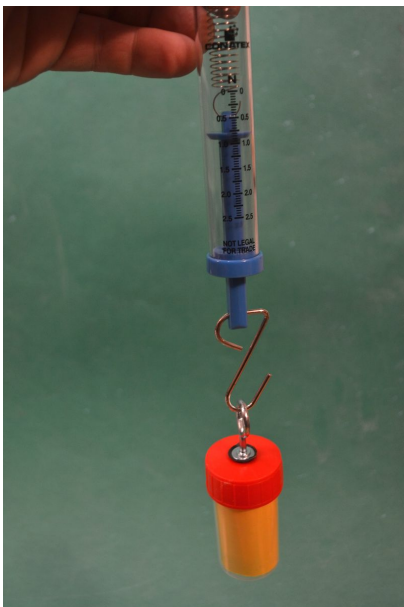
4. Učitelský: potvrzení žákovských zjištění se siloměrem

Vybavení: karafa s vodou, kádinka s lihem, závěsný kelímek, 5N siloměr

Kelímek je zatížený ocelovými podložkami - je vhodné, aby učitel kelímek rozšrouboval a ukázal žákům, co obsahuje. Je zatížen tak, aby ve vodě klesal ke dnu.



Učitel zavěsí kelímek na siloměr a určí někoho ze třídy, aby změřil působící sílu (je to cca 0,8 N). Poté ponoří kelímek do vody - působící síla klesne na 0,1 N - tj. vztlaková síla je 0,7 N. Ponoří kelímek do lihu - působící síla klesne na 0,25 N - tj. vztlaková síla je 0,55 N. Pokus potvrzuje, že vztlaková síla závisí na hustotě kapaliny.



Údaje získané z měření umožňují tvorbu početních úloh (např. jaký objem má kelímek, jakou hustotu má líh), jejichž výsledky lze snadno ověřit měřením (v prvním případě) nebo v tabulkách (ve druhém případě).

5. Učitelský: plování těles

Vybavení: karafa s vodou, plastová krabička s víčkem, sada mosazných závažíček

Učitel umístí do karafy krabičku i s víčkem - krabička plove na hladině vody. Učitel diskutuje se žáky o tom, které síly působí na krabičku. Dojdou k tomu, že to jsou gravitační síla a vztlaková síla a že jsou stejně velké. Učitel vloží do krabičky několik závažíček a uzavře krabičku víčkem. Krabička opět plove, ale je více ponořená. Závěr - gravitační i vztlaková síla jsou opět stejně velké. Gravitační síla vzrostla - musela narůst i vztlaková síla. Jediné, co se změnilo, je ponor krabičky. Vztlaková síla tedy závisí na objemu ponořené části tělesa.



Vztlaková síla - podrobný popis pokusů

Jakmile je krabička příliš těžká, klesne ke dnu. Učitel diskutuje se žáky, za jakých podmínek klesá těleso v kapalině ke dnu a za jakých stoupá ke hladině. Žáci celkem rychle dojdou k tomu, že o plování tělesa rozhoduje to, která z obou sil (gravitační a vztlaková) je větší.

6. Žákovský: plování a hustota

Vybavení: dva kelímky (jeden s vodou, druhý se solankou), vzorky plastů (dva odstřížky pingpongového míčku - nitroceluloza, dva úlomky pravítka - polystyren, dva velké a dva malé odřezky hopskulky - umělý kaučuk - polybutadien)

Žáci si rozeberou kelímky s kapalinami (doporučuji odlišit barvou víček) a vzorky plastů. Nejprve do kelímků ponoří odstřížky PP míčku - klesnou ke dnu. Pozor - je nutné, aby žáci odstřížky zatlačili prstem pod hladinou, jinak mohou vlivem povrchového napětí plovat. Poté totéž zopakují s úlomky pravítka - v solance zůstane na hladině, ve vodě klesne ke dnu.



Když do kelímků vhodí velké odřezky hopskulky, zůstanou na hladině. Stejně tak se chovají i malé odřezky. Závěr - plování nezávisí na velikosti těles, ale jen hustotě tělesa a hustotě kapaliny.

7. Učitelský: potvrzení žákovských zjištění

Vybavení: karafa s vodou, kádinka s lihem, dvě hopskulky

Učitel postaví obě nádoby vedle sebe a seznámí žáky s hustotami použitých materiálů - voda, denaturovaný líh a umělý kaučuk (polybutadien - 910 kg/m^3). Diskutuje se žáky, co se stane, když do každé nádoby vhodí jednu hopskulku. Po otestování doporučují hopskulky vylovit, zaměnit a vhodit znovu.



8. Žákovský: voda a olej

Vybavení: plastové odměrky (preformy na výrobu PET lahví)

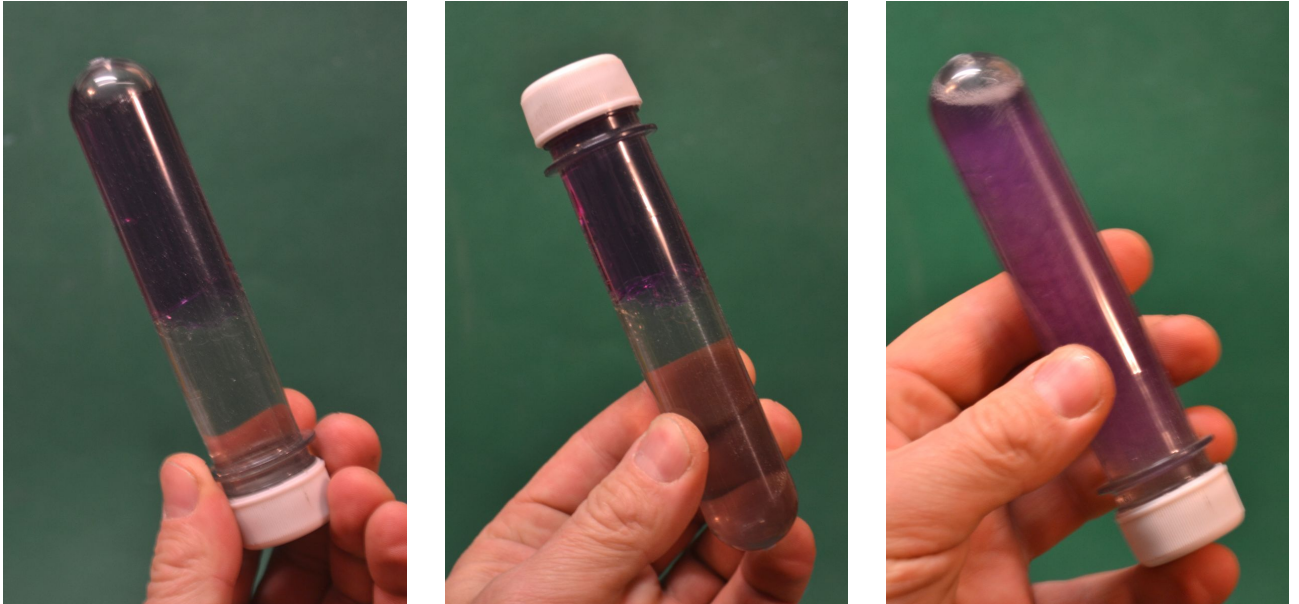
Společné vybavení: voda a parafinový olej

Tento experiment je možno provést ve dvou variantách (závisí na tom, kolik má učitel času a nálady). V jednodušší a rychlejší verzi jsou obě kapaliny v odměrkách nality předem, v náročnější verzi si kapaliny nalévají žáci sami.

V obou případech mají na závěr žáci k dispozici odměrku s dvojicí vzájemně se nemísících kapalin o odlišných hustotách. Olej se vždy umístí nad vodou bez ohledu na to, jak je nádoba natočena. Pravidlo pro plování a hustotu platí i pro dvě kapaliny.

Vztlaková síla - podrobný popis pokusů

Toto vybavení umožňuje snadnou ukázkou vzniku a zániku emulze - žáci odměrku prudce protřepou, kapaliny se promíchají za vzniku zakalené kapaliny. Po chvíli se ale opět rozdělí na olej a vodu.



9. Učitelský: duha v odměrce

Vybavení: plastová odměrka, obarvená voda, parafinový olej, denaturovaný líh

Učitel do odměrky nalije obarvenou vodu (lze použít potravinářskou barvu nebo sirup) a obarvený parafinový olej (běžně se prodává už obarvený). Kapaliny se rozmístí shodně s předchozím pokusem. Učitel nyní opatrně do nakloněné odměrky dolije líh - líh vytvoří vrstvu mezi vodou a olejem (voda má hustotu 1000 kg/m^3 , líh 800 kg/m^3 a parafinový olej 770 kg/m^3).



Pořadí barev v odměrce se při překlopení bohužel nezachová - obarvená voda se promíchá s líhem a vznikne jedna vrstva.

10. Učitelský: přelévání butanu

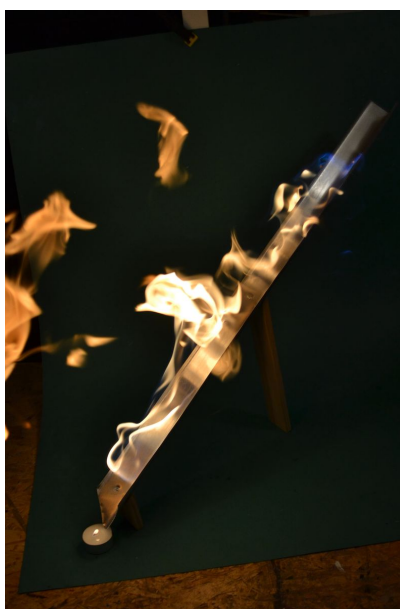
Vybavení: náhradní náplň do zapalovačů (kovová nádobka s butanem), kádinka, kovové korýtko, čajová svíčka, zápalky

Pokus demonstruje, že pravidla pro plování platí i u plynů - za normálních podmínek má butan větší hustotu než vzduch ($2,48 \text{ kg/m}^3$ a $1,2 \text{ kg/m}^3$). Učitel postaví na stůl korýtko a pod něj umístí zapálenou svíčku. Do kádinky napustí butan - otočí nádobku tryskou dolů a zatlačí na dno kádinky. POZOR - toto provádějte mimo demonstrační stůl, aby butan nedotekl k zapálené svíčce!

Vztlaková síla - podrobný popis pokusů



Učitel nalije butan z kádinky do kovového korýtka a dá ruku s kádinku pryč. Butan doteče ke svíčce a zahoří. Pokus je natolik pěkný, že si žáci určitě vyžádají jeho opakování.



Učitel diskutuje se žáky to, co viděli - pravidla pro plování platí i u plynů. Plyn s vyšší hustotou klesá na dno plynu s menší hustotou.

ZRCADLA

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje demonstrační zrcadla - dvojici rovinných zrcadel, dvojici dutých zrcadel a dvojici vypuklých zrcadel. Navíc je přiložen svítící obrázek z LED. Obrázek je napájen 9V baterií, která je vložena uvnitř krabičky.

Žákovská sada

Žákovská sada obsahuje: japonské krabičky, makety zrcadel, vzory pracovních listů, rovinná zrcátka a lžičky. Sadu je potřeba doplnit plochými bateriemi nebo jinými zdroji s napětím 5 V.

Sada obsahuje vybavení pro 12 pracovních skupin

1. Japonské krabičky

Japonské krabičky jsou svítilny, které vytvářejí úzký pruh zeleného světla s velmi malou rozbíhavostí. Slouží jako model paprsku světla. Zdrojem světla je čtveřice vysokosvítivých zelených LED. Jsou stavěny pro napájení stejnosměrným napětím 5 voltů. Je možno použít plochou baterii nebo trojici tužkových monočlánků. Červený banánek se připojuje na (+) pól zdroje, černý na (-) pól. V případě přepólování zdroje se nestane nic vážného, krabička jen nebude svítit.

2. Makety zrcadel

Jsou to dřevěné špalíky osazené plastovým zrcadlem. Jejich tvar odpovídá nákresům v pracovních listech.

3. Vzory pracovních listů

Zalaminované vzory slouží k nakopírování pracovních listů pro žáky.

ZRCADLA

Cíle: zákon odrazu, zobrazení zrcadly, vznik skutečného a zdánlivého obrazu

Probráno: zdroje světla, šíření světla, paprsek, svazky paprsků

- 1. Žákovský:** JK (japonské krabičky) - zákon odrazu
- 2. Učitelský:** ukázka rovinného zrcadla
- 3. Žákovský:** JK - odraz rozbíhavého svazku na rovinném zrcadle
- 4. Učitelský:** kde vidíme předmět? Kde je předmět v rovinném zrcadle?
- 5. Žákovský:** rovinná zrcátka - utvrzení polohy obrazu
- 6. Učitelský:** ukázky kulových zrcadel
- 7. Žákovský:** sledování obrazů ve lžičkách
- 8. Žákovský:** JK - vypuklé zrcadlo
- 9. Učitelský:** utvrzení poznatků na demonstračních vypuklých zrcadlech
- 10. Žákovský:** JK - duté zrcadlo
- 11. Učitelský:** utvrzení poznatků na demonstračních dutých zrcadlech
- 12. Učitelský:** zapálení slunečními paprsky

ZRCADLA

Zařazení: geometrická optika v 7. třídě

Cíle: zákon odrazu, zobrazení zrcadly, vznik skutečného a zdánlivého obrazu

Probráno: zdroje světla, šíření světla, paprsek, svazky paprsků

Dělení žáků: 12 pracovních skupin

Příprava před experimenty: nakopírování pracovních listů pro každého žáka ve třídě

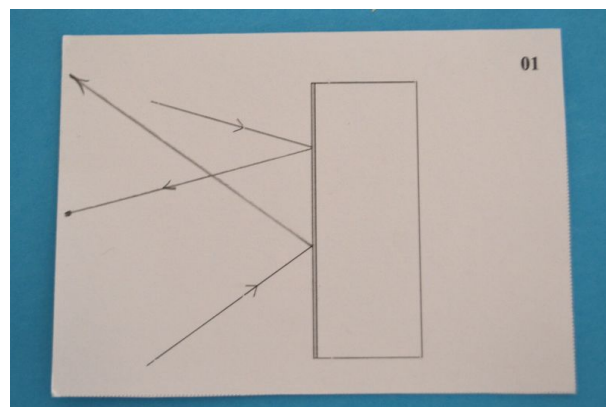
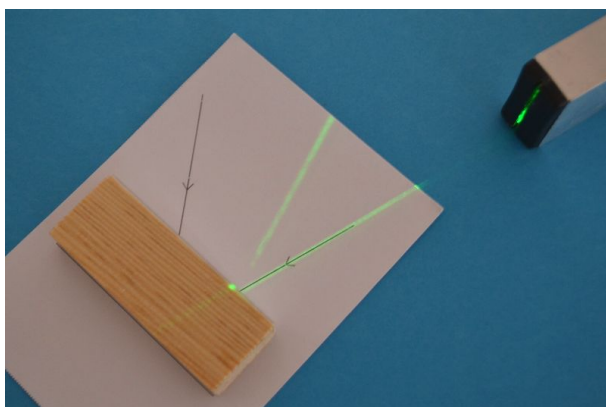
Vlastní vybavení žáků: tužka, pravítko

1. Žákovský pokus: zákon odrazu

Vybavení: japonské krabičky, baterie, maketa rovinného zrcadla, pracovní list č.1, tužka, pravítko

Žáci se zde poprvé seznamují s japonskými krabičkami a se zpracováním pracovních listů. Je potřeba je upozornit na připojování baterií ke krabičkám - červený krokodýlek se připojuje na (+) pól zdroje. Pokud krabička nesvítí, je to většinou způsobeno záměnou pólů zdroje.

Žáci položí zrcadlo na pracovní list a umístí japonskou krabičku tak, aby pruh světla dopadal na zrcadlo po vyznačené linii. Tužkou udělají značku, kam se odrazil paprsek. Po odstranění zrcadla vyznačí podle pravítka stopu odraženého světla. Pracovní list si poté vlepí do sešitu.



Na základě pracovního listu č. 1 žáci většinou sami dokážou formulovat zákon odrazu paprsku světla.

2. Učitelský pokus: ukázka rovinného zrcadla

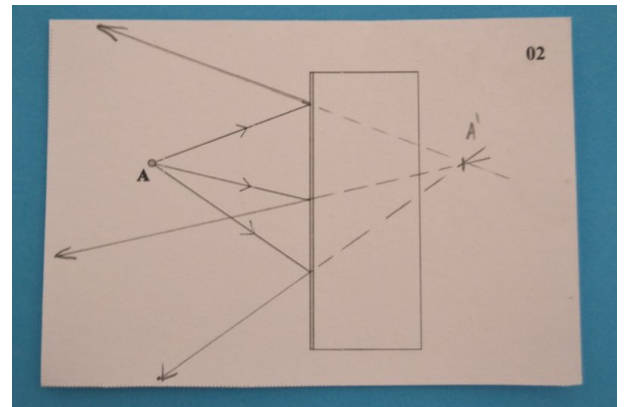
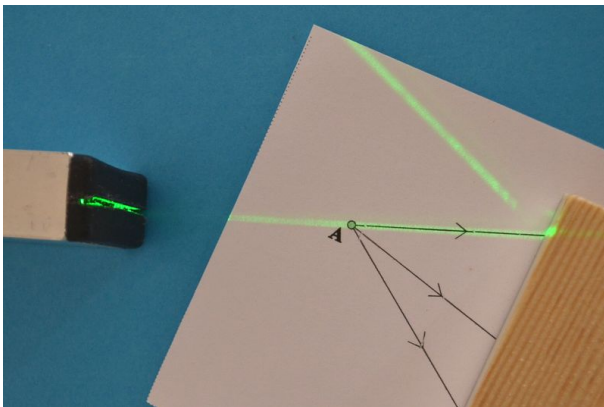
Vybavení: demonstrační rovinné zrcadlo

Učitel natočí zrcadlo na třídu a nechá žáky, aby se do něj podívali. Diskutují o tom, čím se liší povrch zrcadla od běžného povrchu, jaký je rozdíl mezi zrcadlením a rozptylem světla.

3. Žákovský pokus: odraz rozbíhavého svazku na rovinném zrcadle

Vybavení: japonské krabičky, baterie, maketa rovinného zrcadla, pracovní list č.2, tužka, pravítko

Už známým postupem žáci najdou polohu odražených paprsků. Rozbíhavý svazek se odrazí opět jako rozbíhavý. Pracovní list zatím neodkládají, budou v něm pracovat ihned po následujícím učitelském pokusu.



4. Učitelský pokus: kde vidíme předmět?

Vybavení: demonstrační rovinné zrcadlo

Učitel začne úvahou o tom, jaké svazky světla dopadají do našich očí. Jsou rozbíhavé - předmět vidíme v místě, odkud se svazek rozbíhá. Natočí zrcadlo směrem k žákům a zeptá se jich, kde vidí obraz v zrcadle - na zrcadle, před zrcadlem nebo za zrcadlem? Otázku lze formulovat i jinak - co je k žákům blíže, samotné zrcadlo (ruka, která ho drží) nebo obraz v zrcadle?

Zrcadla - podrobný popis pokusů

Většina žáků odmítá uznat, že obraz leží za zrcadlem. Proto se nyní žáci vrátí k pracovnímu listu č. 2 a pomocí pravítka zkonstruují bod, ze kterého zdánlivě vycházejí odražené paprsky - tento bod leží za rovinou zrcadla. Ti, kteří pracovali s dostatečnou přesností, zjistí, že je tento bod symetrický podle roviny zrcadla s původním zdrojem světla.

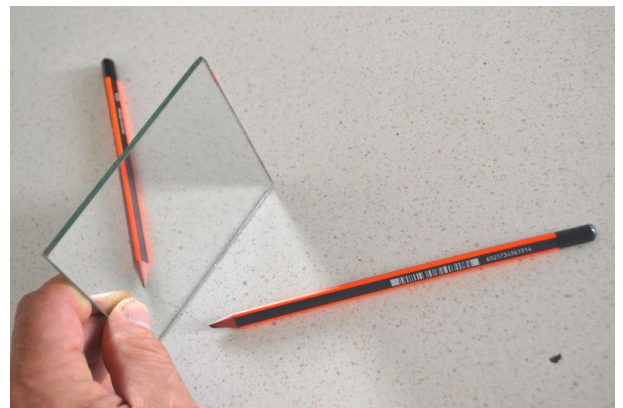
Jestliže situace dovolí, ihned následuje žákovský pokus.

5. Žákovský pokus: poloha obrazu

Vybavení: žákovská čtvercová zrcadla, sešit, tužka

Nejprve se žáci podívají do zrcadla na sebe a zkusí se ještě jednou zamyslet nad tím, kde se vidí. Poté postaví zrcátko svisle na stránku sešitu - stránka vypadá, jako by v zrcadle pokračovala dál. Stejně tak když před zrcadlo položí tužku, vypadá to, jako by vedle ní ležela druhá. Dokonce lze pomocí dvou podobných tužek vytvořit jednu "spojenou" - viz fotografie.

Po tomto pokusu již většina žáků uznává, že obraz je za zrcadlem.



6. Učitelský pokus: ukázky kulových zrcadel

Vybavení: demonstrační kulová zrcadla, demonstrační ploché zrcadlo

Cílem tohoto pokusu je ukázat, že zakřivená zrcadla zobrazují jinak než rovinná zrcadla. Podrobný rozbor velikosti a polohy obrazu v zakřivených zrcadlech proběhne až při navazujících pokusech.

Zrcadla - podrobný popis pokusů

Učitel nastaví třídě rovinné zrcadlo a vedle něj vypuklé zrcadlo. Žáci zjistí, že se ve vypuklém zrcadle vidí menší než v rovinném. Když učitel nastaví třídě dvě různá vypuklá zrcadla, vidí se v každém z nich jinak "malí". Nyní se učitel zeptá, kde žáci vidí obraz ve vypuklém zrcadle. Většina odpovídá, že mnohem dál než v rovinném. Zaměňují velikost obrazu a jeho vzdálenost.



Ještě podivnější je, když učitel nastaví třídě duté zrcadlo - vidí se v něm převráceně. A navíc si někteří všimnou, že obraz leží před zrcadlem. Tento fakt učitel demonstruje tím, že promítne dutým zrcadlem na zeď obraz krajiny za oknem.



Nyní natočí duté zrcadlo zpět na třídu a přiblíží k němu zepředu ruku - obraz ruky je tentokrát zvětšený, vzpřímený a leží za zrcadlem!

7. Žákovský pokus: sledování obrazů ve lžičkách

Vybavení: lžičky

Žáci využijí nerezové lžičky jako provizorní zakřivená zrcátka. Poloha obrazu ve lžičce velmi dobře vynikne, pokud lžička leží na rovinném zrcátku - každý z obrazů je viditelně jinak daleko.

Vznik zvětšeného obrazu si žáci vyzkouší tak, že lžičku přiloží na oko - uvidí v ní obraz svého oka (viz fotografie).

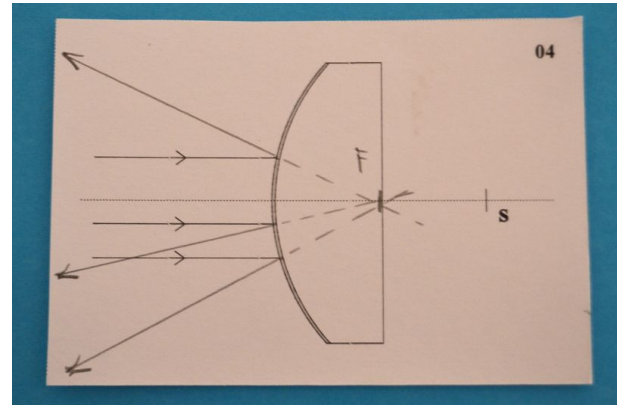
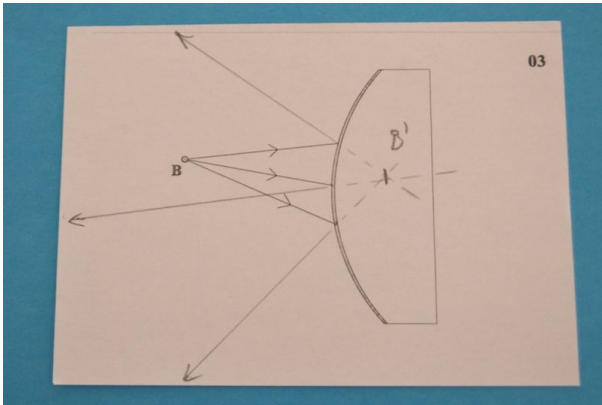


8. Žákovský pokus: vypuklé zrcadlo

Vybavení: japonské krabičky, baterie, maketa vypuklého zrcadla, pracovní listy č. 3 a 4, tužka, pravítko

Žáci zakreslí u obou pracovních listů odražené paprsky. Pomocí pravítka naleznou místa, odkud odražené paprsky zdánlivě vychází. Na listu č. 3 si ověří, že obraz leží za zrcadlem, ale na rozdíl od rovinného zrcadla blíže k zrcadlicí ploše než je předmět. Na listu č. 4 zjišťují, jak se odráží rovnoběžný svazek - učitel může zavést pojem ohnisko.

Poznámka: úspěšnost tohoto pokusu závisí na tom, jestli učitel už dříve naučil žáky pracovat s tím, že všechna reálná měření mají určitou nepřesnost. Tři nalezené paprsky se dost často žákům neprotnou v jednom bodě - z části je to způsobenou nepřesností rýsování, z části faktem, že se jedná o kulové zrcadlo, takže se tyto tři paprsky neprotnou v jednom bodě ani při teoretickém výpočtu.



9. Učitelský pokus: demonstrační vypuklá zrcadla

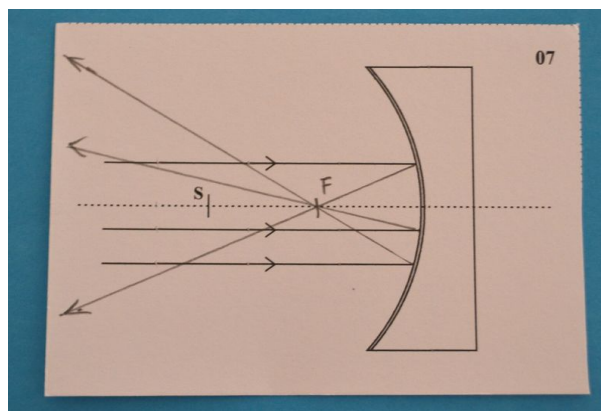
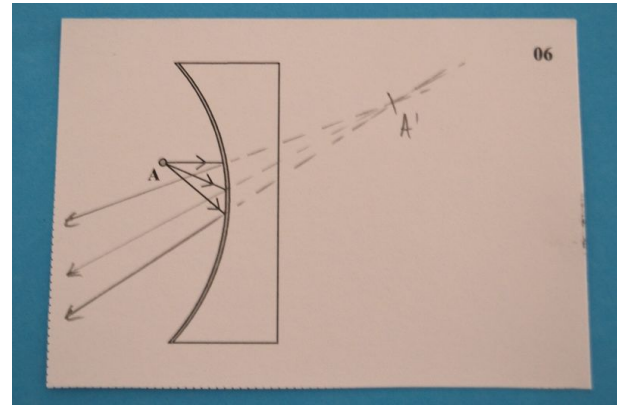
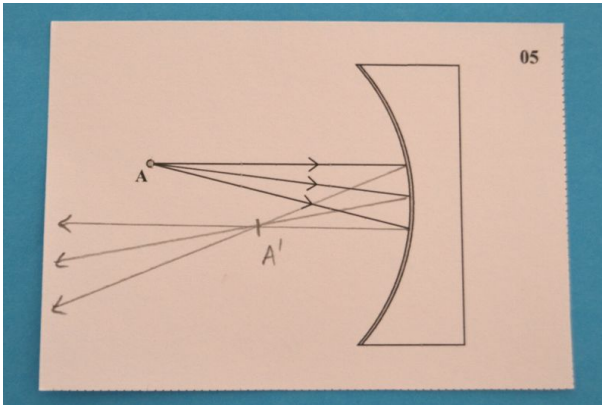
Vybavení: demonstrační rovinné zrcadlo, demonstrační vypuklá zrcadla

V těsné návaznosti na předchozí pokus učitel opět použije rovinné a vypuklé zrcadlo. Žáci porovnávají polohu obrazů - obrazy ve vypuklých zrcadlech jsou k nim mnohem blíže než v rovinném zrcadle. Navíc vidí, že poloha obrazů závisí i na zakřivení zrcadla.

10. Žákovský pokus: duté zrcadlo

Vybavení: japonské krabičky, baterie, maketa dutého zrcadla, pracovní listy č. 5, 6 a 7, tužka, pravítko

Žáci vypracují listy. Listy č. 5 a 6 ukazují, že u dutého zrcadla závisí vlastnosti vzniklého obrazu na tom, jak daleko se nachází předmět. U vzdálených předmětů se odráží rozbíhavý svazek jako sbíhavý, u blízkých předmětů se rozbíhavý svazek odráží jako rozbíhavý. Takže v prvním případě vznikne skutečný obraz před zrcadlem, ve druhém případě zdánlivý obraz za zrcadlem. Poslední pracovní list ověřuje odraz rovnoběžného svazku. Odrážejí se do jediného bodu - do ohniska.



11. Učitelský pokus: demonstrační dutá zrcadla

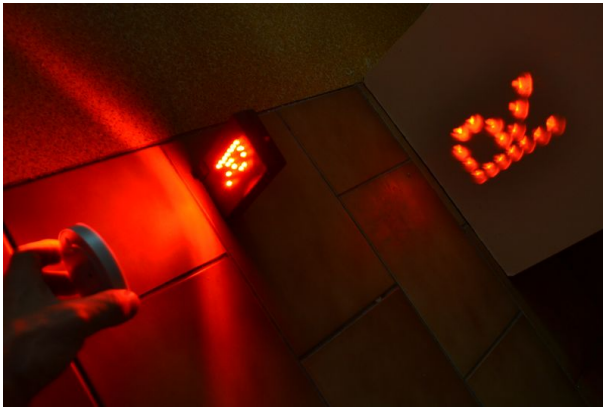
Vybavení: demonstrační dutá zrcadla, demonstrační rovinné zrcadlo, svítící obrázek z LED.

Učitel natočí duté zrcadlo směrem z žákům a dá před něj ruku - zvětšený obraz ruky leží za zrcadlem. Připomene, že se jedná o situaci, kdy je předmět příliš blízko a zrcadlo odrazí svazek paprsků jako rozbíhavý - vzniká zdánlivý obraz.



Zrcadla - podrobný popis pokusů

V dalším kroku učitel zapne svítící obrázek a promítne jeho obraz dutým zrcadlem na stěnu - svazek světla se odráží jako sbíhavý, světlo vycházející z jednoho bodu se opět sejde v jednom bodě. Je vhodné předvést, že obraz vytvořený dutým zrcadlem může být jak zmenšený, tak zvětšený a dokonce stejně velký jako předmět.



12. Učitelský pokus: zapálení slunečními paprsky

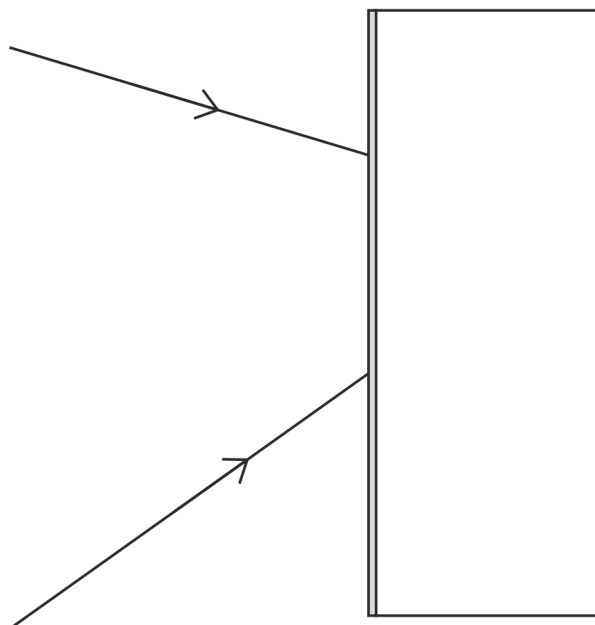
Vybavení: demonstrační duté zrcadlo, krabička zápalek, slunečné počasí

Tento pokus doporučuji zařadit ihned, jakmile bude probíhat některá z vyučovacích hodin za slunečního počasí. Tedy i v době, kdy nebude vše potřebné probráno. Je dost pravděpodobné, že v den, kdy si pokus metodicky naplánujeme, bude Slunce celý den za mraky.

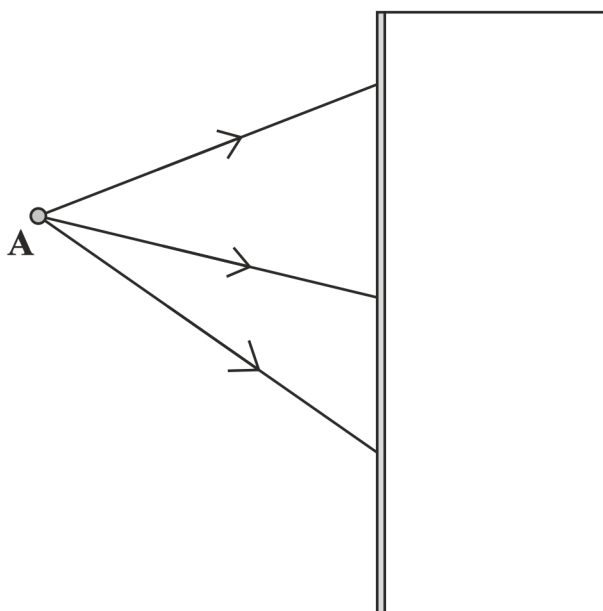
Pokud Slunce nesvítí přímo do učebny, vyvede učitel žáky na dvůr nebo na chodbu, kam dopadá přímé sluneční světlo. Natočí zrcadlo směrem ke Slunci a dlaní najde přibližnou polohu ohniska. Do ruky vezme několik zápalek s hlavičkami vedle sebe (tím se zvýší šance, že alespoň jedna z nich bude v ohnisku zrcadla). Vloží hlavičky zápalek do ohniska - během několika sekund vzplanou.

Doporučuji pokračovat "pálením rukou". Dobrovolníci z řad žáků vloží svou dlaň do ohniska zrcadla - učitel žákovu ruku posune do správné polohy. Jakmile začne ruka pálit, žák s ní ucukne. Tento pokus si žáci velmi dlouho pamatují.

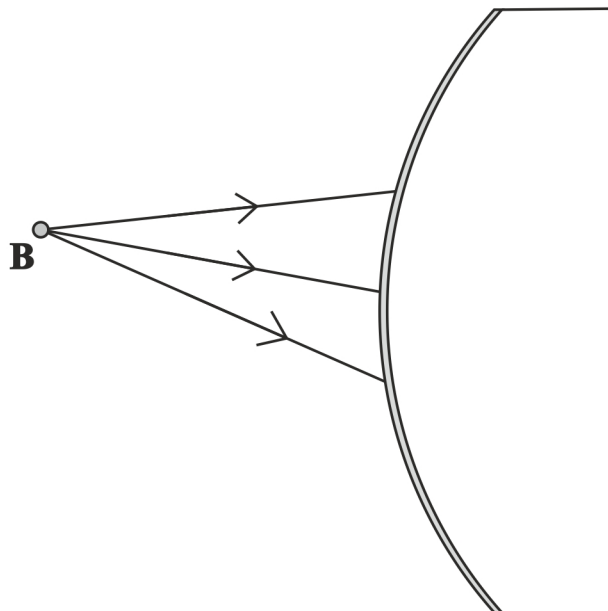
01



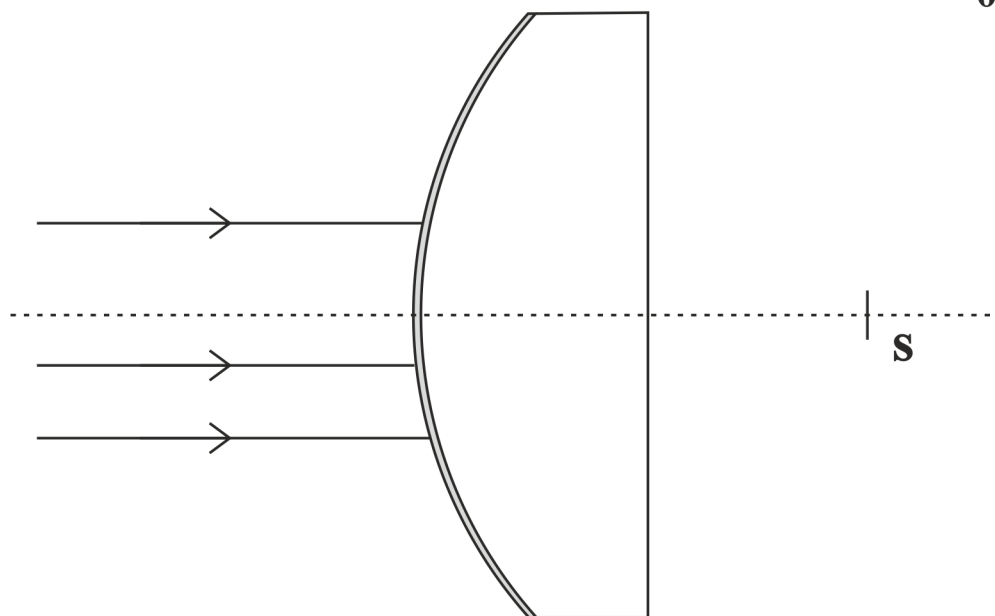
02



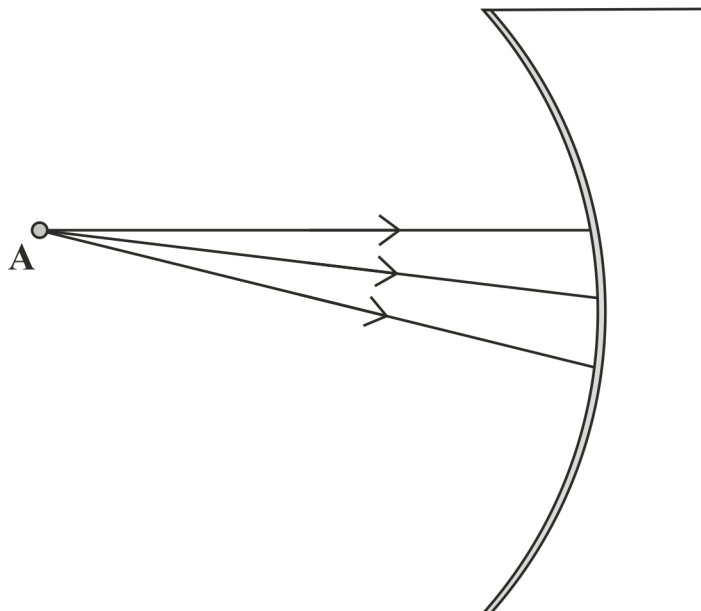
03



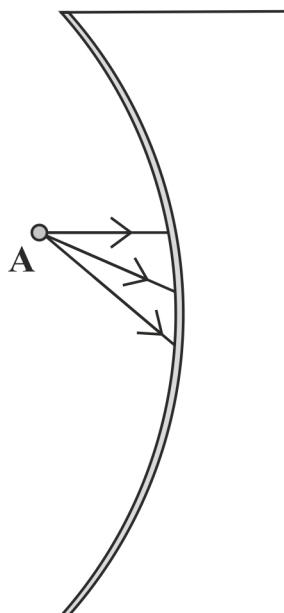
04

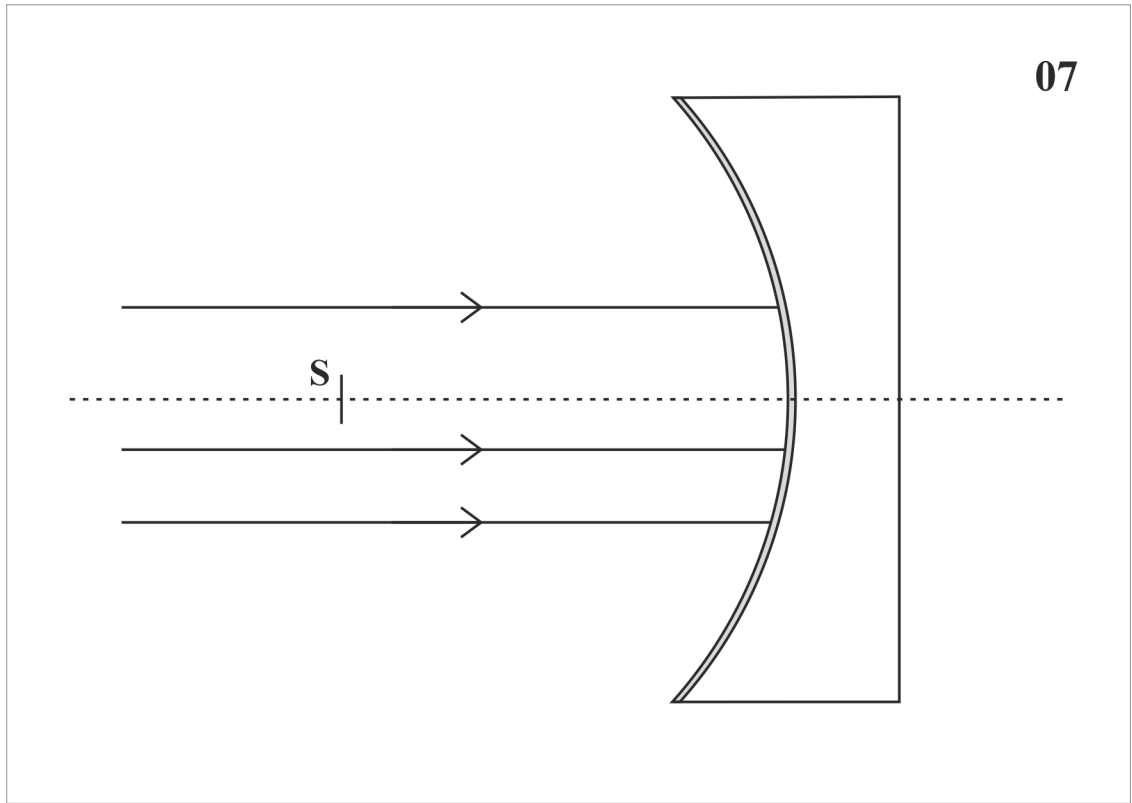


05



06





ELEKTROSTATIKA

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje dvě PVC trubky, dva skleněné odměrné válce, teflonovou folii, bavlněný kapesník, hliníkovou plechovku a odstřížek karimatky.

Žákovská sada

Žákovská sada obsahuje plastová brčka dvou barev, malou teflonovou folii, papírové kapesníčky, rámeček s nitěmi, plastovou hmoždinku na nitě.

ELEKTROSTATIKA

Cíle: existence elektrického náboje, nabíjení těles elektrováním, silové působení nabitých těles

Probráno: základy silového působení, zákon akce a reakce

- 1. Učiteliský:** silové působení nabitého tělesa
- 2. Žákovský:** elektrování brčka, silové působení na hmoždinku
- 3. Žákovský:** přitahování nabitého brčka s rukou
- 4. Učiteliský:** působení neutrálního tělesa na nabitě
- 5. Žákovský:** vzájemné působení dvou stejných brček
- 6. Žákovský:** vzájemné působení dvou různých brček
- 7. Učiteliský:** zavedení kladného a záporného náboje
- 8. Učiteliský:** prozrazení triku

ELEKTROSTATIKA

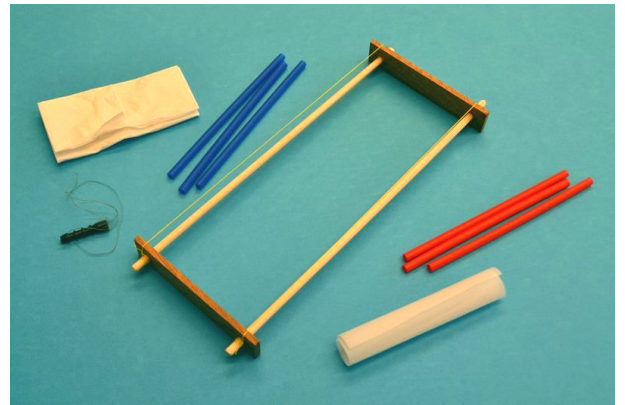
Zařazení: úvod do elektrostatiky v 6. třídě (případně v 8. třídě)

Cíle: existence elektrického náboje, nabíjení těles elektrováním, silové působení nabitých těles

Probráno: základy silového působení, zákon akce a reakce

Vybavení učebny: delší závěs z pevné niti (ze stropu nebo ze stojanu)

Dělení žáků: 12 pracovních skupin



1. Učitelský pokus: silové působení nabitého tělesa

Vybavení: PVC trubka, bavlněný kapesník, plechovka

Učitel bez předchozích komentářů položí na stůl plechovku. Zelektruje trubku kapesníkem a přiblíží ji k plechovce - plechovka se začne kutálet po stole.

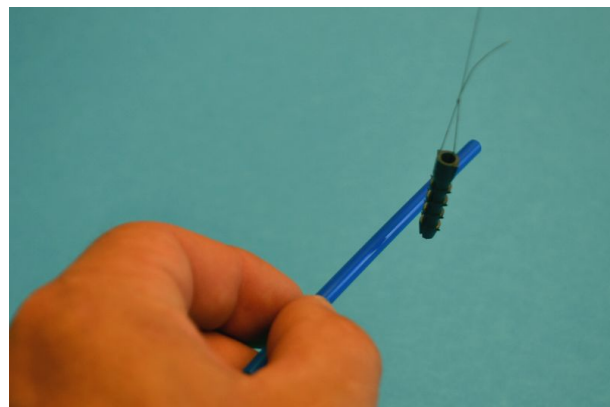
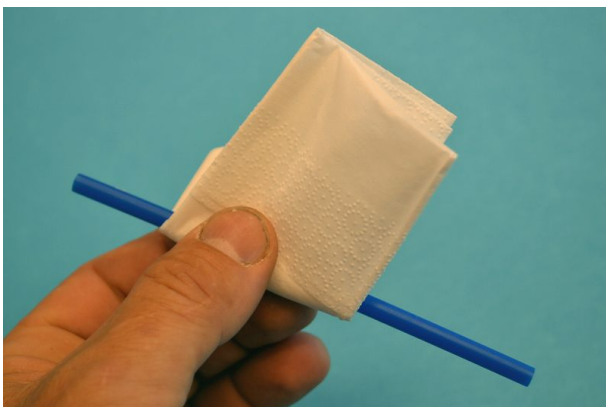


2. Žákovský pokus: elektrování brčka, silové působení na sponku

Vybavení: modré brčko, papírový kapesník, plastová hmoždinka na niti

Jedná se o žákovské ověření předchozího učitelova pokusu a o úvodní aktivitu - je nutné naučit žáky elektrovat brčka, tj. použít vhodnou sílu tak, aby kapesník třel o brčko, ale nerozmačkal ho.

Žáci zelektrují brčko. Jeden z nich drží hmoždinku na niti a druhý se ze strany přiblíží ke hmoždince brčkem - hmoždinka se přitáhne.

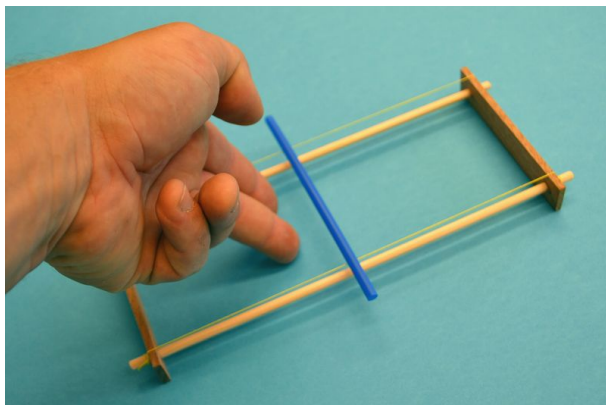


3. Žákovský pokus: přitahování nabitého brčka s rukou

Vybavení: rámeček s nitěmi, modré brčko, papírový kapesník

Žáci zelektrují brčko a položí ho na nitě. Ze strany se přiblíží rukou - brčko se k ruce přikutálí.

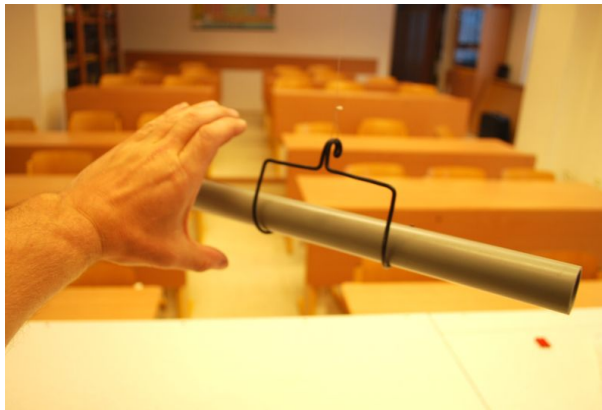
Poznámka: tyto pokusy je nutno provádět na nitích - pokud se zelektrované brčko položí přímo na stůl, přitahuje se se stolem. Odmítá se proto kutálet.



4. Učitelský pokus: působení neutrálního tělesa na nabité

Vybavení: stojan s nití, torzní závěs, PVC trubka, bavlněný kapesník

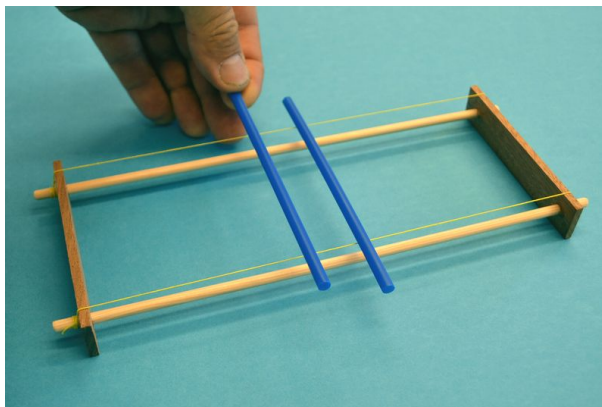
Jedná se o potvrzení předchozího žakovského pokusu. Učitel připraví závěs a zelektruje trubku. Položí zelektrovanou trubku do závěsu. Přiblíží k trubce ze strany ruce - trubka se začne k ruce přitahovat.



5. Žakovský pokus: vzájemné působení dvou stejných brček

Vybavení: rámeček s nitěmi, dvě modrá brčka, papírový kapesník

Žáci zelektrují jedno z brček a položí ho na nitě. Poté zelektrují druhé z brček a přiblíží ho k prvnímu. Brčka se odpuzují - ležící brčko se odkutálí pryč.



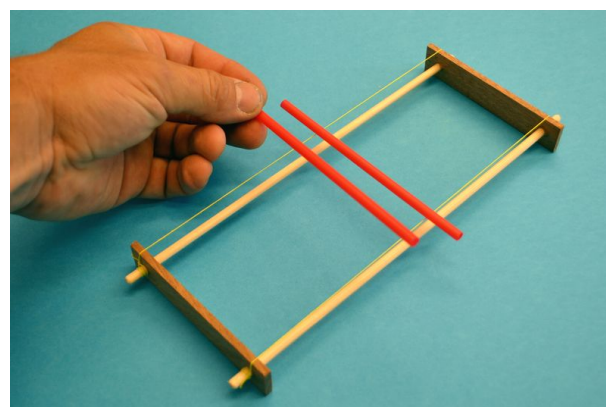
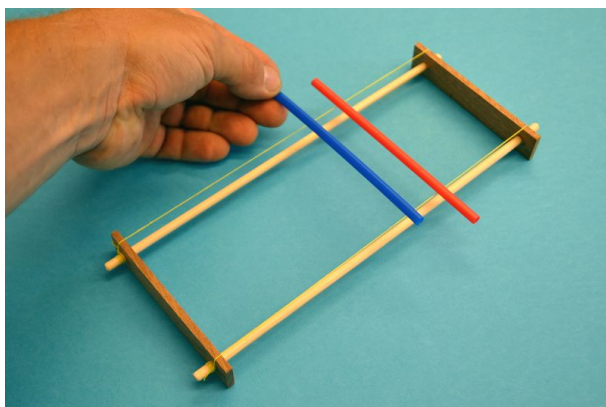
6. Žákovský pokus: vzájemné působení dvou různých brček

Vybavení: rámeček s nitěmi, dvě červená a jedno modré brčko, papírový kapesník, teflonová folie

POZOR! Nyní je nutné žáky upozornit na to, že modré brčko se elektruje papírovým kapesníkem a červené brčko se elektruje teflonem. A že to nemají zaměňovat - pokusy by nefungovaly.

Žáci zelektrují modré brčko papírovým kapesníkem a položí ho na nitě. Poté zelektrují červené brčko teflonem a přiblíží ho k modrému - brčka se k sobě přitáhnou.

Když si totéž vyzkouší se dvojicí červených brček elektrovaných teflonem, brčka se odpuzují.



7. Učitelský pokus: zavedení kladného a záporného náboje

Vybavení: stojan s nití, torzní závěs, dvě PVC trubky, dva skleněné válce, teflonová folie, bavlněný kapesník

Poznámka: pokud je vlhké a studené počasí, je vhodné skleněné válce před pokusem nahřát (např. položením na radiátor nebo fénem). Jde o to, aby se na nich nesrážela vzdušná vlhkost.

Jedná se o potvrzení předchozího žákovského pokusu a jeho rozvedení.

Učitel zelektruje PVC trubku kapesníkem a položí ji do závěsu. Přibližuje se druhou stejnou a stejným způsobem zelektrovanou trubkou - odpuzují se. Nyní zelektruje teflonem jeden skleněný válec a přiblíží ho k trubce - přitahují se.

Do závěsu položí zelektrovaný skleněný válec a přiblíží se k němu druhým zelektrovaným skleněným válcem - odpuzují se.

Elektrostatika - podrobný popis pokusů

Na základě tohoto pokusu lze zavést označení náboje (+) a (-). Na skle vzniká (+), na plastu (-).



8. Učitelský pokus: prozrazení triku

Vybavení: stojan s nití, torzní závěs, dvě PVC trubky, teflonová folie, bavlněný kapesník

Je pravděpodobné, že se během předchozího učitelského pokusu někteří žáci začnou podívat nad tím, jak je možné, že se jedna brčka nabíjela kladně a druhá záporně. Selský rozum napovídá, že barva plastu by o tom neměla rozhodovat.

Učitel zelektruje PVC trubku kapesníkem jako obvykle a umístí ji do závěsu. Poté zelektruje druhou PVC trubku **teflonem**. Trubky se nyní přitahují - teflon zelektruje PVC kladně! Náboj vzniklý třením je dán oběma materiály, které se třou (podrobněji viz triboelektrická řada).

Poznámka: po tomto experimentu je nutno trubku třenou teflonem řádně propláchnout vodou a osušit utěrkou z přírodních vláken. Jinak hrozí, že na trubce zůstanou kladně zelektrované oblasti, což by nepříznivě ovlivňovalo další pokusy.

ELEKTROCHEMIE

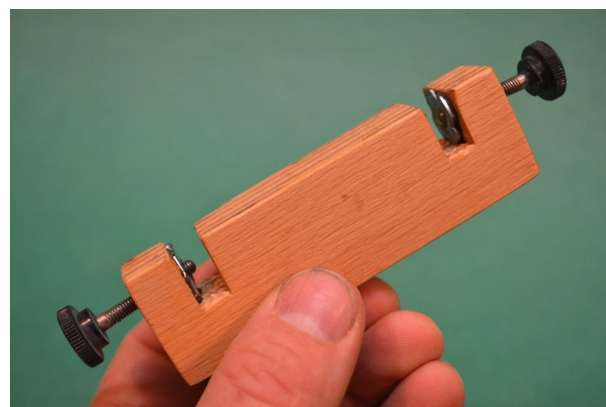
Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje komponenty pro jednotlivé pokusy a nádoby s chemikáliemi (kyselina sírová 30%, hydroxid sodný - Krtek, kuchyňská sůl, saponát, Yamadův univerzální indikátor).

Sadu je nutno doplnit výkonovým zdrojem napětí 5 V (schopným dodávat proudy alespoň 5 A, lépe 10 A) a přívodními vodiči.

1. Držák elektrod

Držák je z překližky, umožňuje uchycení dvou elektrod (lžíce, pásek plechu) tak, aby se v kádince nedotkly a nevyzkratovaly zdroj. Pokud se namočí, okamžitě ho osušte.





2. Yamadův univerzální indikátor

Yamadův univerzální indikátor je směs chemikálií, která reaguje změnou barvy na pH prostředí. V silně kyselém prostředí se barví do červena, ve slabě kyselém do žluta, v neutrálním prostředí je zelený, ve slabě zásaditém modrý a v silně zásaditém je fialový. Je ředitelný vodou, není jedovatý.

Yamadův indikátor je směs čtyř acidobazických indikátorů: thymolová modř 5 mg, methylčerveň 12 mg, bromthymolová modř 60 mg, fenolftalein 100 mg. Tato směs se rozpustí ve 100 ml ethanolu, zneutralizuje roztokem NaOH do tmavě zelené barvy a naředí 100 ml destilované vody (převzato ze stránek Chemické olympiády ... <http://chemiejebozi.cz/docs/cho/2017/cho-d-2017-okres-praxe-reseni.pdf>). Další informace na https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_indicator.

3. Lžice

Lžice jsou běžné příborové lžice z nerezové oceli.

Žákovská sada

Žákovské sady obsahují komponenty pro jednotlivé pokusy. Pro každou skupinu je k dispozici 9V baterie nalepená na destičce s póly vyvedenými na nerezové šroubky. Kladný pól baterie je označený červenou barvou.

Pro každou skupinu je potřeba doplnit multimetr a přívodní vodiče.

ELEKTROCHEMIE

Cíle: základy elektrolýzy, základy chemických článků a akumulátorů

Probráno: základy elektrických obvodů, měření proudu a napětí, chemie: solí, kyselin a hydroxidů

- 1. Učitelský:** vedení proudu v kapalině
- 2. Učitelský:** univerzální indikátor
- 3. Žákovský:** barvení kapky
- 4. Učitelský:** pokovování
- 5. Žákovský:** rozklad vody v pipetě
- 6. Učitelský:** Voltův článek
- 7. Žákovský:** jablečné články
- 8. Učitelský:** olověný akumulátor

ELEKTROCHEMIE

Zařazení: 8. třída

Cíle: základy elektrolýzy, základy chemických článků a akumulátorů

Probráno: základy elektrických obvodů, měření proudu a napětí, chemie: solí, kyselin a hydroxidů

Dělení žáků: 12 pracovních skupin

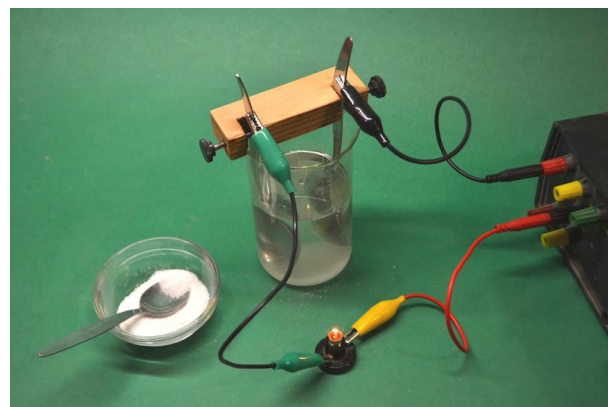
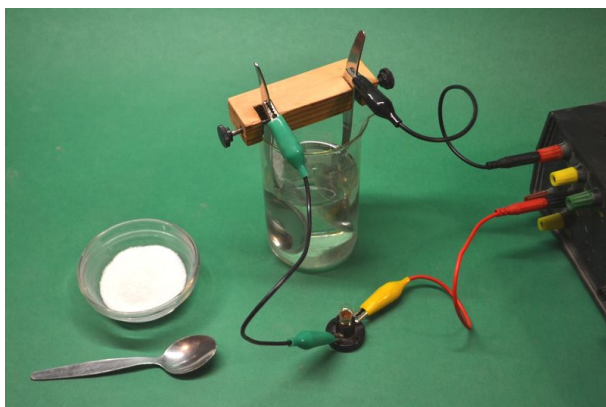
Vybavení učebny: zdroj napětí 5 V / 5 A (minimálně), připojovací vodiče pro zdroj

1. Učitelský: vedení proudu v kapalině

Vybavení: zdroj napětí 5 V, spojovací vodiče, kádinka s vodou, kuchyňská sůl, lžička, držák, dvě lžíce, patice se 6V žárovčkou (doporučen ampérmetr)

Učitel napustí do kádinky vodu z vodovodu (žáci díky tomu vidí, že se jedná o obyčejnou vodu), umístí do držáku obě lžíce a sestaví obvod - kádinka se lžícemi je sériově spojená se žárovčkou. Po zapojení zdroje se nic neděje, žárovčka nesvítí. Učitel diskutuje se žáky o tom, jestli obvodem teče proud. Dojdou k tomu, že proud možná teče, ale tak malý, že žárovčka nesvítí. Běžná voda je velmi špatný vodič. (Zde je možné proud tekoucí obvodem změřit - jsou to zlomky miliampérů.)

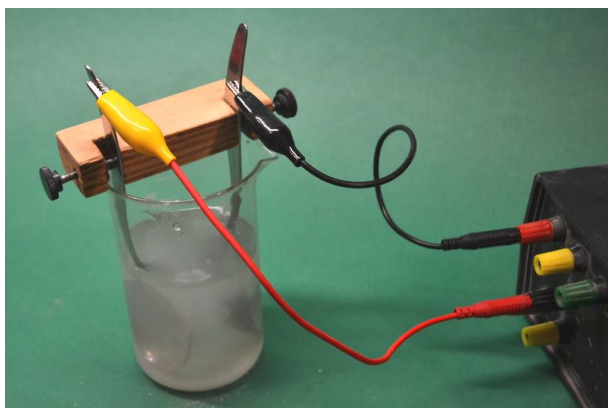
Učitel nasype lžičkou do kádinky sůl - žárovčka začíná postupně svítit. Osolená voda je dobrý vodič. Učitel se zeptá žáků, kteří sedí nejbližší, co se děje v kádince - žáci vidí, že ze lžiček stoupají bublinky.



Elektrochemie - podrobný popis pokusů

Na tomto místě je vhodné zavést základní pojmy - slané vodě se říká elektrolyt, lžičkám elektrody, ději, který probíhá v kádince, elektrolyza. V kádince probíhají při průchodu proudem chemické reakce (vznikají plyny).

Učitel zapojí kádinku přímo na zdroj bez žárovky - v kádince začne vznikat velké množství bublinek (obvodem teče proud několik ampérů). Učitel vypne zdroj - bublinky plynu přestanou vznikat. Příčinou reakcí byl elektrický proud.



V následujícím výkladu je vhodné rozebrat chemické reakce, které v kádince probíhaly. Kuchyňská sůl se ve vodě rozkládá na ionty sodíku a ionty chloru. Záporné ionty chloru putují ke kladné elektrodě, odevzdávají jí elektron, spojují se do molekul Cl_2 a vytvářejí bublinky chloru.

Kladné ionty sodíku putují k záporné elektrodě. Tady je to ale o něco složitější. Molekuly vody se občas rozpadají (disociují) na H^+ a OH^- . Takto vzniklé ionty vodíky přednostně odebírají z elektrody elektrony, vytvářejí molekuly H_2 - ty se spojují do bublinek. Ionty sodíku se kolem elektrody pouze shlukují.

2. Učitelský: univerzální indikátor

Vybavení: Yamadův indikátor, kádinka s vodou, tři injekční stříkačky, citron nebo jiný zdroj kyseliny, čistič Krtek (NaOH) nebo jiný hydroxid, dvě malé kádinky, lžička

Učitel natáhne do všech stříkaček malé množství indikátoru, který následně naředí vodou.

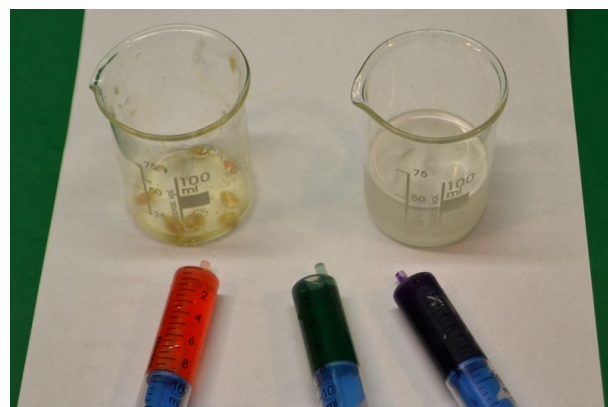
Elektrochemie - podrobný popis pokusů



Dále připraví do malých kádínek kyselý a zásaditý roztok.



Do jedné stříkačky natáhne trochu kyseliny a ukáže žákům, jak se indikátor přebarvuje ze zelené přes žlutou na červenou. Do druhé stříkačky natáhne trochu zásady a ukáže, jak se indikátor přebarvuje na modrou až fialovou. Diskutuje se žáky o tom, jak pomocí indikátoru detekovat kyselost či zásaditost prostředí. Upozorní je na to, že závěry tohoto pokusu budou potřebovat v následujícím žákovském experimentu.

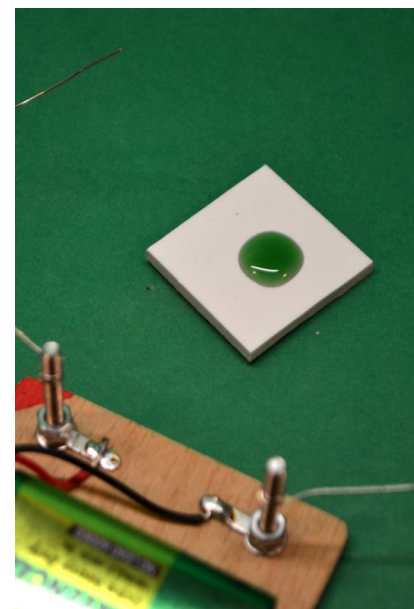
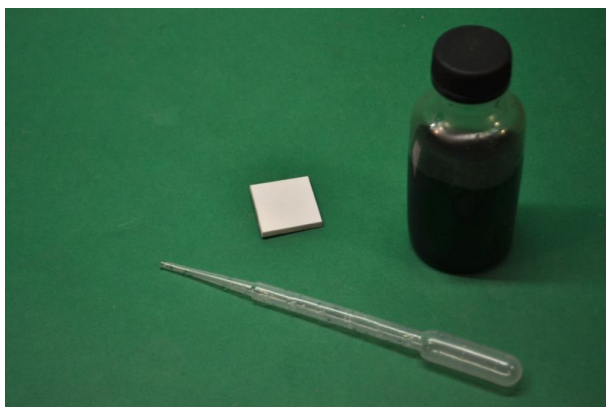
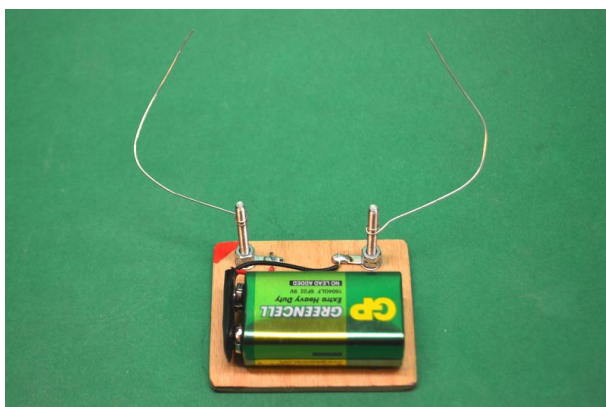


3. Žákovský: barvení kapky

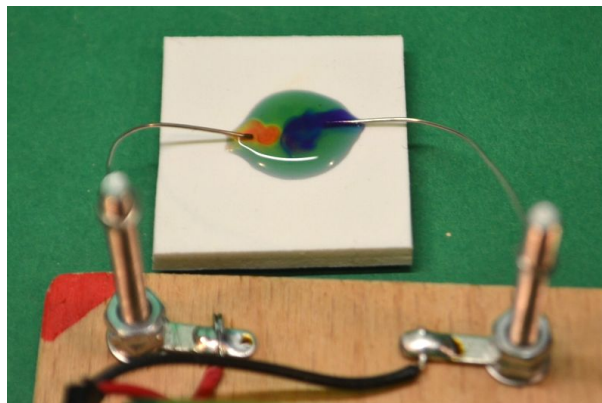
Vybavení: baterie 9 V, dva drátky, plastová destička

Společné vybavení: Yamadův indikátor, plastová pipeta

Žáci uchytí drátky na póly baterie - stačí je několikrát otočit kolem šroubku. POZOR - dráty se nesmějí vzájemně dotýkat, baterie by se vyzkratovala! Učitel obejde skupiny a každé kápne pipetou trochu indikátoru na plastovou destičku.



Žáci přiloží ke kapce konce drátků (z opačných stran) a sledují, co se děje. Po chvílce se kolem drátku připojeného ke kladnému pólu začne kapka zbarvovat do červena, kolem záporného drátku do tmavě modra. Jakmile se kapka zabarví do červeno-modra, odpojí dráty od baterie. Plastové destičky umyjí pod tekoucí vodou.

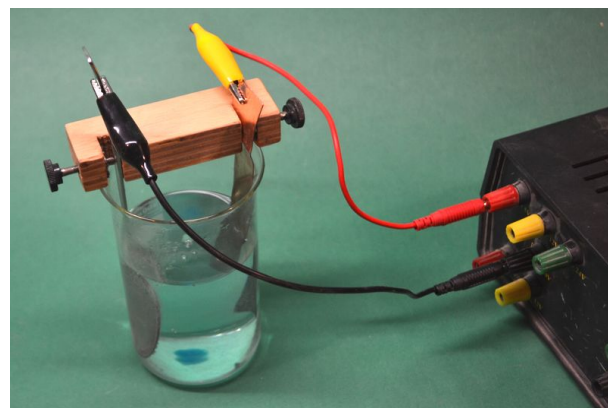
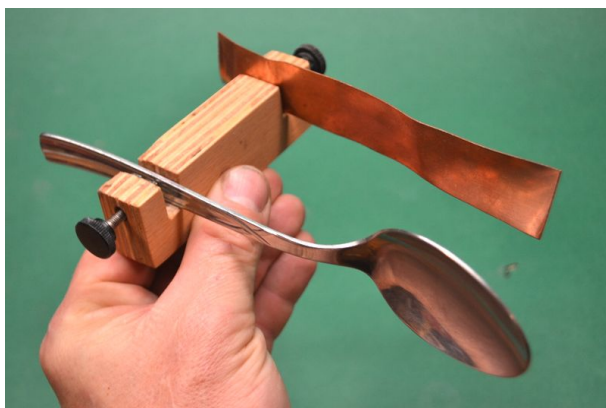


Učitel diskutuje se žáky pozorované jevy - žákům dojde, že prováděli elektrolýzu, konce drátků fungovaly jako elektrody. Ke kladné elektrodě se stahují záporné ionty - vzniká kyselé prostředí, kolem záporné elektrody se stahují kladné ionty - vzniká zásadité prostředí.

4. Učitelský: pokovování

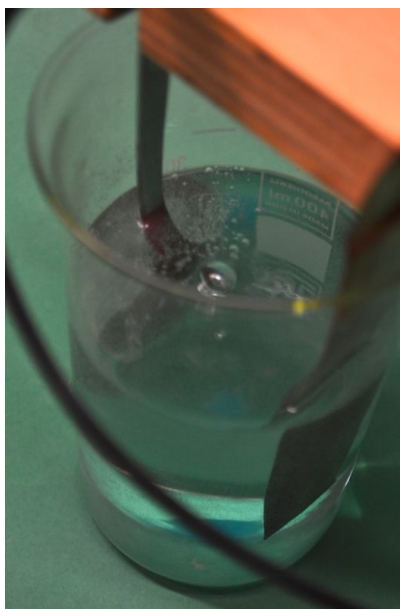
Vybavení: zdroj napětí 5 V, spojovací vodiče, kádinka s vodou, lžička, kyselina sírová (30%), skalice modrá, držák, lžice, pásek měděného plechu.

Učitel připraví elektrolyt - roztok skalice modré ve vodě s malým přídavkem kyseliny sírové (zvyšuje vodivost roztoku). Do držáku umístí lžičku a pásek mědi (pozor - nesmějí se dotýkat!). Držák s elektrodami umístí do kádinky s roztokem a připojí na zdroj napětí - měď musí být připojena k (+) pólu zdroje.



Elektrochemie - podrobný popis pokusů

Obvodem teče proud několika ampérů (jeho velikost závisí na koncentraci elektrolytu). Učitel nechá proud téct po dobu 1-2 minut. Poblíž sedící žáci popisují, co se uvnitř kádinky děje - na lžici se uvolňuje velké množství plynu.



Učitel vypne zdroj a odpojí vodiče od držáku. Držák vyjme z kádinky a ukáže elektrody třídě. V tomto okamžiku žáci vždy překvapeně zašumí - lžice se pokryla červenou vrstvou mědi. Naopak z povrchu mědi byla viditelně odleptaná vrstvička kovu.



Učitel upozorní žáky na to, že na přivrácené straně lžice se vyloučila mnohem silnější vrstva mědi než na odvrácené straně. Učitel umyje lžici i plech ve vodě (vyloučená měď netvoří souvislou vrstvu, lze ji snadno opláchnout).

Elektrochemie - podrobný popis pokusů

V následujícím výkladu by mělo dojít k rozboru chemických reakcí během pokovování. Skalice modrá se ve vodě rozloží: $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{+II} + \text{SO}_4^{-II}$.

Obdobně kyselina sírová $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{-II}$. Síranové ionty putují ke kladné měděné elektrodě, díky tomu v jejím okolí vzniká silná kyselina sírová, která elektrodu postupně naleptává – do roztoku uvolňuje další ionty mědi. Kladné ionty mědi a vodíku putují k záporné elektrodě, kde získávají elektrony. Vodík následně vytváří bublinky, měď vytváří na lžici vrstvu.

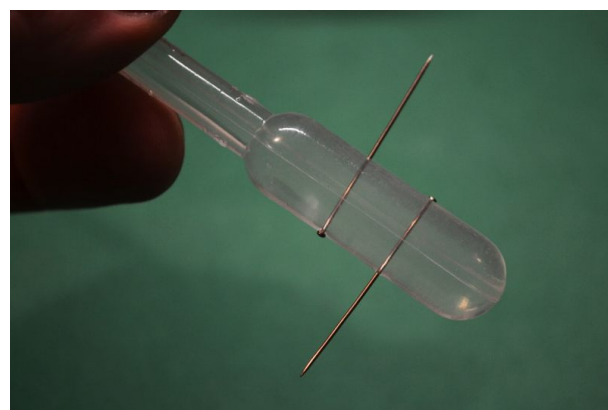
5. Žákovský: rozklad vody v pipetě

Vybavení: 9V baterie, plastová pipeta, dva špendlíky, dva kolíčky na prádlo, PVC hadička, malá kádinka, dva spojovací vodiče

Společné vybavení: kádinka se slanou vodou, kádinka s roztokem saponátu, zápalky, špejle (doporučeno - kádinka s vodným roztokem H_2SO_4)

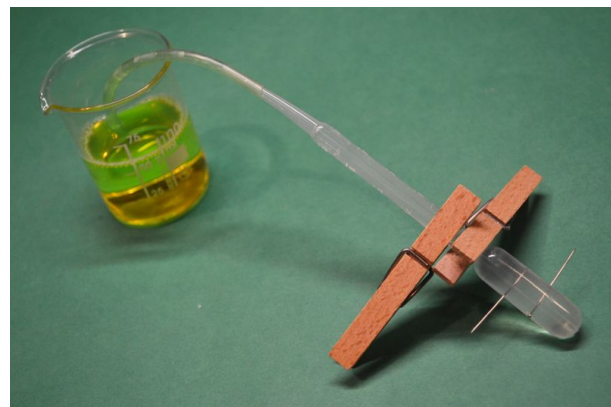
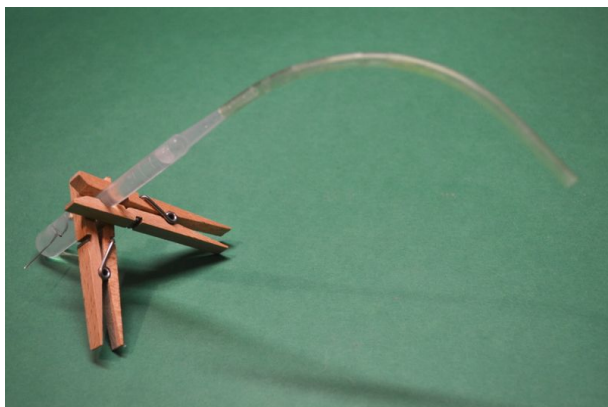
Učitel předem připraví v jedné kádince slanou vodu (nemusí to být koncentrovaný roztok) a ve druhé kádince roztok Jaru nebo jiného saponátu. Žáci si naplní plastové pipety slanou vodou (toto je asi nejnáročnější část celého experimentu, pokud máte nešikovnou třídu, naplňte pipety předem sami).

Pipetu propíchnou dvěma špendlíky - je vhodné pipetu se špendlíky namalovat ve velkém na tabuli, aby nedošlo k omylu. Špendlíky se v pipetě nesmějí dotýkat!

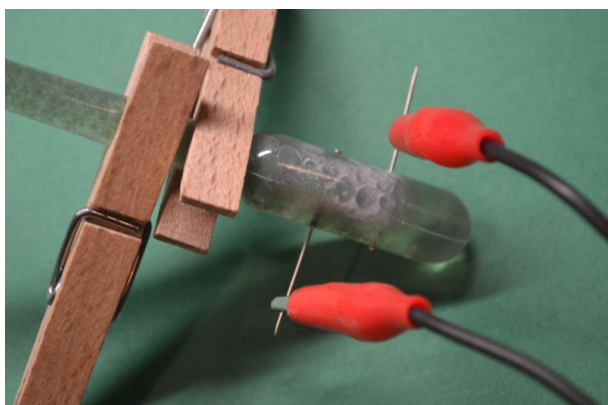


Na konec pipety nasadí hadičku a ze dvou kolíčků na prádlo vytvoří stojan. Učitel rozlije jednotlivým skupinám do kelímku saponátový roztok. Žáci nastaví aparaturu tak, aby konec hadičky zasahoval do saponátového roztoku.

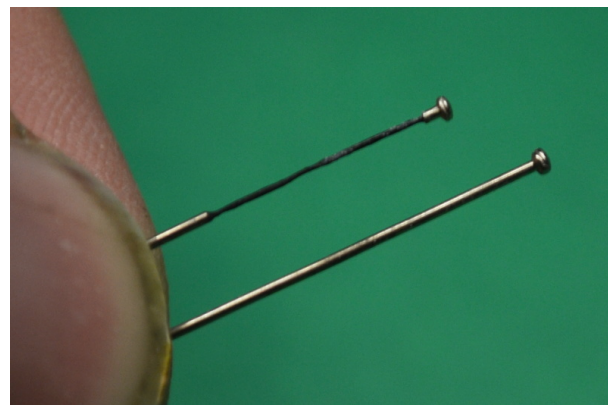
Elektrochemie - podrobný popis pokusů



Žáci připojí 9V baterii na špendlíky. Ve slané vodě začne probíhat elektrolýza - vyvíjí se plyny a elektrolyt tmavne. Z hadičky unikají plyny do saponátového roztoku a vytvářejí bublinky. Ze začátku je z hadičky vytlačován pouze vzduch, nově vzniklé plyny tvoří bublinky až po chvíli.



Nyní začíná nejzábavnější část pokusu - učitel obchází třídu se zapálenou špejlí (stačí i sirky) a zapaluje bublinky. Až vodík štěkne všem skupinám, žáci odpojí zdroj. Rozmontují aparaturu, špendlíky vytáhnou z pipety a odloží na stůl, pipetu s nevábným černým obsahem vyhodí do koše. Prohlédnou si špendlíky - jeden zůstal nedotčený, druhý se téměř rozpustil.



Nyní je nutné rozebrat děje, ke kterým docházelo během elektrolýzy. Je to obdoba úvodního učitelského pokusu - tzv. rozklad vody. Rozpustil se špendlík, který byl připojený na (+) pólu baterie - na něm docházelo k vylučování chloru. Špendlík je z obyčejné oceli, proto reagoval s chlorem za vzniku chloridu železitého FeCl_3 . Černá sloučenina je pravděpodobně hexahydrát chloridu železitého (odhaduji podle barvy). Na špendlíku připojeném k (-) pólu baterie se vylučoval vodík, který posléze vytvářel bublinky v saponátu.

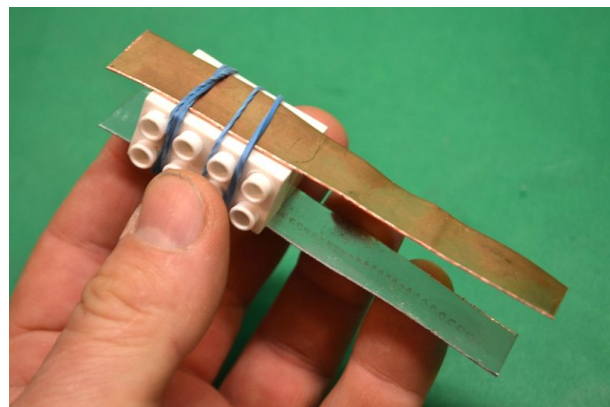
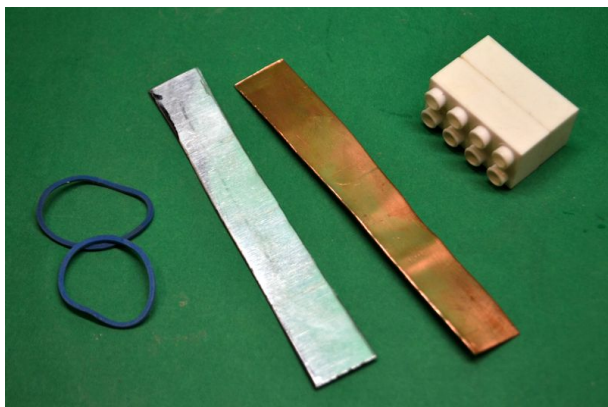
Pokud chcete, doplňte tento žákovský pokus učitelským - proběhne úplně stejně, jen pipetu naplníte kyselinou sírovou. Díky tomu budou vznikat na špendlících vodík a kyslík. Část kyslíku sice zreaguje se železem, ale část ho odejde do bublinek. Po zapálení bublinek se místo mírného štěknutí ozve ohlušující rána. Shoří sice stejné množství vodíku jako v žákovské variantě, ale mnohem rychleji (je už smíchaný s kyslíkem - dojde k explozi). Proto vznikne výraznější tlaková vlna - hlasitější výbuch.

6. Učitelský: Voltův článek

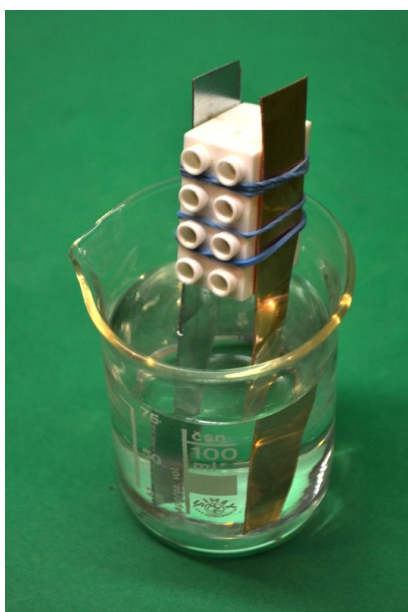
Vybavení: pásy měděného a zinkového plechu, plastové kostičky, gumičky, kádinka, kyselina sírová (30%), voltmetr s přívodními vodiči

Pokus je vhodné umístit na úvod probírání chemických článků. Učitel ukáže žákům oba plechy a uchytlí je na kostičky Lega pomocí gumiček.

Elektrochemie - podrobný popis pokusů



Do kádinky nalije kyselinu a vloží do ní spojené plechy. Žáci, kteří sedí poblíž, nahlásí, co vidí – na zinkovém plechu vznikají bublinky. Učitel připojí voltmetr a změří napětí mezi plechy – naměří cca 0,9 V. Vznikl chemický zdroj napětí.



Učitel vyjme plechy z kádinky, opláchně je pod vodou a nechá oschnout. Kyselinu z kádinky může nalít zpět ke zbytku kyseliny (pokud ji používá pouze ke svým – fyzikálním – pokusům).

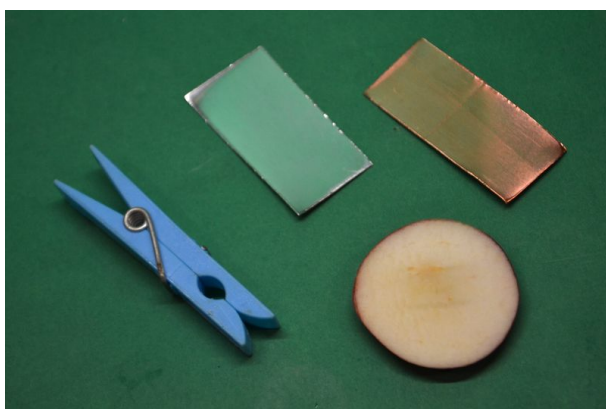
Učitel diskutuje se žáky procesy, které probíhaly v kádince. Měď s kyselinou prakticky nereaguje, mezi ní a kyselinou není napětí (jsou na stejném potenciálu). Zinek naopak reaguje celkem ochotně – rozpouští se. Ze zinkového plechu odcházejí do roztoku kladné ionty zinku, plech se proto nabíjí záporně. Změřených 0,9 V je napětí mezi zinkovým plechem a kyselinou.

7. Žákovský: jablečné články

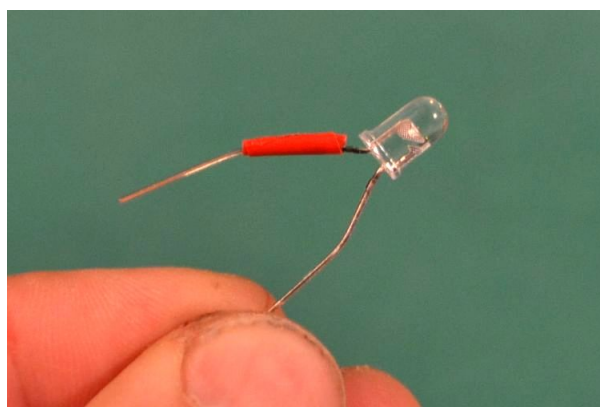
Vybavení: měděný a zinkový plech, plastový kolíček na prádlo, multimetr, dva spojovací vodiče (nejsou nutné), svítivá dioda (tu žáci dostanou až na poslední část pokusu)

Společné vybavení: jablko (nebo dvě), kuchyňské prkénko, nůž

Učitel rozkrájí jablko na tenké plátky. Žáci na plátek přiloží oba plechy a zajistí je kolíčkem.



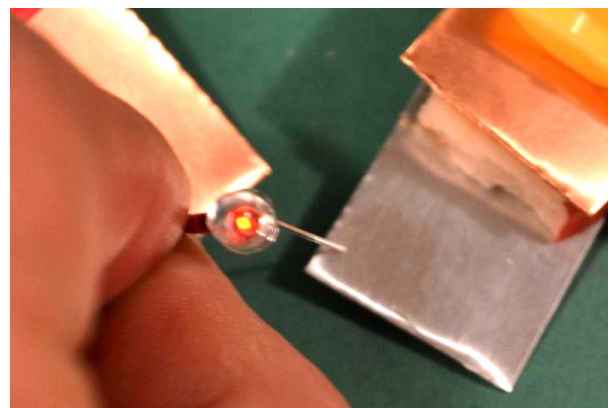
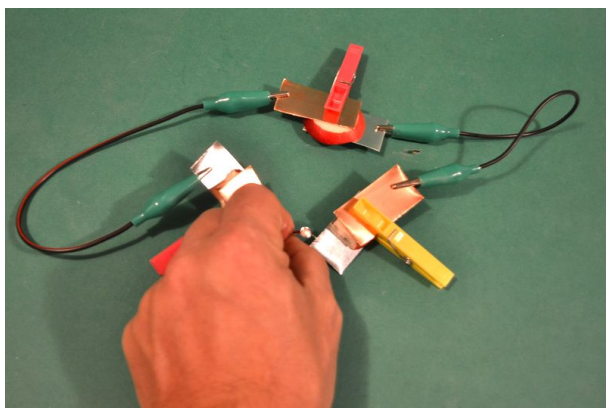
Žáci nastaví multimetr na měření napětí a změří napětí mezi plechy (multimetr by měl ukázat něco kolem 0,9 V). Určí, který z plechů je kladný a který záporný. Poté odpojí multimetr, přepojí ho na měření proudu a změří zkratový proud článku (nehrozí poškození měřáku, proud je v řádech desetin miliampéru). Je vhodné, aby učitel žáky upozornil na to, že změřené napětí a proud neodpovídají stejné situaci (napětí měřili tehdy, když ze články prakticky žádný proud netekl, proud zase měřili při zkratu).



Učitel žákům ukáže svítivou diodu, upozorní je na to, že dioda musí být připojená se správnou polaritou, jinak nesvítí. (+) pól je označený červeně. Žáci připojí diodu ke článku, dioda nesvítí. Žáci celkem snadno přijdou na to, že má článek příliš malé napětí. Učitel diskutuje se žáky, jak diodu rozsvítit. Žáci asi sami navrhnou sériové zapojení více článků.

Elektrochemie - podrobný popis pokusů

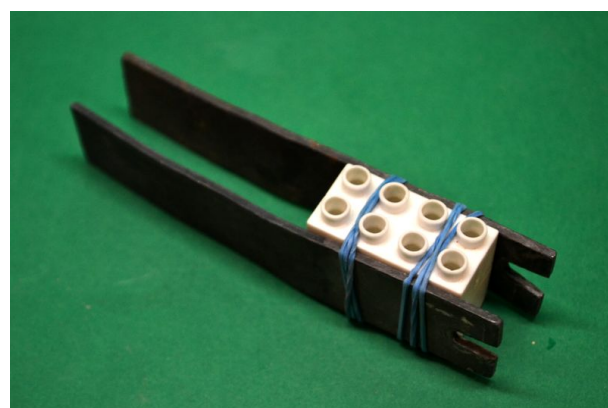
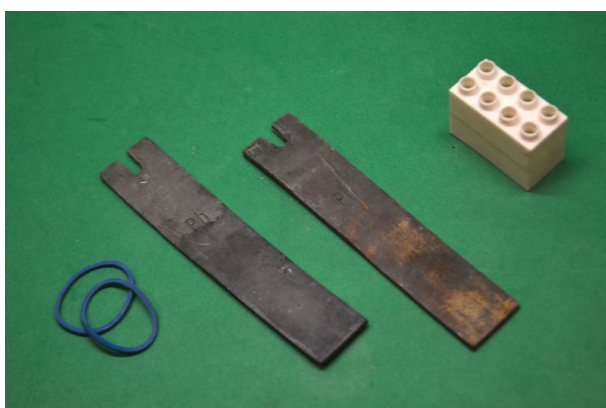
Dostanou proto vybavení na další dva články (pokud nemají spojovací vodiče, postačí, když se plechy dotýkají) - dioda se tentokrát rozsvítí (i když jen na zlomek svého běžného výkonu).



8. Učitelský: olověný akumulátor

Vybavení: dva olověné plechy, kyselina sírová (30%), kádinka, 6V žárovka v patici, spojovací vodiče, zdroj napětí 5 V.

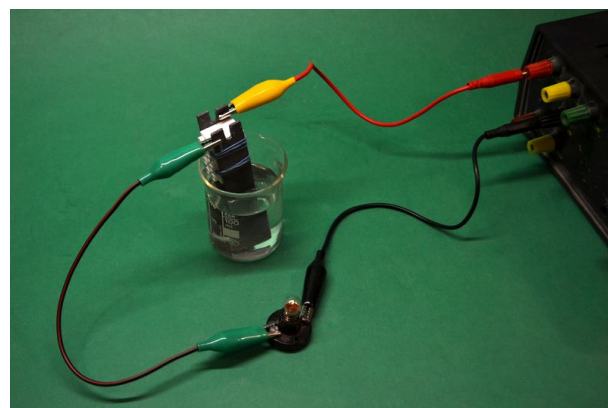
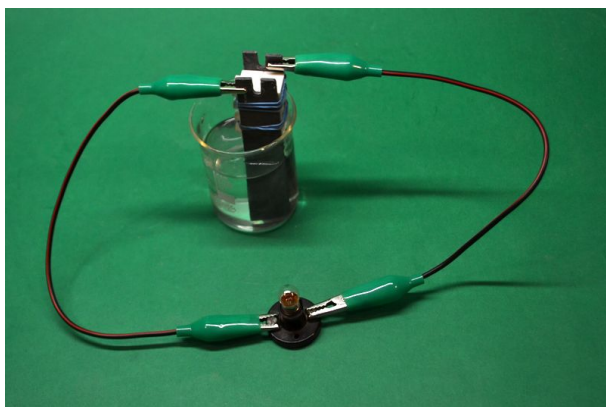
Učitel musí pokus připravit před hodinou. Olověné plechy spojí podobně jako u Voltova článku a vloží je do kyseliny sírové. V ní nechá plechy stát alespoň 10 minut (je nutné, aby se na nich vytvořil povlak síranu olovnatého). Nachystá tedy vše nejlépe ještě o přestávce.



Elektrochemie - podrobný popis pokusů



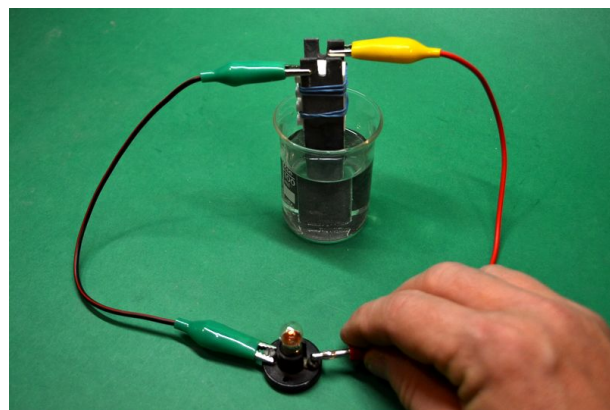
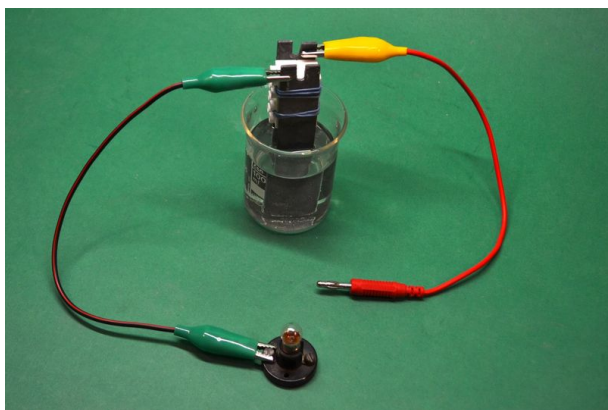
Vlastní pokus začne učitel tím, že na olověné plechy připojí žárovičku. Žárovíčka nesvítí. Učitel diskutuje se žáky, proč olověné plechy nefungují jako chemický článěk. Žáci možná přijdou na to, že jsou oba plechy stejné, proto mezi nimi nemůže být napětí. V dalším kroku spojí učitel žárovičku a plechy sériově, připojí vše na 5V zdroj napětí.



Žárovíčka mírně svítí (slouží kromě jiného jako omezovač proudu v obvodu). Učitel nechá protékat proud alespoň 5 minut. Během té doby rozebírá se žáky děje, které probíhají v kádince. Kyselinou protéká proud, dochází k elektrolýze. Elektrody jsou díky přípravě obaleny tenkou vrstvičkou síranu olovnatého. Ke kladné elektrodě se přesouvají síranové ionty, vzniká kolem ní koncentrovanější kyselina sírová, dochází k reakcím, které mění síran olovnatý na oxid olovnatý. K záporné elektrodě se přesouvají ionty vodíku. Dochází k reakci vodíku se síranem olovnatým - jeho vrstvička na elektrodě se po chvíli rozpustí. Dojde k tomu, že povrch jedné elektrody tvoří čisté olovo, povrch druhé elektrody oxid olovnatý.

Elektrochemie - podrobný popis pokusů

Učitel odpojí zdroj a na stole ponechá jen žárovku a kádinku s plechy. Zopakuje to, co předváděl na začátku - připojí žárovku na plechy. Tentokrát se žárovka rozsvítí - plechy fungují jako chemický zdroj. Po chvíli žárovka zhasne - zdroj se vybil. Učitele se žáky rozebírá, k čemu v kádince došlo - vrstva oxidu olovnatého na jedné elektrodě se vlivem připojení žárovky začala přeměňovat na síran olovnatý, na druhé elektrodě (doposud čisté) začala vznikat nová vrstvička síranu. V okamžiku, kdy obě vrstvičky byly podobně silné, přestal zdroj dodávat proud. Plechy se vrátily do stavu, ve kterém byly před nabíjením. Celý proces nabíjení a vybíjení můžeme opakovat.



ELEKTROMAGNETY

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje dvojici cívek, napájecí vodiče, tyčový magnet, ocelovou tyč, krabičku s kancelářskými sponkami, závěsy pro cívky a stojan. Pro napájení je nutno zajistit zdroj stejnosměrného napětí minimálně 12 V, optimálně 24 V.

1. Cívky

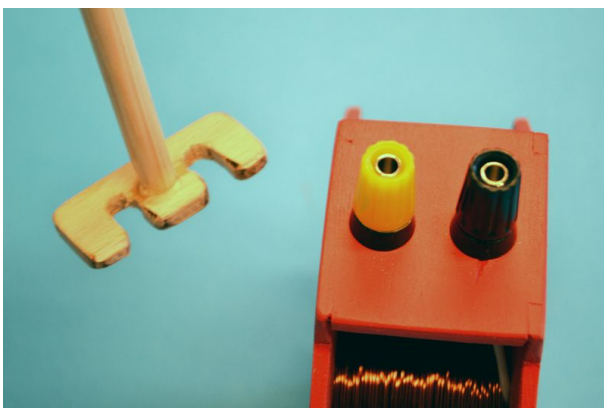
Cívky mají 1000 závitů drátu o průměru 0,6 mm. Jsou určeny pro napájecí napětí do 24 V a proudové zatížení do 2 A.

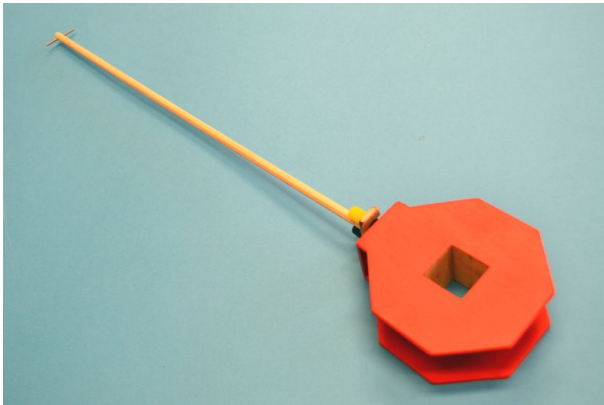
2. Napájecí vodiče

Vodiče jsou z tenkého káblíku, aby nebránily cívkám v pohybu během pokusů. Vodiče jsou odlišeny barvou banánků, zjednodušuje to jejich zapojování během pokusů. Vodiče zasouvejte do cívek pouze tehdy, když cívky stojí na stole. Vodiče nevytahujte za káblík, ale jen za tělo banánku. Jinak hrozí poškození vodičů nebo cívek.

3. Závěsy cívek a stojan

Závěsy se uchyťávají pod napájecí zdířky cívek. Stativový materiál sady je potřeba doplnit dvěma stojany z tyček o průměru 10 mm. Na ně se upevňuje vodorovná dřevěná lišta dotažením šroubů na koncích. Závěsy cívek se osazují do háčků lišty.

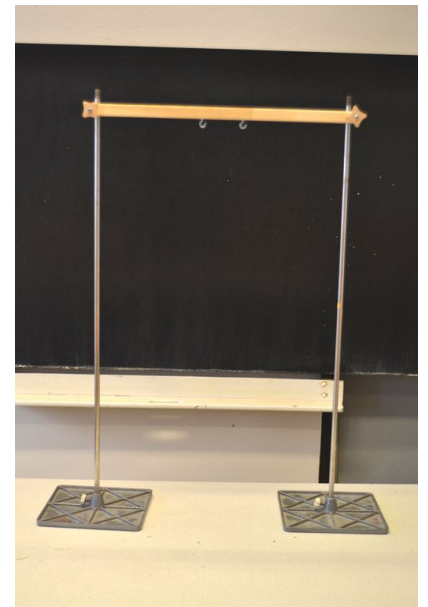




Žákovská sada

Žákovská sada obsahuje: trojici cívek, dřevěnou podložku pro kompas, ocelový šroub s maticí a proudový stabilizátor. Pro pokusy je nutno doplnit plochou baterii (nebo jiný zdroj napětí do 5 Voltů), 3 spojovací vodiče krokosvorka - krokosvorka a kompas (buzolu). K žákovským pokusům se využijí i kancelářské sponky z učitelské sady. Součástí sady jsou zalaminované karty s pokyny.

Sada obsahuje vybavení pro 8 pracovních skupin.



1. Cívky

Cívky jsou vinuty z drátu o průměru 0,5 mm, jsou určeny pro napětí do 5 V. Dvě mají 250 závitů (červená se od zelené liší opačným vinutím závitů), modrá má 500 závitů. Maximální proudové zatížení je 1 A.

2. Proudový stabilizátor

Stabilizátor je elektronický obvod, který udržuje v obvodu stálou hodnotu proudu bez ohledu na to, která cívka je zapojena. U stabilizátoru lze přepínat mezi proudem 0,1 A a 0,2 A.

Podrobnosti o zapojení stabilizátoru jsou uvedeny v článku

http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/fyzika/zakovske_elektromagnety.pdf.

ELEKTROMAGNETY

Cíle: základní vlastnosti elektromagnetů

Probráno: magnetické pole, tyčový magnet, magnetické pole Země, kompas, (Oerstedův pokus - doporučeno)

- 1. Žákovský:** detekce pole cívky
- 2. Učitelský:** zavěšená cívka a trvalý magnet
- 3. Žákovský:** vliv velikosti proudu na pole cívky
- 4. Žákovský:** vliv orientace závitů na pole cívky
- 5. Učitelský:** dvojice zavěšených cívek
- 6. Žákovský:** vliv počtu závitů na magnetické pole cívky
- 7. Učitelský:** testování magnetické síly
- 8. Žákovský:** vliv jádra na pole cívky
- 9. Učitelský:** dvojice cívek na tyči

ELEKTROMAGNETY

Zařazení: elektromagnetické jevy v 9. třídě

Cíle: základní vlastnosti elektromagnetů

Probráno: magnetické pole, tyčový magnet, magnetické pole Země, kompas,
(Oerstedův pokus - doporučeno)

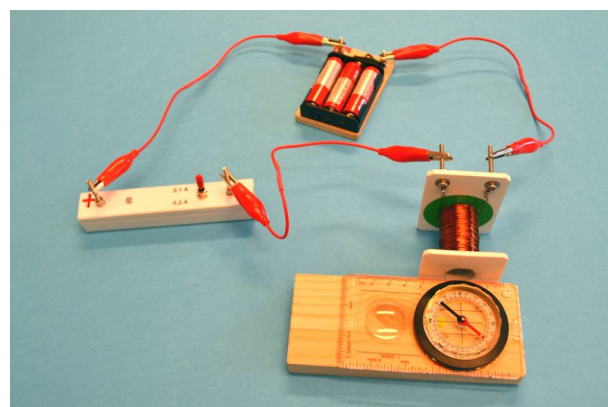
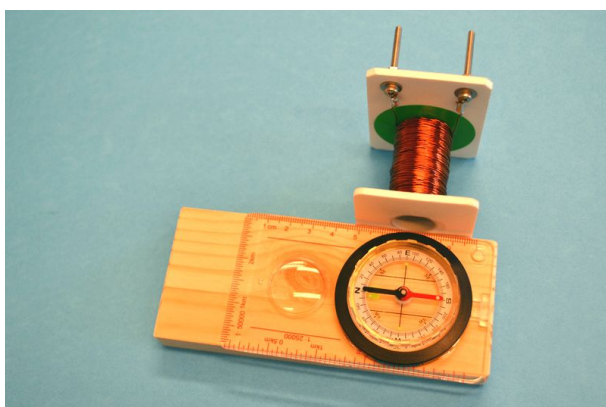
Vybavení učebny: zdroj stejnosměrného napětí alespoň 12 V, optimálně 24 V

Dělení žáků: 8 pracovních skupin

1. Žákovský pokus: detekce pole cívky

Vybavení: zelená cívka, stabilizátor, 3 spojovací vodiče, baterie, dřevěná podložka, kompas, pracovní list (slouží jako návod k sestavení i pro ostatní žákovské pokusy)

Žáci položí kompas na podložku a natočí ho na stole tak, aby střílka ukazovala napříč podložkou. Ocelová konstrukce stolu může způsobit, že střílka neukazuje severo-jihní směr. To ale provedení pokusu nevedí. Žáci sestaví podle pracovního listu obvod a umístí cívku k podložce. Po zapojení baterie se střílka kompasu vychýlí - cívka má magnetické pole.



Elektromagnety - podrobný popis pokusů

Na tomto místě je vhodné upozornit na to, že po celou dobu pokusu je přítomno magnetické pole Země a že kdyby cívka měla pole o stejné orientaci jako Země, tak to na kompasu nepoznáme. Někteří žáci přijdou i na to, že v okamžiku, když se strelka kompasu natočí o 45 stupňů, je v daném místě pole cívky stejně silné jako pole Země (pro detailisty - stejně silné jako horizontální složka magnetického pole Země).

Podle směru natočení strelky žáci mohou určit, jaký pól vzniká na straně cívky blíže ke kompasu. Přepólují přívodní vodiče k cívce a sledují, jaký pól vzniká nyní.

Nakonec cívku postupně vzdalují od kompasu a sledují, jak se mění výchylka strelky kompasu.

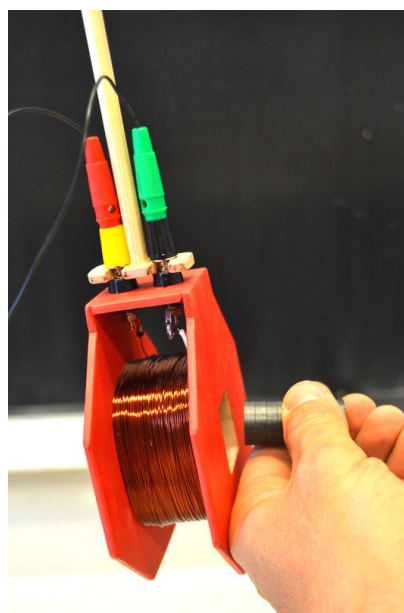
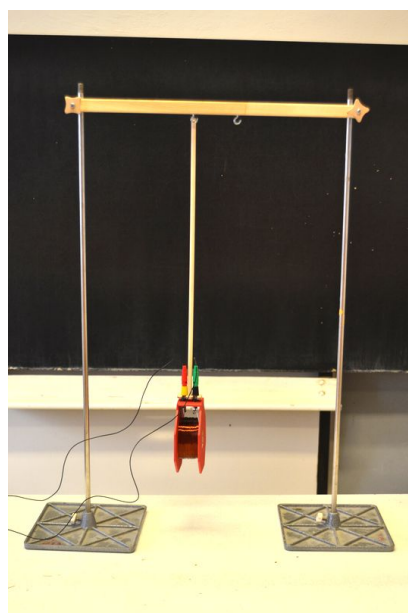


2. Učitelský pokus: zavěšená cívka a trvalý magnet

Vybavení: demonstrační cívka, závěs pro cívku, přívodní vodiče, zdroj napětí a tyčový magnet

V návaznosti na předchozí pokus učitel diskutuje se žáky o tom, že cívka má magnetické pole a jaký by mohlo mít tvar. Umístí cívku do závěsu a připojí na zdroj. V ose cívky přidrží tyčový magnet. Po zapojení zdroje se cívka odpudí, po přepólování zdroje se cívka přitáhne.

Elektromagnety - podrobný popis pokusů



Nyní ukazuje, jak se mění vychýlení cívky v závislosti na vzdálenosti magnetu.

Takže cívka má magnetické pole podobné poli tyčového magnetu. Póly cívky lze změnit změnou směru proudu. S rostoucí vzdáleností od cívky magnetické pole slábne.

3. Žákovský pokus: vliv velikosti proudu na pole cívky

Vybavení: zelená cívka, stabilizátor, 3 spojovací vodiče, baterie, dřevěná podložka, kompas, pracovní list

Žáci obvod sestaví stejně jako v předchozím případě (pracovní list slouží k připomenutí základního zapojení, pokyny už udílí učitel slovně). Umístí kompas na podložku a přepínají proudové nastavení stabilizátoru. Sledují, jaký vliv má velikost proudu na pole cívky.

4. Žákovský pokus: vliv orientace závitů na pole cívky

Vybavení: zelená a červená cívka, stabilizátor, 3 spojovací vodiče, baterie, dřevěná podložka, kompas, pracovní list

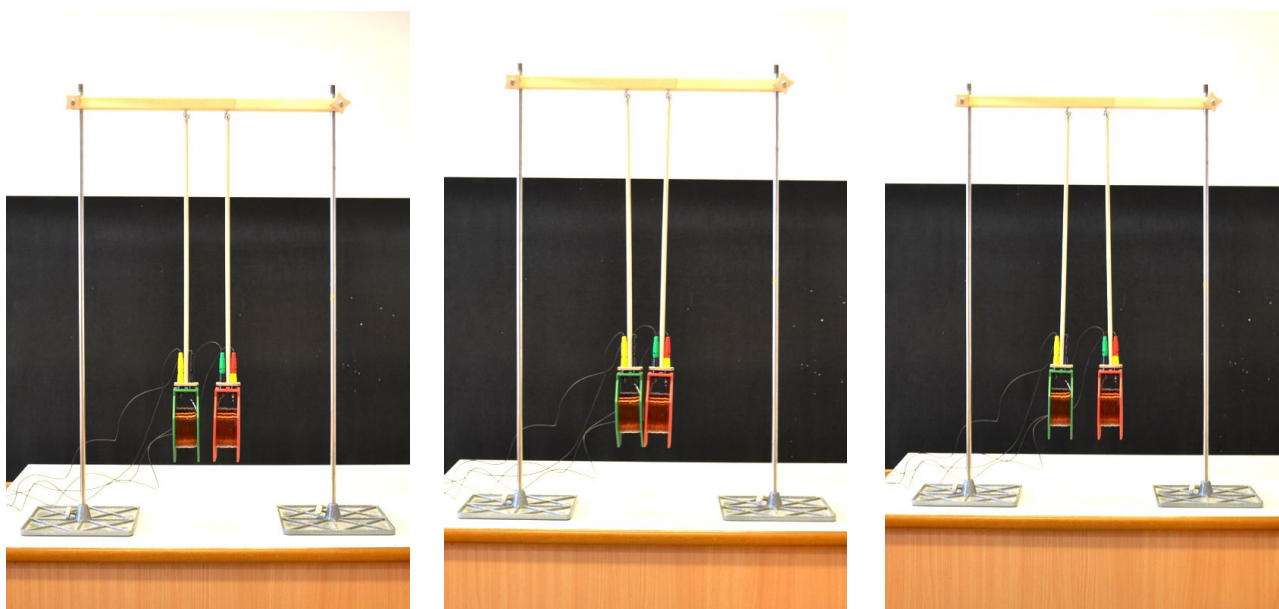
Sestaví obvod se zelenou cívkou a zapamatují si, jakým směrem se vychýlí střílka kompasu. V dalším kroku nahradí zelenou cívku cívkou červenou, dbají na to, aby byly přívodní vodiče připojeny stejně jako u zelené cívky. Sledují, jak se střílka vychyluje nyní. Pokusí se zjistit, proč se v druhém zapojení vychyluje opačným směrem.

5. Učitelský pokus: dvojice zavěšených cívek

Vybavení: dvě demonstrační cívky, závěs pro cívky, přívodní vodiče, zdroj napětí

Učitel zavěsí obě cívky do závěsu a připojí přívodní vodiče. V prvním případě zapojí obě cívky shodně. Diskutuje se žáky, jak vzniknou póly cívky v tomto případě a co cívky udělají. Pak zapojí zdroj - cívky se přitáhnou.

Diskutuje se žáky, jak zapojit cívky, aby se odpuzovaly. Navržené zapojení otestuje pokusem. Pokud to umožňuje zdroj napětí, sníží napětí cca na polovinu - výchylka cívek se výrazně zmenší.



6. Žákovský pokus: vliv počtu závitů na magnetické pole cívky

Vybavení: zelená a modrá cívka, stabilizátor, 3 spojovací vodiče, baterie, dřevěná podložka, kompas, pracovní list

Žáci sestaví obvod podle pracovního listu se zelenou cívkou a sledují, o jak velký úhel se vychýlí střížka kompasu při proudu 0,1 A. Poté nahradí zelenou cívku cívku modrou a pustí do ní stejně velký proud. Střížka se vychýlí viditelně více.

Stejný pokus provedou také při proudu 0,2 A.

7. Učitelský pokus: testování magnetické síly

Vybavení: demonstrační cívka, kancelářské sponky, spojovací vodiče

Učitel vysype sponky na stůl. Zapojí cívku na zdroj a přiblíží ji shora nad sponky. Sponky se nepohnou - magnetická síla cívky je příliš malá. Pouze tehdy, když cívku položí přímo na sponky, sponky se vtáhnou do cívky. Druhou část pokusu nedoporučuji v této fázi výuky ukazovat.



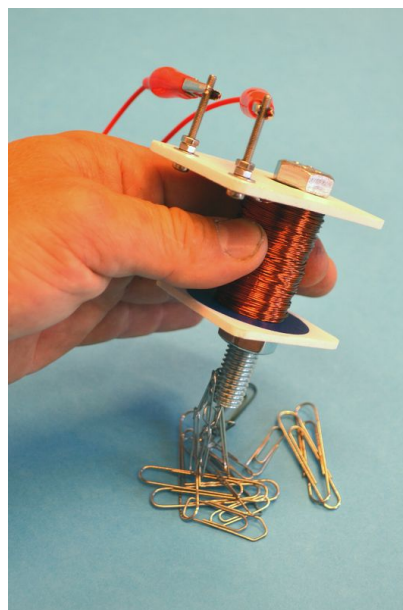
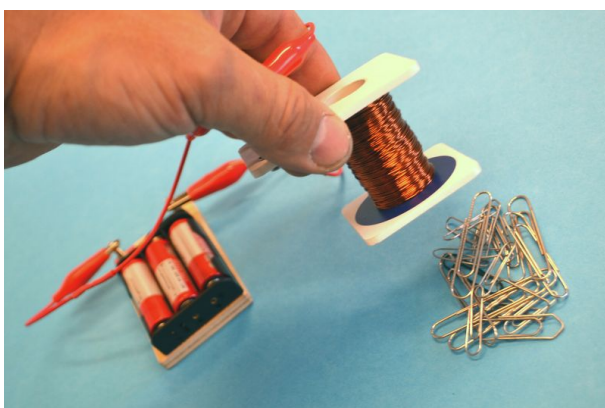
8. Žákovský pokus: vliv jádra na pole cívky

Vybavení: zelená cívka, 2 spojovací vodiče, baterie, ocelový šroub a matice, pracovní list, učitelská krabice s kancelářskými sponkami

Učitel nasype každé skupině na stůl hromádku sponek. Žáci připojí cívku přímo na zdroj (tj. nyní cívkou protéká mnohem větší proud než v předchozích pokusech). Vyzkouší, jestli cívka dokáže se sponkami pohnout. Poté odpojí zdroj.

Žáci vsunou do cívky šroub a z druhé strany ho zajistí maticí. POZOR - matici nesmí dotahovat silou, aby nezničili plastovou kostřičku cívky! Znovu zapojí zdroj, sponky nyní ochotně přiskakují ke šroubu.

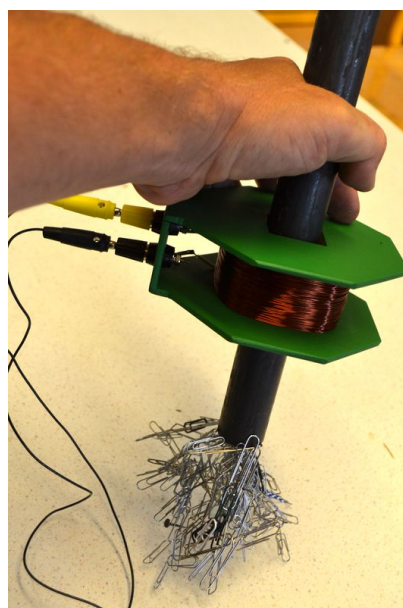
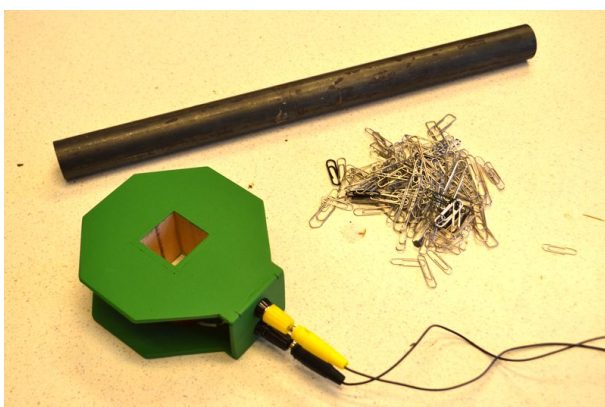
Elektromagnety - podrobný popis pokusů



9. Učitelský pokus: dvojice cívek na tyči

Vybavení: dvě demonstrační cívky, ocelová tyč, dvě dřevěné podložky ze žákovské sady, propojovací vodiče, zdroj, kancelářské sponky (ocelové matice nebo ložiskové kuličky, pokud jsou k dispozici v kabinetu fyziky)

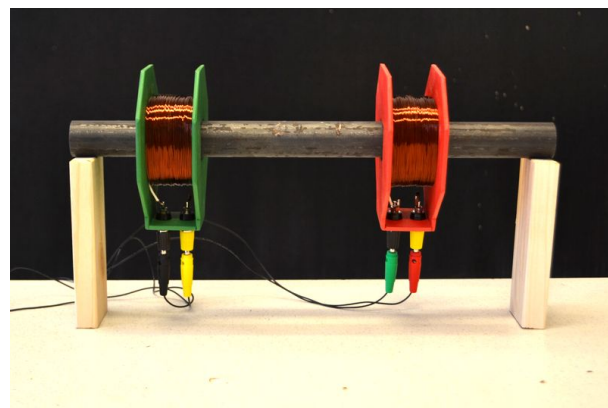
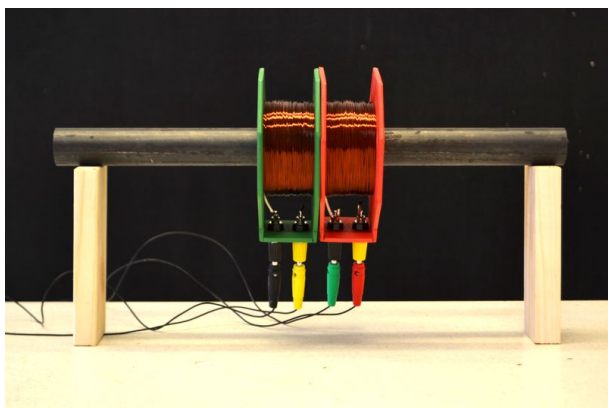
Učitel nejprve naváže na předchozí žákovský pokus a diskutuje se třídou vliv jádra na vzniklé magnetické pole. Předvede, jak se změní přitahování sponek s ocelovou tyčí. Pokud má k dispozici ocelové matice nebo ložiskové kuličky, tyč je také bez problémů přitáhne.



Elektromagnety - podrobný popis pokusů

Učitel připojí obě cívky na zdroj, nasune je na ocelovou tyč a tyč umístí na dřevěné podložky. Doporučuji, aby sestavu ze strany přidržoval někdo z žáků (při pohybu cívek by vše mohlo spadnout).

Učitel nastaví cívky tak, aby měly mezi sebou přibližně 5cm mezeru. Polaritu zdroje zvolí tak, aby se cívky po zapojení přitáhly k sobě. Poté přepóluje jednu cívku - po zapojení proudu se cívky od sebe odsunou.



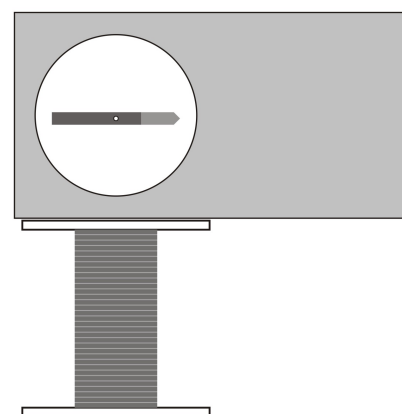
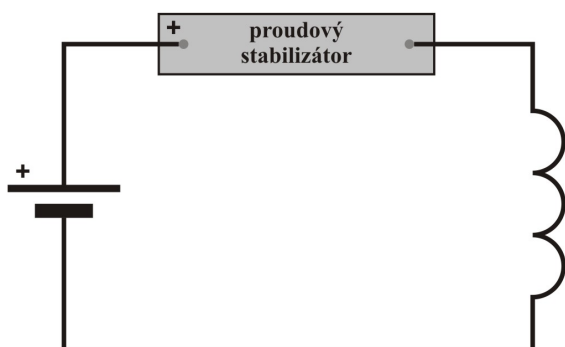
Pokus je na první pohled stejný jako pokus č.5 se zavěšenými cívkami. Ve skutečnosti demonstruje, jak razantně narůstá magnetická síla při použití ocelového jádra. Na mírné vychýlení cívek v závěsech stačí téměř o dva řády menší síla ve srovnání s tou, která posouvala s cívkami po ocelové tyči.

Pokus navíc umožní učiteli zopakovat základní vlastnosti elektromagnetů.

Elektromagnety - základní sestavení pokusů

Vybavení: baterie, cívka, proudový stabilizátor, kompas, podložka pod kompas, 3 vodiče

1. Položte kompas na stojánek a natočte ho tak, aby střílka ležela v podélné ose kompasu.
2. Zapojte obvod podle schématu (zatím nezapojujte jeden z pólů baterie).
3. Přiložte cívku z boku kompasu podle obrázku.
4. Zapněte obvod. Sledujte střílku kompasu.
5. V jedné větě zformulujte závěry pozorování.



USMĚRNĚNÍ STŘÍDAVÉHO PROUDU

Učitelská sada

Učitelská sada obsahuje síťový adaptér, dva panely usměrnění, panel s dvojicí LED, žárovku, elektromotor, plochou baterii, kondenzátor a 4 spojovací vodiče. Panely jsou osazeny magnety, obvody lze sestavovat na magnetické tabuli.

1. Síťový adaptér

Adaptér má výstupní napětí 15 V střídavých s maximálním výkonem 20 W. Při zkratování adaptéru dojde k přepálení vestavěné pojistky, je nutno jej dát do opravy. Proto, prosím, dávejte při pokusech pozor na to, aby se adaptér nevyzkratoval!

2. Panel s dvojicí LED

LEDky jsou zapojeny antiparalelně, svítí vždy jen jedna v závislosti na směru procházejícího proudu. Ochranné rezistory umožňují napájet panel napětím do 24 V.

3. Žárovka

Žárovka s výkonem 25 W je určena pro napájení 24 V (tj. do nákladního automobilu). Je osazena v patici E 14.

4. Elektromotor

Elektromotor je běžný stejnosměrný elektromotor pro napětí 24 V.

5. Kondenzátor

Kondenzátor je elektrolytický s kapacitou 470 μF , je určený pro napětí do 40 V. Pozor na polaritu! Při opačném připojení na zdroj se může zničit!

Žákovská sada

Vybavení pro jednu skupinu žáků obsahuje: panel jednocestného usměrnění, panel dvoucestného usměrnění, dvojici antiparalelních LED. V sadě je vybavení pro 12 skupin. Je nutno doplnit zdroje napětí (ploché baterie nebo jejich ekvivalent) a 4 spojovací vodiče krokosvorka-krokosvorka na skupinu. Panely jsou označeny modrou značkou na straně, kam se přivádí vstupní střídavé napětí.

USMĚRNĚNÍ STŘÍDAVÉHO PROUDU

Cíle: převod střídavého proudu na stejnosměrný, jednocestné a dvoucestné usměrnění, vyhlazení proudu

Probráno: stejnosměrný a střídavý proud a napětí, usměrňovací polovodičová dioda

- 1. Učitelský:** demonstrace střídavého napětí dvojicí LED
- 2. Žákovský:** nízkofrekvenční generátor střídavého napětí
- 3. Žákovský:** jednocestné usměrnění
- 4. Učitelský:** jednocestné usměrnění demonstračně
- 5. Žákovský:** dvoucestné usměrnění
- 6. Učitelský:** dvoucestné usměrnění demonstračně
- 7. Učitelský:** vyhlazení kondenzátorem

USMĚRNĚNÍ STŘÍDAVÉHO PROUDU

Zařazení: polovodiče v 9. třídě

Cíle: převod střídavého proudu na stejnosměrný, jednocestné a dvoucestné usměrnění, vyhlazení proudu (doporučeno)

Probráno: stejnosměrný a střídavý proud a napětí, usměrňovací polovodičová dioda

Dělení žáků: 12 pracovních skupin

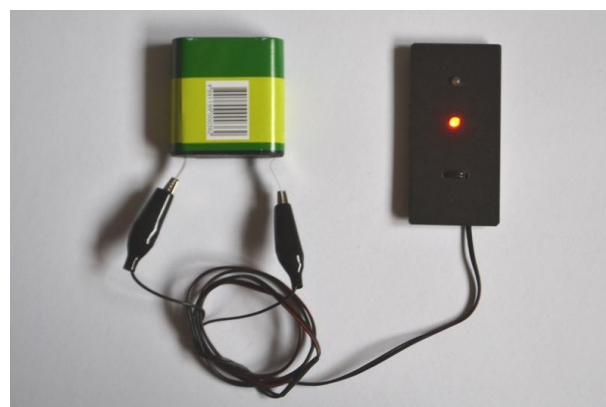
Vybavení učebny: magnetická tabule, zásuvka 230 V

Poznámka: pokud máte k dispozici počítačový voltmetr (Vernier, Pasco, ...), doporučuji během experimentů ukazovat průběhy střídavého i obou usměrněných napětí (včetně vyhlazení)

1. Učitelský pokus: demonstrace střídavého napětí dvojicí LED

Vybavení: plochá baterie, síťový adaptér, panel s LEDkami

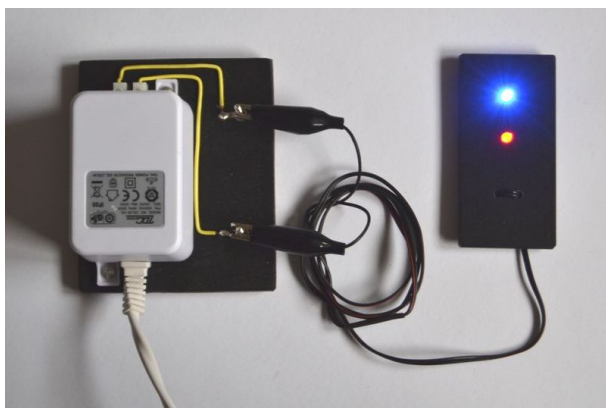
Učitel předvede zapojení LEDek na panelu. Připojí panel na plochou baterii - rozsvítí se jedna LEDka, po přepólování baterie se rozsvítí druhá LED. LEDky slouží jako primitivní ampérmetr. Ukazují, že teče proud, a to, jaký má směr.



/Učitel připojí LEDky na adaptér - svítí obě. Diskutuje se žáky, jak je to možné. Dojdou k tomu, že proud rychle mění směr. To lze demonstrovat tím, že učitel začne panelem s LEDkami mávat do strany - žáci uvidí střídající se modré a červené proužky (viz schéma).

Usměrnění - podrobný popis pokusů

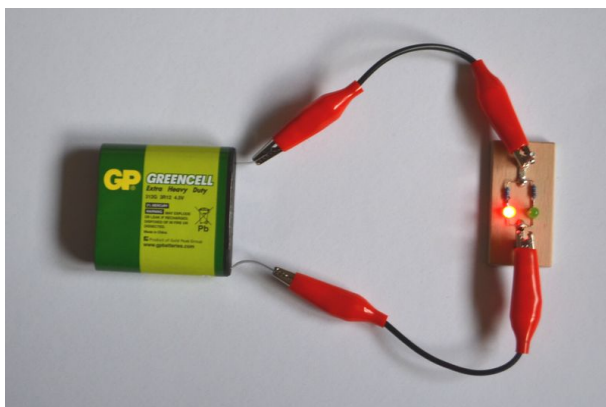
Se šikovnějšími žáky může učitel diskutovat o tom, proč jsou mezi modrými a červenými čárkami úzké mezery (LED začíná svítit až při překročení určité hodnoty napětí; když je napětí zdroje v rozsahu cca 0-1 volt, LED nesvítí).



2. Žákovský pokus: nízkofrekvenční generátor střídavého napětí

Vybavení: baterie, dvojice vodičů, panel s dvojicí LED

Žáci si sami vyzkoušejí, že při změně polarity zdroje se střídají LEDky ve svícení.



Když žáci pravidelně přepínají póly baterie, vytvořili nízkofrekvenční žákovský zdroj střídavého napětí. Doporučuji, aby v tomto případě nepřipojovali krokosvorky ke svorkám zdroje napevno, ale jen se jich dotýkali.

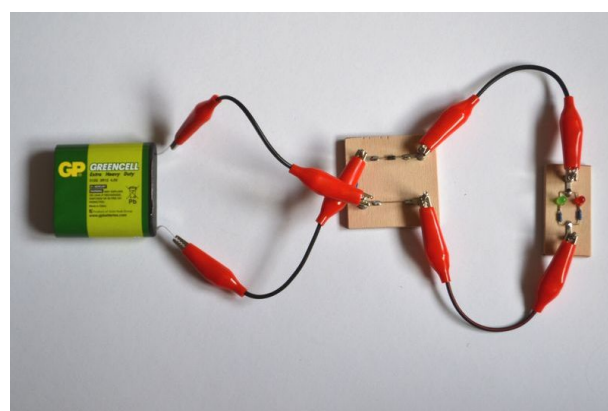
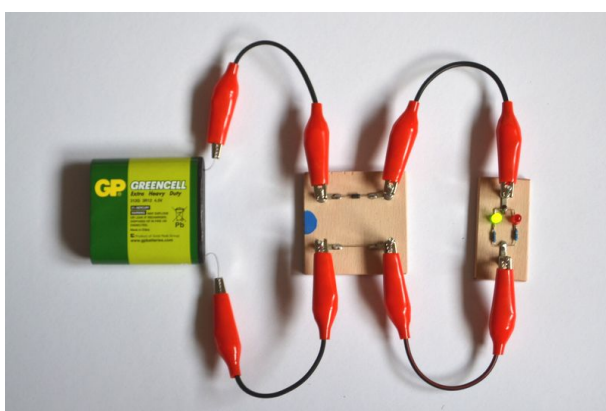


3. Žákovský pokus: jednocestné usměrnění

Vybavení: baterie, 4 spojovací vodiče, panel pro jednocestné usměrnění, panel s LEDkami

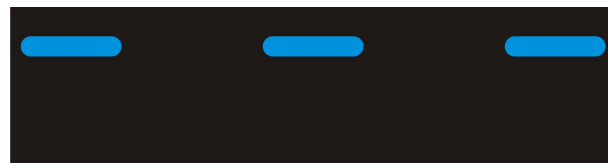
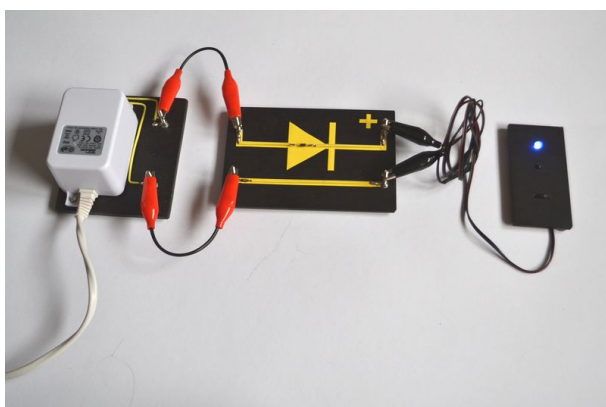
Žáci připojí panel s diodou k baterii tou stranou, na které je modrá značka. LEDky připojí na opačnou stranu. Přepínají baterii - při jedné polaritě svítí jedna z LED, při druhé polaritě nesvítí nic.

Učitel diskutuje se žáky, proč tomu tak je. Princip usměrňovací diody už znají, snadno najdou odpověď. Dále doporučuji diskutovat i tom, co je na panýlku nezbytně nutné (usměrňovací dioda) a co je tam jenom z důvodů přehlednosti (spojovací vodič).



4. Učitelský pokus: jednocestné usměrnění demonstračně

Vybavení: adaptér, dvojice vodičů, panel jednocestného usměrnění, panel s LEDkami, elektromotor, žárovka



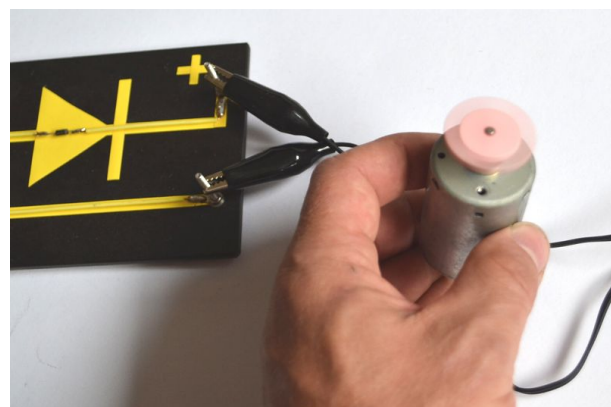
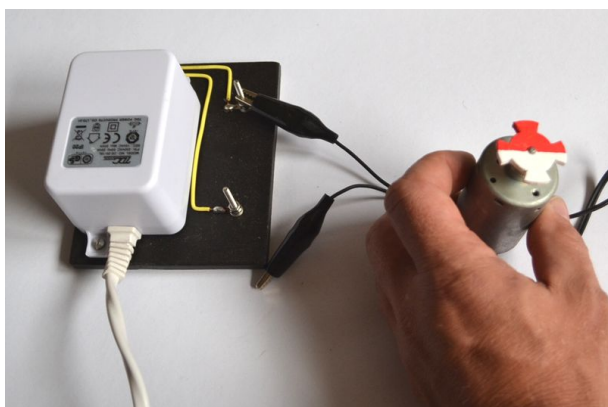
Učitel sestaví obvod podobný tomu, se kterým pracovali žáci. Připojí na něj panel s LEDkami - svítí jenom jedna z nich. Když učitel začne s panelem mávat do stran, je

Usměrnění - podrobný popis pokusů

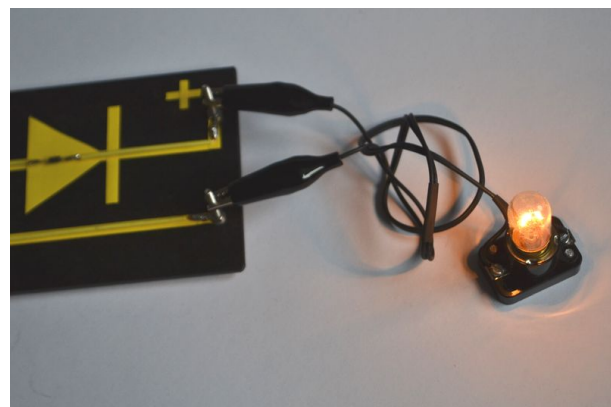
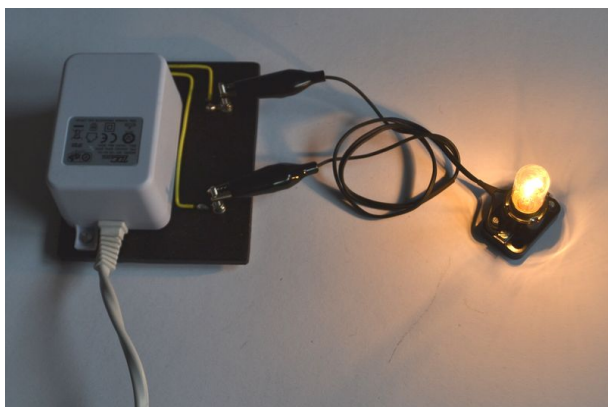
vidět, že mezi modrými proužky jsou široké pásy, kdy nic nesvítí. Žáci si rychle domyslí, že v těchto okamžicích předtím svítila druhá LED, které to nyní nedovolí usměrňovací dioda.

Učitel pokračuje demonstrací využití jednocestně usměrněného proudu. Připojí elektromotor přímo na adaptér - motor se namísto roztočení pouze chvěje. **POZOR! Elektromotor smí být na střídavé napětí připojen jen krátkou dobu, jinak se spálí!**

Když učitel připojí elektromotor až na výstup jednocestného usměrňovače, motor se bez problémů roztočí. Učitel diskutuje se žáky, jak je to možné.



Učitel stejným postupem ukáže, jak svítí žárovka na střídavém i usměrněném výstupu. Ve druhém případě svítí žárovka méně - učitel diskutuje se žáky, proč tomu tak je.

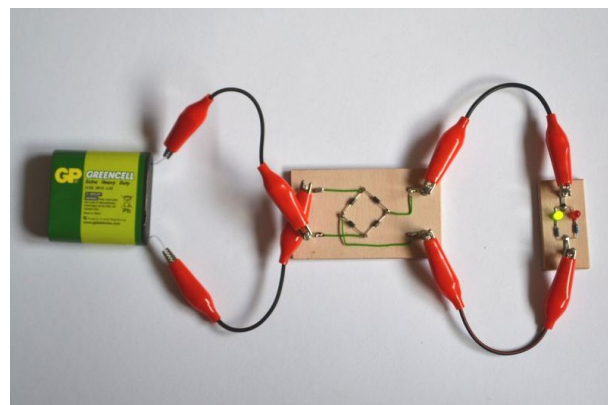
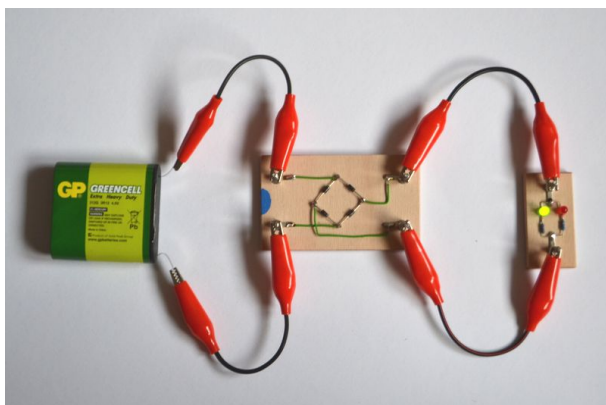


5. Žákovský pokus: dvoucestné usměrnění

Vybavení: baterie, 4 spojovací vodiče, panel s dvoucestným usměrněním, panel s LEDkami

Usměrnění - podrobný popis pokusů

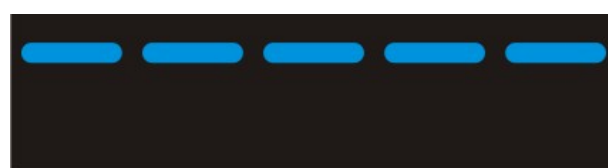
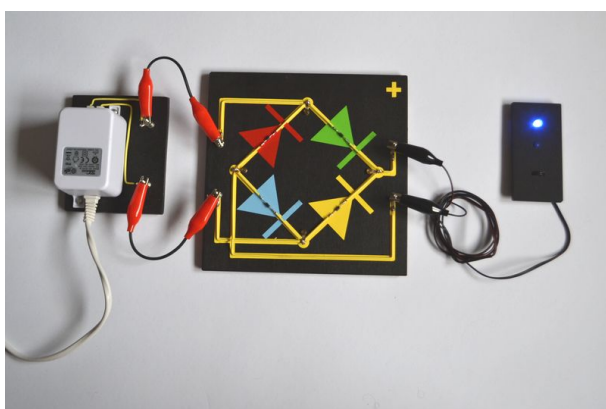
K panelu usměrnění žáci připojí ze strany modré značky baterii a z druhé strany LEDky. Pokud se budou podívat nad tím, co je na panelu zapojeno a jak to funguje, odkažte je na následující učitelský pokus (tj. za chvíli se to dozví). Když mění polaritu zdroje, svítí pořád stejná LEDka. Z podivného zapojení na panelu vytéká proud pořád stejným směrem.



6. Učitelský pokus: dvoucestné usměrnění demonstračně

Vybavení: adaptér, dvojice vodičů, panel s dvoucestným usměrněním, panel s LEDkami, elektromotor, žárovka

Učitel sestaví obvod a připojí LEDky. Svítí jen jedna z nich - při mávání panelem do stran je vidět, že svítí téměř pořád (malé mezery mezi proužky viz diskuze k pokusu č.1). Barevné odlišení diod na panelu usnadňuje rozbor toho, jak funguje dvoucestný usměrňovač.



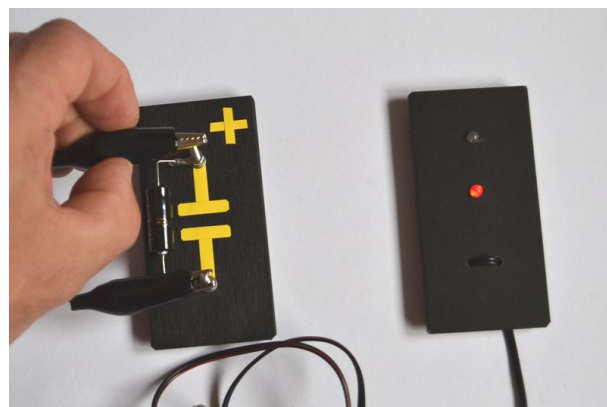
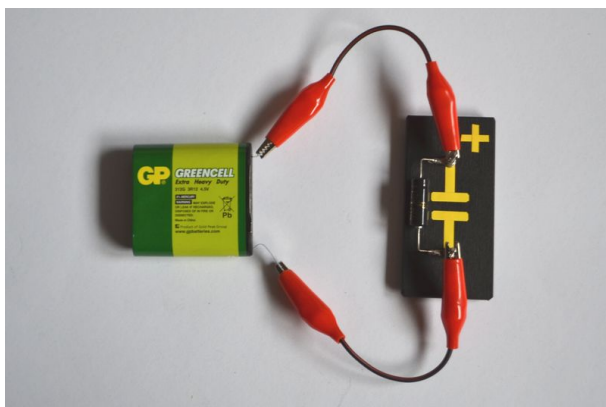
Když učitel připojí na výstup usměrňovače motor, točí se rychleji než v případě jednocestně usměrněného napětí. Žárovka napájená dvoucestně usměrněným napětím svítí prakticky stejně, jako by byla napájená přímo ze střídavého zdroje.

7. Učitelský pokus (doporučený): vyhlazení kondenzátorem

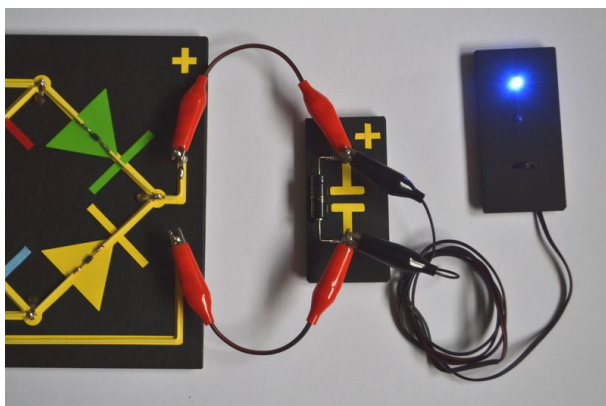
Vybavení: adaptér, 4 spojovací vodiče, kondenzátor, panel s dvoucestným usměrněním, panel s LEDkami, plochá baterie

Učitel nejprve seznámí žáky s fungováním kondenzátoru (pravděpodobně ho vidí poprvé v životě). Připojí kondenzátor na baterii. **POZOR! Nesmí ho přepólovat, hrozí jeho zničení!**

Poté kondenzátor odpojí a připojí na něj LEDky - jedna z LED krátkou dobu svítí. Tj. kondenzátor se na zdroji nabije a je schopen krátkodobě fungovat jako zdroj napětí.



Učitel sestaví obvod podle fotografie a mává panelem s LED - LEDka už neblinká, svítí souvisle. Chová se, jako by byla napojena na stejnosměrný zdroj napětí. Učitel se žáky diskutuje, jak je to možné. Většinou žáků dojde, že v době, kdy má zdroj příliš nízké napětí, je LED napájena z kondenzátoru.



Na tomto místě je se žáky vhodné diskutovat o tom, jaká je hodnota vyhlazeného napětí. Zdroj bez vyhlazení má efektivní napětí 15 V, ale po vyhlazení kondenzátorem je výstupní napětí rovno maximálním hodnotám, v tomto případě cca 21 V (proto jsou všechny spotřebiče dimenzovány na 24 V).

TRANZISTORY

Učitelská sada

V učitelské i žákovské sadě je použit běžný bipolární NPN tranzistor BC 337-25 s proudovým zesilovacím činitelem 160 až 400. Pro přibližné úvahy doporučuji používat proudový zesilovací činitel 200.

Učitelská sada je rozšířením demonstračních elektrických obvodů. Obsahuje dvojici tranzistorů, reostat (50-550 k Ω) a tři doplňky (fotovoltaický panýlek, cívka s magnetem a vodní spínací kontakt). Je nutné přidat panel se žárovkou, panel s LED, plochou baterii, 4 krátké a jeden delší spojovací vodič krokosvorka-krokosvorka. Vybavení je určeno pro magnetickou tabuli.

Během experimentů je nutné zajistit, aby báze tranzistoru nebyla přímo připojena na zdroj! Tranzistor se jinak okamžitě spálí!

Žákovská sada

Soubor obsahuje vybavení pro 12 žákovských skupin. Pro každou skupinu je zde LED s ochranným rezistorem (určeno pro napájení plochou baterií), reostat (50-550 k Ω) a dvojice tranzistorů. Pro každou skupinu jsou přiloženy tři pracovní listy.

Ze žákovských elektrických obvodů je nutno doplnit pro každou skupinu žárovku, plochou baterii a 5 spojovacích vodičů (čtyři krátké a jeden dlouhý).

TRANZISTOR

Cíle: tranzistorový jev, tranzistor jako spínač, tranzistor jako zesilovač

Probráno: základy stejnosměrných obvodů, veličiny elektrických obvodů

- 1. Žákovský:** tranzistor jako spínač
- 2. Učitelský:** potvrzení žákovského pokusu, spínání tranzistoru doplňky
- 3. Žákovský:** spínání žárovičky
- 4. Učitelský:** potvrzení žákovského pokusu
- 5. Žákovský:** tranzistor jako zesilovač
- 6. Učitelský:** potvrzení žákovského pokusu
- 7. Učitelský:** kaskáda tří tranzistorů

TRANZISTORY

Zařazení: polovodiče v 9. třídě

Cíle: tranzistorový jev, tranzistor jako spínač, tranzistor jako zesilovač

Probráno: základy stejnosměrných obvodů, veličiny elektrických obvodů

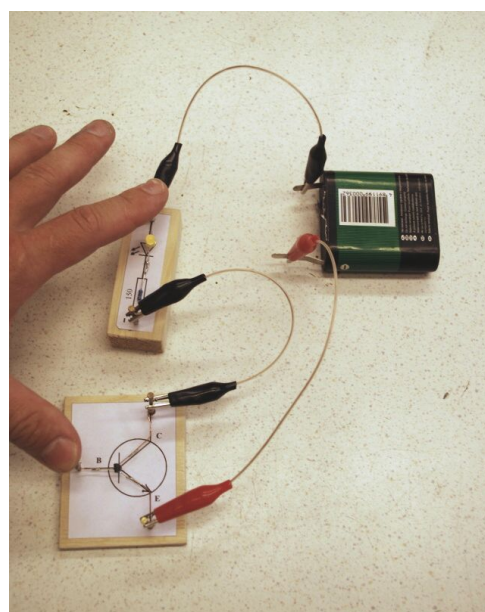
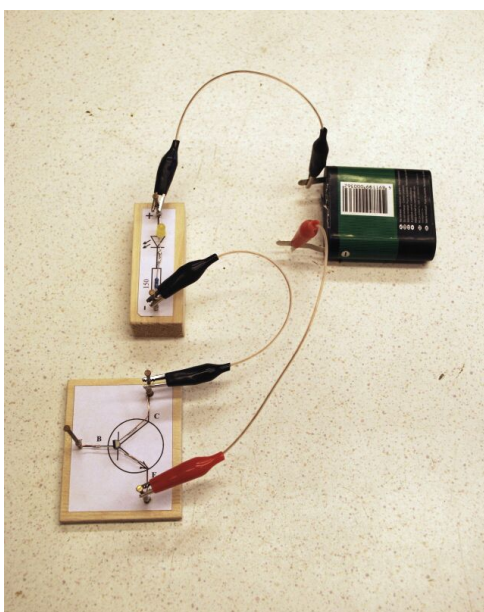
Dělení žáků: 12 pracovních skupin

Vybavení učebny: magnetická tabule, kádinka s vodou, plastová trubka (pravítko), bavlněný kapesník

1. Žákovský: tranzistor jako spínač

Vybavení: baterie, LED, 3 spojovací vodiče, tranzistor, pracovní list č. 1

Žáci zapojí obvod a pracují s ním podle pokynů pracovního listu. Učitel průběžně kontroluje zapojení. Vyčká, dokud všechny skupiny nejasají, že jim svítí LED.



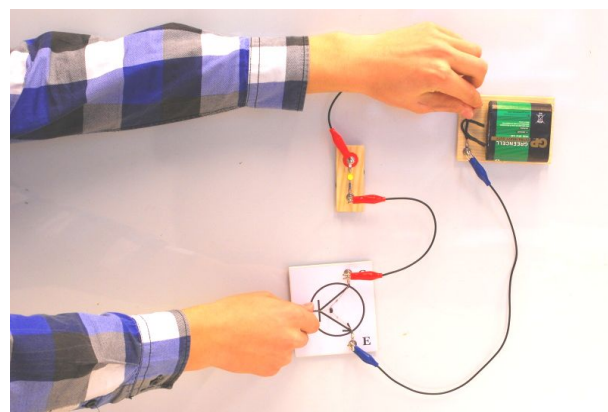
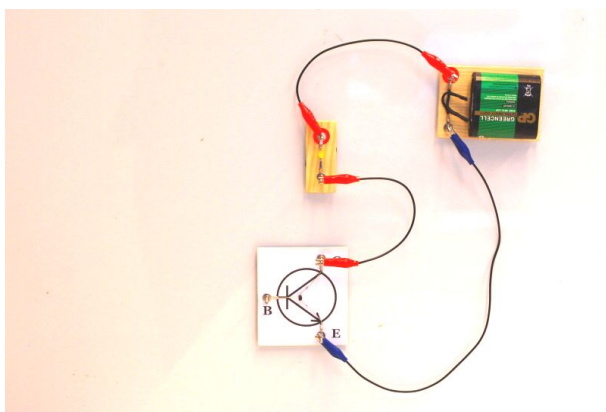
2. Učitelský: potvrzení žákovského pokusu, spínání tranzistoru doplňky

Vybavení: baterie, panel s LED, 5 spojovacích vodičů, tranzistor, panálek s fotočlánkem, panálek s cívkou, magnet, prodlužovací dvojlinka zakončená mosaznými hřebíky a kádinka s vodou

Učitel sestaví na magnetické tabuli obvod totožný s tím, který si právě žáci vyzkoušeli. Zopakuje pokus s propojením zdroje a báze vlastníma rukama. Diskutuje se žáky, jak obvod pozná, že ho propojil vlastním tělem. Chytřejší žáci přijdou na to, že tělo je vodivé, a proto rukama tekla elektrický proud.

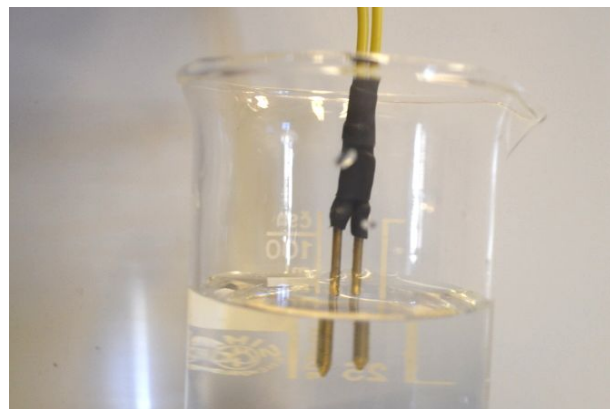
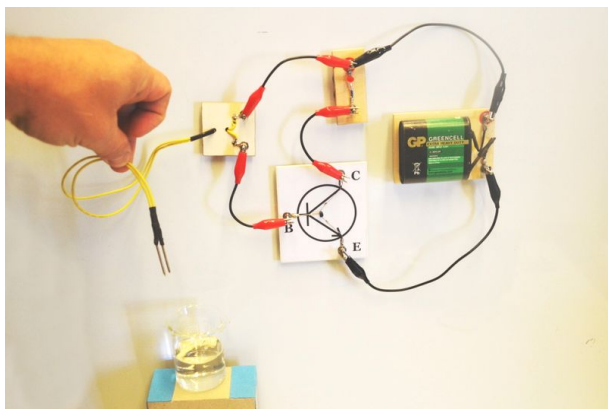
Učitel rozebere to, že tranzistor je mezi bází a emitorem otevřený (mohl tudíž téct proud z (+) pólu zdroje přes lidské tělo do (-) pólu zdroje). Mezi kolektorem a emitorem byl tranzistor nejprve uzavřený (LED nesvítila). Poté, co do báze začal přitékat proud přes lidské tělo, tranzistor se ve směru kolektor - emitor otevřel. LED se rozsvítila.

Tranzistor se tedy chová jako vypínač ovládaný proudem, který přitéká do báze. S ohledem na velký odpor lidského těla a malé napětí baterie je ovládací proud velmi malý (pouhé zlomky miliampéru).

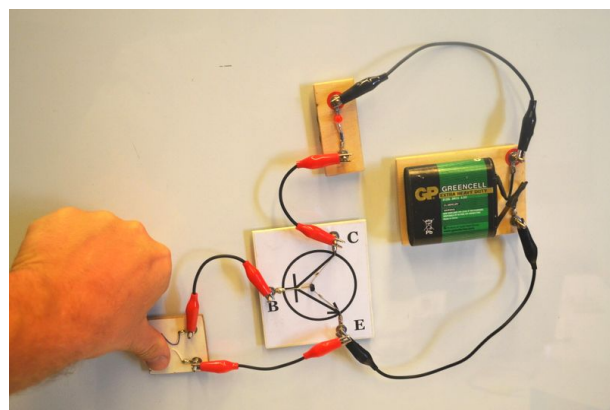
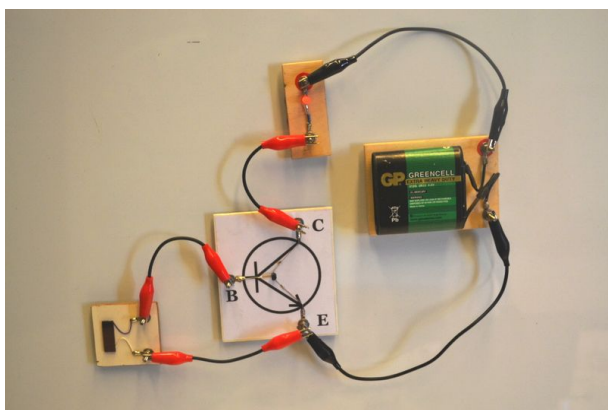


Tento fakt nyní učitel demonstruje trojicí pokusů. Nejprve připojí mezi (+) pól zdroje a bází tranzistoru dvojitý káblík zakončený mosaznými hřebíky. Upozorní žáky na to, že se jedná jenom o prodloužení kontaktů součástek. Napustí do kádinky vodu z vodovodu (aby bylo zřejmé, že voda není chemicky upravovaná). Když ponoří hřebíky do vody, LED se rozsvítí. I když má voda velmi velký odpor, postačí velmi slabý proud protékající vodou k sepnutí tranzistoru.

Tranzistory - podrobný popis pokusů

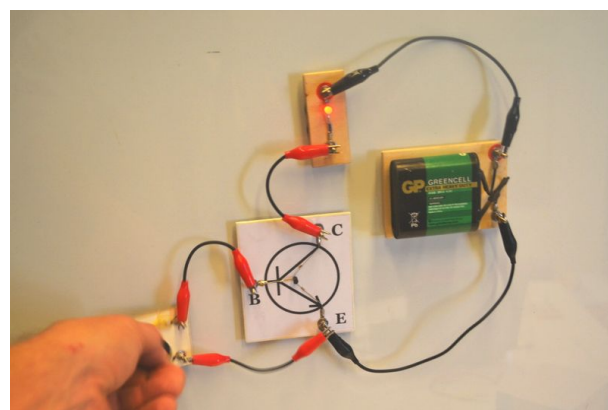
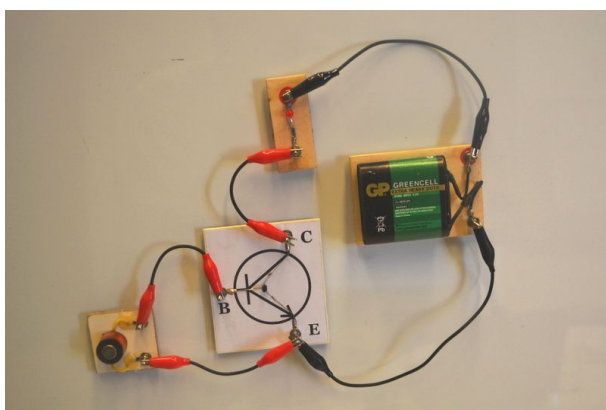


Dalším z pokusů je použití fotočláneku. Fotočlánek se zapojuje mezi bázi a emitor tranzistoru (+) pólem fotočláneku na bázi. Když na fotočlánek svítí světlo, teče z něj proud do báze (a z emitoru zpět do fotočláneku). Tento proud sepne tranzistor - LED svítí. Když fotočlánek zastíníme, LED zhasne (z fotočláneku přestane téct proud, tranzistor se vypne).



V posledním z pokusů je fotočlánek nahrazen cívkou (zapojenou opět mezi bázi a emitor). K cívce se přibližují magnetem. V cívce se indukují napětí. Při vhodné polaritě indukovaného napětí teče do báze proud - tranzistor se sepne. Žáci mohou pozorovat, že LED svítí například tehdy, když se s magnetem k cívce přibližujeme, při oddalování zhasne (indukuje se opačná polarita napětí). Když magnet otočíme, LED svítí jen při oddalování magnetu od cívky.

Tranzistory - podrobný popis pokusů



Učitel diskutuje se žáky, kde je možno tato zapojení využít (detekce výšky vodní hladiny, vlhkosti půdy, detekce světla, detekce pohybu nebo změny magnetického pole).

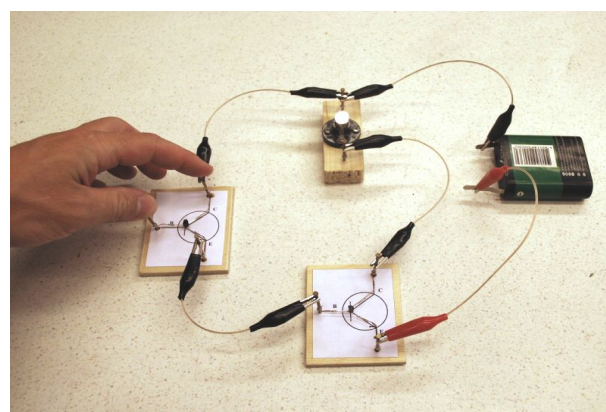
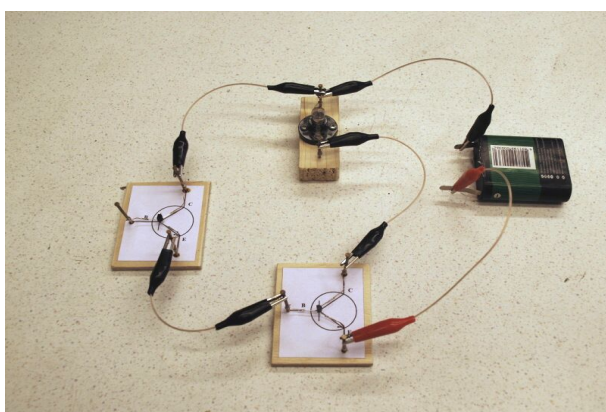
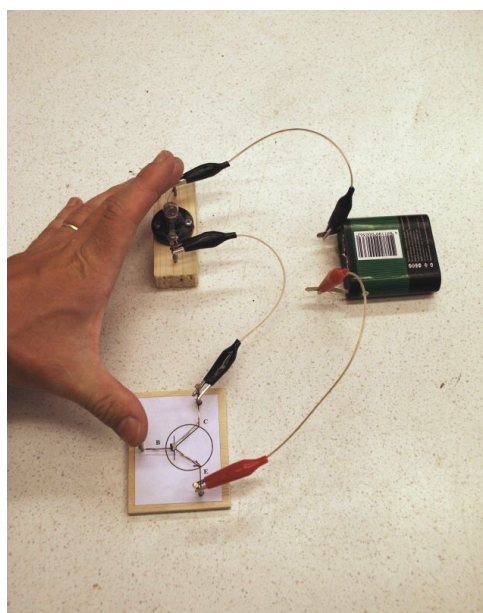
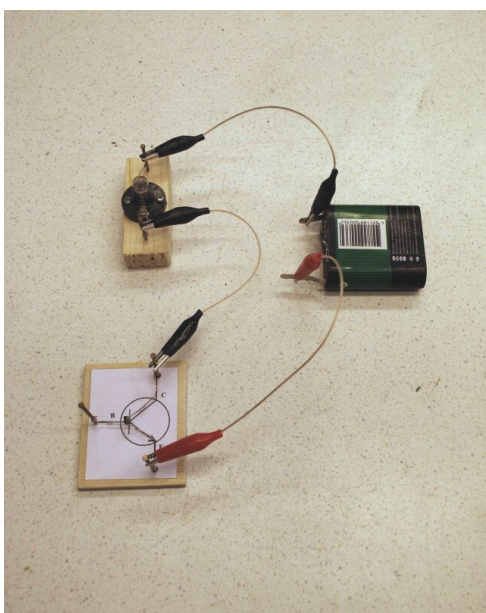
3. Žákovský: spínání žárovičky

Vybavení: baterie, 5 spojovacích vodičů, žárovička, dva tranzistory, pracovní list č. 2

Žáci pracují podle pracovního listu. V prvním obvodu se žárovička nerozsvítí. Učitel se žáky diskutuje, jak je to možné. Některým žákům dojde, že žárovka k provozu potřebuje výrazně větší proud než LED. Tranzistor je tedy otevřený, ale nepropouští dostatečně velký proud (v případě výskytu nevěřícího žáka je možné tento proud reálně změřit ampérmetrem).

Při zapojení podle druhé části pracovního listu se žárovka po propojení baterie a báze rukama rozsvítí.

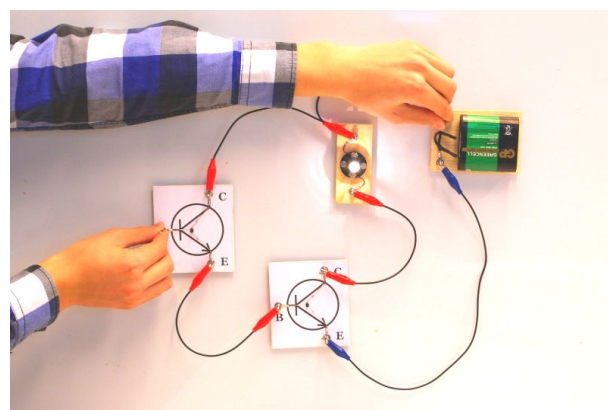
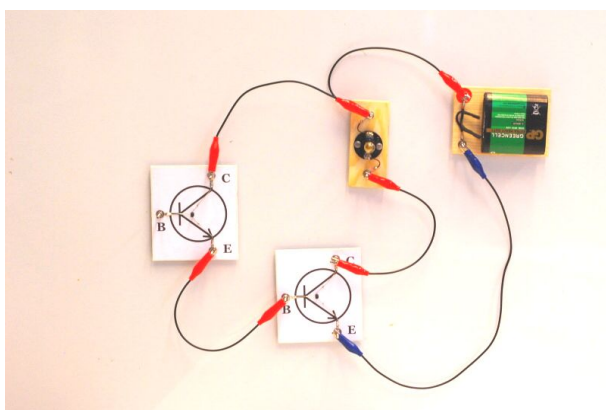
Tranzistory - podrobný popis pokusů



4. Učitelský: potvrzení žákovského pokusu

Vybavení: baterie, 5 spojovacích vodičů, panel se žárovčkou, dva tranzistory

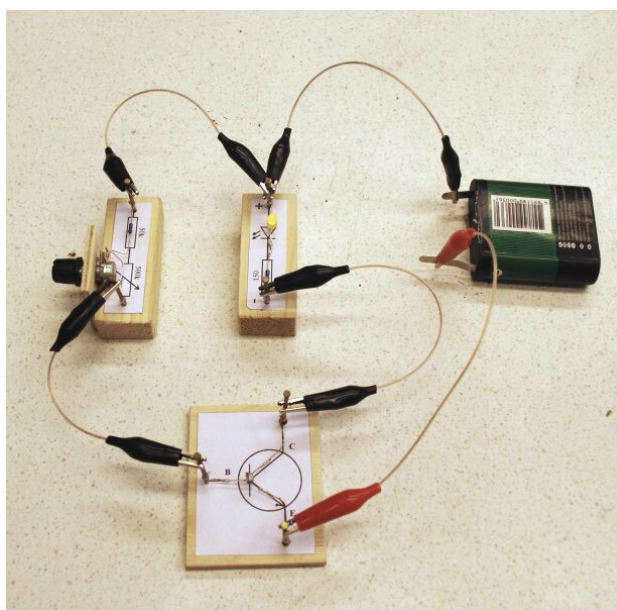
Učitel na tabuli sestaví obvod podle druhé části pracovního listu č. 2. Rozebere se žáky, jak obvod funguje. Velmi malý proud (asi 0,05 mA) otevře první tranzistor. Ten je ale ochoten ve směru kolektor - emitor propustit cca 200násobek tohoto proudu, tj asi 10 mA. Tento proud je dostatečný pro provoz LED, žárovka ale požaduje asi 10× větší proud. Proto se proud tekoucí prvním tranzistorem pustí na bázi druhého tranzistoru. Ten se otevře natolik, že se rozsvítí žárovka.



5. Žákovský: tranzistor jako zesilovač

Vybavení: baterie, tranzistor, reostat, LED, 5 spojovacích vodičů, pracovní list č. 3

Žáci sestaví obvod podle schématu a vyzkoušejí jeho fungování. Žáci pozorují, že svít LED kolísá v závislosti na odporu reostatu. Učitel upozorní na to, že reostat mění svůj odpor přibližně v rozsahu odporu lidského těla od úplně suché pokožky po pokožku rozmočenou.

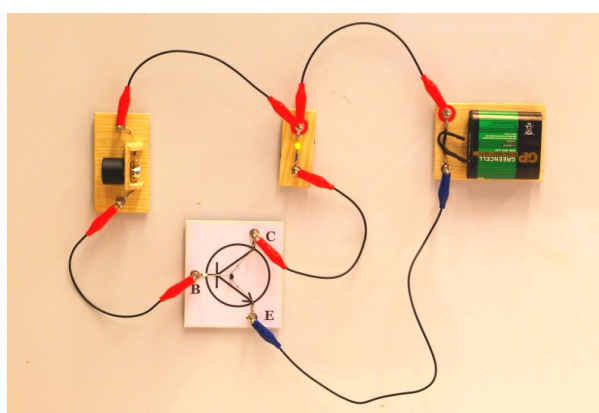


6. Učitelský: potvrzení žákovského pokusu

Vybavení: baterie, tranzistor, reostat, panel s LED, 5 spojovacích vodičů

Učitel sestaví obvod shodný se žákovským. Diskutuje se žáky chování tranzistoru. Dojdou k tomu, že tranzistor nemá pouze dva stavy jako vypínač (zavřeno a otevřeno), ale s postupným narůstáním proudu bází se pootevírá - mezi kolektorem a emitorem propouští postupně rostoucí proud.

To odpovídá úvahám u pokusů č. 4 a 5.



7. Učitelský: spínání nabitým tělesem

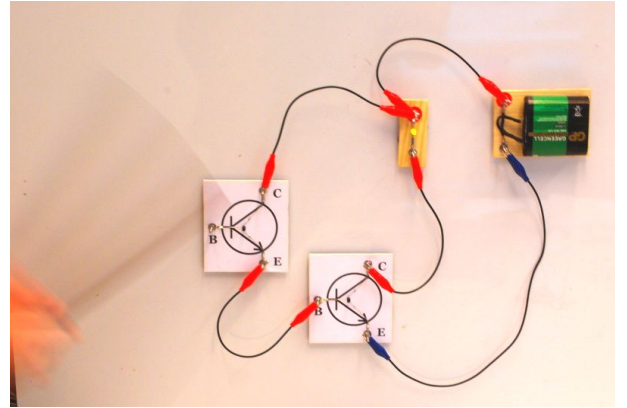
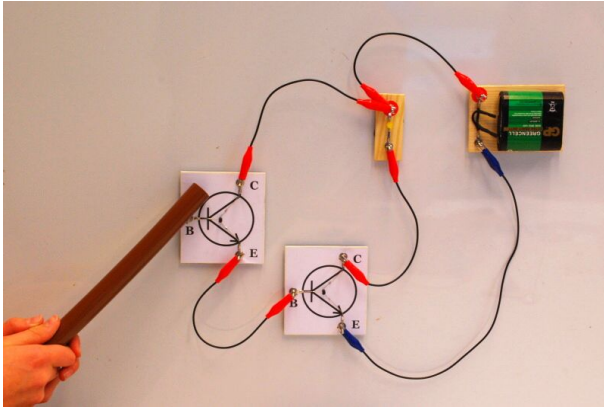
Vybavení: dva tranzistory, panílek s LED, baterie, 5 spojovacích vodičů, plastová trubka (pravítka), bavlněný kapesník (nebo jiný odstřížek látky z přírodního vlákna)

Učitel sestaví na magnetické tabuli obvod podle fotografie. Dva tranzistory spojené do kaskády jsou schopny zesílit proud $200 \times 200 = 40\,000$ krát. Pokud ovládáme kaskádou LEDku, která potřebuje proud 20 mA, postačí, aby bází prvního tranzistoru tekla proud cca $0,5\ \mu\text{A}$. Tento proud už zajistí elektrostatické jevy, např. přiblížení nabitěho plastové trubky (pravítka). Učitel zelektruje trubku látkou a přiblíží ji k bází prvního tranzistoru. Trubka je nabitá záporně, odtlačí z báze elektrony. Pro sepnutí tranzistoru je nutné, aby elektrony tekly z emitoru do báze (tj. proud tekla z báze do emitoru). Tranzistor se tedy sepne, až se trubka bude od báze vzdalovat (když se elektrony budou vracet zpět do báze).

Podobně je možné se báze chytit rukou a šoupat nohou o podlahu - náboj vzniklý třením v těle způsobí blikání žárovčky na konci kaskády.

Tento pokus nádherně ilustruje propojení elektrostatiky a elektrodynamiky.

Tranzistory - podrobný popis pokusů



Rozhovor s Mgr. Evou Dvořákovou

SPŠ Třebíč, 23. května 2019

Testovány metodiky: elektrostatika, elektrické obvody, elektromagnety, zrcadla, elektrochemie, usměrnění, tranzistory

Jaký máš pocit z výuky pomocí kombinovaných pokusů?

Kdybych měla pomůcky k dispozici, tak bych je používala. Využila bych je v plné šíři, navíc bych se je snažila doplnit na středoškolskou úroveň fyziky.

Jak se ti s pomůckami učilo?

Učilo se mi výborně, byly perfektně nachystané, v sadách bylo vše potřebné - i zdroje a vodiče.

Jak ti tento způsob výuky vyhovuje?

Vyhovuje, protože díky němu žáci pochopí podstatu probírané látky. Vždy se zkoumá nějaký fyzikální jev nebo problém, pokusy jsou zvoleny tak, aby to žáci pochopili. Výuka je přehledná, pro žáky přístupná.

Jak ti kombinované experimenty změnilly náročnost výuky?

Testování mi zabralo celkem dost času. V běžné výuce fyziky hodně počítáme, na škole je zvykem, že se provádí málo pokusů a hodně se počítá. Tematický plán se těžce stihá i za běžného provozu, takže pro zařazení testovaných metodik do výuky se na některé části tematického plánu nedostalo. Moji žáci z fyziky maturovat nebudou, proto by to nemělo v budoucnu způsobit žádné komplikace. Osobně si myslím, že je pro žáky důležitější pochopit princip fungování tranzistoru než když se budou zpaměti učit, jaké jsou v ČR typy rozvodných soustav. Naši žáci mají do výuky zařazeno hodně chemie, biologie, učí se strojařinu, ale nemají elektro.

Když tedy srovnáš běžnou vyučovací hodinu a hodinu vedenou formou kombinovaných pokusů ...

Když už jsem se s metodikami seznámila, tak vezmu krabici s vybavením a odcházím do hodiny. Vlastní seznámení se s metodikou je časově náročné, vše si musím sama vyzkoušet. Ale po seznámení mi další využívání souborů pomůcek žádné další ztráty času nepůsobí.

Jak na tento způsob práce reagovali žáci?

Byli nadšení. Například polovodičové součástky jsme probírali už dříve. Když jsem se žáků ptala, jestli se chtějí k tématice vrátit ve formě pokusů a jestli chtějí zjistit, k čemu se polovodičové součástky používají (když už je znají teoreticky), tak všichni chtěli. A myslím si, že to všichni pochopili.

Jaká je podle tebe úspěšnost výuky při použití kombinovaných experimentů?

Budou si probíranou látku pamatovat déle než při klasickém výkladu. Pouhá sdělená fakta rychle zapomínají. Díky testování metodik si žáci vše vyzkoušeli, některé pokusy byly pro ně překvapující. Pokusy, u kterých nastává WOW efekt, žáky zaujmou. A to jim dává do dalšího života více než učení se z paměti.

Ve kterých ročnících jsi metodiky testovala?

Ve druhém a třetím ročníku.

Metodiky byly připraveny pro základní školu. Nakolik jsou kombinované pokusy použitelné na střední škole?

V těch tématech, které se opakují po základní škole (třeba elektrostatika), jsou tyto pokusy vhodné na úvod tématu. Lze je využít jako odrazový můstek, na který potom mohu navázat s výkladem. Když jsem se na úvod elektrostatiky zeptala, co to je elektrický náboj a jaké jsou druhy náboje, většina žáků netušila. I když by to ze základní školy měli znát. Obecně mají žáci znalosti ze základní školy dávno překryty jinými informacemi. Proto si myslím, že kombinované pokusy mají smysl i na střední škole. Navíc se mým žákům pokusy líbily.

V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

Mám štěstí v tom, že jsem letos učila hodné třídy. Takže jsem pokusy bez problémů provádět s celou třídou. To je u nás 27 až 28 žáků. Víím, že jsou třídy, kde jsou kázeňské problémy, a dokážu si představit, že v takových třídách bych se o pomůcky bála. Proto záleží hodně na konkrétní třídě.

Jaké pro tebe byly hlavní problémy při použití kombinovaných pokusů?

Občas žáci nedávali pozor při popisu toho, co mají dělat. Například jedné skupině se podařilo vyzkratovat baterii a pak mi přišli nahlásit, že se z baterie kouří. Ale to byly jednotlivci. Tam, kde byla potřeba magnetické tabule, jsem používala plechové dveře. Těžký síťový adaptér ze sady usměrnění klouzal po dveřích dolů, musela jsem ho podložit dalšími magnety. U elektromagnetů jsem neměla vhodné stojany, musela jsem to řešit podkládáním krabicemi.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Pracovalo se mi výborně, metodika byla výborně popsána. Fotografie dokreslily text tam, kde vznikly nejasnosti. Členění metodik mi vyhovovalo, pro potřeby střední školy by bylo potřeba texty v některých místech doplnit. Naší chemikářce se líbila metodika elektrochemie, předběžně jsme si naplánovaly, že nachystáme společnou hodinu postavenou na tvých metodikách, doplněnou středoškolským výkladem.

Jak ti zkušenosti z testování změní do budoucna styl výuky?

Nakoupila jsem si krokosvorky, stometrový smotek drátu a dvacet tranzistorů. Až budu mít trochu času, osadím tranzistory na destičky a udělám si sadu podle tvé metodiky. Budu se snažit svépomocí vyrobit i další sady. Pokud je nebudu moct použít ve výuce, použiji je na dnech otevřených dveří naší školy.

Plánuješ použití kombinovaných pokusů i v budoucnu?

Moc ráda bych takto učila, ale naše škola na to nemá zatím vybavení. Máme nové sondy Vernier, ale není s nimi co měřit.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Tranzistory - nic. Jenom žáci chtěli ještě další pokusy, tři jim nestačily.

Usměrnění - destička s adaptérem nedržela dostatečně na magnetické tabuli. U elektrolytického kondenzátoru není z textu jasné, jak se má kondenzátor připojit na baterii (tj. + na +). Je to ale jasné z fotografií.

Elektromagnety - neměla jsem zdroj 24 V, musela jsme spojit dva 12V. Chyběl mi stativový materiál, který jsem musela improvizovat.

Zrcadla - nic. Problémy byly pouze se žáky, kterým chybělo rýsovací vybavení.

Elektrostatika - elektrování skleněného válce fungovalo v kabinetě, ve třídě ne. Zjistila jsem, že je třeba válec předem zahřát fénem.

Elektrochemie - měla jsem problémy se sehnat v obchodě kyselinu sírovou, zachránila mě chemikářka.

Elektrické obvody - většina žáků na základní škole nic podobného nedělala. Pro některé zase byly tyto obvody příliš jednoduché.

Rozhovor s Mgr. Janou Dvořákovou

ZŠ Laštůvkova, Brno, 21. března 2019

Testovány metodiky: elektromagnety, usměrnění, tranzistory, magnety, zrcadla, těžiště, elektrostatika, elektrochemie, vztlaková síla, elektrické obvody

Jaký máš pocit z výuky pomocí kombinovaných pokusů?

Pocit mám dobrý, učilo se mi perfektně. Žáky pokusy bavily. Pro mě bylo velkou pomocí to, že jsem měla vše nachystáno dopředu a nemusela jsem si téměř nic chystat. Obzvlášť na novém pracovišti, kde si pořád ještě nepamatuji, kde co je. Z výuky jako takové mám dobrý pocit. Běžně se snažím v hodinách používat pokusy, ale pouze v učitelské formě. Pro žákovské experimenty nemám ve škole vybavení.

Jak ti vyhovuje tento způsob výuky, to střídání učitelský - žákovský pokus?

Ve třídě mám až 30 žáků, zaujmout je učitelskými pokusy je vcelku náročné. Kombinované pokusy jsou nejsilnější v tom, že se žáci více zapojí do výuky. Děti pracují s velkým množstvím pomůcek, jsou ochotné pracovat. Je ale nutné podchytit je už od šesté třídy.

Takže pro tebe to bylo hlavně rozšíření učitelských pokusů o žákovské?

Určitě. I když třeba u elektromagnetů jsem dříve učitelské pokusy nedělala, protože na ně nemám vybavení. Pro učitelské pokusy třeba u magnetů a zrcadel je škola vybavená.

Jak ti změnil tento styl výuky náročnost přípravy a samotné výuky?

Pro mě bylo výhodné, že jsem měla vše připravené. Připravená sada, kterou jsem vzala, odnesla do hodiny, začala jsem učit. Při přípravě hodiny šlo pouze o to rozmyslet si, kdy metodiku zařadím, jinak bylo vše perfektní.

Takže použití kombinovaných pokusů ti nezpůsoboval žádné komplikace?

Spíše naopak, pro mě to byla výhoda. Tím, že byly ty pomůcky připraveny, jsem měla přípravu i výuku zjednodušenou.

Jak na tento způsob výuky reagovali žáci?

Žáci ví, že používám pokusy ve výuce běžně, takže je to nepřekvapilo. Rozhodně je bavilo, že se mohou zapojit sami do pokusů zapojit. To bylo velkým přínosem. A když jsem se objevila v hodině s nějakou krabicí, tak se ozvalo: "Jé, budou experimenty!".

Jak ovlivnilo použití kombinovaných experimentů úspěšnost výuky?

Tento způsob výuky žáky podpoří, upevní jim jejich znalosti. Žáci přemýšlí nad tím, co mají dělat, pomůcky mají v rukou, "přemýšlí rukama". Nepřemýšlejí jen obecně, protože obecné úvahy jsou pro děcka někdy příliš abstraktní, problematické. U šestáků by stačilo si jen hrát, starší žáci už musí víc přemýšlet. Při pokusech jim dochází propojení na běžný život, určitě je to pro ně výhodné.

V jak početných třídách se podle tebe mohou kombinované pokusy používat?

Zkoušela jsem to v šestých třídách, které mají po 30 žácích. Tam to bylo někdy problematické, šestáci často nejsou zvyklí na to, aby pracovali. V osmé a deváté třídě je 20 - 24 dětí, tam je výuka mnohem jednodušší.

To už jsou třídy, ze kterých odešli žáci na šestiletá gymnázia?

Přesně tak, žáci odejdou na šestiletá gymnázia, zůstávají ti slabší. Ti se ale zase snaží.

Kolik by tedy byl optimální počet žáků pro kombinované pokusy?

Myslím si, že 24 žáků ve třídě. S větším počtem je to náročné. Když v šesté třídě 10 dětí kvůli nemoci chybělo, učilo se mnohem lépe.

Když jsi musela učit velkou třídu se 30 žáky, daly se kombinované pokusy zvládnout?

Dalo se to zvládnout. Jedna z těch tříd je moje třída, tam žáci spolupracují, jsem jejich třídní učitel. Ve druhé třídě mám asistenta, přesto je tam výuka velmi náročná. Padá hodně otázek typu: "A mám to udělat opravdu takhle? Mám ten magnet položit?" Otázky, které ukazují, že nedávali pozor. Učitel musí neustále odpovídat na tyto dotazy způsobené nepozorností a nesoustředěním. Třeba dneska jsem měla posluchačku, která byla nemile překvapená z toho, na co všechno se žáci ptají.

Ale se 24 žáky se kombinované pokusy dají provádět v pohodě. A pokud si učitel žáky vychová od šesté třídy, tak se dá pracovat i ve třiceti. Ale musí se začínat od jednodušších pokusů. Na začátku třeba jenom jeden jednoduchý experiment, postupně se lze propracovat i k hodině věnované jen žakovským pokusům.

Jaké byly hlavní problémy během testování?

Teď si neuvědomuji, že bych měla nějaké problémy. Jenom někdy došlo k problémům technického rázu s pomůckami, třeba u tranzistorů nedržely prvky na magnetické tabuli. Jinak problémy nebyly, žáky mám většinou vychovány tak, že jsou zvyklí pracovat.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Pomůcky byly nachystány perfektně. Vždycky jsem si je vyzkoušela předem, potom jsem dělala pokusy se žáky, vše bylo dobře připraveno. U těžiště jsem měla problémy při demonstraci překotného hranolu, žákům klouzala nakloněná rovina po lavici, když ji

zvedali. Asi by bylo vhodné, aby žáci měli k tomuto pokusu k dispozici úhloměr. Ale jinak jsem s vybavením žádné problémy neměla, vždy jsem si nějak poradila.

Jak ti vyhovovaly metodické materiály?

Byly super, podle nich by hodinu dokázal odučit i nefyzik. Přesněji řečeno člověk technického typu by podle nich odučil hodinu bez problémů.

Jakým způsobem testování změní do budoucna tvůj styl výuky?

Budu se snažit zajistit si sady podobné těm testovaným, abych je měla k dispozici. Sady, které vezmu, použiji v hodině, po návratu do kabinetu vrátím zpět do police.

Takže počítáš s tím, že kombinované experimenty zapojíš do výuky?

Většinou počítám s tím, že jednu hodinu věnuji žákovským pokusům a druhou hodinu učitelským. Ale občas budu používat i kombinaci učitelských a žákovských pokusů.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Tranzistory - ty jsem učila jen letem světem. Jediným problémem byl panel se žárovkou, který nedržel na magnetické tabuli.

Elektromagnety - neměla jsem dostatečně dlouhé stativové tyče a stabilní podložky, po napojení dobře nedržely.

Těžiště - problémy s překotným hranolem, u učitelského upadávala ručka. Ručka by měla být tenčí, aby lépe ukazovala na hranu

Magnety - pro žáky je problém s plovoucími magnety, bylo by potřeba doplnit lepenkovou vložku, aby magnety neklouzaly uvnitř krabičky.

Rozhovor s Mgr. Janou Hynštovou

Biskupské gymnázium, Brno, 5. dubna 2019

Testovány metodiky: Magnety, Těžiště, Elektrostatika

Jaký máš pocit z výuky pomocí kombinovaných pokusů?

Mně se testování velice líbilo. Nemusela jsem si chystat pomůcky, vše bylo krásně nachystané. Nemusela jsem hledat na poslední chvíli, co mi chybí. Žákům se to velmi líbilo, protože metodiky jsou hezky připravené, mohli si všechno vyzkoušet. Takže celkový dojem - skvělé.

Jak ti výuka pomocí kombinovaných pokusů vyhovuje?

Dřív jsem kvůli nedostatku času připravovala pokusy tak, že si pokus vyzkoušela jedna skupina žáků a ostatní se na ně dívali. Poté jsme experiment diskutovali. Testování, kdy jsem měla k dispozici vybavení pro všechny žáky, bylo mnohem příjemnější. Všichni mohli pracovat současně, poté následuje diskuze.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Výborně.

Jak reagovali žáci na takovýto způsob práce?

Byli rádi, že děláme pokusy. To jsou vždy, když si mohou něco vyzkoušet, nejenom v případě testování tvých metodik.

Jak se podle tebe projeví použití kombinovaných pokusů na úspěšnosti výuky?

To, co si mohli sami vyzkoušet, si dobře zapamatovali. Například primáni použili své zkušenosti při přípravě vystoupení pro mateřskou školku. Sami věděli, co se jim nejvíc líbilo. Obecně si myslím, že pro žáky je mnohem přínosnější, když si mohou vše vyzkoušet. Učitelství pokus není tolik efektivní.

S kolika žáky lze podle tebe pracovat formou kombinovaných pokusů?

Záleží na tom, jak máme rozvrhem určené hodiny. V primě máme každý týden jednu hodinu půlenou, takže jsme prováděli žákovské pokusy v ní. V sekundě jsou všechny hodiny spojené, třída má 30 žáků. Některé pracovní skupiny musely být po třech žácích, ale pracovalo se nám bez problémů. Takže v sekundě (sedmá třída ZŠ) jsme vše zvládli ve 30 žácích, v primě jsou sice žáci živější, ale zvládli bychom to taky. Díky půlení hodin byla práce příjemnější.

Jaké byly hlavní problémy při použití kombinovaných experimentů?

Nic vážného se nestalo.

Jak ti vyhovovaly metodické materiály?

Pro mě byly výborné. Stačilo je vzít do ruky a učit přesně podle nich. Občas se mi stalo, že jsem dostatečně nezdůraznila některý detail, který byl v metodice uveden, ale to by se mi při opakovaném použití metodiky nestalo. Konkrétně třeba to, že při elektrování brček nesmí použít větší sílu. Díky tomu někteří žáci brčka poničili hned při prvním použití.

Jak to změní do budoucna tvůj styl výuky?

Pokus budu mít tyto sady pomůcek na škole, budu je využívat. Spojení učitelských a žákovských pokusů mi vyhovuje.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Elektrostatika - žáky jsem dostatečně neupozornila na to, že nesmí brčka příliš mačkat. A taky na to, že nemají překládat teflonovou folii jako kapesníček. Příště je na to musím více upozornit. U jednoho rámečku nebyla pořádně vypnutá nit, takže jsem ji musela opravit. Metodika mi pokryla většinu látky probírané v primě. Žákovské pokusy jsem navíc doplnila z vybavení, které máme na škole. Metodiku jsem rozšířila pokusem, kdy žáci umístí zelektrované brčko na zeď. To se jim všem líbilo. Některá brčka zůstala z předchozího použití zelektrovaná, takže se chovala jinak, než jsem předpokládala. Náboj na nich vydržel více než týden.

Magnety - vyhovoval mi přesný popis žákovských pokusů. Nepodařilo se mi pořádně nakreslit indukční čáry u pokusu, kdy se učitelský magnet nastavuje tenčími žákovskými magnety. Příště bych ho asi neukazovala.

Těžiště - moc se mi líbil úvodní experiment, kdy se hledá těžiště pomocí přilepených nití. U stavebnice závěsného mobilu nastal problém s malými kolíčky, které se během použití rozpadávaly.

Rozhovor s Mgr. Květou Kolářovou

Základní škola Buzulucká, Teplice, 22. června 2019

Testovány metodiky: elektromagnety, magnety, elektrické obvody, elektrochemie, usměrnění, tranzistory, elektrostatika, vztlak, zrcadla, těžiště

Jak ti tento způsob výuky vyhovuje?

Tímto způsobem jsem vždy chtěla pracovat. Snažila jsem se, aby děti co nejvíce samy prováděly pokusy. A když na žákovský pokus navazuje učitelský a žáci vidí, jestli dosáhli správných výsledků, je to úchvatné. Nejvíc mi vyhovuje, když žáci začnou nad výsledky pokusů diskutovat. Podle mě by takto měla výuka vypadat běžně.

Pracovala jsi podobným způsobem už dříve?

Snažila jsem se o to. Už na začátku praxe jsem často byla za černou ovci, protože jsem se snažila dávat dětem do rukou pomůcky. Aby si mohli na vše sáhnout. V posledních letech jsem se seznámila s hnutím Heuréka, kde jsem se hodně naučila a následně si hodně vylepšila vlastní způsob výuky. Dřív jsem pracovala hlavně na základě pocitů, v Heuréce jsem dostala do ruky konkrétní metodiky. No a potom jsi mi dal své metodiky k dispozici ty.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Pracovalo se s nimi dobře, pomůcky jsou promyšlené, jsou nachystané tak, aby děti viděly, co se během pokusu děje, samy jsou schopny zjistit, jak pokus funguje. Pomůcky vyhovovaly jak mě, tak kolegovi, který je testoval ve svých hodinách. Výhodou byl velký počet sad, žáci mohli pracovat v malých skupinkách.

Jak na tento způsob práce reagovali žáci?

Pozitivně. Předem jsem je varovala, že tyto pomůcky testujeme a že se jim nesmí nic stát! Moji žáci jsou běžně zvyklí na žákovské pokusy. Nyní pracovali jen s trochu odlišnými pomůckami, proto na ně reagovali dobře.

V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

Některé experimenty bez problémů ve velkých třídách - 30 až 35 žáků. U nás jsou teď běžné třídy 16 až 24 žáků, ale zvládlo by se to i ve větších. Hlavně tehdy, pokud žáci chtějí pracovat a na tuto formu výuky jsou připraveni.

Jak ti vyhovovaly metodiky?

Byla jsem ráda, že v nich bylo vše podrobně popsáno a nafoceno. Byla místa, kde mi pomohly i s výkladem - například u tranzistorů.

Jaké jsi měla problémy s výukou pomocí kombinovaných experimentů?

Hlavně s dodržением časových termínů. Ve škole jsme měli celkový časový skluz. Jinak s výukou problémy nebyly.

Plánuješ použití kombinovaných pokusů i v budoucnu?

Určitě, mně tato forma vyhovuje.

Jak se ti změnila náročnost přípravy na hodinu a náročnost samotné hodiny?

Byla jsem zvyklá mít pro žáky vše připravené předem. Proto pro mne bylo chystání pomůcek během testování běžnou rutinou. Jsem na to zvyklá. Dovedu si představit, že pro učitele, který na chystání pomůcek není zvyklý, musí být takové testování náročné. Ale zase ne příliš náročné, protože tvé sady pomůcek jsou dobře připravené. Vlastní hodina je při použití žákovských pokusů mnohem lepší než čistě výkladová hodina. Místo toho, aby jen koukali a nudili se, žáci sami pracují. V dnešní době jsou přesyceni displeji a dataprojektory. Nejdůležitější je naučit děti, aby se v připravených pomůckách neprohrabovali předem. Výuka pomocí kombinovaných pokusů je silně motivuje - zaujmou je samotné pomůcky, čekají, co se bude dít. A pokud si mohou s vybavením pohrát podle své fantazie, jsou nadšeni. Když po nich chci v písemce, aby popsali nějaký pokus, je vidět, že si jej dobře pamatují. Pamatují si to, co sami dělali. Výrazný učitelský pokus si také zapamatují (třeba když v korýtku teče hořící plyn), ale lepší je, když pokusy dělají sami.

Jak se změnila úspěšnost výuky?

Určitě si pamatují víc, než když se výuka vede pouze výkladem. Plánuji, že příští rok začnu výuku stručnou zpětnou vazbou loňského roku. Mám ověřeno, že žákům stačí ukázat pomůcku, rychle si vzpomenou, jak probíhal celý pokus.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Elektromagnety, magnety, elektrické obvody, usměrnění, elektrostatika, vztlak, zrcadla: nic

Elektrochemie: odlepují se baterie

Tranzistory: dost náročné učivo

Těžiště: rozpadají se kolíčky

Rozhovor s Mgr. Lenkou Kramářovou

Gymnázium Vídeňská, Brno, 3. června 2019

Testovány metodiky: zrcadla, elektromagnety

Jaký máš pocit z výuky pomocí kombinovaných pokusů?

Jsem na tento způsob výuky zvyklá. Takže mi vyhovuje.

Jak se ti s pomůckami učilo?

Pomůcky mi vyhovují, proto jsem si nechala vyrobit sady pro naši školu. Takže s nimi budu pracovat i v dalších letech.

Jak ti tento styl výuky změnil náročnost přípravy na hodinu?

Výuka s kombinovanými experimenty je pro mne náročnější než běžná výkladová výuka. Mluvit s křídou u tabule je jednodušší. Kombinované experimenty jsou ale efektivnější pro žáky. A osobně mi zvýšená náročnost nevadí.

Jak na tento způsob výuky reagují žáci?

Ze začátku je pro ně tento styl výuky náročný, jedna třída mi kdysi dokonce při závěrečné zpětné vazbě řekla, že takovou výuku nechťejí. Že jim vadí opakované otázky „proč“, „co“, „jak“. Po několika letech, kdy stejnou třídu učila praktikantka, napsali žáci do zpětné vazby, že jim tento styl dotazování chyběl. Takže u nich došlo k výraznému posunu v názorech.

Jak se mění úspěšnost výuky při využití kombinovaných experimentů?

Nejsem si jistá, jestli žáci získají více faktických vědomostí. Při výuce s křídou u tabule lze žáky naučit více faktografie. Při kombinovaných experimentech se žáci naučí mnohem lépe fyzikálnímu myšlení. Naučí se klást otázky, naučí se nebýt pasivní. Považuji to za lepší výsledek než při použití výkladu.

V jak početných třídách lze takto učit?

V celé třídě - ve 32 žácích.

Jaké jsi měla problémy při této formě výuky?

Ze začátku hlavně hlučnost třídy. Naučit žáky tento způsob práce je velmi náročné. Ze základní školy na něj nejsou zvyklí. Pro některé žáky, alespoň ze začátku, byl pokyn k žakovským experimentům pokynem k tomu, že si mohou vykládat se spolužáky. Ze strany učitele je nutná vytrvalost.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Dobře.

Chceš tento způsob výuky rozšířit i do dalších témat?

Takto učím i v dalších tématech.

Připomínky ke konkrétním metodikám

Elektromagnety - bylo by vhodnější namísto jednoho pracovního listu připravit trojici listů ke každé úloze zvlášť.

Rozhovor s Mgr. Hanou Kunzovou

Gymnázium Trhové Sviny, 18. července 2019

Testovány metodiky: magnety, elektrostatika, elektromagnety, elektrochemie, elektrické obvody, usměrnění

Jaký máš pocit z výuky pomocí kombinovaných pokusů?

Testovaná metoda se příliš neliší od toho, jak běžně učím. Takže se mi s ní učilo dobře. Rozdíl byl hlavně ve kvalitě pomůcek, v některých případech používáš trochu odlišné postupy. Ale velmi podobně učím běžně.

Fyzika se často učí výkladem. Proč používáš žákovské činnosti?

Považuji za smysluplné, aby si žáci vše sami objevili, vyzkoušeli, osahali. Chci, aby sami objevili maximum toho, co je možné objevit. Čím více smyslů používají, tím hlouběji jsou schopni do dané problematiky proniknout. Navíc práce ve skupině rozvíjí mnohé sociální dovednosti - domluva, spolupráce. Rozdělení žáků do skupin losuji, takže jsou nuceni pracovat s lidmi, které si sami nezvolili. Tento způsob výuky vede žáky k tomu, aby sami navrhovali postup práce, aby dokázali formulovat výsledky činnosti a zapsat si je do sešitu. Učí se nahlas říci přede všemi své závěry. Nic z toho se při klasickém výkladu neděje.

Jak je pro tebe náročná příprava na hodinu při použití kombinovaných pokusů?

Výklad je podstatně méně náročný. Je nutno chystat pomůcky, vše si musím sama vyzkoušet předem.

Jak je náročná samotná výuka?

Mě jako učitele kombinované pokusy baví mnohem víc než výklad. Když jsem několikrát učila pomocí výkladu, vždy to skončilo tak po 20 minutách, kdy jsem musela některé studenty budít. U výkladu je velmi složité přesvědčit žáky, aby mě vnímali. Při kombinovaných pokusech je mnohem jednodušší udržet žáky zapojené do výuky. Z hlediska mé únavy jsou oba způsoby výuky srovnatelné, protože při kombinovaných pokusech se sice musím neustále pohybovat po třídě, kontrolovat žákovské skupiny a dohlížet na pomůcky, ale ve výsledku je to stejně namáhavé jako výklad.

Jakým způsobem reagují na tento způsob výuky žáci?

Je to pro ně zajímavější než běžný výklad. Když v některé hodině delší dobu nepoužiji žádné pomůcky, ptají se žáci, kdy už budou něco dělat sami. Jsou daleko akčnější než když mají sedět a poslouchat. Tato forma práce nutí přemýšlet nad fyzikou i ty žáky, kteří by se o to normálně nesnažili. Už jenom proto, že na konci musí zapsat vlastní závěry do sešitu.

Jaká je podle tebe úspěšnost výuky při použití kombinovaných experimentů?

Zapamatují si více než při výkladu. Hlavně jsou lépe schopni reagovat na problémové otázky, nerecitují pouze naučená pravidla. Na druhou stranu mají v zápisech větší chaos než při výkladové hodině, z velké části si ho sami sestavují. Pro mě je ale důležitější, aby namísto naučených formulací dokázali odpovídat na otázky typu: „Co se stane, když ... ?“, což považuji za základ fyziky.

V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

Používala jsem kombinované pokusy i s 33 žáky ve třídě, ale je to dost náročné. Jako optimum považuji 24 žáků, v 6 skupinách po 4 žácích zvládnou i náročnější experimenty. Obecně - čím méně žáků, tím jednodušší výuka. Ve velké třídě jsem si netroufla losovat skupiny, rozdělovala jsem žáky tak, aby v každé skupině byl alespoň jeden schopný žák.

Jaké pro tebe byly hlavní problémy při použití kombinovaných pokusů?

Ze začátku je nutné žáky přesvědčit o tom, že pokusy nejsou jen hra, že z nich musí vytvořit nějaký konkrétní výstup, který může být hodnocený. Primární lze přesvědčit poměrně snadno, náročné to bývá u vyšších tříd, které přebírám po někom ze svých kolegů.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Bez problémů, jenom jsem si někdy upravovala text pracovních listů.

Jak ti vyhovovaly metodické materiály?

Dobře se s nimi pracovalo. Ocenila jsem ty stručné přehledy pokusů, kdyby nebyly přiložené, musela bych si je sama vytvořit.

Jak ti zkušenosti z testování změny do budoucna styl výuky?

Pouze v detailech, už takto učím.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Magnety - pilinové siločáry běžně provádím jako žákovský pokus.

Elektrostatika - brčka se obtížně vybíjejí (musí se propláchnout vodou).

Elektrické obvody - opakovaně jsem musela upozornit na to, aby nezkratovali zdroje napětí. Podrobněji jsem rozebrala, co to jsou vodiče a co izolanty.

Usměrnění – nic.

Elektromagnety - většinu pokusů jsem prováděla bez proudového stabilizátoru. Lépe bych zdůraznila, že střelka kompasu by na začátku pokusu měla být kolmo k ose cívky.

Elektrochemie - nic.

Rozhovor s Mgr. Václavem Pazderou

Gymnázium Čajkovského, Olomouc, 19. června 2019

Testovány metodiky: elektromagnety, magnety, elektrické obvody, elektrochemie, usměrnění, tranzistory, elektrostatika

Jaký máš pocit z výuky pomocí kombinovaných pokusů?

Já mívám jenom dva pocity - špatný a dobrý. Z výuky mám výborný pocit. Například elektrostatika - tvé metodiky mě po mnoha letech praxe přiměly k rozšíření experimentů o pokusy s torzním závěsem. Dokonce jsem i lépe do elektrostatiky pronikl - tak dobře jako letos jsem ji ještě neučil. Přivedlo mě to k vývoji dalších pomůcek pro tuto oblast - například elektronické detektory náboje.

Jak ti tento způsob výuky vyhovuje?

Žákovské experimenty mi příliš nevyhovují - máme ve třídách kolem 30 žáků, pro tento počet je příprava pomůcek celkem náročná. Sady, které jsem testoval, byly dobře nachystané. Naše škola ale nic podobného nevládní.

Jak ti kombinované experimenty změnilo náročnost výuky?

Příprava i provedení hodiny je několikanásobně náročnější než běžná výuka. Vývoj a výroba pomůcek pro žáky je mnohem náročnější než příprava učitelských experimentů.

Jak na tento způsob práce reagovali žáci?

Žáci byli nadšení, nejraději by tímto způsobem pracovali pořád. Tato forma výuky je pro žáky hrou. A těm menším ani nedochází, že je to výuka.

Jaká je podle tebe úspěšnost výuky při použití kombinovaných experimentů?

Určitě vzrůstá zájem dětí o výuku, mají z výuky hlubší zážitky, proto si vše lépe zapamatují. Stejně tak ale lze získat pozornost žáků učitelskými pokusy. U učitelských pokusů lze přehledněji vést úvahy a rozbor problémů, u žákovských pokusů je to náročnější. Proto je vhodné kombinovat oba typy pokusů. Když žáci pracují s pomocí pracovních listů, řeší vše sami, učitel není schopen jejich úvahy podrobně kontrolovat.

V jak početných třídách se podle tebe dají kombinované pokusy provádět?

Ideální by bylo půlení tříd. Naše třídy mají většinou 31 žáků, optimem je tedy 15-16 žáků. Když provádíme žákovské pokusy s celou třídou, mají pracovní skupiny 3 - 4 žáky, což je už příliš moc, nejlepší jsou dvojice. Ve 30 žácích se špatně hlídá pozornost a nasazení

děti, žákovské pokusy jsou velmi časově náročné. Pomáhá, pokud jsou ke skupinové práci vedeni dlouhodobě, mají už ji natrénovanou.

Jaké pro tebe byly hlavní problémy při použití kombinovaných pokusů?

Organizace žákovských pokusů ve 30 žácích. Jak už jsem řekl, pomáhá trénink žáků i zkušenosti učitele s touto formou práce.

Jak se ti pracovalo s pomůckami?

Pracovalo se s nimi dobře, byl bych moc rád, kdybych je měl na škole k dispozici. Osobně jsem se zatím nepřinutil dotáhnout své pomůcky do tak přehledného stavu, jako jsou tvoje. Na naší škole máme několik sad pomůcek ještě ze socialistického Komenia, potom něco málo ze začátku 90. let od Didaktiku. Jinak se pořizují pomůcky jen pro učitelské experimenty.

Jak se ti pracovalo s přiloženými metodikami?

Metodiky byly bezproblémové, jenom v některých sadách chyběly pracovní listy. V některých místech bych drobnosti doplnil, ale nic zásadního.

Jak ti zkušenosti z testování změny do budoucna styl výuky?

Rád bych měl vybavení zpracované podobným způsobem, ale u nás bych to používal jen já. Pokud si nějaké vybavení pořídím, tak určitě kombinované pokusy zavedu. Zatím jsem limitován pomůckami.

Přípomínky ke konkrétním metodikám:

Elektromagnety: vytvořil jsem nové pracovní listy

Magnety: nic

Elektrické obvody: nic

Elektrochemie: nic

Usměrnění: nic

Tranzistory: do pracovních listů bych k LED dokreslil ochranný rezistor

Elektrostatika: nic

Rozhovor s Mgr. Michaelou Rosendorfovou

ZŠ Gajdošova, Brno, 25. března 2019

Rozhovoru se účastnil i Mgr. Pavel Horák, který pracoval s některými soubory pomůcek.

Testovány metodiky: usměrnění, elektromagnety, těžiště, zrcadla, tranzistory, vztlak, magnety, elektrostatika, elektrochemie, elektrické obvody

Jaký jste měli z metodik, které jsem vám dal k dipozici, pocit?

MR: Bylo to pro mne zjednodušení, nemusela jsem si vymýšlet žádné další pokusy. Ukázala jsem pomocí nich vše potřebné, žáci si vše sami vyzkoušeli. I když dost záviselo na tom, o které téma se jednalo. Některé téma bylo náročnější, žáci neměli dostatečný nadhled, hůř se jim vše chápalo. Jiná témata byla úplně v pohodě. Některé pokusy žákům pomohly v představě, v pochopení.

PH: Jsem s tím spokojený. S tím, jak máš připravené podklady pro učitele, jak máš nachystané podklady pro žáky. Pro mne bylo silným omezením, že jsem se k pomůckám kvůli pracovnímu vytížení dostal až na poslední chvíli, že jsem neměl moc času na přípravu. Moc by mi pomohlo, kdybych měl více času na seznámení (alespoň půl hodiny předem), kdybych si mohl pokusy projít předem, kdybych měl čas pochopit záměr metodiky. Vždy jsem na začátku tápal, některým záměrům jsem nerozuměl, ale většina pokusů se nakonec povedla. Střídání pokusů učitel - žák je pro výuku velmi dobrý.

Jak vám způsob výuky, kde se střídá učitelský - žakovský pokus, vyhovuje?

MR: Mě to přišlo zajímavější než běžná výuka. Dařilo se mi udržovat pozornost žáků. Hlavně tím, že jsem napřed něco předvedla, poté vysvětlila a na závěr jsem žákům řekla, že si to mohou vyzkoušet oni. Žáci často přišli na něco jiného nebo zjistili, že něco nefunguje, nevěděli si s tím rady. Společně jsme se o problémech pobavili, řešili jsme, co nám pokusy ukázaly.

PH: Mám stejné názory. Každý z nás má zjetý model učení. Například použití pokusu na začátku nebo na konci, případně pokus v průběhu výuky. Už máš vyzkoušené pokusy a jejich zařazení. Tvá koncepce výuky to celkem dost nabourává. Myslím si, že každého učitele. Je nutné přistoupit na to, že se bude učit tvým stylem. Že se budou střídát pokusy učitel - žák. Myslím si, že tvůj styl je v pořádku, jen je nutné si ho osvojit. Asi nejhorší je, pokud si učitel musí připravit potřebné pomůcky.

Měl jsem málo času na přípravu před vyučováním, takže jsem s kombinovanými pokusy měl problémy. Ale myslím si, že až si je pořádně nastuduji, bude vše v pořádku.

Jak vám testování změnilo náročnost výuky?

MR: Pokusy tak, jak byly připravené, spoustu věcí vysvětlily. Například u těžiště nebo zrcadel. Metodiku zrcadel jsem s jednou třídou vyzkoušela na začátku před samotným probíráním teorie a s druhou třídou až poté, co jsme danou látku probírali. Byl tam výrazný rozdíl v dopadech na žáky, i když dost záviselo na konkrétních dětech. Bylo zajímavé sledovat, jak danou problematiku vnímá třída, pro kterou to je úplně nová látka, kde je vše pro ně novinkou. Ta druhá třída už o zrcadlech něco málo věděla, své znalosti si ověřovali. Mohli si představit reálný význam toho, co předtím znali jen z geometrických konstrukcí. Například vlastnosti obrazu.

Pokusy byly účinnější tam, kde žáci už něco znali dopředu, nastoupil efekt: "Aha, už mi to došlo!". Tam, kde pokusy nebyly podloženy teoretickou výukou, jevy sice pochopili, ale nevěděli, co se s tím bude dělat dál. Když základy měli, tak pro ně nebyl problém rozlišit skutečný obraz, převrácený obraz. Myslím si, že vhodnější je dělat pokusy až po teoretickém základu.

PH: Pro mne byla náročnost podobná jako u běžné výuky. Běžně připravám na hodinu taky moc nedávám. Kdybych měl tyto sady pomůcek běžně k dispozici, tak by se mi učilo mnohem jednodušeji, nemusel bych řešit, co mám učit.

Jak na tento způsob výuky reagovali žáci?

MR: Velký úspěch měly zrcadla a těžiště. Bylo vidět, že větší úspěch měla výuka v odpolední fyzice, kde je třída půlená, než v normální hodině, kde je jich až 26 a jsou to pubertáči, sedmáci. Když má člověk možnost rozdělit si třídu na poloviny, je efekt výuky mnohem silnější. Myslím si, že je to docela bavilo, i když třeba u některých pokusů si myslím, že pro ně byly náročnější na pochopení. Důležité je to, že si vyzkoušeli něco nového, že sice nedokázali vše popsat, vysvětlit, ale mohli sledovat konkrétní jevy. Určitě je to bavilo víc než v hodině, kde bych jim dané jevy pouze teoreticky vysvětlovala.

PH: Myslím, že výuka dopadla hezky. Vždy je dobré, když žáky výuka baví. Není až tak podstatné, aby během provádění pokusů vše pochopili, přinejmenším je to přinutí k zamyšlení, proč to tak funguje.

Jak byla výuka metodou kombinovaných pokusů úspěšná?

MR: Záleželo na tom, které téma jsme probírali. Třeba elektrická témata byla pro žáky složitá. Některým žákům pokusy hodně pomohly k pochopení problému, ale nemyslím si, že by byli schopni vše vysvětlit a interpretovat.

Největší úspěch mělo těžiště a zrcadla. Pokusy vedly k mnoha debatám o tom, jak to vlastně všechno funguje.

PH: Určitě, pro žáky je účinnější, že vše vidí a na vše si sáhnou. Měl jsem dobrý pocit z výuky elektromagnetů.

Při jakých počtech žáků je tato metody použitelná?

MR: Pro mě je vhodnější práce v půlených třídách.

PH: Podle mě jde jenom o pracovní prostor. Já jsem se třeba se zrcadly nepracoval, ale když si děcka dokážou sestavit vybavení, tak jich klidně může být i 30. Když žáci pracují ve dvojicích, je jedno, jestli jich 15 nebo 20.

MR: Záleží na tom, kolik pokusů je v jedné hodině. Kdyby šlo o jeden nebo dva, tak není problém pracovat s celou třídou. U sedmáků mělo vliv to, že podobnou formu práce znali z dřívějšíka, takže s ní neměli větší problémy. Dost náročné bylo kontrolovat pomůcky po použití, i když jsem žákům říkala, že jsou půjčené a budeme je vracet. Snažila jsem se o to, aby nic nebylo poškozené. Takže hlavní problém byl v tom, že jsem s celou třídou nestíhala pomůcky zkontrolovat a uklidit.

Jak velké třídy máte?

MR: Běžně kolem 24 žáků (nejvýš 28).

Jaké byly hlavní problémy při použití kombinovaných pokusů?

MR: Neměla jsem žádné podstatné problémy.

PH: Hodně záleží na tom, jestli danou metodiku vidím poprvé nebo už s ní pracuji delší dobu. Dělal mi problémy zjistit, které pomůcky jsou žákovské a které učitelské. Pak mě došlo, že učitelské jsou ty větší a že žákovských musí být víc. Někdy vadilo, že učitelské pomůcky nejsou baleny zvlášť. Kdyby nám ty pomůcky patřily, tak si je rozdělím do dvou krabic.

Jak se vám pracovalo s pomůckami, které jste měli k dispozici?

PH: Rádi bychom si tyto sady pomůcek pořídili do školy. Čím víc budeme mít podobného vybavení, tím lépe pro výuku. Mým ideálem je mít všechno učivo pokryto pomůckami a podrobnými metodikami.

MR: Pro práci bylo příjemné, že žákovské vybavení bylo pro 12 pracovních skupin, takže jsme tvořili skupinky maximálně po třech. Díky tomu se všichni žáci zapojili.

Jak vám vyhovovaly metodické materiály?

MR: Když je člověk vzal do ruky, tak se z toho dala hodina v pohodě odučit. Bylo jasné, co vše je potřeba, vše se dalo předem připravit.

PH: Nevím, jak to bylo u ostatních metodik, ale u elektromagnetů nebyla součástí pracovních listů forma zápisu. Nebylo jasné, co si žáci mají zapisovat. Nebylo mi jasné, co má být výstupem. V metodikách byl popsán jev, čekal bych, že tam bude zapsán i závěr, proč tyto pokusy děláme.

Jak vám testování do budoucna ovlivní styl výuky?

MR: Zatím jsme měli nějaké pokusy natočené na videu, ale moc rádi budeme pracovat podle testovaných metodik, pokud budeme mít pomůcky k dispozici.

PH: Pokud se nám podaří dát dohromady sady pomůcek, tak je určitě budeme používat.

MR: Je jasné, že člověk nemusí vždycky udělat všechno přesně podle metodiky. Když není čas, zůstane u demonstračního pokusu. Ale pro výuku fyziky je ideální stav, když máme v kabinetě pro každé téma krabici, kterou vezmeme do výuky, vše je nachystané, snadno se to ukazuje, součástí jsou žákovské pokusy,

PH: Pro mne je ideální stav z hlediska vedení školy (PH je zástupce ředitele), když mám zajištěno, že se v daném tématu učí konkrétní věci. Prostě budu mít nachystanou kuchařku a budu vědět, že každý z učitelů odučil tyto konkrétní věci tímto způsobem. Učební osnovy nestačí, je nutné stanovit minimum, které žáci musí vidět a vyzkoušet si. Sice to omezuje kreativitu učitele, ale zajistí to kvalitu výuky. Výrazně byl to pomohlo hlavně začínajícím učitelům.

Připomínky ke konkrétním metodikám

Tranzistory - PH - toto téma běžně neučíme. Vše jsem si vyzkoušel, vše fungovalo. Ale nevěděl jsem, proč tyto pokusy děláme. Co má být výstupem pro žáky.

Usměrnění - MR - to testoval další kolega v rámci dílen. Žáci zapojení zvládali, ale při změně zadání nebyli schopni přijít na správné řešení. Podařilo se vysvětlit základní pojmy a fungování, ale nedokázali to použít v dalších situacích.

Elektromagnety - PH - podařilo se nám ztratit ocelové jádro, které se našlo až po probrání látky. Takže jsme ho při pokusech provizorně nahrazovali šroubem.

Těžiště - MR - vše v pohodě, jen se rozpadávaly malé kolíčky u závěsného mobilu.

Zrcadla - MR - žákům vyhovovaly japonské krabičky, sami si vymýšleli nové situace.

Rozhovor s Mgr. Ottou Suchánkem

Gymnázium Šlapanice, 12. března 2019

Testovány metodiky: elektromagnety, usměrnění, tranzistory.

Jaký máš pocit z výuky kombinovaných experimentů?

Dobře se mi pracovalo. Nechal jsem děcka hodně pracovat samostatně a bylo vidět, že je to dost baví. A bavilo to i mě. Měl jsem možnost každou druhou hodinu si rozpůlit. Ve společné hodině jsem provedl učitelské pokusy, v půlené hodině ty žákovské. I když půlené hodiny kvartánů probíhaly šestou a sedmou vyučovací hodinu, bylo vše bez problémů.

A kvarta u vás je ekvivalent deváté třídy?

Ano, nemáme nic posunutého.

Jak se ti učilo s pomůckami, které jsi měl k dispozici?

Z pomůcek pro učitele byly nejlepší ty na usměrnění střídavého proudu. Použil jsem je i v matematice při zavádění goniometrických funkcí. Ze všemi pomůckami se mi pracovalo dobře. Ale sadu pro usměrnění bych vyzvedl, ta je vážně skvělá. Tedy alespoň pro mě.

Jak ti vyhovuje výuka pomocí kombinovaných experimentů?

O dost více než klasická výuka. Už jenom to, že se děcka samy do výuky aktivně zapojí. Je vidět, že je to více baví. Pro mě bylo lepší, když byly hodiny půlené. S celou třídou jsem zkoušel žákovské pokusy jednou u elektromagnetů. Tam jsou sice pokusy kratší, ale já mám ve třídě 34 žáků, takže to bylo dost náročné. Při půlení bylo úplně jedno, jestli výuka probíhá v 7 ráno nebo ve 2 odpoledne, žáci pracovali s nadšením.

Jak ti kombinované experimenty změnilo náročnost výuky?

Díky tomu, že jsem měl od tebe přichystané přípravy a pomůcky, byla výuka stejně náročná jako dříve. Chystám se vyrábět vlastní vybavení, takže to bude časově náročnější na přípravu. Ale samotná výuka je určitě jednodušší.

Jakým způsobem na tento styl výuky reagovali žáci?

Pozitivně, převážně pozitivně. I takoví, kteří nejsou pro přírodní vědy zapálení, zvládali vše dobře. A i následné testy dopadly lépe než dříve. Znamky z nich nebyly vůbec špatné.

Jak testování metodik ovlivnilo úspěšnost výuky?

Myslím si, že známky se zlepšily o půl až 3/4 stupně. Bylo vidět, že žáci ví, na co odpovídají. Nemáme dvě paralelní třídy, kde by se daly výsledky srovnávat, ale půjčil jsem si zadání písemek od kolegy, který učil kvartány vloni, a použil jsem ho. Dopadl viditelně lépe.

Jaké byly pro tebe hlavní problémy použití kombinovaných pokusů?

U učitelské sady jsem si jednou neuvědomil, že ve třídě, kde budu učit, není magnetická tabule. Na začátku to pro mne byl trochu šok. Ale mám ve třídě 34 žáků, tak dva z nich posloužili jako tabule. Na jiné problémy si nevzpomínám.

Jak se ti pracovalo s konkrétními pomůckami?

Jak už jsem říkal, dobře. Užíval jsem si výuku polovodičů. Ve škole máme starší sadu s plastovými krabičkami, které se spojují pomocí banánků, ale hřebíčkové obvody jsou stokrát lepší. Žáci přesně vidí, co se děje, mají v obvodech přehled. Dokonce mi někteří žáci začali nosit vlastnoručně vyrobené obvody vytvořené hřebíčkovou metodou. Například se pokusili vyrobit Graetzův můstek z LEDek. Bohužel při zapojení na zdroj LEDky spálili, protože nepoužili ochranné rezistory.

Jak ti vyhovovaly metodické materiály?

Byly napsány bodově, takže jsem je musel chvíli studovat, ale zase jsem si vše lépe uvědomil. Nejsou napsány formou učebnicového textu, ale vypsány bod po bodu. Na druhou stranu mne přinutily sednout si k nim a uspořádat si v hlavě, co a jak bych chtěl dělat.

Jakým způsobem změní zkušenosti z testování tvůj styl výuky?

Hodně. V současnosti mám možnost žádat o půlené hodiny, tak už jsem zašel za ředitelkou, že bych chtěl vždy jednu hodinu spojenou a jednu půlenou. A chtěl bych pracovat podobně jako během testování. Tj. společnou hodinu vést formou přednášky doplněné učitelskými experimenty, půlenou hodinu formou žákovských pokusů, kdy si žáci vše zkouší samostatně.

A jak ti vyhovuje pravidelné střídání učitelských a žákovských pokusů?

To mně osobně nevyhovovalo. Hlavně ta prodleva, kdy žáci samostatně pracují a poté se přejde na demonstrační pokus. Ty prodlevy v řetězci učitel-žák-učitel-žák. Je dost možné, že překlenování těchto mezer je něco, co se musím teprve naučit.

Takže pro tebe je výhodnější mít jednu hodinu demonstračních pokusů a druhou hodinu žákovských?

Přesně tak. U elektromagnetů jsem se snažil postupovat podle metodiky, u tranzistorů jsem pokusy přeskládal.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Elektromagnety - dělali jsme vše, pokusy jsem doplnil ještě pokusy s továrním vybavením, které máme na škole. U usměrnění se nepovedla demonstrace elektromotoru napájeného střídavým proudem. Žáci nepochopili, že se motorek pouze chvěje, mysleli si, že se roztočil. Narazili jsme na to o týden později, kdy to bylo nutné znovu rozebrat. Mělo by se na to upozornit v metodice.

Usměrnění - pomůcky na usměrnění se mi hodily i v matematice, kdy s použitím počítačového voltmetru ukážu sinusový průběh napětí. Řešili jsme vše jak z pohledu matematiky (definiční obor, obor hodnot), tak z pohledu fyziky (frekvence, perioda).

Tranzistory - v kvartě je probíráme podle učebnice, proto se mi pomůcky hodily. Žáci se zasekli jen u spínání žárovky, kdy je nutno sestavit kaskádu tranzistorů - nechápali, proč žárovka nesvítí, když LED svítí. Spínali jsme LEDku pomocí kruhu studentů. Podobně jsme ukazovali, jak se projeví, když je někdo zpocený a jiný má suchou pokožku.

Rozhovor s Mgr. Hanou Tesařovou

ZŠ Edvarda Beneše Lysice, 5. března 2019

Testovány metodiky: elektrostatika, elektrické obvody, elektromagnety, zrcadla, magnety, vztlková síla.

Jaký jsi měla z metodik, které jsem ti dal k dispozici, pocit?

No rozhodně se mi líbily. Tvoje metodiky znám už z dřívější doby, takže vlastně jsem jenom navazovala na to, co už mám vyzkoušené. Nejvíc mě oslovily elektrické obvody, protože ty pomůcky byly udělané tak, že se dají krásně využít jak pro demonstraci tak pro žákovské pokusy.

Přiznám se, že jsem s těmi pomůckami byla i v páté třídě, kde jsem učila v přírodovědě elektrické obvody se stejnými pomůckami jako v deváté třídě. Děcka to chápaly, rozuměli tomu a byli schopní obvody zapojit taky.

Takže pomůcky byly úžasné přímo pro použití v hodině tak, jak se vyťahovaly z krabice. Učitel k nim nemusí nic vymýšlet.

S ohledem na to, že jsi tento styl práce znala z dřívějška - jak ti vyhovuje učit tímto způsobem, když máš předchystané pomůcky, tato směs žákovských a učitelských pokusů?

Mně to vyhovuje moc, protože člověk může vše vzít, přímo to použít v hodině. Nemusí k tomu nic dodělávat, nic si dochystávat. Je to jednoduché, snadno se to žákům ovládá a nepotřebují k tomu žádné příliš složité vysvětlování, jak to mají použít. Dá se to použít intuitivně, doplnit s tím vybavením, které už mám. Vše je velice jednoduché. Tento systém mi vyhovuje, na rovinu - těším se, až jednu z těch sad budu mít ve škole trvale k dispozici. Elektrické obvody bych ráda měla tak, jak byly připravené k testování.

Elektromagnety (vzhledem k tomu, jak malou časovou dotaci mám k dispozici) jsem vzala jen do jedné hodiny, nedělali jsme s tím ani celou hodinu. Elektromagnety už žáci probírali v šesté třídě, kdy si ho sami zkouší udělat tak, že si na hřebík namotají cívku, přidají k tomu plochou baterii. Toto mají ze šesté třídy vyzkoušené, proto jsem sadu využila jen při opakování.

A co se týče elektrostatiky, tu mám nastavenou tak, že k pomůckám mám přichystány pracovní listy. V nich jsou nachystány úkoly, pomocí pracovního listu si žáci dělají zápis. Hodinu nevedu já, pouze vezmu pomůcky, rozdám je spolu s pracovními listy a děti pracují sami podle pracovních listů.

Jak se pro tebe zařazením kombinovaných pokusů mění náročnost přípravy na hodinu a náročnost vlastní výuky? Ve srovnáním s tím, jak jsi učila předtím.

Moc ne. Vzhledem k tomu, že už takto učím delší dobu, tvůj systém práce znám a ve výuce používám tvé věci, tak hlavní přínos byl v tom, že jsem si pomůcky nemusela chystat sama, bylo vše připraveno.

Když si vzpomeneš na dobu předtím, než jsi začala žákovské pokusy používat - co je pro tebe příjemnější - nechat pracovat děti nebo přednášet?

Předtím jsem ve výuce používala spíše demonstrační pokusy - učitel předváděl experimenty, žáci je sledovali, jeden nebo dva z nich si vyzkoušeli. Ale nebyl to takový ucelený systém, kdy na základě jednoduchých pomůcek vyvozují vlastní závěry. Já pak samozřejmě musím dát všemu hlavu a patu. Např. že červené brčko s modrým se nepřitahují kvůli svým barvám. Tím, že žáci sami experiment provádí, vyzkouší si ho. Nebo tvrdí, že jim pokus nefunguje. Učiteli, pokud má experiment vyzkoušený, se vše povede.

Ale je potřeba, aby žák věděl, že ne každý experiment se povede. A tak věděl, proč se nepovedl. Což je možná stejně cenné, jako když se všechny experimenty daří.

Jakým způsobem reagují žáci na takovýto styl práce?

Každopádně je zajímavá každá výuka, která je jiná než klasická výkladová hodina. Problém je v tom, že dnešní děti neudrží pozornost, strašně špatně pracují s textem a tím pádem je potřeba je tomuto stylu práce naučit. Učitel si nesmí myslet, že přinese pomůcky, rozdá pracovní listy a bude očekávat, že žáci budou celou hodinu pracovat.

Žáky připravuji od šesté třídy, kdy je začínám učit. Dělam to tak, že dostávají jednoduché úkoly, krátký návod, jednoduchou pomůcku a zkusí si to. Vyzkouší experiment, zapíšu. To je vše. Není na to celá hodina. Postavím dva odměrné válce, nechám je přečíst, jaký mají objem, nechám je zjistit objem nepravidelného tělesa, což jsou experimenty řádově na 10-15 minut. A pak, když dělám elektrostatiku, tak už je mám naučené. Pak už si můžu dovolit dát pomůcky, dát pracovní listy, dát návod k práci a nechat žáky pracovat.

Jaký vliv má tento styl výuky na to, jak děcka dobře chápou a jak si zapamatují, co se učili?

Tak určitě si toho zapamatují víc, protože metoda "Jenom slyším" je málo, "Slyším a vidím" je už lepší a "Slyším, vidím, dělám" je úplně nejlepší, co se může ve fyzice udělat. Učitel může mít krásné prezentace a nádherné přístroje, ale pokud žáci nevezmou ve fyzice pomůcku do ruky a neosahají si ji, tak je to o ničem.

Cítíš i v navazujících oblastech fyziky, že si děcka pamatují víc díky pokusům, které dělali?

Určitě - Pascalův zákon si pamatují jen proto, že učitel propíchne PET láhev kružítkem, zmáčkne a pocáká žákům sešity. A budou si to určitě pamatovat víc, než když jim učitele jen něco vykládá. I kdyby měl k tomu připraveny krásné pracovní listy a nechal je žáky vyplňovat.

S kolika žáky se dají kombinované pokusy dělat? Myslím tím běžné žáky vaší školy.

Když je dobře vycvovaná třída, tak 30 žáků zvládneš. Ale musí být naučení, musí vědět, jak se tyto pokusy dělají. Pak počet není rozhodující. Když začínám, musím je to naučit.

Takže ze začátku je vhodnější půlená třída.

Ne, půlené třídy jsou u nás nereálné. Vždy učím celou třídu, navíc mám často jen jednu vyučovací hodinu za týden. Nejsem však schopná provádět žákovské experimenty celou hodinu, pouze kratší časové úseky.

Jaké jsou hlavní problémy kombinovaných experimentů?

Žákům působí největší problémy porozumět zadání. Já si potřebuji pokus sama předem vyzkoušet, abych znala jeho úskalí. Tím se připravuji na situaci, kdy žákům zadám činnost a ono to nefunguje tak, jak mám napsáno v poznámkách.

Když sama něco chystám, potřebuji někoho, kdo s tím nemá nic co do činění, aby si po mě přečetl text. Aby to pochopil někdo, kdo to nepsal (říkám mu "čtecí blbec"), aby se mě po přečtení zeptal: "Jak to myslíš? Co tady vlastně chceš?"

Takže je nutné mít dobře a srozumitelně napsaný text. Žákům dělá největší potíže pracovat s textem, pochopit to, co se po nich chce.

Jak ovlivňuje konkrétní práci motorická zručnost žáků?

Konkrétně v deváté třídě při probírání elektrických obvodů nezvládají pokyn, aby připojili červený vodič na červeně označený kontakt a černý vodič na ten druhý. Díky tomu spálili pojistky v několika měřácích. U některých dětí je problém přiřadit červenou k červené a černou k černé.

Bojím se, že manuální dovednost, to, co byly schopny zvládnout děti před 10 lety, dnešní děti nejsou schopni zvládnout. Takže budeme muset hledat způsoby a cesty, jak je odtrhnout od tabletů a dát jim zpátky do ruky kladívko.

Jak se ti s připravenými pomůckami pracovalo?

Skvěle. Jedním slovem skvěle. Tak jak už jsem řekla - můžu vzít krabici, odnést ji do třídy a rozdat žákům pomůcky. Stačí, když si vybavení prohlédnu, vím, co tam kde je, mám vyzkoušené, jak to funguje. Víم, že děcka pokusy zvládnou taky.

Jak ti vyhovovaly metodické materiály?

Byly perfektní. Dalo se podle nich nádherně pracovat, stačilo si metodiku vzít, podívat se, co je v ní napsané a použít to.

Jak ti vyhovovalo členění metodiky na technický popis, stručný přehled a podrobný popis?

Ty pokusy a metodiky jsem nevymýšlela. Takže když jsem je potřebovala dostat do výuky tak, aby bylo vidět, že tomu rozumím, byl systém metodik úžasný. Připomněla jsem si vše, co bylo potřeba. Mnohé učitel po čase zapomene, některé experimenty nedělá, kdyby si měl technickou specifikaci vymýšlet, bylo by to složité. A na rovinu - já už bych to dneska nedělala.

Ale když mám všechno nachystané, vezmu, předvedu před třídou, vím, jak to mám dělat, vím, že to vyjde, nemusím nic vymýšlet. Je to úžasné. A stejně tak to musí být vynikající i pro začínajícího učitele.

Změní testování do budoucna tvůj způsob výuky?

Budu jenom ráda, když budu mít tyto pomůcky k dispozici. A nebudu si muset vše znovu a znovu chystat. Stačí vzít krabici z police, k tomu metodiku, a odcházím do hodiny.

Nevyužila jsem z metodik vše, co obsahovaly, ale obsahovaly vše, co jsem potřebovala.

Připomínky ke konkrétním metodikám:

Elektrické obvody - v daném rozsahu mi vyhovovaly. Základní škola se omezuje jen na Ohmův zákon a na větvený obvod (1. Kirchhoffův zákon) a tam končíme. Nic víc než jednoduché zapojení neděláme. Vyžadují po žácích jednoduché výpočty, ale to musí být žáci schopni změřit proud, změřit napětí. Sestavování větveného elektrického obvodu bylo díky použitému spojování krokosvorkami na šroubky velmi jednoduché. Snadno se v takovém obvodu měří elektrické veličiny.

Elektrostatika - učím ji běžně prakticky stejným způsobem. Probírám ji v šesté třídě, takže se musím omezit na jazyk, kterému rozumí šesták. Látku opakuji na začátku deváté třídě, látce v rozsahu metodiky se věnuji jen v jedné hodině. Jde hlavně o připomenutí.

Elektromagnety - probírám je v deváté třídě a mám na to velmi omezenou časovou dotaci. Takže z metodiky jsem využila pouze tu část, která seznamuje žáky s tím, že elektromagnety existují a fungují. Dalším částem se jsem se nevěnovala.

Soubory dat

Hodnocení písemných prací

Učitelé testující jednotlivé metodiky mi poskytli hodnocení písemných prací na daná témata. Pro možnost srovnání jsou zde hodnocení prací, které psali žáci po testování konkrétní metodiky (nové), a prací, které psali žáci předchozího ročníku o rok dříve (staré). Každý řádek obsahuje hodnocení jedné třídy.

Eva Dvořáková

Optika

staré: 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5

nové: 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5

Jana Dvořáková

Magnety

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5
1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 5, 5
1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4
1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5

Těžiště

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3
1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 5
1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4
1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5
1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5

Soubory dat

Vztlak

staré: 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5

1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5

1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4

nové: 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5

1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5

Elektrostatika

staré: 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5

1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 4

nové: 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3

2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3

Elektromagnety

staré: 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5

1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 5, 5

nové: 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4

1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4

Květa Kolářová

Magnety

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3,

Elektrické obvody

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2

Soubory dat

Václav Pazdera

Magnety

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2

Elektrostatika prima

staré: 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3

Elektřina prima

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3

Elektřina tercie

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3

Elektromagnety

staré: 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4

nové: 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4

Polovodiče

staré: 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4

nové: 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4

Soubory dat

Hana Tesařová

Elektrické obvody

staré: 4, 5, 5, 6, 8, 8, 9, 11, 12, 12, 13, 13, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 16, 16, 16, 18, 19, 20

nové: 8, 9, 11, 12, 12, 13, 13, 13, 14, 14, 15, 15, 15, 16, 16, 18, 18, 18, 18, 19, 19, 20
6, 6, 7, 7, 8, 9, 10, 10, 12, 12, 13, 15, 16, 16, 16, 17, 17, 18, 19
5, 5, 5, 8, 12, 13, 13, 14, 14, 15, 15, 15, 15, 16, 16, 16, 17, 18, 18, 18, 19

Magnety

staré: 2, 2, 3, 4, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 8, 9, 9, 10, 10, 11
3, 3, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9, 10, 11, 11, 11, 11
2, 3, 3, 4, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 10

nové: 6, 7, 7, 7, 9, 9, 9, 9, 10, 10, 10, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 11, 13, 13, 13, 13, 14, 14, 17, 18

Elektrostatika

staré: 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 9, 11
4, 4, 4, 4, 5, 5, 6, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 9, 9, 9, 10, 10, 10, 10, 10
1, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 8, 8, 9, 10, 11, 12

nové: 5, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 9, 11, 11, 12, 12, 12, 12, 12, 13, 13, 13, 15, 15, 17, 17, 18

Zrcadla

staré: 1, 1, 2, 2, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 9, 9
2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 6, 7, 8, 9

nové: 2, 2, 5, 5, 5, 5, 6, 7, 7, 8, 8, 9, 10, 10, 10, 10, 11, 14, 16
4, 4, 5, 5, 5, 7, 7, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 9, 14
4, 4, 5, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 8, 9, 10, 10, 11, 11, 11, 14, 17

Soubory dat

Vztlaková síla

staré: 3, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 8, 8, 8, 8

2, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 6, 6, 7, 8, 12

1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5, 5, 6, 7, 7, 7, 9

nové: 5, 5, 6, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 10, 10, 11, 12, 12, 12, 13, 15

3, 4, 7, 7, 7, 8, 8, 9, 9, 10, 11, 11, 11, 12, 12, 12, 13, 17

5, 7, 7, 7, 7, 7, 9, 9, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 13, 13, 14, 16