

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY FAKULTY
PEDAGOGICKÉ

FYZIKA V DOMÁCNOSTI
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Petr Koza
Učitelství matematiky pro střední školy

Vedoucí práce: PhDr. Zdeňka Kielbusová.

Plzeň, 2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 27. června 2017

.....
vlastnoruční podpis

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINÁL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

OBSAH

Úvod	2
1 TEORETICKÁ ČÁST	3
1.1 ÚVOD	3
1.2 CÍLE VÝUKY	3
1.3 VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY	5
1.4 ORGANIZAČNÍ FORMY VÝUKY	6
1.5 VÝUKOVÉ METODY	7
1.6 UČEBNÍ POMŮCKY	9
1.7 PEDAGOGICKÁ DIAGNOSTIKA	10
1.8 MOTIVACE VE VÝUCE	13
1.9 TVOŘIVOST	14
1.10 ROLE UČITELE	15
1.11 ZÁVĚR	16
2 PRAKTICKÁ ČÁST	17
2.1 CO HÝBE NAŠÍ DOMÁCNOSTÍ?	18
2.1.1 Fyzická práce	18
2.1.2 Voda	25
2.1.3 Elektřina	32
2.2 MECHANIKA	39
2.2.1 Otlaky na koberci	39
2.2.2 Krájíme, řežeme, stříháme	44
2.2.3 Zaléváme květiny	46
2.2.4 Průvan a bouchání dveří	52
2.2.5 Pijeme brčkem	59
2.2.6 Koupeme se	66
2.2.7 Záchod	77
2.3 TERMODYNAMIKA	82
2.3.1 Měříme teplotu	82
2.3.2 Ochlazujeme (se)	89
2.3.3 Sušíme prádlo	92
2.4 ELEKTRINA A MAGNETISMUS	95
2.4.1 Od elektrárny po zásuvku	96
2.4.2 Články, baterie, akumulátory	108
2.4.3 Elektromotor	115
2.4.4 Žárovka	122
3 VÝZKUMNÁ ČÁST	128
3.1 ÚVOD	128
3.2 PŘÍPRAVA VÝZKUMU	128
3.3 PRŮBĚH A VYHODNOCENÍ	129
ZÁVĚR	133
RESUMÉ	135
SEZNAM LITERATURY	136
SEZNAM OBRÁZKŮ	143
SEZNAM TABULEK	147
SEZNAM ROVNIC	148
PŘÍLOHY	I

ÚVOD

Touto diplomovou prací jsem se rozhodl navázat na svoji bakalářskou práci s názvem Fyzika na talíři, v níž jsem se zabýval fyzikálními jevy, s nimiž se setkáme v kuchyni, a pokusy, které tyto jevy demonstrují. Zachoval jsem filozofii, se kterou jsem k tématu přistoupil. Z mnoha přístrojů, zařízení, pomůcek a spotřebičů, které doma používáme, a fyzikálních principů, se kterými se v domácnosti dennodenně setkáváme, jsem vybral několik nejzajímavějších a nejpoužívanějších, a zařadil je do kapitol, které jsou tematicky seřazeny. Některé kapitoly jsou uvedeny vzhledem do historie daného zařízení nebo jevu. Toto historické okénko se nachází především tam, kde známe nějaké zajímavosti, nebo tam, kde je vhodné uvažovat v historických souvislostech. U každého fyzikálního jevu jsem si vytyčil cíl popsat a ilustrovat princip, na němž je jev založen, vybrat a osobně realizovat pokus, jenž daný jev dostatečně demonstruje, s popisem a fotografickým doprovodem jeho přípravy a diskusí výsledku. Všechny kapitoly věnované jednotlivým jevům obsahují didaktickou část. V jejím rámci jsem se rozhodl prozkoumat možnosti využití kapitoly ve výuce fyziky při naplňování očekávaných výstupů Rámcového vzdělávacího programu jak pro základní vzdělávání, tak i pro gymnázia. Nedílnou součástí je výpis klíčových kompetencí, k jejichž osvojení kapitola přispívá, a také soupis konkrétních mezipředmětových vztahů, kterých lze při výuce využít. Dále sem zařazuji náměty na činnost, které mohou posloužit jako inspirace pro školní i domácí práci žáků, jimž může pomoci k lepšímu pochopení jevu nebo rozšíření poznatků o něm. V některých kapitolách navíc uvádím možnost výroby didaktické pomůcky spolu s postupem, fotodokumentací vlastní práce a výsledkem. V závěru kapitoly uvádím vždy několik zajímavostí a souvislostí, které mohou při výuce žáky motivovat a poukázat na fakt, že fyzika není pouze teoretická věda, ale přesně naopak – můžeme se s ní setkat na každém kroku. K této myšlence ostatně vybízí už samotné téma diplomové práce. Její praktická část ukazuje, že je fyzika nedílnou součástí naše života. Zdali takovéto přiblížení fyziky, jako vědy o běžném životě, žákům pomůže lépe pochopit její zákonitosti a principy, jsem se rozhodl zjistit ve výzkumné části své práce, ve které formuluji hypotézu, pro jejíž ověření jsem si zvolil metodu nestandardizovaného didaktického testu. Třetí a poslední část, kterou práce obsahuje, se zabývá nezbytným teoretickým základem, na němž jsou založeny a z něhož čerpají obě dříve jmenované části – praktická a výzkumná.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 ÚVOD

Teoretická část je věnována jednotlivým složkám, které dohromady tvoří didaktiku fyziky. Důležitou pedagogickou disciplínu, kterou můžeme jinými slovy nazvat jako teorii vyučování fyzice. Zahrnuje především vzdělávací obsah, cíle vzdělávání a způsoby i prostředky, jimiž můžeme dosáhnout vytyčených cílů. Když jsou jednotlivé části vzdělávacího procesu učitelem vhodně zvoleny, nastaveny a použity, jsou vytvořeny ideální podmínky k tomu, aby si žák osvojil potřebné fyzikální poznatky. Platí při tom, že i sebelépe připravená výuka nemusí vést k zamýšlenému cíli a nemusí být úspěšná, pokud při ní nezohledníme žáka, jeho osobnost a aktuální stav. Proto je tato část práce věnována kromě teorie vyučování také klíčovým psychologickým aspektům a procesům.

1.2 CÍLE VÝUKY

Výuka je cíleným a záměrným procesem, kterým je dosahováno změny a rozvoje žákovy osobnosti. Je tedy patrné, že není výuky bez cíle. Nejobecnější cíl ve výchovně-vzdělávacím procesu, hned po obecném cíli výchovy a vzdělávání jako takových, definují klíčové kompetence dané typem a stupněm školy. Následují cíle jednotlivých vzdělávacích oblastí (u fyziky mluvíme o oblasti s názvem Člověk a příroda). Poté cíle předmětů (např. fyziky), tematických celků (např. mechanické vlastnosti tekutin, elektromagnetické a světelné děje), jednotlivých témat (např. Pascalův zákon, třecí síla) a nakonec jednotlivých vyučovacích hodin. (Pozn.: Hierarchie cílů souvisí se strukturou Rámcového vzdělávacího programu, kterému se věnuje kapitola 1. 3.)

Cíle by měly být formulovány jednoznačně, přiměřeně možnostem žáků, konzistentně (specifické cíle jsou podřízeny cílům obecným) a tak, aby byla ověřitelná úroveň jejich dosažení. Cíl by se měl vždy vztahovat k činnosti žáků, nikoli učitele.

Podle oblastí osobnosti žáka, které se rozvíjí, můžeme cíle rozdělit na kognitivní (osvojování intelektuálních schopností a dovedností), afektivní (vytváření hodnot a postojů) a psychomotorické (psychomotorické dovednosti a schopnosti). Všechny tři kategorie cílů mají svou taxonomii. Jde o posloupnost cílů určenou úrovní osvojení příslušných schopností, dovedností a postojů. V každém školním předmětu se různou

měrou rozvíjí všechny oblasti žákovy osobnosti. Protože ve fyzice převládá rozvoj v kognitivní oblasti, bude v následujícím textu podrobněji rozebrána právě tato.

B. S. Bloom stanovil roku 1956 následující taxonomii kognitivních cílů:

1. zapamatování

Žák reprodukuje poznatky, které se naučil (zná vzorce, pojmy, fyzikální zákony, veličiny a jejich značky i jednotky).

2. porozumění

Žák dokáže osvojené poznatky formulovat vlastními slovy, řeší úlohu vlastním postupem, vystihne hlavní myšlenku, uvede příklad (zdůvodní rozdíl mezi tíhovou a gravitační silou, vlastními slovy řekne Archimédův zákon, uvede příklad nerovnoměrného křivočarého pohybu).

3. aplikace

Žák je schopen použít dříve nabyté poznatky v nových situacích (vypočte, jak velkou gravitační silou působí Jupiter na závaží o dané hmotnosti).

4. analýza

Žák provádí složitější myšlenkové operace, rozdělí složitou informaci na části, pozná vztahy mezi částmi (rozhodne, jak se bude pohybovat těleso, na něž působí více sil, nebo naopak určí síly, které působí na těleso pohybující se složitějším způsobem (např. po nakloněné rovině)).

5. syntéza

Žák náročným způsobem pracuje s poznatky a informacemi, aby vytvořil pro něj nový celek mající předem dané vlastnosti (žák po prostudování doporučené literatury navrhne obvod usměrňující střídavý proud).

6. hodnotící posouzení

Žák posuzuje různé možnosti řešení problému vzhledem k předem daným podmínkám, svůj názor logicky zdůvodňuje, argumentuje (žák posoudí z ekonomického hlediska a hlediska bezpečnosti dvou vodičové a trojvodičové domovní rozvody elektřiny).

Posloupnost kognitivních cílů byla roku 2011 revidována a přeuspořádána takto: zapamatovat, porozumět, aplikovat, analyzovat, hodnotit, tvořit (dříve syntetizovat). Došlo tedy k prohození posledních dvou stupňů.

Po proběhnutí výuky je nutné prostřednictvím písemných, ústních i jiných zkoušení, hodnocení hodiny a sebereflexe získat zpětnou vazbu o tom, zda bylo dosaženo předem vytyčeného cíle. Pokud ne, musí učitel přistoupit k úpravám. Buďto k lepšímu vymezení cíle nebo změně organizace výuky.

1.3 VZDĚLÁVACÍ PROGRAMY

Vzdělávací programy jsou zahrnuty v systému kurikulárních dokumentů. Kurikulum můžeme chápat jako celkovou zkušenost žáka nabytou ve školském prostředí včetně veškerých aktivit, které souvisí s osvojováním a hodnocením.

Na státní úrovni je nejvýše postaveným dokumentem Národní program vzdělávání vymezující vzdělávání jako celek, jemuž jsou podřízeny Rámcové vzdělávací programy (dále už jen RVP) pro jednotlivé stupně a typy škol (RVP PV pro předškolní vzdělávání, RVP ZV pro základní vzdělávání, RVP G pro gymnázia, RVP GSP pro sportovní gymnázia, RVP DG pro dvojazyčná gymnázia, RVP SOV pro střední odborné vzdělávání, RVP ZUV pro základní umělecké vzdělávání a RVP JŠ pro jazykové školy s právem státní závěrečné zkoušky). RVP obsahuje soupis klíčových kompetencí (např. RVP ZV obsahuje kompetence k učení, řešení problémů, kompetence komunikativní, občanské, pracovní a sociální a personální; v RVP G jsou jmenované kompetence dále rozvíjeny, jedinou změnou je nahrazení kompetence pracovní, kterou by měli mít žáci již osvojenou, za kompetenci k podnikavosti). Těmito kompetencemi by měli být absolventi příslušné školy vybaveni. RVP dále stanovuje očekávanou úroveň vzdělání u jednotlivých typů a stupňů škol. Obsah vzdělávání dělí na jednotlivé vzdělávací oblasti a ty dále na jednotlivé obory (např. v RVP ZV je jednou ze vzdělávacích oblastí Člověk a příroda, jež se dále člení na obory fyzika, chemie, zeměpis, přírodopis; oblast Člověk a zdraví obsahuje tělesnou výchovu a výchovu ke zdraví; oblast Matematika a její aplikace obsahuje z důvodu její specifičnosti pouze jeden stejnojmenný obor, stejně tak oblast Informační a komunikační technologie). Každý jednotlivý vzdělávací obor se dále dělí na tematické celky (v případě fyziky v RVP ZV jde o látky a tělesa, pohyby těles, síly, mechanické vlastnosti tekutin, energie, zvukové děje, elektromagnetické a světelné děje, vesmír). U každého tematického celku je uveden přehled učiva a především soupis očekávaných výstupů, které stanovují, co by měl žák po absolvování výuky příslušného tematického celku znát a dokázat. Uvedená je i minimální doporučená úroveň těchto výstupů pro žáky s podpůrnými opatřeními (tedy pro žáky,

kteří potřebují podpůrná opatření k tomu, aby měli zajištěné rovné podmínky pro vzdělávání).

Jak už z názvu vyplývá, RVP udává pouze společný rámec vzdělávání. Podporuje tak samostatnost škol a jejich odpovědnost za výsledky vzdělávání. Každá škola si vytváří svůj vlastní Školní vzdělávací program (ŠVP), který musí vycházet z RVP, ale jeho konkrétní podoba a zaměření jsou pouze věcí školy.

V praktické části této práce jsem se zaměřil na obohacení výuky fyziky na základních školách a gymnáziích o fyzikální aplikace v domácnosti. U každé kapitoly je uveden příslušný tematický celek a očekávané výstupy RVP ZV a RVP GV, k jejichž naplnění může být kapitola použita. Všechny konkrétní názvy tematických celků i formulace očekávaných výstupů jsou citovány z RVP ZV [12] a RVP GV [13].

1.4 ORGANIZAČNÍ FORMY VÝUKY

Organizační formou se rozumí souhrn podmínek, za nichž výuka probíhá. Můžeme je členit například podle času, prostoru nebo počtu žáků zapojených do výuky.

Z hlediska místa může být výuka organizována ve třídě, v tělocvičně, na sportovním stadionu, v laboratoři, na vycházce v přírodě, na exkurzi, besedě atd. Z hlediska času může být výuka organizována v běžné vyučovací hodině o délce 45 minut, v různě dlouhých epochách, přednáškových blocích atd. Často také rozlišujeme organizační formy podle počtu žáků a jejich zapojení do výuky. Z ekonomických důvodů je nejpoužívanější formou hromadná (frontální) výuka. Tu zavedl již J. A. Komenský. Třidu tvoří žáci stejného věku, všichni se věnují stejnému tématu výuky a řeší stejné úkoly ve stejném čase. Rychlejší a talentovanější žáci se mohou nudit, méně talentovaní a pomalejší mohou být naopak frustrováni a demotivováni. Naopak při individualizované výuce je práce přizpůsobena každému žákovi na základě jeho možností. Smyslem je každému žákovi vytvořit co nejlepší podmínky pro jeho rozvoj a vzdělávání. Každý žák může řešit různé úlohy různé náročnosti. Když třídu rozdělíme na menší pracovní skupiny, mluvíme o skupinové práci. Žáci jsou zde obohaceni o interakci se spolužáky při řešení společného úkolu. Při skupinové práci se může stát, že se členové skupinky nezapojují stejně. Tomu se můžeme vyhnout u kooperativní výuky, která se od skupinové liší tím, že každý člen pracovní skupiny má svůj úkol, na jehož splnění je závislá práce ostatních členů. Výuka může být

také individuální. Při ní se učitel může celou dobu výuky věnovat jen jednomu žákovi a může tak postupovat zcela podle jeho potřeb. Tato výuka se často uplatňuje při doučování nebo v uměleckých školách. Existuje i týmová výuka, při níž dochází k zapojení více učitelů, diferencovaná výuka, jež se vyznačuje rozdělením třídy do skupin podle úrovně specifických i obecných schopností žáků. Velmi efektivní formou je otevřené vyučování, jehož filozofií je otevření školy navenek, velká míra spolupráce všech aktérů vyučovacího procesu, úprava prostoru třídy, aby se stala osobním prostorem, kde se žáci nejen učí, ale i žijí. Důležitým prvkem je příjemné klima, vztah žáků a učitele založený na důvěře. Žáci mají svobodu v rozhodování, co se chtějí naučit, musí pak ale splnit své učební plány, což je vede k pěstování zodpovědnosti.

1.5 VÝUKOVÉ METODY

Metoda je cestou, která vede k předem danému cíli. Postupů, jak cíle dosáhnout, můžeme najít nespočet. Existuje proto mnoho systémů, v nichž jsou metody utříděny podle nejrůznějších hledisek (např. psychologické, procesuální, logické, organizační nebo didaktické hledisko). Vzhledem k povaze této práce se zaměříme na klasifikaci metod z hlediska didaktického (J. Maňák, 1995):

1. Metody slovní
 - a) Monologické metody (vyprávění, vysvětlování, výklad, přednáška, instrukce)
 - b) Dialogické metody (rozhovor, dialog, diskuse, beseda, brainstorming)
 - c) Metody písemných prací (písemné cvičení, kompozice)
 - d) Metody práce s textovým materiálem (kniha, učebnice, webová stránka)
2. Metody názorně demonstrační
 - a) Pozorování (předmětů, jevů, procesů)
 - b) Předvádění (vlastností předmětů, činností, pokusů, modelů)
 - c) Demontrace statických obrazů (obrazy, schémata, grafy, nákresy)
 - d) Projekce statická (slajd prezentace) a dynamická (animace, videa)
3. Metody praktické
 - a) Návčik pracovních a pohybových dovedností (jednoduché manuální činnosti)
 - b) Laboratorní činnosti žáků (laboratorní úlohy, žákovské pokusy)
 - c) Pracovní činnosti (v dílnách, na pozemku, školní praxe ve firmách)

d) Grafické a výtvarné činnosti (rýsování grafů, schémat, malování, kreslení)

Volba vhodné metody závisí na konkrétním oboru, tématu, vyučovacím stylu a zkušenosti učitele, času, části hodiny, prostoru, žácích a dostupných pomůckách.

V následujícím textu rozebereme některé metody podrobněji. Co se týče slovních metod, nikdy se jim nevyhneme. Slovo je základem i pro praktické a názorné metody při popisu situace, problému, sdělování instrukcí atd. Tyto metody patří mezi dosti známé a využívané, jistě proto není potřeba je více rozebírat. Pro učitele fyziky zde ovšem platí několik důležitých zásad, kterými by se měl řídit. Učitel by měl pracovat s hlasem tak, aby vynikly důležité poznatky, veličiny, fyzikální zákony a principy. Dále je nutné dbát na používání korektní terminologie školské fyziky a vyhnout se věcných nesprávnostem a vulgarizaci jazyka. Vhodným doplněním slovních metod jsou metody názorně demonstrační. Při nich je kladen důraz na pozornost žáka a jeho vnímání. Aby byly tyto metody použity efektivně, je třeba žáky průběžně trénovat, aby byli schopni vnímat co nejvíce smysly, v širších souvislostech a při pozorování o jevu správně fyzikálně přemýšlet. Nejlepší zpětnou vazbou je, když necháme žáky kvalitativně popsat, co viděli a proč pozorovaný jev nastal. Ještě hlubší pochopení problematiky nabízejí metody praktické, kdy žák pokus nebo praktickou činnost nejen pozoruje, ale i sám vykonává. Kromě pochopení daného jevu se navíc zlepšuje v manuální činnosti spojené s realizací úlohy nebo pokusu.

Důležité místo mají metody aktivizační, které najdeme v průřezu všech výše jmenovaných metod. Jde o metody, které jsou pro žáky atraktivní a působí na zvýšení aktivity a vzbuzení přirozeného zájmu. Známý je například brainstorming, kde je cílem produkovat nové myšlenky a hypotézy na základě asociací. Nutné je vytvořit přátelskou a pohodovou atmosféru, v níž žáci generují nápady, které jim zrovna vytanou na mysli, aniž by docházelo k jejich autocenzuře. Cílem je vyprodukovat co nejvíce nápadů. Kritika jednotlivých nápadů v průběhu brainstormingu je zakázána. Základem mnoha aktivizačních metod je tzv. problémové vyučování. Velmi se uplatňuje například v heuristické metodě, jež tkví ve zkusmém řešení problémů, na jehož závěru stojí radost žáka z jeho vlastního objevu. Učitel představí žákům problém, poskytuje jim pomůcky a nejnutnější pomoc nebo drobné rady, když žáci uvíznou na mrtvém bodě. Činnost žáků stojí na analyzování problému, jeho formulaci (nejčastěji otázkou), vymyšlení řešení a

jeho ověření. Na závěr žáci s učitelem řešení zobecní i na další případy. Některé metody jsou natolik rozsáhlé a komplexní, že volně přesahují do organizačních forem výuky. Tak je tomu například u projektové výuky. Projekt tvoří praktické téma ze života, otázky a aktivity s ním spojené řeší většinou žáci více tříd v blocích delších než vyučovacích hodinách, obsah projektové výuky se už z podstaty sestává z více předmětů, na jeho vedení a spolupráci s žáky se podílí více pedagogů. Výsledkem je komplexní výstup zaměřený směry, které žáky nejvíce zajímaly.

Na závěr je důležité zmínit ještě jednu metodu, která je obzvláště ve fyzice nepostradatelná. Jde o pokus. Rozeznáváme pokusy demonstrační (motivují žáky nebo objasňují nové poznatky), žákovské pokusy, které mohou být skupinové (více žáků), individuální (jeden žák) nebo frontální (žáci realizují pokus podle učitele). Podle jiného dělení mohou být pokusy reálné (ukazují přímo fyzikální jevy a jejich zákonitosti) nebo modelové (reálný jev je zjednodušen, aby vynikla podstata). Dělíme je také na kvalitativní (prokazují existenci jevu) a kvantitativní (provádíme měření veličin).

1.6 UČEBNÍ POMŮCKY

Dosud byla řeč pouze o nemateriálních prostředcích výuky (metody, organizační formy). Důležitou roli hrají ale i ty materiální – učební pomůcky. Umožňují žákům zkoumat je a získávat informace více smysly, mohou je motivovat k učení, spojují školu s praxí a jsou důležité pro systematizaci, jelikož navozují propojení dřívějších poznatků s novými. Rozlišujeme pomůcky předmětové (skutečné objekty nebo jejich modely, pomůcky pro demonstraci jevů a pro měření veličin), obrazové (pro přímé pozorování (obrazy, mapy, tabule), statická projekce (zpětná projekce, slajdy, diapozitivy), dynamická projekce (videa, filmy)), zvukové (hudební nástroje, různé druhy záznamu zvuku), písemné (učebnice, knihy, pracovní sešity, tabulky), dotykové (reliéfové obrazy) a programy v počítači, které mohou být i kombinací některých předchozích.

Velmi dobře se při výuce uplatní jednoduché pomůcky vyrobené učitelem nebo žáky z dobře známých materiálů a předmětů denní potřeby. Žáci k nim mají větší vztah a často mají větší šanci pochopit demonstrováný jev. Praktická část této práce obsahuje několik takových pomůcek, které jsem z výše jmenovaných důvodů navrhl a vyrobil.

1.7 PEDAGOGICKÁ DIAGNOSTIKA

Principem diagnostiky je zjišťování, analyzování, interpretace a hodnocení výchovně-vzdělávacího procesu. Jejím výstupem je informace o průběhu rozvoje žáka a úspěšnosti dosahování stanovených výchovně-vzdělávacích cílů. Umožňuje učiteli upravit výuku tak, aby došlo k maximálnímu rozvoji žáka a uspokojení jeho vzdělávacích potřeb (například úpravou metod, forem a prostředků výuky).

Diagnostika by měla být komplexní (výsledky by měly být interpretovány v kontextu školy, třídy, rodiny a osobnosti žáka), měla by respektovat individualitu žáka a probíhat průběžně (jak se vyvíjí osobnost žáka, mění se i jeho vzdělávací potřeby). Důraz je kladen na validitu (aby byl opravdu diagnostikován jev, na nějž se diagnostika soustřeďuje), na objektivitu (výsledek nesmí být zkreslen názory nebo postoji pedagoga) a na zajištění spolehlivosti (opakovaně provedená diagnostika zaměřená na daný jev by měla přinášet stejné nebo alespoň velmi podobné výsledky).

Diagnostiku rozdělujeme na několik typů podle toho, jakým způsobem je interpretován a vzhledem k čemu je vztažen její výsledek. Definujeme diagnostiku normativní, u níž se výsledek jedince srovnává s výsledkem skupiny jiných osob (typicky srovnávací testy, jejichž výstup tvoří informace, zda žák v určité oblasti ve srovnání s ostatními zaostává nebo vyniká). Diagnostika kritériální se zakládá na srovnávání výsledku žáka s nějakým předem daným měřítkem. Určuje, jaké úrovně osvojení konkrétních vědomostí a dovedností žák dosáhl. Kritériem může být například tvrzení, že žák dokáže řešit soustavu dvou rovnic o dvou neznámých. Buďto kritérium splňuje nebo ne. Diagnostika individualizovaná srovnává žáka pouze se sebou samým, zachycuje jeho vývoj při cestě výchovně-vzdělávacím procesem a mapuje jeho vlastní úspěchy. Posledním typem je diferenciální diagnostika, která zkoumá různé příčiny jevů. Chceme-li žákovi zajistit co nejlepší podmínky pro jeho rozvoj, musíme například zjistit, zda zlobí proto, že byla zanedbána nebo špatně nastavena výchova, nebo má jeho problém hlubší příčinu.

K diagnostikování žáka nebo skupiny žáků se používá řada metod. Některé jsou historicky dané a klasické (např. klasifikace), jiné přejímá pedagogika z psychologie:

1. pozorování
Je nejpřirozenější, umožňuje získávat data delší dobu a umožňuje mapovat a zkoumat rozvoj žáků a jejich vzájemných vztahů.
2. anamnéza
Jde o zjištění historie jedince v kontextu rodiny, sociálních vztahů, zdraví a je důležitým předpokladem pro pochopení individuálního vývoje žáka.
3. rozhovor
K potřebným informacím se dostáváme cílenými otázkami, často se kombinuje s pozorováním.
4. sociogram
Z žakovských odpovědí můžeme určit strukturu a typy vztahů ve třídě a klima třídy.
5. žakovské portfolio
Souhrn prací žáka za určité období, jež reflektuje jeho přístup k práci a pokroky.
6. hra
Hra umožňuje učiteli velmi dobře analyzovat osobnost žáka a úroveň jeho rozvoje, jelikož děti při hře uplatňují fantazii, motoriku, komunikaci, sociální interakci atd.
7. dotazník
Tato metoda je vhodná pro hromadné získání údajů, klade ale velký důraz na dobrou teoretickou přípravu, aby byly výsledky dotazníku věrohodné. Může mu předcházet výzkum, který ukáže, zda jsou otázky formulovány dobře a jednoznačně. Je tvořen uzavřenými otázkami, otevřenými otázkami nebo jejich kombinací.
8. didaktický test
Slouží k soustavné kontrole dosažení cílů výuky a v pedagogické praxi patří k nejpoužívanějším. Jeho výhodou je možnost testování celé třídy najednou a jeho vysoká míra objektivity. Rozlišujeme celou řadu typů didaktických testů. Test rychlosti diagnostikuje, jak rychle jsou žáci schopni řešit jednotlivé úlohy. Test úrovně naopak zkoumá míru osvojení vědomostí a dovedností. Testy kognitivní měří úroveň vědomostí (např. chemie, fyzika) a psychomotorické testy měří úroveň dovednosti (např. tělocvik, pracovní činnosti). Testy rozlišující označují výkon žáka vzhledem k ostatním testovaným, testy ověřující diagnostikují, zda žák zvládl určitý úsek učiva. Vstupní testy odhalují úroveň vědomostí, s nimiž žák

vstupuje do vyučovacího procesu, průběžné testy poskytují zpětnou vazbu učiteli o efektivnosti vyučování a testy výstupní zjistí, jak se podařilo splnit cíle výuky. Z hlediska objektivit rozeznáváme testy objektivně skórovatelné, u nichž je jednoznačně patrná správnost nebo nesprávnost řešení (příklady v matematice) a testy subjektivně skórovatelné, jejichž hodnocení částečně záleží na osobě učitele (slohové práce). Velmi významné kategorie představují standardizované a nestandardizované testy. Standardizované testy jsou odborně sestaveny, vyzkoušeny na vzorku žáků a jejich součástí je průvodní text popisující vlastnosti a způsob vyhodnocení (např. SCIO testy). Oproti tomu testy nestandardizované jsou sice odborně sestaveny, ale předem neověřeny. Jejich vlastnosti nejsou známy. Příkladem jsou testy, které si vytvářejí sami učitelé za účelem zhodnocení průběhu výuky a dosahování výukových cílů.

Nyní rozebereme vnitřní stavbu testu. Tvoří jej úlohy různých typů:

a) otevřené

V nich požadujeme žákovo samostatné různě obsáhlé vysvětlení nebo zdůvodnění. Zcela samostatné vyjádření požadujeme v tzv. úlohách produkčních. U úloh doplňovacích žák pouze dokončuje započatou větu.

b) dichotomické

Úlohy, v nichž žák vybírá pouze ze dvou (většinou protikladných) možností.

c) s výběrem odpovědí

Žák má za úkol vybrat jednu správnou, nejpřesnější nebo nesprávnou odpověď. Může také vybírat více správných odpovědí. Patří sem i tzv. úlohy situační, v nichž má žák sám vymyslet správnou možnost (např. doplnění čísla do dané číselné posloupnosti). Tyto úlohy ale bývají velmi obtížné.

d) přiřazovací

Úloha obsahuje dvě nebo více kategorií pojmů, mezi nimiž má žák najít určitý vztah, na jehož základě má pojmy pospojovat.

e) pořadací

Na žácích se požaduje uspořádání odpovědí podle nějakého hlediska (např. podle velikosti, teploty, množství, hmotnosti, frekvence).

Při sestavování didaktického testu bychom měli dbát na jednoznačnost zadání úloh, adekvátní obtížnost a schopnost testu odlišit žáky s horšími a lepšími

znalostmi. U úloh s výběrem odpovědí by měli žáci stejnou měrou přemýšlet o všech možnostech. Neměli bychom proto zařazovat možnosti na první pohled nesprávné nebo hloupé.

Před vybráním a použitím diagnostické metody si musíme stanovit cíl a v souladu s ním zformulovat hypotézu. Hypotéza je tvrzení, o němž předpokládáme, že je platné. Při diagnostice nebo výzkumu se platnost ověřuje. Výsledkem je potvrzení nebo vyvrácení hypotézy. Hypotéza musí být tedy zjevně formulována oznamovací větou, být jednoznačná a ověřitelná.

1.8 MOTIVACE VE VÝUCE

Motivace je hybnou silou, která nás vede k aktivitě, již dává cíl a zaměření. Jednotlivé motivy mohou vycházet z našich vnitřních potřeb nebo vnějšího prostředí. Vnitřní motivy, které vedou k uspokojení našich potřeb, se na základě úrovně těchto potřeb dělí na pět stupňů dle tzv. Maslowovy pyramidy. Základ tvoří biologické potřeby (dýchání, potrava, voda, spánek), následuje potřeba bezpečí a jistoty, potřeba přijetí, sounáležitosti a lásky, potřeba uznání a úcty a na vrcholu stojí potřeba seberealizace. Platí při tom, že vyšší potřeby mohou být uspokojeny jen tehdy, jsou-li uspokojeny potřeby nižší. Mezi vnější motivy řadíme především odměny a tresty. Ty mají funkci informativní, jelikož žákovi říkají, je-li jeho aktivita žádoucí či nikoli, a mají ho motivovat k ukončení (u trestů) nebo pokračování nebo opakování této aktivity (u odměn). Odměny a tresty bychom měli používat opatrně. Odměny by měly převažovat nad tresty, aby převažovala pozitivní motivace. Zároveň by ale neměly být nadužívány, aby si na ně žáci nezvykli jako na standard. Pak by ztratily svou funkci. To samé platí pro tresty. U nich je navíc důležité, aby byly žáky přijaty. Je důležité, aby trest následoval ihned po provinění a žák věděl, za co je trestán. Jakmile žák vnímá trest jako křivdu nebo nespravedlnost, je účinek trestu výrazně negativní a působí demotivačně. Může způsobit strach z učitele nebo předmětu a zapříčinit únikové tendence žáka. Každý by občas měl zažít pocit úspěchu a uznání. Nadané a úspěšné žáky chválíme automaticky, ovšem měli bychom čas od času pochválit i žáky méně úspěšné, kteří mohou vynikat v jiných činnostech.

Ideálním stavem je, když je žák motivován k učebnímu procesu bez odměn a trestů na základě vnitřní potřeby. Rozlišujeme potřeby poznávací (touha zjišťovat nové informace, objevovat nová řešení problému), výkonové (buďto potřeba dosažení úspěchu (žák se

hlásí, protože chce ostatním ukázat, že zná správnou odpověď) nebo naopak potřeba vyhnoutí se neúspěchu (tvorba taháků, vyhýbání se testům)) a společenské (potřeba příslušet k nějaké skupině vrstevníků).

Je tedy zřejmé, že pro úspěšné dosahování vzdělávacích a výchovných cílů je důležitým faktorem motivovaný žák. Učitel by tedy měl umět s motivací dobře pracovat a důsledně promýšlet své jednání tak, aby nedosáhl opaku. To je bohužel velmi snadné. Vedle již zmíněného neuváženého používání odměn a trestů působí demotivačně i neustálé negativní hodnocení bez konstruktivních poznámek či bez pochválení dílčích úspěchů, srovnávání s ostatními, chyby sociální percepce, pocit nespravedlnosti, neefektivní komunikace jako například ironizace a zesměšňování, ale i špatně zvolené výukové metody a formy, nedostatečné instrukce k práci, malá názornost a chaotičnost, neadekvátní požadavky nebo nedostatečně formulované cíle činnosti.

1.9 TVOŘIVOST

Pojmem tvořivost (nebo také kreativita) označujeme soubor specifických schopností, díky nimž žák dojde k novým výsledkům. Uplatňuje se především tam, kde neznáme algoritmus řešení. Mezi specifické schopnosti řadíme sensitivitu (citlivost pro vnímání problému a vystižení jeho podstaty), originalitu (schopnost produkovat vlastní nápady), fluenci (plynulost proudu nápadů), elaboraci (preciznost, smysl pro řád, pečlivost a detail) a flexibilitu (schopnost podívat se na problém z více úhlů). Při tvořivosti se uplatňuje divergentní myšlení, jehož výsledkem je několik alternativních nápadů vedoucích k vyřešení problému. Tvořivý proces můžeme rozdělit na jednotlivé fáze. Začíná přípravou, kdy si žák shromáždí informace o problému a připomene již nabyté vědomosti a postupy. Následuje inkubace, během níž žák o problému vědomě nepřemýšlí, ale má ho v podvědomí. K objevení nápadu dojde až ve fázi inspirace, která se vyznačuje maximálním soustředěním a zapojením fantazie. Vymyšlené řešení je následně použito ve fázi realizace, po níž následuje evaluace a verifikace, tedy zhodnocení a ověření správnosti výsledku. Vymyšlené řešení může být výsledkem dvou typů tvořivosti. Zatímco produkt subjektivní tvořivosti je nový pouze pro žáka (i tak je velkým přínosem a žáka silně motivuje k další tvořivé činnosti), produktem tvořivosti objektivní je zcela nový neznámý produkt s přínosem pro celou společnost (uplatňuje se především ve vědě a umění). Obzvláště v současnosti je kreativita velmi ceněná a v mnoha profesích je hlavním

měřítkem úspěchu. Abychom žáky dobře připravili na život, je nutné v nich tvořivost pěstovat. Každý člověk disponuje určitou úrovní tvořivosti, která lze vhodnými metodami a tréninkem zvyšovat. Ve školním prostředí je k tomu vhodný brainstorming, zadávání problémových úloh (žák navrhne, jak by mohl změřit výšku stromu), kreslení různých situací (žák nakreslí, jak by vypadal svět bez tření), vymýšlení nových úloh (žák vymyslí takovou úlohu, aby jejím výsledkem bylo 3000 W), žákovský experiment (žák navrhne způsob, jak dostat vejce do lahve), domýšlení příběhu s otevřeným koncem a mnoho dalších.

1.10 ROLE UČITELE

Dosud byla řeč o jednotlivých složkách a aspektech vyučovacího procesu, které jsou nastaveny s maximálním ohledem na žáka, aby byly zajištěny co nejlepší podmínky pro pozitivní změny žákovy osobnosti a její rozvoj. Osobou, která tyto podmínky zajišťuje, je učitel. To, jak výuka vypadá, se odvíjí od jeho osobnosti, názoru a zkušeností. Důležitá je také zaměřenost, neboli co učitele vede k výkonu jeho profese. Podle tohoto hlediska dělíme učitele na paidotropy, kteří jsou zaměřeni na žáky, jimž se snaží porozumět, přiblížit a pomáhat, a na logotropy, pro něž je hlavní jejich obor, o něž se u žáků snaží vzbudit zájem a snaží se jim předat co nejvíce poznatků. Roli hraje také styl řízení výuky. Autoritativní styl je jednosměrným vztahem, kdy učitel určuje, přikazuje, hrozí, trestá, žák je většinou pasivní, učí se proto, že musí. Projevuje se sníženým zájmem žáků a nedůvěrou. Na protipólu stojí styl liberální. Ten se vyznačuje nízkou organizovaností výuky, kdy řízení často přechází do rukou žáků. Na žáky jsou kladeny nízké požadavky a tak se toho moc nenaučí. Střední cestou je demokratický styl. Vztah učitele a žáka je oboustranný a partnerský, učitel se snaží o individualizaci výuky, formování osobnosti žáků, žáci jsou aktivní, oceňují učitelův přístup, učitel oceňuje pokroky žáků, ve třídě panuje pozitivní klima. Tento přístup je pro žáky zřejmě nejpřínosnější, ovšem pro učitele nejnáročnější. Klade vysoké požadavky na jeho specifické výkonové schopnosti. Mezi nejstěžejnější patří schopnosti didaktické (umět dobře vysvětlit učivo), percepční (poznat žáka takového, jaký je, aniž by došlo k chybám sociální percepce), organizační (vhodně specifikovat cíle, zvolit metody, formy, pomůcky, nastavit hodnocení, organizovat výuku co nejefektivněji), sebereflexní (umět hodnotit výsledky své práce a vzít si ponaučení pro příště), komunikační a expresivní (zvolit vhodný způsob komunikace v různých

příležitostech, barvitě verbální i neverbální vyjadřování při výuce, práce s tempem, tónem, hlasitostí řeči).

1.11 ZÁVĚR

Právě uzavíraná kapitola tvoří důležitý základ pro následující praktickou část diplomové práce. V ní jsou zařazeny jednotlivé fyzikální aplikace v domácnosti. Úkolem pedagoga je posoudit, zda je zařazení jednotlivých kapitol v souladu s ŠVP a cíly výuky. Při zařazení do výuky přichází na řadu volba forem a metod vhodných pro objasnění fyzikálních principů, provedení pokusů, realizaci námětů na činnost a seznámení žáků s případnými souvislostmi a zajímavostmi. V některých částech je uvedena doporučená organizace výuky pro dané téma, ovšem může být obměněna dle typu školy, specifika třídy a zkušenosti učitele.

ZDROJE

[12], [13], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94]

2 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část se zabývá konkrétními případy, u kterých se setkáváme v domácnosti s fyzikou. Možná se to nezdá, ale bez fyziky bychom byli doma zcela bezradní. A nejen doma. Když pomineme různé elektrospotřebiče, kterých je v dnešní době nespočet druhů, pronásleduje nás fyzika při zalévání květin, sušení prádla, uvolňování ucpaného odpadu, rozsvícení světla, ... zkrátka úplně při všem, co doma děláme.

Protože je fyzikálních aplikací doma tolik, není bohužel možné všechny v této práci obsáhnout. Mojí snahou je proto vybrat ty nejzajímavější, nejčastější nebo nejužitečnější. Pro lepší přehlednost a systematickosti je praktická část rozdělena do několika kapitol na základě fyzikální podstaty jevu, který je v jednotlivých případech zkoumán a popisován (mechanika, elektřina a magnetismus, termodynamika). Rozdělení však není zcela striktní, protože některé spotřebiče, zařízení a pomůcky v sobě propojují několik různých principů naráz.

Každý uvedený případ, ve kterém se setkáváme doma s fyzikou, je sám o sobě ještě dále strukturován. Obsahuje většinou tyto části.

Historie – stručné seznámení s objevem jevu nebo vynálezem a jeho vývojem v čase

Princip – kvalitativní popis a vysvětlení jevu, který se v daném případě uplatňuje

Pokus – tato část je zařazena v případě, že lze k tématu zařadit nějaké zajímavé pokusy a je dále rozdělena na soupis pomůcek, popis postupu a diskusi výsledku

Didaktika – didaktická část obsahuje zařazení tématu v RVP, klíčové kompetence, které dané téma rozvíjí, mezipředmětové vztahy, dále náměty na činnosti, které lze s žáky provádět při probírání daného tématu a případně výrobu demonstrační pomůcky se soupisem potřeb a popisem postupu výroby

Zajímavosti a souvislosti – tato část obsahuje zajímavé informace, mezipředmětové vztahy a souvislosti

Zdroje – zde jsou vypsané odkazy na všechny elektronické i tištěné prameny využitě při zpracovávání daného tématu

2.1 CO HÝBE NAŠÍ DOMÁCNOSTÍ?

Ještě než se vydáme na cestu za poznáním různých domácích pomůcek a zařízení, musíme se seznámit s původci toho, že naše domácnosti vůbec fungují. Umíte si snad představit, že byste vařili na plynovém sporáku bez přívodu plynu? Nebo že byste snad splachovali toaletu bez vody, ohřívali si večeři v mikrovlnce nezapojené do zásuvky? Asi těžko. Pojďme tedy najít hybatele naší domácnosti.

2.1.1 FYZICKÁ PRÁCE

Historie

Už od pradávna byl člověk závislý především sám na sobě, na svých schopnostech, možnostech a síle. Co si sám neuložil, nepostavil, nevyrobil, zkrátka neměl. Jak čas plynul, naučil se člověk využívat ve svůj prospěch k ulehčení práce přírodní živly (např. vodu, vítr), později začal využívat nerostného bohatství naší Země, až časem ovládl i elektřinu a naučil se ji vyrábět. Množství různých technických vymožeností ulehčujících lidem práci rostlo postupně geometrickou řadou. I přes to, že dnes, nadneseně řečeno, nemusíme hnout ani brvou, abychom dostali, co potřebujeme, bez fyzické námahy se občas stejně neobejdeme. Do některých věcí se stále vyplatí vložit vlastní energii, než se spoléhat na přístroje. Mimo to – čas od času nejde proud, neteče voda, je naplánována odstávka plynu a tak nám nezbude, než si počínat jako naši předci. Místo robota zadělat těsto ručně, místo pračky vyprat prádlo třeba ve vaně atd.

Mohli bychom se dlouho bavit o tom, jaké různé činnosti musel člověk v průběhu let zastat, aby se dobral kýženého výsledku. To však není tématem práce a proto se zaměříme jen na práci rukou. Není to jistě od věci, jelikož velká část činností, které člověk dělá mechanicky pouze pomocí svého těla, dělá právě rukama. A obzvláště o našem národu se říká, že má tzv. „zlaté české ručičky“. Pojďme se na ně tedy trochu zaměřit. Naše paže je totiž velmi zajímavý fyzikální nástroj.

Princip

Funkce a pohyb celé paže jsou dány její anatomíí. Horní končetina se skládá z kosti pažní (humerus), která je kloubně spojena s kostí loketní (ulna) a vřetení (radius). Na kostru jsou pomocí šlach uchyceny svaly, které nám umožňují s paží pohybovat. Na předloktí jsou klíčové ohýbače zápěstí a prstů z přední strany a natahovače zápěstí a prstů zezadu. Nadloktí by se zase neobešlo bez dvojhlavého svalu pažního (bicepsu) na přední straně a

trojhlavého svalu paže (tricepsu) na zadní straně. Jak už i z názvu některých svalů vyplývá, svaly na přední straně paže slouží k ohýbání, proti nim působí svaly na zadní straně k natahování. Protože nám nejde o co nejpřesnější anatomický popis, ale o fyzikální podstatu, budeme se pro zjednodušení dále zabývat již jen svaly horní částí paže (bicipsem a tricipsem). Popis ilustruje obr. 1.

Z fyzikálního hlediska funguje naše paže jako páka. Osu otáčení najdeme v loketním kloubu, jedno rameno síly míří od osy otáčení k zátěži uchopené v dlani, druhé rameno síly míří od osy otáčení k svalovému úponu. V případě zvedání břemene dochází k ohýbání ruky, tedy k zapojení bicepsu, jehož úpon se nachází na téže straně od osy otáčení, jako břemeno. Z podstaty jde tedy o jednozvratnou páku ilustrovanou obr. 2.

Pokud zátěž pokládáme, ruku narovnááme a zatěžujeme tedy triceps uchycený ke kosti až za osou otáčení (z druhé strany ruky). Jde tedy o páku dvojezvratnou.

Když už jsme horní končetinu převedli do fyzikální problematiky, bylo by vhodné celý problém ještě matematizovat a zapsat pomocí rovnic. Sílu F působící v určité vzdálenosti r od osy otáčení označujeme jako veličinu s názvem moment síly M , který vypočteme pomocí rov. 1.

$$M = F \cdot r$$

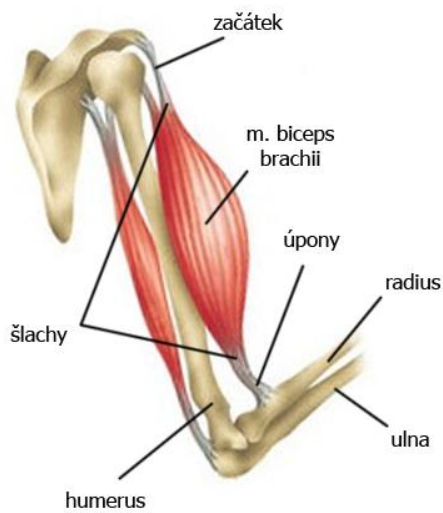
Rov. 1

Na paži působí více sil (řekněme n sil) v různých vzdálenostech. Aby byla paže v rovnováze, musí být celkový moment všech působících sil roven nule. Musí tedy platit rov. 2.

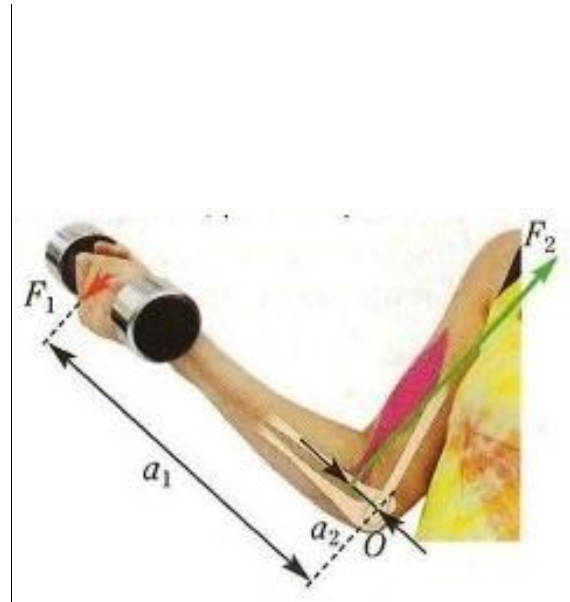
$$M_{\text{celkový}} = M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

Rov. 2

Na tomto místě je vhodné poznamenat, že celý popis je značně zjednodušený, aby byl lépe pochopitelný a použitelný ve výuce. Při zvedání a pokládání břemene je proces komplexnější a jde vždy o součinnost více svalů.



Obr. 1



Obr. 2

Pokus

1) Následující pokus je spíše myšlenkový a výpočetní. Samotný teoretický úvod a popis k problematice ruky jako jednoduchého fyzikálního stroje toho žákům asi moc neřekne. Pro usnadnění pochopení a zatraktivnění hodiny je proto vhodné zařadit tento nenáročný pokus.

a) Potřeby

Dobrovolník z řad žáků, břemeno.

b) Postup

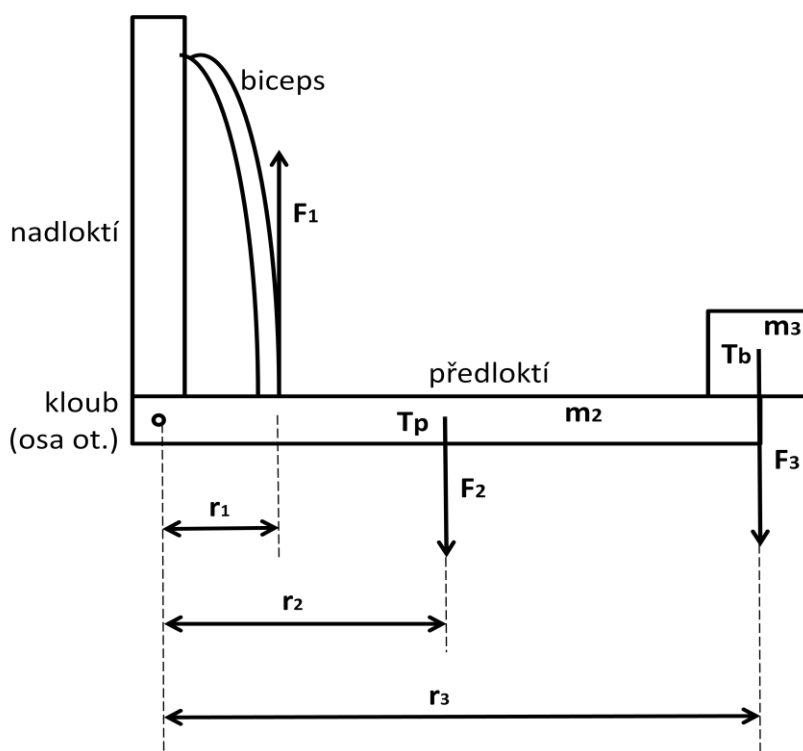
Vybereme si dobrovolníka, který chce třídě ukázat, jaký je silák. Necháme jej pouze pomocí paže ohnuté do pravého úhlu držet nějaký předmět, který bude schopen chvíli udržet. Pak se třídy i jeho zeptáme na tip, jak velkou sílu vyvíjí jeho biceps, aby jeho ruka břemeno držela ve stejné pozici, aniž by se narovнала směrem dolů.

Předem samozřejmě musíme třídě sdělit hmotnost břemene (v našem případě necháme žáka držet břemeno o hmotnosti 2 kg). Také musíme změřit délku dobrovolníkovy předloktí, sdělit třídě vzdálenost úponu bicepsu na předloktí od osy otáčení v kloubu (průměrně se uvádí 4 cm) a průměrnou hmotnost předloktí (můžeme jej zkusit zvážit na váze nebo použít průměrnou hodnotu 3 kg).

Vyzveme žáky, aby si svůj tip napsali do sešitu a ověřili si jeho přesnost pomocí výpočtu. Poté, co si popovídáme se třídou o tom, že ruka vlastně funguje jako páka, necháme chvíli pro samotný výpočet. Jistě ne zcela všichni budou schopni příklad samostatně zvládnout, proto pro kontrolu pozveme k tabuli někoho, kdo přišel na správné řešení.

c) Výsledek

Řešení by měl předcházet obrázek (obr. 3), který je velmi důležitý pro představu celé situace. Na obrázku $r_1, 2, 3$ znamenají postupně vzdálenost úponu bicepsu, těžiště předloktí a těžiště břemene od osy otáčení. $F_1, 2, 3$ znamenají postupně sílu bicepsu, tíhovou sílu působící na předloktí v jeho těžišti T_p a tíhovou sílu působící na břemeno v jeho těžišti T_b . Nakonec $m_2, 3$ označují postupně hmotnost předloktí a hmotnost břemene.



Obr. 3

Zapišeme, co známe nebo jsme zjistili:

$$r_1 = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$r_2 = 0,5 r_3 = 17 \text{ cm} = 0,17 \text{ m}$$

$$r_3 = 34 \text{ cm} = 0,34 \text{ m}$$

$$m_2 = 3 \text{ kg}$$

$$m_3 = 2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Aby ruka držela závaží stále ve stejné poloze bez pohybu vzhůru nebo dolů, musí být celkový moment všech sil nulový. Momenty sil působících směrem dolů jsme si určili jako kladné a moment síly bicepsu mířící vzhůru jsme určili jako záporný. (pozn.: Směr síly bicepsu F_1 bereme jako kolmý k předloktí, i když je tato síla ve skutečnosti kvůli anatomii horní končetiny trochu skloněná směrem k úponu v nadloktí. Měli bychom ji tedy správně rozložit do směru rovnoběžného a kolmého vzhledem k předloktí. Protože však jde o velmi malý sklon, pro zjednodušení sílu uvažujeme jako by byla skutečně kolmá k předloktí.)

$$- M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

$$- F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 + F_3 \cdot r_3 = 0$$

$$- F_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot g \cdot r_2 + m_3 \cdot g \cdot r_3 = 0$$

$$F_1 \cdot r_1 = m_2 \cdot g \cdot r_2 + m_3 \cdot g \cdot r_3$$

$$F_1 = \frac{m_2 \cdot g \cdot r_2 + m_3 \cdot g \cdot r_3}{r_1}$$

$$F_1 = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,17 + 10 \cdot 2 \cdot 0,34}{0,04} = 297,5 \text{ N}$$

Síla, kterou působí biceps na předloktí, je 297,5 N. Ač se to nemusí zdát, síla je docela velká. Stačí si představit, že tíhová síla o stejné hodnotě působí na předměty o hmotnosti takřka 30 kg.

Didaktika

RVP

- 1) Páka a její užití je dle RVP pro ZŠ součástí tématu Pohyb těles; síly. Očekávaným výstupem je, že žák aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů.

U RVP pro gymnázia není toto téma již součástí vzdělávacího obsahu, předpokládá se jeho znalost ze ZŠ.

Protože jde o učivo ZŠ, jsou v teoretické části popisované veličiny uvažovány pouze skalárně.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní kompetence a kompetence sociální a personální.

- 3) Díky mezipředmětovému vztahu s biologií a tělocvikem je vhodné zařadit tuto kapitolu v projektové výuce, kde se tematicky spojí otáčivé účinky sil, kosti, svaly, posilování i míčové hry.

Námět na aktivitu

- 1) Před tím, než začnou žáci při výuce řešit problém páky a její rovnováhy, je vhodné, aby sami přišli na zákonitosti, které musí být splněny, aby rovnováha na páce nastala. Nejlépe je pracovat a komunikovat ve skupinkách. Stačí k tomu pouze tužka, která se umístí přímo pod střed dlouhého pravítka (nejlépe 30 cm), a mince stejné hodnoty. Žáci mají za úkol mince umisťovat v takovém množství a tak daleko od tužky, aby zůstávalo pravítko vodorovně nad lavicí. Výsledky stačí zapisovat na tabuli, aby byly všem na očích. Záhy se stává, že žáci sami objeví zákonitost mezi vzdáleností od tužky a počtem mincí v komínku. Z této žákovské zkušenosti je pak snadné vyvodit matematický vztah pro rovnováhu.

- 2) Aby neměli žáci pocit, že je páka pouze nudným příkladem ve škole odtrženým z reálného života, je dobré jim sdělit a ukázat, kde všude se s pákou můžeme setkat.

Ještě lepší je v případě dostatku času vyzvat žáky, aby se sami zamysleli, kdy všude jim princip páky ulehčuje práci. Všechny nápady píšeme na tabuli a podrobíme je kritice celé třídy. Až na tabuli zůstanou skutečně pouze případy, ve kterých se využívá princip páky, necháme žáky rozdělit je na ty, jenž jsou příkladem jednozvrtné páky a ty, které jsou příkladem páky dvojitězvrtné. Zbude-li čas, můžeme vybrat některý nástroj, nakreslit jeho obrázek a nechat žáky vymyslet, kde se ukrývá osa otáčení, kde ramena síly atd.

Didaktická pomůcka

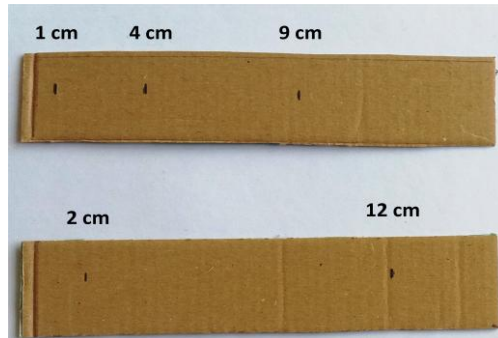
I přes to, že je předmětem experimentální části této kapitoly paže, kterou každý dobře zná, není od věci vyrobit si její model, který bude oproti skutečné paži zjednodušený a tedy názornější.

- a) Potřeby

Karton, 4 dvounožkové hřeby, bílý papír, pravítko, černý fix, 2 gumičky, nůžky, lepidlo.

b) Postup

Z kartonu vystříhneme dva pruhy dlouhé cca 15 - 17 cm a široké 3 – 4 cm. Na jednom zakreslíme body 1 cm, 4 cm a 9 cm od okraje, na druhém 2 cm a 12 cm od okraje (viz obr. 4).

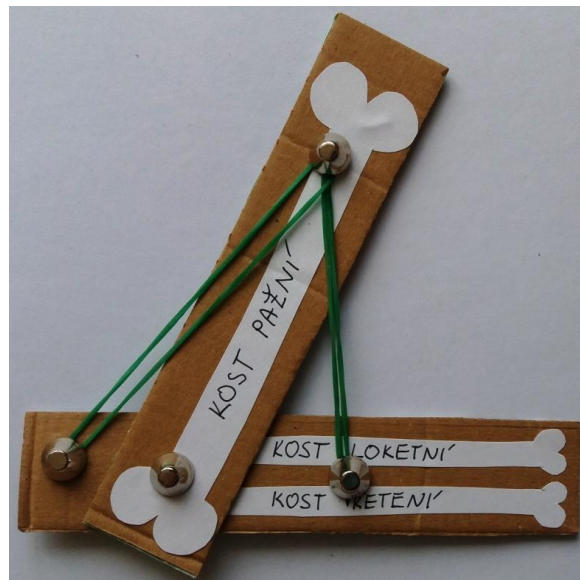


Obr. 4



Obr. 5

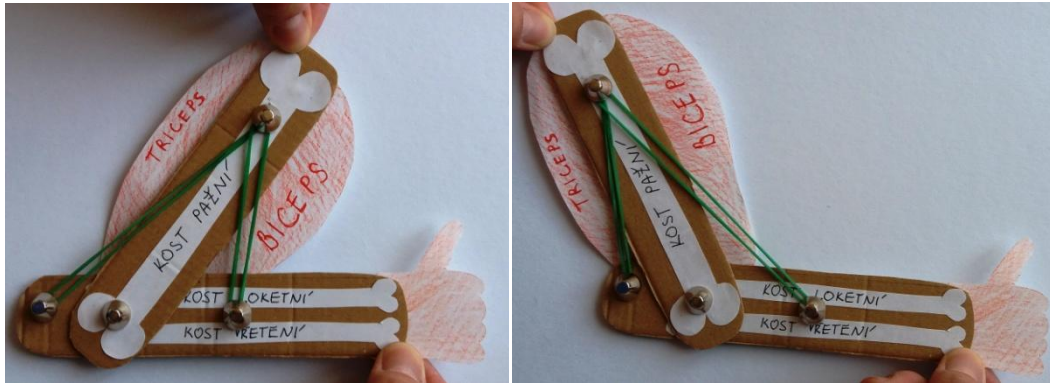
V zakreslených bodech vytvoříme nůžkami nebo tužkou otvory. Poté z bílého papíru vystříhneme kosti, pojmenujeme je a nalepíme tak, jak je ukázáno na obr. 5. Model paže tak bude názornější. Vezmeme hřeb a pomocí něho spojíme oba kusy kartonu tak, aby se mohli volně otáčet. Zbylé tři hřeby připevníme do neobsazených otvorů (viz obr. 6). Hřeby upevňujeme tak, že po vložení do otvoru na zadní části modelu roztáhneme jeho kovové nožičky do stran. Mezi příslušné hřeby pak natáhneme gumičky podle obr. 6.



Obr. 6

Model je již funkční. Můžeme si s ním však ještě pohrát – zaobroubit hrany kartonu, ze zadní strany dolepit biceps, triceps a ruku. Díky tomu bude model

vypadat věrněji (viz obr. 7 ukazující ohnutou a nataženou paži). Na modelu můžeme žákům vysvětlit jak princip funkce svalů, tak princip páky.



Obr. 7

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Na to, abychom udělali jeden krok, zapojíme 200 svalů.
- 2) Ráno jsme o 1 cm vyšší než večer, jelikož během dne dochází díky vzpřímenému postavení těla a pohybu k stlačování chrupavek mezi kostmi.
- 3) Předchozí fakta mohou dobře poukázat na skutečnost, že náš výpočet síly bicepsu je velmi hrubý. Jednak se v průběhu dne nepatrně mění délka naše a našich končetin, navíc je zřejmé, že se i při sebejednodušší pohybu zapojuje mnohem více svalů než pouze jeden jediný.

Zdroje

[10], [11], [12], [13], [14], [15]

2.1.2 VODA

Historie

Voda je důležitá sloučenina vodíku a kyslíku, kterou můžeme zapsat chemickým vzorcem jako H_2O . Všem je důvěrně známá, neboť bychom bez ní nemohli existovat my, žádný živočich ani rostlina. Většina všech organismů na Zemi je tvořena z 60 % vodou, některé organismy obsahují dokonce až 99 % vody. Nebýt vody, život by nejen brzy zanikl, ale dokonce by ani nikdy nevznikl. Nejpravděpodobnější teorie vzniku života hovoří o tom, že když byla Země ještě mladá a voda se již vyskytovala v kapalném skupenství, v mořích se z anorganických látek působením bleskových výbojů, UV záření a bohaté vulkanické

činnosti začaly vyvíjet látky organické (první bílkoviny). Ty se postupně shlukovaly, až vytvořily prabuňky (tzv. koacerváty). Ještě dlouho však trvalo, než se buňky vývojem zdokonalily do podoby, kterou známe dnes.

Je tedy jasné, že veškerý život na naší planetě je vázán na vodu. Vody je na Zemi naštěstí dostatek. Vždyť 2/3 povrchu planety tvoří voda. Pro suchozemské organismy a sladkovodní ryby i obojživelníky je ale klíčová voda sladká. Té je jen zlomek (3 %) jehož většina je navíc ukryta v ledocích. I přes to bylo pro většinu obyvatelstva a živočichů vždy dostatek kvalitní pitné vody (až na některé oblasti Afriky). S rychlým nárůstem lidské populace na Zemi a současným technickým pokrokem ale začalo lidstvo více zasahovat do přírody, znečišťovat životní prostředí a degradovat půdu. Tímto počínáním se začaly rozšiřovat suché oblasti, území s vodou znečištěnou díky těžbě, průmyslové výrobě nebo splavování chemickým hnojiv z polí. Západní svět naštěstí už před nějakým časem přišel na to, že je nutnost životní prostředí chránit, abychom ochránili sami sebe. V rozvojových zemích a zemích s nejvyšším růstem populace však problém devastace prostředí a jeho zamořování stále pokračuje. Není proto divu, že na celé Zemi nemá přístup k pitné vodě více než 1 miliarda lidí a 1/3 populace čelí nedostatku vody. Sice nevíme, jakou měrou si za tato hrozná čísla můžeme jako lidstvo sami, ale i tak bychom měli dbát na ekologii a udržitelnost při veškerém našem počínání.

Vodu nemusíme brát jen jako podmínku života a surovinu, ale můžeme se na ni dívat více fyzikálně jako na zdroj energie. Člověk zvyklý na náročnou fyzickou práci se začal poohlížet po pomocné síle, která by mu ulehčila život. Našel ji v přírodě – především vodě. Už po staletí využívá toků pro přepravu nákladů i lidí, plavení dřeva a pro pohon mlýnů. Aby bylo zajištěno dostatečné množství vody, začalo se s výstavbou rybníků a později přehrad, které plní nejen funkci zásobáren vody v případě sucha, ale i ochrany při povodních.

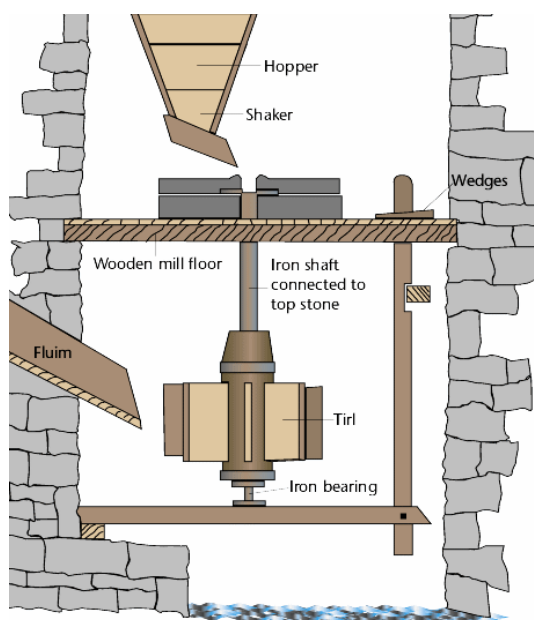
I když se to možná nezdá, je moderní člověk závislý na vodě ještě více než kdysi. Nepoužívá ji pouze jako nutnost k přežití. Jsme zvyklí na určitý komfort, jehož součástí je primárně tekoucí voda v každé domácnosti a sekundárně mnoho spotřebičů, které bez vody nefungují. Vzpomeňme třeba myčku, pračku nebo splachovací záchod. Je teda nasnadě, že s rostoucí životní úrovní stoupá spotřeba vody. Aby se tento nárůst zastavil nebo alespoň zpomalil, převládá v poslední době snaha vyrábět taková zařízení a přístroje,

kteří se obejdou s minimem vody, aniž by byla však negativně ovlivněna jejich funkce a účinnost.

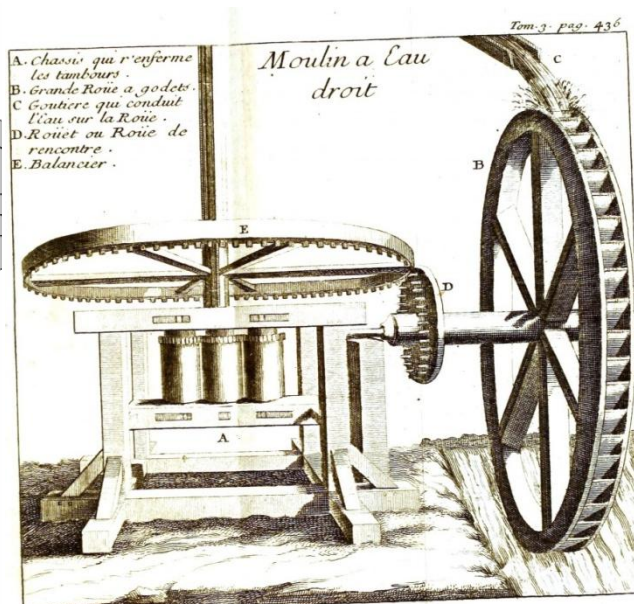
Princip

V této části bude řeč především o vodních mlýnech. Předpokládá se, že čtenář chápe funkci rybníků a přehrad. A co se týče různých spotřebičů využívajících vodu, o nich bude řeč v dalších částech této práce.

Lidé se už od neolitu snažili vymyslet, jak by mohli využít energii proudící vody v potocích a řekách. Jak se jim to v průběhu věků podařilo, vidíme na mlýnech. Jejich základem je mlýnské kolo, které může být poháněno několika způsoby.



Obr. 8

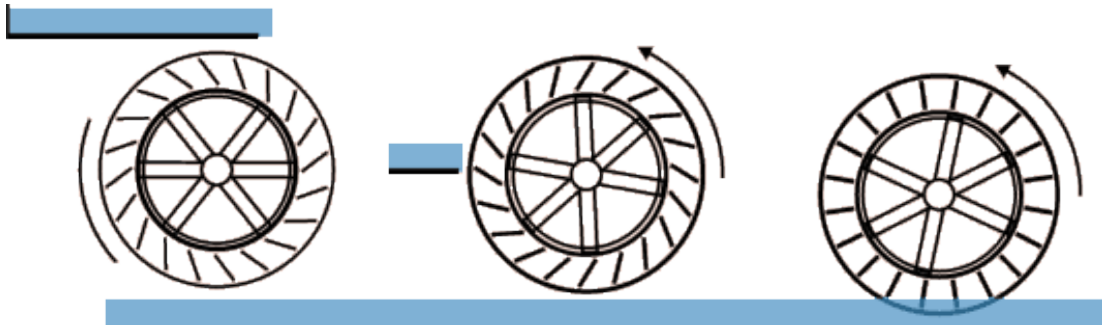


Obr. 9

Nejstarším a nejjednodušším pohonem je horizontální lopatkové kolo, které je poháněno vodou dopadající na něj z boku. Mlýn s tímto pohonem se obejde bez převodů, jelikož hřídel pohání rovnou mlýnské kameny. Takové mlýny jsou nenáročné na proud vody, ovšem nemají moc velký výkon. (obr. 8)

Postupem času začaly mlýny pohánět vertikální kola (obr. 9). Ta se dělí na 3 typy. Nejstarším je lopatkové kolo na spodní vodu, kterého se využívalo především u větších řek. Otáčení závisí přímo na síle proudu vody. Dalším a novějším typem je vertikální kolo na vrchní vodu. Toto řešení je neúčinnější, jelikož voda přivedená náhonem nad kolo ho roztáčí nejen díky své rychlosti ale i hmotnosti. I přes to nebyl tento typ pohonu nejrozšířenější. Příčinou je vysoká cena. K mlýnům musely vést totiž dlouhé náhony

z vyššího toku řeky. Nebo pokud u řeky nestály, byly závislé na rybnících, které byly výsadou bohatých. Existuje ještě vertikální kolo na střední vodu, které je jakýmsi hybridem mezi oběma uvedenými. Všechny typy kol jsou zakresleny na obr. 10.



Obr. 10

Některé mlýny mohou mít dokonce více kol za sebou a nemusí sloužit pouze k mletí obilnin. Kromě mlecích kamenů může kolo pohánět prostřednictvím převodů i jiná zařízení. Vodní kola proto najdeme například i u kováren či pil.

Dnes už se s klasickými mlýny moc nesetkáme. Leda s některými dochovanými, ale nové se již rozhodně nestaví. V 19. stol. totiž došlo k rozvoji mnohem dokonalejších a účinnějších vodních motorů – turbín. K velkému rozmachu turbín došlo hlavně v 19. a 20. stol. Jelikož se dnes turbíny používají především k výrobě elektřiny, která tvoří samostatnou kapitolu této práce, bude o ní řeč až později.

Pokus

Existuje celá řada pokusů s vodou, které jsou podrobněji popsány v dalších kapitolách zaměřených na konkrétní oblasti fyziky. V této kapitole proto žádný konkrétní není zařazen.

Didaktika

RVP

- 1) U RVP pro ZŠ patří voda do tématu Mechanické vlastnosti tekutin. Dle očekávaných výstupů zde žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů a předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní. Dále patří do tématu Energie. Dle očekávaných výstupů žák zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí.

U RVP pro gymnázia patří voda do tématu Stavba a vlastnosti látek. Dle očekávaných výstupů žák objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou a dále porovná zákonitosti teplotní roztažnosti pevných těles a kapalin a využívá je k řešení praktických problémů.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (rybníky, přehrady, vodstvo), historií (rybníkářství v Čechách a známé rody zakladatelů rybníků, obživa člověka v průběhu věků), biologií (vznik života, podmínka života) i chemií (chemické vlastnosti vody).

Námět na aktivitu

- 1) Exkurze do mlýna (nejlépe v Hoslovicích – více v zajímavostech).
- 2) Samostatná nebo skupinová práce zaměřená na to, aby žáci vymysleli, kde a jak člověk používá vodu. Vhodné je zaměřit se při této aktivitě také na ekologii – žáci by měli vymyslet, jak můžeme v jednotlivých případech vodou šetřit.
- 3) Zkoumání fyzikálních (popř. i chemických) vlastností vody provázené experimenty
- 4) Kolik vody spotřebuji při sprchování? Domácí úkol pro žáky, jehož cílem je zjištění, kdo spotřebuje kolik vody při sprchování. Žákům stačí dát jednoduchý pokyn, aby odečetli stav vodoměru před sprchováním od stavu po sprchování. Ve třídě pak může porovnat údaje a zjistit, kdo vodou nejvíce šetří a kdo jí naopak nejvíce plýtvá. Téma můžeme obměňovat a nechat žáky zkoumat spotřebu vody při mytí nádobí, spláchnutí toalety atd.

Didaktická pomůcka

Vyrobíme jednoduchý model mlýnského kola, který lze vyzkoušet jak doma v koupelně tak i v přírodě na potoce.

a) Potřeby

8 plastových lžiček, korkový špunt, tužka, pravítko, nůž, tavná pistole, železná hřebík nebo silnější drát.

b) Postup

Z korkového špuntu uřízneme plátek korku o tloušťce alespoň 1 cm. Pomocí tužky a pravítka na něj libovolně narýsuje úsečku, z jejích krajních bodů (bodů na obvodu špuntu) narýsuje kolmice a doplníme na pravoúhlý čtyřúhelník. Narýsuje jeho úhlopříčky a v jejich průsečíku vyznačíme střed, který propícháme drátkem (nákres na obr. 11). Střed by měl být dostatečně přesně zakreslen, aby mlýnské kolo tzv. neházelo. Po obvodu korkového plátku vyřízneme 8 otvorů širokých 1 – 2 mm. Čtyři by měly splývat s úhlopříčkami čtverce, čtyři s osami stran čtverce (viz obr. 12). Plastové lžičky zkrátíme jako na obr. 13 všechny na stejnou délku.



Obr. 11



Obr. 12



Obr. 13

Zapneme tavnou pistolí a všechny zkrácené lžičky vlepíme do otvorů korkového plátku tak, aby byly prohnuté (resp. vyboulené) stejným směrem (jako na obr. 14).



Obr. 14

Hotové mlýnské kolo nasadíme na silnější drát (popř. špejli) a můžeme vyzkoušet jeho otáčení pod proudem vody z vodovodu. Pokud budeme proud vody korigovat dlaní, můžeme nasimulovat spodní proud nebo horní náhon. Taktéž můžeme kolo

vyzkoušet na potoce. Pro spodní proud stačí přidržet kolo mírně ponořené v proudu vody, pro horní náhon stačí z několika kamenů postavit jednoduchou hráz s malým otvorem, kterým bude proudit voda. Kolo trochu předsadíme před hráz a z otvoru v hrázi na něj přivedeme vodu pomocí prkénka nebo většího listu.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Nejstarším dochovaným mlýnem u nás je ten v Hoslovicích u Strakonice. První písemné zmínky, které o něm máme, jsou z roku 1352. Zajímavé je, že se v něm mlelo ještě před 20 lety. I přes to si mlýn zachoval takřka původní ráz. Z celého areálu dýchá tradiční venkovský způsob života – nenarazíme zde na rozvody elektřiny ani sociální zařízení.
- 2) Každý tuší, co to znamená, když se řekne, že někdo má něco za lubem. Co je to ale samotný lub? Jde o bednění kolem mlecích kamenů v mlýně. A protože je mouka sypká a snadno se rozvíří, zbývalo mlynářům za lubem vždycky trochu mouky. Mít něco za lubem tedy původně znamenalo mít něco schovaného pro sebe, dnes se přeneseně často chápe jako mít nějaké skryté úmysly.
- 3) Voda je velice zvláštní kapalina, která se často chová jinak než většina ostatních kapalin. Například má poměrně vysokou tepelnou kapacitu, pevné skupenství (led) má menší hustotu než kapalná voda, nejvyšší hustoty dosahuje při 4 °C a její viskozita klesá s rostoucím tlakem (tj. při vyšší tlaku snadno teče). Téměř vše lze vysvětlit pomocí vodíkových můstků. To jsou zvláštní vazby mezi molekulami H₂O založené na elektrostatické síle, která působí mezi atomem kyslíku a dvěma atomy vodíku, a kvantové mechanice. Zjednodušeně můžeme říci, že silně elektronegativní kyslík k sobě přitahuje od každého atomu vodíku jeden elektron. Díky tomu je část molekuly s vodíky kladná a část s kyslíkem záporná. Vzniká tak dipól. Díky elektrostatické síle se přitahují vodík s kyslíkem a naopak a proto vzniká mezi oběma typy atomů vazba a v celém objemu vody potažmo relativně pravidelná struktura. Výše uvedené vlastnosti pak už vyplývají z toho, jak se vazby rozpadají a deformují. V případě zvýšeného tlaku dochází k jejich narušování a voda proto lépe teče (nedrží tolik pohromadě). V ledu jsou vazby pevné a struktura pravidelná, ovšem s rostoucí teplotou a přeměnou na kapalinu roste tepelný pohyb, vazby se narušují a vyskytuje se více oddělených atomů a molekul,

kteřé zaplňují strukturu, čímž roste hustota. Proto má kapalná voda větší hustotu než led.

Zdroje

[12], [13], [16], [17], [18], [19], [20], [21]

2.1.3 ELEKTŘINA

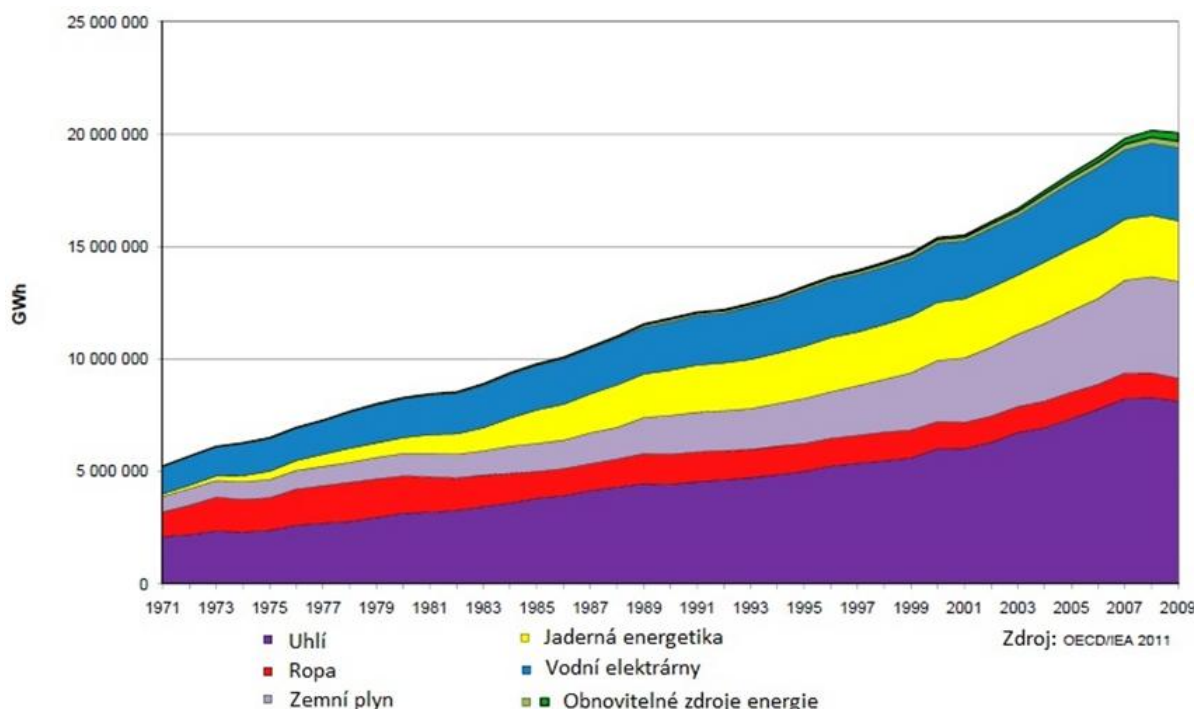
Historie

Na přelomu 18. a 19. stol. došlo díky technickému pokroku k významné proměně pracovního i společenského života. Staré technologie a pohony se staly nevyhovujícími. Například dříve popsané vodní mlýny fungující také jako pily nebo kovárny byly příliš závislé na vodě a navíc ne příliš výkonné. Vedle nich proto v tomto období nazývaném jako průmyslový revoluce docházelo k rychlému rozvoji tovární strojní velkovýroby, což vyžadovalo nové zdroje energie. Typickým obrazem tohoto období jsou proto průmyslová města zakouřená spalinami z hoření nerostných surovin – především uhlí. Symbolem celé průmyslové revoluce je Velká Británie, která je pokládána za její kolébkou. Základním principem většiny strojů té doby byla rozpínající se pára pohybující písty. Posuvný pohyb pístů byl často převáděn na otáčivý pohyb kol např. parních lokomotiv nebo těžebních strojů. V druhé pol. 19. stol. začala být energie páry využívána i pro výrobu elektrické energie. Velkým průkopníkem v této oblasti byl Thomas Alva Edison, který si byl vědom toho, že aby jeho vynálezy byly funkční a mohly být využívány v každodenním životě, musí vzniknout stabilní výroba elektřiny a také rozvodná soustava, která přivede elektřinu všude, kde jí bude potřeba. V roce 1882 zprovoznil parní elektrárnu v Londýně a New Yorku (obrovská budova s 6 generátory). V New Yorku elektrárna zásobovala 10 000 lamp veřejného osvětlení a 500 zákazníků. Obě elektrárny vyráběly stejnosměrný proud.

V té samé době přitom už vznikaly vodní elektrárny, které byly značně ekologičtější. Pokrokový průmyslník lord William Armstrong varoval, že se uhlí jednoho dne vytěží a bude potřeba umět elektřinu vyrábět i jinak. Stačilo staré mlýny osadit turbínami a první vodní elektrárna byla na světě. Roku 1878 lord Armstrong zprovoznil první hydroelektrárnu na světě. Nejdříve její pomocí rozsvítil obloukovou lampu, později žárovky po celém jeho sídle.

Náhrada neekologických fosilních paliv za obnovitelné zdroje energie je aktuální dodnes, kdy ještě více zesiluje a rezonuje celou společností. I když pomalu roste počet ekologických elektráren, pořád je jejich podíl na celkové výrobě energie v naší zemi nízký. Nejčastější jsou stále elektrárny uhelné (47,3 %), dále jaderné, které jsou velmi ekologické, ovšem pro občany bývají zbytečným strašákem (35,3 %), elektrárny plynové, ať už na zemní, skládkový nebo jiný plyn (7,9 %), vodní elektrárny (4,3 %), solární elektrárny (2,4 %), elektrárny na biomasu (1,9 %), větrné elektrárny (0,5 %) a elektrárny na nespecifikované palivo (0,3 %). Údaje pocházejí od Energetického regulačního úřadu a jsou aktuální k roku 2013.

Obr. 15 založený na údajích OECD z roku 2011 ukazuje, jak se v průběhu let 1971 – 2009 vyvíjela výroba elektřiny (celkový vyrobený výkon i podíl jednotlivých energetických zdrojů na výrobě). Je patrné, že v roce 2007 došlo k nasycení trhu s elektřinou, jelikož celková výroba stagnovala. A obzvláště v posledních 10 letech je patrný nárůst počtu elektráren využívajících k výrobě elektřiny obnovitelné zdroje.



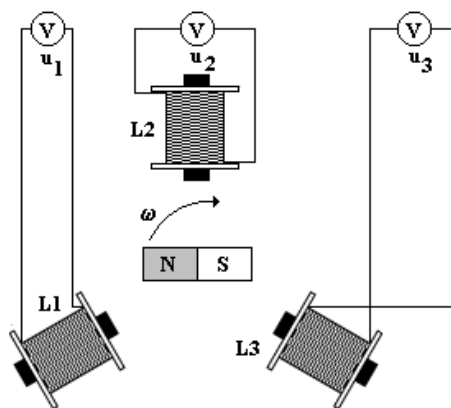
Obr. 15

Princip

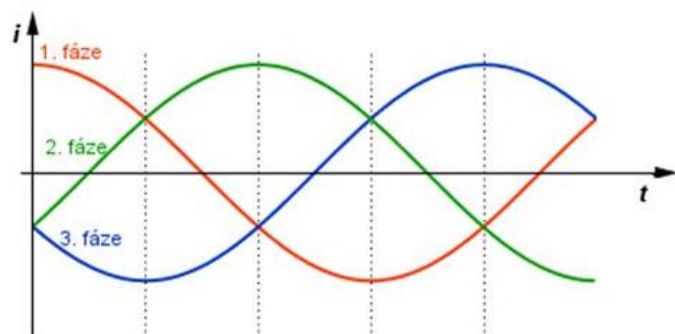
Ať už jde o elektrárnu jadernou, uhelnou, plynovou nebo vodní, princip výroby elektřiny je založen vždy na stejném principu – elektromagnetické indukci. Při tomto jevu se na

koncích vodivé smyčky umístěné v proměnném magnetickém poli indukuje proměnné napětí. Pokud konce spojíme, smyčkou začne protékat indukovaný střídavý proud. Velikost indukovaného napětí a proudu závisí na velikosti a rychlosti změny magnetického pole a také na počtu závitů smyčky.

V elektrárnách se na základě tohoto principu vyrábí elektrický proud v alternátorech. To jsou generátory střídavého proudu a mají dvě základní části. Rotor a stator. Rotorem je elektromagnet, který kolem sebe díky otáčení vytváří proměnné magnetické pole. Toto pole indukuje na statoru střídavé napětí. Stator tvoří tři nepohyblivé cívky upevněné kolem rotoru. Vše ukazuje obr. 16.



Obr. 16



Obr. 17

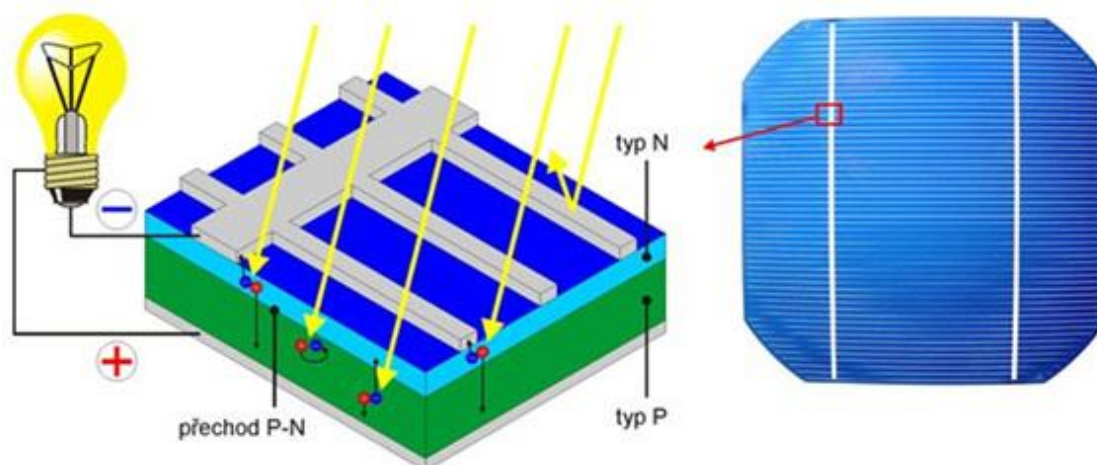
Popsaný alternátor je třífázový. Napětí se indukuje na každé ze tří cívek, ale protože elektromagnet uprostřed rotuje, jsou průběhy indukovaného napětí i proudu na každé cívice vzájemně posunuty o třetinu periody. To je vidět na obr. 17.

Zbývá ještě vysvětlit, co otáčí rotorem. Rotor je připojený k turbíně, jejíž lopatky roztáčí buďto pára v tepelných elektrárnách nebo voda ve vodních elektrárnách.

Na jiném principu funguje solární elektrárna. Využívá fotovoltaického jevu. Když na polovodičový panel dopadá záření o dostatečné energii (kterou viditelné světlo má), vyrazí z mříže polovodiče volný elektron. Na jeho místě pak vzniká kladná díra. Fotovoltaické elektrárny mají desky tvořené z PN polovodičů. Na přechodu mezi P (pozitivní, majoritní jsou kladné díry) a N (negativní, majoritní jsou záporné elektrony) vznikne hradlová vrstva, která klade odpor majoritním nosičům náboje v jejich pohybu do druhého typu polovodiče, než z kterého pocházejí. Kladné díry z polovodiče typ P se proto nedostanou do záporného polovodiče typu N plného elektronů.

Pokud začne na PN přechod dopadat záření, fotovoltaický jev zajistí vznik volného elektronu a díry. Hradlová vrstva, která má opačnou polaritu než celý polovodič, zajistí, že

se díry dostanou do části P k ostatním dírám a elektrony do části N k ostatním elektronům. V obou částech polovodiče proto roste koncentrace majoritních nositelů náboje a tím roste napětí mezi oběma částmi. Pokud část P a N vodivě spojíme, může se koncentrace elektronů a děr začít vyrovnávat, což se projeví jako elektrický proud. To znázorňuje obr. 18.



Obr. 18

Pokus

Existuje celá řada pokusů s elektřinou i elektrickými spotřebiči, které jsou podrobněji popsány v kapitole 2. 4 Elektřina a magnetismus. V této kapitole proto žádný konkrétní pokus není zařazen.

Didaktika

RVP

- 1) U RVP pro ZŠ patří elektřina a její výroba do tématu Energie. Dle očekávaných výstupů žák zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí a využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh. Dále patří do tématu Elektromagnetické a světelné děje, kde dle očekávaných výstupů rozliší stejnosměrný proud od střídavého, rozliší vodič, izolant a polovodič na základě analýzy jejich vlastností, využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní a zapojí správně polovodičovou diodu.

U RVP pro gymnázia patří elektřina a její výroba do tématu Elektromagnetické jevy a světlo. Dle očekávaných výstupů žák aplikuje poznatky o mechanismech vedení elektrického proudu v kovech a polovodičích a využívá zákon elektromagnetické indukce k řešení problémů a k objasnění funkce elektrických zařízení.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (jednotlivé typy elektráren a jejich umístění), historií (vývoj elektrifikace) a biologií (ekologie při výrobě a spotřebě energie).

Námět na aktivitu

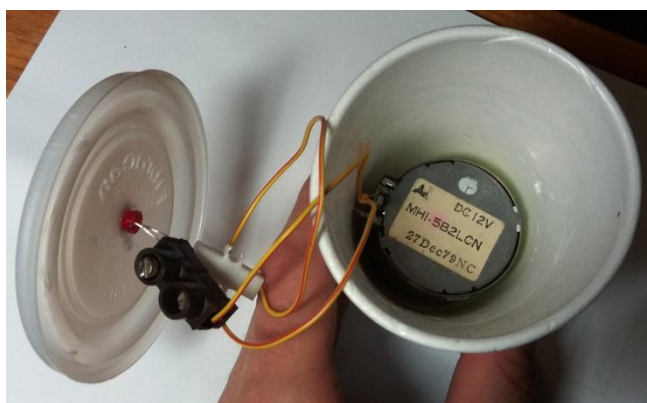
- 1) Návštěva některé z elektráren (např. vodní elektrárna Lipno, jaderná elektrárna Temelín, uhelná elektrárny Prunéřov).
- 2) Pára může žákům přijít moc lehká a neviditelná na to, aby dokázala pohánět turbínu v elektrárně a parní stroje. Sílu rozpínající se páry jim můžeme snadno ukázat na hrnci s poklicí, ve kterém budeme vařit vodu. Jakmile se v hrnci nashromáždí dostatek páry, vzroste její tlak a poklice začne nadskakovat. Poklici můžeme mírně zatížit a za chvíli by pára měla mít dostatečný tlak na to, aby nadzvedla i poklici se zátěží.
- 3) Na webu ČEZu po odkazem <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny.html> nalezneme mnoho informací o jednotlivých typech elektráren v ČR včetně animací podrobně ukazujících výrobu elektřiny. Pokud zbývá čas, je dobré žákům animace ukázat.

Didaktická pomůcka

Vyrobíme zjednodušený model vodní elektrárny, kde elektřinu budeme vyrábět pomocí elektromotorku poháněného mlýnským kolem.

- a) Potřeby: LED dioda, vodiče, plastový kelímek s víčkem (např. od zmrzliny), elektromotorek (DC, nejlépe do 12 V), lámací svorkovnice, šroubovák, pájka, kalafuna, cín, mlýnské kolo vyrobené v předchozí kapitole
- b) Postup: Ke kontaktům motorku připájíme vodiče (pokud jimi již není opatřen), jejich volné konce upevníme šroubovákem ve dvou kusech svorkovnice. Z druhé strany svorkovnice stejným způsobem upevníme elektrody LED diody. Dáme si

přitom pozor, aby byla dioda zapojena v propustném směru (diodu lze samozřejmě kvodičům na pevno připájet, při použití svorkovnice je však usnadněné další použití motorku). Na hřídel motorku nasadíme mlýnské kolo a zkusíme jím zatočit. V případě, že vše funguje jak má a dioda se rozsvítí, přikročíme k jeho vložení do ochranného pouzdra – kelímku. Uprostřed dna kelímku a jeho víčka vytvoříme otvor. Motorek vložíme do kelímku tak, abychom jeho hřídel prostrčili otvorem ve dně a diodu otvorem ve víčku (viz obr. 19). Pokud motorek v kelímku sám neudrží, můžeme jej připevnit lepidlem. Kelímek uzavřeme a na hřídel připevníme mlýnské kolo (obr. 20).



Obr. 19



Obr. 20

Hotovou pomůcku zkusíme v koupelně pod proudem vody, případně i foukáním do lopatek. Vytvořili jsme tak model vodní elektrárny, popř. i větrné (obr. 21 a 22).



Obr. 21



Obr. 22

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Thomas Alva Edison je věhlasný vynálezce a podnikatel v oboru elektřiny, který je znám především díky vynálezu žárovky. Mnohdy se ale nemluví o tom, jak se ke své slávě a penězům dostal. Se školou velice brzy skončil a tak se jeho práce nezakládala téměř na žádné teorii. Byl velice pracovitý a všechno zkoušel způsobem pokus – omyl. Často se diskutuje o tom, že byl spíše podnikatelem a vše, na čem pracoval, vytvářel primárně pro zisk. Ten si zajišťoval mimo jiné i tím, že kradl a poupravoval patenty jeho kolegů.
- 2) První elektrifikovanou budovou v ČR se stalo roku 1881 Janáčkovo divadlo v Brně. Stalo se prvním elektrifikovaným divadlem v Evropě. Přijel si ho dokonce prohlédnout sám Edison v roce 1882 při své cestě do Vídně.
- 3) Elektrický třífázový motor funguje stejně jako alternátor v elektrárně, pouze opačně. Proud přivedený na tři statické cívky v jejich okolí vytváří proměnné magnetické pole, které roztáčí rotor.
- 4) Při výrobě elektřiny v uhelných elektrárnách uniká do okolí více radiace než při výrobě v elektrárnách jaderných.
- 5) V tepelných elektrárnách se z paliva využije pouze 0,00000001 % z veškeré energie, kterou poskytuje. V jaderných je to 0,1 %. Ještě lépe je na tom termojaderná fúze, při které získáme 1 %. Avšak nejlépe vychází anihilace hmoty s antihmotou, která nabízí 100% využití. Je patrné, že současné elektrárny jsou velice neefektivní. Ovšem čím efektivnější způsob získávání energie zvolíme, tím je náročnější na realizaci. V současnosti se začíná pomalu objevovat snaha zkoušet získávat energii termojadernou fúzí, ovšem anihilace je stále ještě hudbou vzdálené budoucnosti.

Zdroje

[12], [13], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [35], [36], [69]

2.2 MECHANIKA

2.2.1 OTLAKY NA KOBERCI

Princip

Když stěhujeme nebo jen posunujeme nábytek, setkáváme se s tím, že na původních místech podpěr a noh jsou v koberci nebo linu patrné otlaky. Některé jsou hlubší, jiné mělké. Závisí na tom, jak velkým tlakem působí nábytek na podklad. Velikost tlaku je určena podílem tlakové síly, kterou působí předmět na podlahu, a plochy, kterou se předmět podlahy dotýká (viz rov. 1).

$$p = \frac{F}{S}$$

Rov. 3

U nábytku je tlakovou silou síla tíhová závisující na tíhovém zrychlení a hmotnosti nábytku. Je tedy zřejmé, že čím větší má nábytek hmotnost, tím hlubší otlak způsobí. Pokud se však bude dotýkat podlahy na větší ploše, bude otlak rozsáhlejší, ale méně hluboký.

Pokus

1) Tlačíme na polystyren

a) Potřeby

Krabice mléka nebo džusu, hřebík, kus polystyrenu, kovový plíšek, digitální posuvné měřítko

b) Postup

Na hlavičku hřebíku položíme mléko a opatrně ho ze stran přidržíme, aby nespadlo, ale zároveň aby veškerou svou hmotností stálo na hřebíku. Hřebík stojí hrotem na polystyrenu (obr. 23). Pak hřebík otočíme, aby směřoval hrotem ke krabici mléka. Mezi krabicí a hrot vložíme kovový plíšek, abychom předešli poškození krabice (obr. 24). Mléko opět opatrně přidržíme ve svislé poloze. Na závěr položíme krabici mléka přímo na polystyren bez použití hřebíku (obr. 25.). Na závěr zjistíme pomocí posuvného měřítka poloměr hrotu a hlavičky hřebíku a také rozměry podstavy krabice mléka.

c) Výsledek

Zatím, co hmotnost krabice mléka a tím i tíhová síla na ni působící zůstaly po celou dobu stejné, měnila se velikost plochy, na kterou tíhová síla působila. Je

tedy zřejmé, že mléko pokaždé působilo na polystyren jiným tlakem. V prvním případě byla plocha doteku nejmenší (hrot hřebíku o poloměru $r = 0,46$ mm) a hřebík prošel polystyrenem skrz celou jeho tloušťku. V druhém případě byla plocha doteku střední (hlavička hřebíku o poloměru $r = 3,2$ mm) a došlo k otlaku o hloubce 1,1 mm. Průchod hrotu hřebíku i otlak jeho hlavičky jsou zdokumentovány na obr. 26. Když jsem na polystyren položil krabici mléka bez hřebíku (podstava o rozměrech $a = 65$ mm, $b = 100$ mm), nezůstal na povrchu polystyrenu žádný patrný otlak.



Obr. 23

Obr. 24

Obr. 25

Obr. 26

Výsledky, které vzešly z praktické části pokusu, ještě doplníme o výpočty vyplývající z rov. 3. Veličiny vztahující se k hrotu hřebíku jsou opatřeny indexem hr , k hlavičce hl a veličiny vztahující se ke krabici mléka jsou opatřeny indexem k . Proto, že nám jde především o porovnání tlaků a nikoli přesné hodnoty výpočtů, nebudeme uvažovat hmotnost hřebíku ani kovového plíšku a budeme počítat s hmotností krabice mléka $m = 1$ kg a tíhovým zrychlením $g = 10$ m·s⁻².

$$p_{hr} = \frac{F}{S_{hr}} = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot r_{hr}^2} = \frac{1 \cdot 10}{3,14 \cdot 0,21 \cdot 10^{-6}} \cong \frac{10^7}{0,66} \cong 15000 \text{ kPa}$$

$$p_{hl} = \frac{F}{S_{hl}} = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot r_{hl}^2} = \frac{1 \cdot 10}{3,14 \cdot 10,24 \cdot 10^{-6}} \cong \frac{10^7}{32,15} \cong 300 \text{ kPa}$$

$$p_k = \frac{F}{S_k} = \frac{m \cdot g}{a \cdot b} = \frac{1 \cdot 10}{65 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^7}{6500} \cong 1,5 \text{ kPa}$$

Z výpočtů je patrný značný rozdíl tlaků v jednotlivých situacích.

$$p_{hr} \cong 50 \cdot p_{hl} \cong 10000 \cdot p_k$$

Didaktika

RVP

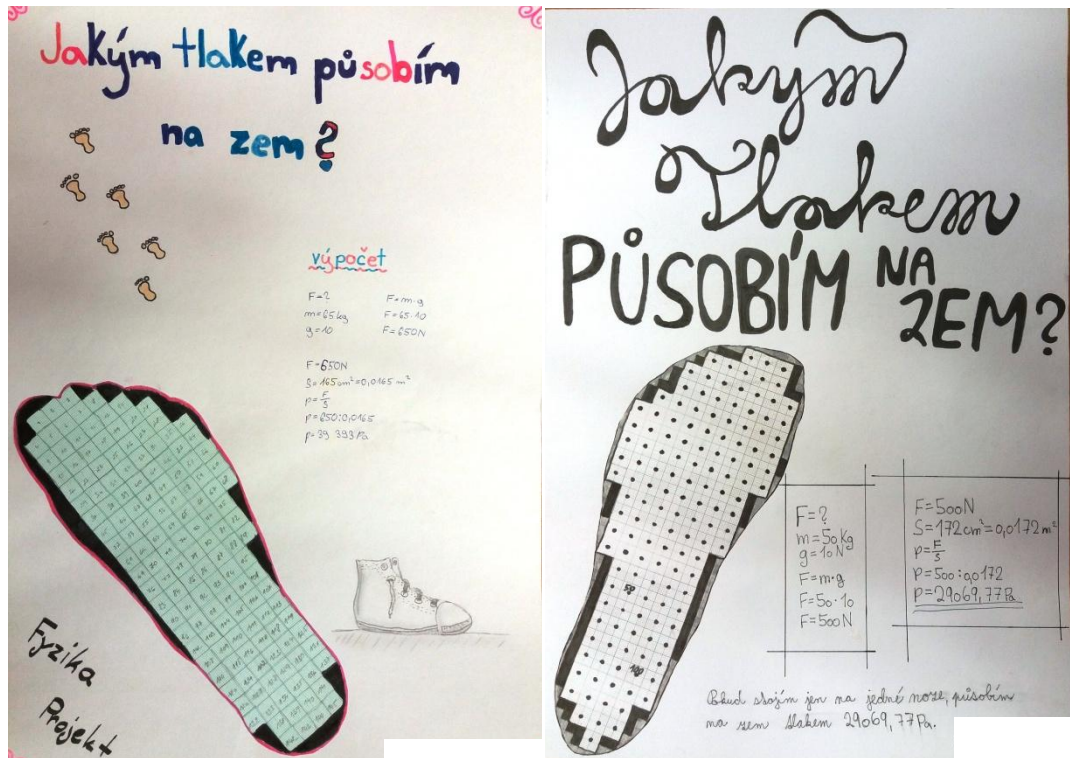
- 1) V RVP pro ZŠ patří síla a tlak do tématu Pohyby těles; síly. Dle očekávaných výstupů má žák určit v konkrétní jednoduché situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikosti, směry a výslednici. Jev, jemuž se věnuje tato část diplomové práce, je aplikací učiva tlakové síly a tlaku (vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na niž síla působí).

V RVP pro gymnázia již tlak a tlaková síla nevystupuje, předpokládá se znalost ze ZŠ.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje komunikativní, sociální i personální kompetence a při přípravě pokusů a práci s nástroji rozvíjí kompetence pracovní.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s biologií (zdravověda – pro záchranu člověka, který se probořil do ledu, se za ním musíme plazit).

Námět na činnost

- 1) Jakým tlakem působím na zem? Projekt s tímto názvem může být pro žáky zajímavý, protože spočítají, jakým tlakem působí oni sami na zem. Stačí jim k tomu váha, milimetrový papír, čtvrtka, lepidlo, nůžky a psací potřeby. Na milimetrový papír obkreslí svou nohu a pomocí čtverců zjistí obsah svého chodidla. Na váze zjistí hmotnost a pak snadno vypočtou tíhovou sílu, kterou jsou přitahováni k zemi. Nakonec použijí rov. 3 pro výpočet tlaku. Z milimetrového papíru vystřihnou tvar svého chodidla, nalepí jej na čtvrtku a celou práci včetně výpočtů graficky ztvární. Je možné počítat tlak při stání na jedné noze i při stání na obou. Na obr. 27 jsou vidět ukázky žákovských prací ze 7. ročníku ZŠ.



Obr. 27

- 2) Pro žáky může být zajímavé a možná i překvapivé porovnání, jestli způsobuje větší tlak člověk na chůdách nebo slon africký. Uvažujme žáka o hmotnosti 50 kg na chůdách (hmotnost zahrnuje žáka i chůdy) o průřezu 10 cm^2 (chůdy jsou dvě, proto celková plocha, kterou působí chůdy na zem je 20 cm^2). Dále uvažme mohutného slona afrického o hmotnosti 6 t o průměru chodidla 40 cm. Slon se dotýká země čtyřmi končetinami, celková plocha, kterou se dotýká země je tedy zhruba $0,5 \text{ m}^2$. Vypočtěme tlak způsobený člověkem (index č) a slonem (index s).

$$p_{\text{č}} = \frac{F}{S_{\text{č}}} = \frac{m \cdot g}{S_{\text{č}}} = \frac{50 \cdot 10}{20 \cdot 10^{-4}} = \frac{5 \cdot 10^5}{2} = 250 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{s}} = \frac{F}{S_{\text{s}}} = \frac{m \cdot g}{S_{\text{s}}} = \frac{6000 \cdot 10}{0,5} = \frac{60000}{0,5} = 120 \text{ kPa}$$

Je patrné, že i když proti sobě postavíme nadprůměrně vzrostlého slona a žáka ZŠ na chůdách, větším tlakem působí žák (takřka dvojnásobným). Pokud bychom brali v úvahu průměrného dospělého člověka a průměrného slona, byl by rozdíl tlaků ještě markantnější a člověk by vyhrál na celé čáře.

Příklad je možné obměnit a místo žáka na chůdách uvažovat dámu na jehlovém podpatku, rozdíl tlaků bude ještě větší.

- 3) Žáky můžeme pověřit, aby doma zjistili, čím je opatřen nábytek, aby zanechával na podlaze co nejmenší otlaky. Většina nábytku je opatřena rozšířenými nožičkami. Můžeme jim proto dát za úkol pořídit jejich fotografie, změřit je a spočítat, jak moc se díky nim snížil tlak. Některé typy nožiček nábytku jsou na obr. 28.



Obr. 28

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Konstrukce lešení se musí podkládat prkny, přičemž by na prkno neměla dosedat přímo trubka, nýbrž kovová patka. Kdybychom lešení postavili bez patek a prken, dotýkalo by se země pouze obvodem trubky, výrazně by vzrostl tlak a hrozilo by zaboření do země, ztráta stability a pád. Správně postavené lešení ukazuje obr. 29.



Obr. 29

- 2) Pokud se pod někým prolomí led, nesmíme k němu běžet, ale plazit se vleže. Když na ledu ležíme, zaujímáme mnohem větší plochu a na led působíme menším tlakem. Minimalizuje se tak riziko, že bychom se sami také probořili.

Zdroje

[12], [13], [25], [38], [39], [40]

2.2.2 KRÁJÍME, ŘEŽEME, STRÍHÁME

Princip

Princip je stejný jako u předchozího jevu 2. 2. 1. Jediným rozdílem je, že nám nyní jde o maximalizaci tlaku. Čím lépe nabrousíme nůž, tím ostřejší je a tím lépe se nám s ním krájí, to každý ví. Proč ale? Pokud z každé strany čepele kousek ubrousíme, zúží se a tím se zmenší i obsah ostří. Jelikož je dle rov. 3 tlak nepřímo úměrný ploše, na níž nožem působíme, vyvoláme naostřeným nožem vyšší tlak. Ostrý nůž proto lépe narušuje strukturu krájené potraviny. Zkrátka se nám s ním lépe krájí.

Pokus

- 1) Můžeme použít pokus popsáný u jevu 2. 2. 1 na ovlivňování tlaku.
- 2) Krájíme rajče
 - a) Potřeby

tupý nůž, brousek (případně tupý a ostrý nůž), mikrometr nebo digitální posuvné měřítko, prkénko, 2 rajčata
 - b) Postup

Posuvným měřítkem nebo mikrometrem změříme tloušťku ostří tupého nože. Snažíme se změřit nejzazší okraj ostří, abychom měli co nejpřesnější údaj o šířce té části čepele, která se bezprostředně dotýká povrchu potraviny. Poté s nožem nakrájíme jedno rajče na plátky. Nůž následně nabrousíme (nebo si vezmeme jiný ostrý nůž) a opět změříme tloušťku ostří a nakrájíme s ním na plátky druhé rajče.
 - c) Výsledek

Tloušťka ostří tupého nože $d_t = 0,40$ mm a ostrého nože $d_o = 0,10$ mm. Obr. 31 ukazuje, jak dopadlo krájení rajčat oběma noži. Levé rajče bylo krájeno ostrým nožem a pravé tupým.



Obr. 30

K vysvětlení použijeme rov. 3, kterou upravíme tak, aby v něm byla patrná tloušťka ostří. Naměřené hodnoty dosadíme v milimetrech, jelikož nám nejde o výpočet tlaku, ale pouze o porovnání tlaku způsobeného tupým a ostrým nožem. Délka čepele použitá při krájení je označena l a předpokládá se, že je v obou případech shodná. Tloušťka ostří je označena jako d . Dále uvažujeme, že na nůž působíme v obou případech stejnou silou F . Index t označuje veličiny příslušné tupému noži a index o veličiny příslušné noži ostrému.

$$p_t = \frac{F}{S_t} = \frac{F}{l \cdot d_t} = \frac{F}{l \cdot 40} = \frac{1}{40} \cdot \frac{F}{l} = 0,025 \cdot \frac{F}{l}$$

$$p_o = \frac{F}{S_o} = \frac{F}{l \cdot d_o} = \frac{F}{l \cdot 10} = \frac{1}{10} \cdot \frac{F}{l} = 0,1 \cdot \frac{F}{l}$$

$$p_t = 0,25 \cdot p_o$$

Je patrné, že ostrý nůž způsobuje tlak čtyřikrát větší než nůž tupý. Proto je řez ostrým nožem čistý a tenký. Tupý nůž působí stejnou silou na mnohem větší plochu, proto se rajče více deformuje.

Didaktika

Část je shodná s jevem 2. 2. 1

Zajímavosti a souvislosti

- 1) V průmyslu se k řezání různých materiálů používá vodní paprsek. Kompresní zařízení stlačí vodu až na tlak 415 MPa, ve směšovací části se do vody přidává abrazivní složka a směs pak opouští zařízení tryskou o šířce 1 mm. Vzniklý tenký a velmi rychlý proud řezá materiály takřka všeho druhu. Tryska je pohyblivá a po naprogramování lze s její pomocí vyřezávat v materiálu libovolné tvary. Výhodou této technologie je nízká cena, vysoká přesnost, absence zahřívání materiálu a zachování kvality jeho povrchu. Dokáže řezat i křehké materiály, při řezání se nepráší a hrany již není nutné nijak opracovávat. Nevýhodou je nutnost namočení řezaného materiálu, u nasákavých materiálů jejich delší vysušování a možné znečištění abrazivní složkou přítomnou ve vodě.

- 2) Vystoupení fakíra je na první pohled úžasné a neuvěřitelné. Na druhý pohled, ten fyzikální, však nejde o nic mimořádného. Fakír sice leží na hřebících, ovšem jejich počet je poměrně vysoký, čímž narůstá plocha, na níž tělo působí. Tlak hřebíků na fakírovu pokožku proto není příliš vysoký a hřebíky jej nepropíchnou. Vystoupení začíná být obdivuhodnější až tehdy, když fakír uléhá na podložku s nižším a nižším počtem hřebíků.



Obr. 31

Nemusíte pouze pozorovat fakíry, můžete si na ně zahrát sami. Na Dnech vědy a techniky, které probíhají každoročně v září v centru Plzně, má Oddělení fyziky pod FPE ZČU vždy přichystané dvě židle s různou hustotou hřebíků.

Zdroje

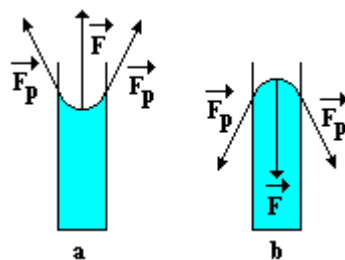
[12], [13], [25], [37], [41]

2.2.3 ZALÉVÁME KVĚTINY

Při zalévání květin můžeme pozorovat různou rychlost vsakování vody do zeminy ať už při zalévání do mističky nebo shora. V této kapitole se budeme zabývat, na čem všem rychlost vsakování závisí.

Princip

Pro vysvětlení absorpce vody zeminou musíme začít u pojmu povrchové napětí. Jeho vysvětlení nalezneme v mé bakalářské práci [33] v částech 1. 2. 1 a 1. 3. 1. Zdůrazněme fakt, že pokud výsledná síla působící na molekulu kapaliny na rozhraní stěny nádoby, vzduchu a kapaliny směřuje ven z kapaliny, její hladina je prohnutá a říkáme, že kapalina smáčí stěny nádoby (obr. 32 a). Pokud výsledná síla směřuje dovnitř kapaliny, její hladina je vypouklá a říkáme pak, že kapalina stěnu nádoby nesmáčí (obr. 32 b).



Obr. 32

Jak už bylo řečeno, zakřivení povrchu má na svědomí výslednice povrchových sil. A jestliže na povrch kapaliny o určitém obsahu působí síla, musí se to projevit na velikosti tlaku. Tomuto tlaku říkáme tlak kapilární. Víme-li, že povrchové napětí σ se rovná podílu povrchové síly F_p a délky okraje povrchové blanky l a uvažujeme-li kapiláru s kruhovým průřezem o poloměru r , můžeme kapilární tlak p_k odvodit ze známé rov. 3.

$$p_k = \frac{F_p}{S} = \frac{\sigma \cdot l}{\pi \cdot r^2} = \frac{\sigma \cdot 2 \cdot \pi \cdot r}{\pi \cdot r^2} = \frac{2 \cdot \sigma}{r}$$

Rov. 4

Když ponoříme kapiláru do nádoby s kapalinou a hladina kapaliny v kapiláře je prohnutá, je pod ní tlak nižší o hodnotu p_k než pod vodorovnou hladinou kapaliny v nádobě. Pokud je hladina vypouklá, je pod ní tlak vyšší o hodnotu p_k než pod vodorovnou hladinou v nádobě. Hladina kapaliny v kapiláře proto musí buďto stoupnout nebo klesnout, aby se hydrostatický tlak kapaliny p_h (přímo úměrně závislý na tíhovém zrychlení g , výšce hladiny h a hustotě kapaliny ρ) vyrovnal tlaku kapilárnímu p_k .

$$p_k = p_h$$

$$\frac{2 \cdot \sigma}{r} = h \cdot \rho \cdot g$$

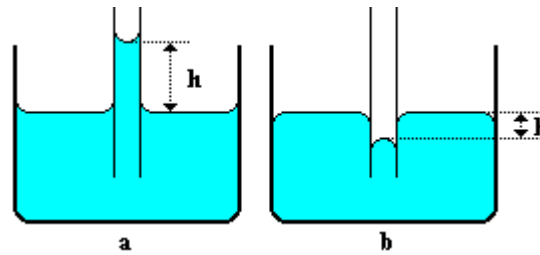
Ze zapsané rovnosti snadno získáme rov. 5, pomocí které můžeme určit, jak se změní výška hladiny v kapiláře oproti okolní hladině v nádobě. Budeme-li zkoumat jednu konkrétní kapalinu, výšku h ovlivníme pouze poloměrem kapiláry r .

$$h = \frac{2 \cdot \sigma}{r \cdot \rho \cdot g}$$

Rov. 5

Pokud kapalina smáčí kapiláru a má tedy prohnutou hladinu, výslednice povrchových sil táhne kapalinu vzhůru a proto vystoupá hladina v kapiláře nad hladinu okolní kapaliny. Tomuto jevu říkáme kapilární elevace (obr. 33 a). Když kapalina kapiláru nesmáčí a má

hladinu vypouklou, výslednice povrchových sil táhne kapalinu ke dnu. Hladina v kapiláře je tak pod okolní hladinou a dochází ke kapilární depresi (obr. 33 b).



Obr. 33

Nyní bychom již měli tušit, jak je to s vsakováním vody do půdy při zalévání. Pokud nalijeme vodu do mističky, rychleji se vsákne (tzn. vystoupá rychleji do větší výšky) v květináči s více upěchovanou zemínou. Taková zemina má mnohem menší vzduchové póry (sloužící jako velmi tenké kapiláry) než zemina volně nasypaná.

Pokud ale zaléváme květiny horem, je situace poněkud odlišná. Vsakování zde velmi záleží na typu použité půdy a také na její vlhkosti. Pokud je půda moc mokrá, další vodu už téměř nepřijímá. Mělo by proto platit, že nejrychleji se voda vsákne do půdy vyprahlé. To ovšem není pravidlem. Písečné a hlinitopísečné půdy se v tomto ohledu chovají předvídatelně. S rostoucím podílem hlíny a především jílu (půdních druhů s menší a menší zrnitostí) však dochází ke změně. Rychleji zde vsákne vodu půda slabě vlhká než zcela vyprahlá.

Pravděpodobně se zde uplatňuje povrchové napětí jako u jevu zvaného lotosový efekt, jež je vysvětlen v mé bakalářské práci [33] v části 1. 3. 5. S rostoucí členitostí povrchu půdy klesá jeho smáčivost. Do písku, který má velká zrna, vody pronikne snadno, ať je mírně vlhký nebo suchý. Hlína s o něco menšími zrny je už na hranici. Zrna jílu jsou již velmi malá a propouští tak vodu nejhůře. Záleží pak na konkrétním složení, ale půdy s vyšším obsahem jílu propouští lépe, když jsou vlhké (jsou lépe smáčivé) než když jsou zcela vyprahlé. Důležitým faktorem pro vsakování je také přítomnost případné povrchové krusty ze stlačené zeminy, když nedochází k okopávání a kypření. Uvedené faktory se vzájemně prolínají a nemůžeme říci, který je dominantní. Navíc nejsme v domácích podmínkách schopni přesněji určit složení půdy a její vlhkost, proto se zaléváním shora nebudeme dále zabývat a v následující praktické části se zaměříme pouze na pokusy se vsakováním zespod.

Pokus

1) Zalévání do mističky

a) Potřeby

Dva květináče, velká miska, zemina, voda, papírový ubrousek, stopky

b) Postup

Do jednoho květináče nasypeme zeminu pouze volně, v druhém ji silně upěchujeme (na obr. 34 je v levém květináči zemina volně a v pravém upěchovaná). Na povrch zeminy v obou květináčích položíme kousek ubrousku, který nám pomůže snáze identifikovat, jestli se voda už dostala na povrch nebo ne (obr. 35). Oba květináče postavíme do velké misky, kterou naplníme vodou a spustíme stopky. Zjišťujeme, za jak dlouho voda vyvzlíná až na povrch.



Obr. 34



Obr. 35

c) Výsledek

V květináči s upěchovanou hlínou ubrousek zvlhl 25 minut po začátku pokusu. Volně nasypaná hlína zcela zvlhla až 45 minut po začátku pokusu. Obr. 36 zachycuje stav pokusu 40 minut po jeho začátku, kdy voda začínala pronikat na povrch půdy v levém květináči (ubrousek v levém květináči byl 5 minut po začátku pokusu vyměněn, jelikož ho krátce odvál vítr).



Obr. 36

Didaktika**RVP**

- 1) V RVP pro ZŠ není téma vůbec začleněno. Může být zmíněno jako bonus u vlastností kapalin nebo na fyzikálním kroužku.

V RVP pro gymnázia patří povrchové napětí a kapilární jevy do tématu Stavba a vlastnosti látek. Dle očekávaných výstupů žák objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje komunikativní, sociální i personální.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s biologií (výživa rostlin, vodivá pletiva, cévy), geografii (zemědělství, podmínky pro jeho rozvoj, rozšíření plodin) a chemií (vzlínání při kapalinové chromatografii).

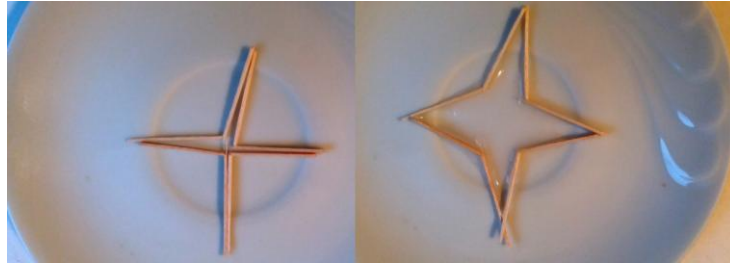
Námět na činnost

- 1) Z papíru vystříhneme hvězdy a jejich cípy složíme doprostřed. Vznikne papírový leknín, který položíme na hladinu vody tak, aby cípy byly na svrchní straně leknínu. Jakmile voda začne vzlínat póry papíru, leknín otevírá svůj květ. Celý průběh je zachycen na obr. 37.



Obr. 37

- 2) V půli přelomená párátko (ovšem ne zcela, aby obě části držely pohromadě) poskládáme do tvaru hvězdy a pak do jejího středu nakapeme vodu. Vlhnoucí párátko se začnou narovnávat do původního tvaru, který měla před zlomením. Průběh je zachycen na obr. 38.

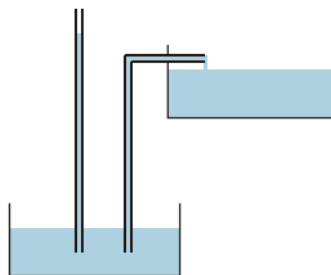


Obr. 38

- 3) Papírový kapesník stočíme do ruličky a její jeden konec ponoříme do sklenice plné barevného nápoje. Je hezky vidět, jak nápoj stoupá kapesníkem vzhůru a pak i přes okraj sklenice. Až celý kapesník zvlhne, začne z jeho volného konce nápoj odkapávat.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Vztlínavost neboli kapilarita dostala svůj název podle kapilár – tenkých cév, které rozvádí krev do koncových částí těla (prsty, kůže).
- 2) Když zemědělci na jaře sází plodiny, půdu válčují, aby zmenšili póry a voda se snáze dostávala na povrch k sadbě. V létě, když už jsou rostliny vzrostlé a je velký výpar z půdy, zas děláme opak. Plodiny okopáváme a narušujeme tak kapiláry v půdě. Voda se pak dostává na povrch méně, zůstává ve větších hloubkách u kořenů a dochází k menšímu úbytku vody z půdy vlivem výparu.
- 3) Špatně izolované domy vlhnou, protože se do zdiva díky kapilárnímu jevu dostává vlhkost z půdy kolem domu.
- 4) Existuje návrh čerpadla, které by pracovalo jako perpetuum mobile (obr. 39). Voda by vztlínala kapilárou, která by byla kratší než maximální možná výška elevace. Proto by z ní voda vytékala a mohla by pohánět třeba vodní kolo. Jak víme, perpetuum mobile ale neexistují. Háček je v tom, že by voda z kapiláry nevytékala. Voda v kapiláře stoupá díky přilnavosti ke stěnám. Vystoupala by tedy jen na okraj kapiláry, dále už ne, jelikož stěna kapiláry dál nepokračuje.



Obr. 39

Zdroje

[12], [13], [25], [46], [47], [48]

2.2.4 PRŮVAN A BOUCHÁNÍ DVEŘÍ**Princip**

Všichni jej dobře známe. V zimě je velmi nepříjemný, v létě může posloužit jako příjemné ochlazení. Jak ale vzniká? Úplně stejně jako vítr, ale uvnitř budov. Jde o vyrovnávání různých tlaků vzduchu na opačných koncích budovy. Stačí, když fouká slabý vánek, který na návětrné stěně budovy způsobí přetlak a na závětrné straně podtlak. Pokud otevřeme okna na protilehlých stranách bytu, tlaky se začnou vyrovnávat za vzniku průvanu v místnostech nacházejícími se mezi oběma okny. Čím silnější vítr venku fouká, tím větší bude rozdíl tlaků a tedy i průvan. Průvan však můžeme registrovat i při úplném bezvětří. Stačí, když na jednu stěnu domu svítí slunce a protilehlou ne. Osvětlená stěna se zahřívá, ohřívá okolní vzduch, který má menší hustotu než chladnější vzduch dále od stěny. Začne proto stoupat a při stěně vzniká podtlak. Na neosvětlené straně je po celou dobu chladnější vzduch a tedy vyšší tlak. Nyní už je zřejmé, že je situace stejná jako v předchozím případě.

Průvan neovlivňuje jen pocitovou teplotu člověka, ale dokáže natropit pěknou paseku. Rozfoukat papíry a jiné drobné a lehké předměty, shodit a rozbít i předměty větší, zavírat dveře a okna. Proč se ale okna a dveře spíše nerozletí do stran dále od proudícího vzduchu a zavírají se? Zaměříme se na Bernoulliho rovnici, která je de facto zákonem zachování mechanické energie v tekutinách (rov. 6) a pomůže nám tuto skutečnost objasnit.

$$E_k + E_p = konst.$$

Rov. 6

Kinetická energie E_k má jednu složku, která závisí na hmotnosti elementu tekutiny a jeho rychlosti. Potenciální energie E_p má tři složky – energii potenciální tíhovou E_{ptih} (závisí na hmotnosti a výšce elementu tekutiny oproti nulové hladině a gravitačním zrychlení), potenciální energii pružnosti $E_{ppruž}$ (závisí na koeficientu pružnosti a výchylce) a potenciální energii tlakovou E_{ptlak} (závisí na velikosti síly působící na určitou plochu, na velikosti této plochy a vzdálenosti, do které tuto plochu vytlačí). Uvažujeme-li vodorovné

potrubí, nemusíme počítat s E_{ptih} , která je neměnná. Vezmeme-li v úvahu ideální kapalinu, která není stlačitelná, odpadá i $E_{ppruž}$. Rovnice se tedy zjednoduší na tvar rov. 7.

$$\frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} = konst.$$

Rov. 7

Vynásobíme-li rovnici hustotou, dostaneme tvar pro jednotkový objem (rov. 8).

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + p = konst.$$

Rov. 8

Průvan je ovšem proudem vzduchu, který rozhodně není ideální kapalinou, a proto se stlačuje a mění se tím v průběhu proudění jeho hustota. Stlačitelné tekutiny proudící vodorovně mají proto složitější Bernoulliho rovnici (rov. 9). Vedle známých veličiny tu vystupuje κ (Poissonova konstanta).

$$\frac{v^2}{2} + \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{p}{\rho} = konst.$$

Rov. 9

Ač je rovnice složitější, vyplývá z ní stejná závislost, jako z rovnice pro ideální kapalinu. A to taková, že s rostoucí rychlostí proudění tekutiny klesá v daném místě tekutiny tlak. Tato skutečnost, která jde zdánlivě proti logice, i když je v souladu s přírodními zákony, se někdy nazývá jako aerodynamický paradox (u vzduchu) a hydrodynamický paradox (u vody).

Pokus

1) Proudění vzduchu

a) Potřeby

Dva teploměry, jednu vytápěnou a jednu chladnější místnost, magnet, sponka.

b) Postup

Pokus je lepší provádět v zimě, kdy je větší teplotní rozdíl mezi vytápěnými a nevytápěnými místnostmi. Stojíme v chladnější místnosti u dveří. Jeden teploměr položíme na zem na práh dveří a druhý připevníme pomocí magnetu a sponky k horní části dveří (u dřevěných zárubní použijeme místo magnetu izolepu). Počkáme na ustálení teploměrů a zapíšeme si, jakou teplotu ukazují.

Poté otevřeme dveře a opět necháme teploměry ustálit a zapíšeme si teploty, které bylo dosaženo na obou teploměrech.

c) Výsledek

Po ustálení teploměrů u dveří v chladné místnosti ukazovaly oba teploměry téměř stejnou teplotu (17 °C).

Po otevření dveří a dalším ustálení teploměrů bylo patrné, že horní teploměr ukazuje vyšší teplotu (22 °C) než teploměr spodní (18 °C). Vše je zachyceno na obr. 40. Jeho levá část ukazuje umístění teploměrů, uprostřed je vidět spodní teploměr položený na dveřním prahu, na pravém kraji je vidět teploměr uchycený pomocí sponky a magnetu v horní části dveří.



Obr. 40

Výsledek pokusu dokazuje, že teplejší vzduch má skutečně nižší hustotu a stoupá vzhůru, zatím co chladnější a hustější vzduch klesá. Jelikož byl teplý vzduch uzavřen pouze ve vytápěné místnosti, je z pokusu dále patrné, že došlo ke vzniku proudění. Teplý vzduch stoupá a proniká ke stropu chladnější místnosti, zatím co chladnější a hustší vzduch z chladné místnosti proniká při zemi do místnosti teplejší. Proto se teplota na spodním teploměru dlouho nemění. Proudí kolem něj stále vzduch z chladné místnosti. Kolem horního teploměru zas protéká výrazně teplejší vzduch z místnosti vyhřáté. Proto vidíme výraznější rozdíl mezi teplotou ukazovanou oběma teploměry.

V průběhu času by došlo k vyrovnání teplot a rozdíl mezi teplotami na obou teploměrech by znovu klesl.

Pokus lze provést i bez teploměrů. Stačí, když ve dveřích stojí osoba, která posoudí teplotu v horní části a spodní části těla pocitově. Výsledek pokusu se sice nezakládá na číselných hodnotách, ale patrný by měl být dostatečně.

2) Foukání mezi papíry

a) Potřeby

Dva listy papíru.

b) Postup

V každé ruce držíme list papíru tak, aby byly vzájemně rovnoběžné a vzdálené zhruba 10 cm od sebe. Pak mezi ně foukneme.

c) Výsledek

Zprvu visí papíry kolmo k zemi. Jakmile mezi ně ale foukneme, přiblíží se k sobě (viz obr. 41). Výsledek potvrzuje tzv. aerodynamický paradox. Mezi listy papíru díky rychlejšímu proudění vzduchu klesá tlak. V okolí je tlak vzduchu nezměněn. Okolní vzduch o vyšším tlaku proto přitlačí listy papíru k sobě.



Obr. 41

Didaktika

RVP

- 1) V RVP pro ZŠ prostupuje obsah této kapitoly hned několik tematických celků. I když není Bernoulliho rovnice přímo učivem ZŠ, v mnoha oblastech a souvislostech

může dobře posloužit k propojení a zopakování mnohých témat, která RVP pro ZŠ obsahuje. Kapitola se odráží v tématu Mechanické vlastnosti tekutin, kde žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů. Dále se objevuje v tématu Energie, kde žák využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh, a v tématu Látky a tělesa, kde žák změní vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látku a tělesa.

V RVP pro gymnázia je Bernoulliho rovnice již začleněna a celá kapitola propojuje v tématu Fyzikální veličiny a jejich měření se očekává, že žák měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření a v tématu Pohyby těles a jejich vzájemné působení se očekává, že žák využívá zákony zachování některých důležitých fyzikálních veličin při řešení problémů a úloh.

- 1) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje komunikativní, sociální i personální.
- 2) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (cirkulace vzduchu a vody na Zemi), biologií (životní podmínky) a dopravní výchovou (nebezpečí vtažení do silnice rychle jedoucím automobilem či vlakem).

Námět na činnost

- 1) Dáme žákům úkol, aby pomocí anemometru změřili rychlost průvanu ve třídě, když otevřeme okno a dveře. Následně necháme žáky, aby změřili teplotu v místnosti a aby dle tabulky přiložené k zajímavosti č. 4 zjistili, jakou pocitovou teplotu díky průvanu vnímáme.
- 2) Necháme žáky popřemýšlet, v jakých situacích se setkáváme se snížením tlaku v důsledku vyšší rychlosti proudění vzduchu nebo vody.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) V zemích jihovýchodní Evropy jsou dodnes zakořeněné pověry o smrtonosném průvanu, který má způsobovat mnohé choroby od zápalu plic po demenci a obrnu a přinášet život ohrožující nebezpečí.

- 2) Při otevření oken dochází k průvanu celkem běžně. Pokud je ovšem v bytě průvan, i když nevětráme, je to problém. Existuje norma, podle níž nemá rychlost proudění v bytě překročit 0,1 m/s. Při stavbě budov se proto dbá na řádnou izolaci spár mezi jednotlivými stavebními prvky, mezi jednotlivými částmi budov a kolem dveří a oken. Minimální ventilace ovšem probíhat musí, jinak dochází k vlhnutí stěn, vzniku plísní a snížení komfortu bydlení.
- 3) Když v jednu chvíli otevřeme protilehlá okna v prvním a pak i v posledním patře budovy, rychlejší proudění vzduchu zaznamenejeme v patře prvním. V posledním patře bude proudění slabé. Tento efekt je nejvíce patrný u vysokých bytových domů, které tvoří rozsáhlejší bloky. Pokud fouká vítr na takovýto blok, v blízkosti střechy budovu snadno obteče. V přízemí nemá možnost budovu snadno obtéct a tak způsobuje na spodní návětrné straně budovy větší tlak než v její horní části.
- 4) Pokud chceme pocitově odhadovat teplotu vzduchu kolem nás, musíme si uvědomit, že jde o dosti nepřesnou metodu. Čím rychleji kolem nás proudí vzduch, tím rychleji nám bere naše tělesné teplo a přijde nám, že je více zima. Vyhráno ale nemusíme mít, i když je bezvětří. Když je vysoká vlhkost vzduchu, může nám přijít, že je větší teplo, pokud je nízká, může se zdát, že je větší zima, než ve skutečnosti. Takzvaná pocitová teplota se často uvádí v předpovědi počasí v létě nebo zimě. Pokud je v zimě 0 °C a fouká vítr o rychlosti 20 km/h, máme pocit, že je – 5 °C. Jestliže fouká rychlosti 60 km/h, přijde nám, že je – 9 °C. Proto může člověk přijít k omrzlinám už při teplotách kolem nuly. V létě zas můžeme pociťovat velké horko při vysoké vlhkosti vzduchu. Pokud je 30 °C a panuje vlhkost kolem 85 %, máme pocit, jako by bylo 40 °C.

Pocitová teplota se dá snadno zjistit z tabulek na obrázcích 42 a 43. Obr. 42 ukazuje závislost pocitové teploty na objektivní teplotě (horní řada tučných čísel) a rychlosti větru v km/h (levý sloupec tučných čísel). Obr. 43 ukazuje závislost pocitové teploty na objektivní teplotě (horní řada tučných čísel) a relativní vlhkosti vzduchu v procentech (levý sloupec tučných čísel).

	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
10	8,6	2,7	-3,3	-9,3	-15,3	-21,2	-27,2	-33,2	-39,2	-45,1
15	7,9	1,7	-4,4	-10,6	-16,7	-22,9	-29,1	-35,2	-41,4	-47,6
20	7,4	1,1	-5,2	-11,6	-17,9	-24,2	-30,5	-36,8	-43,1	-49,4
25	6,9	0,5	-5,9	-12,3	-18,8	-25,2	-31,6	-38,0	-44,5	-50,9
30	6,6	0,1	-6,5	-13,0	-19,5	-26,0	-32,6	-39,1	-45,6	-52,1
35	6,3	-0,4	-7,0	-13,6	-20,2	-26,8	-33,4	-40,0	-46,6	-53,2
40	6,0	-0,7	-7,4	-14,1	-20,8	-27,4	-34,1	-40,8	-47,5	-54,2
45	5,7	-1,0	-7,8	-14,5	-21,3	-28,0	-34,8	-41,5	-48,3	-55,1
50	5,5	-1,3	-8,1	-15,0	-21,8	-28,6	-35,4	-42,2	-49,0	-55,8
55	5,3	-1,6	-8,5	-15,3	-22,2	-29,1	-36,0	-42,8	-49,7	-56,6
60	5,1	-1,8	-8,8	-15,7	-22,6	-29,5	-36,5	-43,4	-50,3	-57,2

Obr. 42

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40
40	27	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	48
45	27	28	29	31	32	34	36	38	40	43	46	48	51
50	27	28	29	31	33	35	37	39	42	45	48	51	55
55	27	29	30	32	34	36	38	41	44	47	51	54	57
60	28	29	31	33	35	38	41	43	47	51	54	57	60
65	28	29	32	34	37	39	42	46	49	53	56	60	63
70	28	30	32	35	38	41	44	48	52	57	60	63	66
75	29	31	33	36	39	43	47	51	56	60	63	66	69
80	29	32	34	38	41	45	49	54	58	63	66	69	72
85	29	32	36	39	43	47	52	57	61	66	69	72	75
90	30	33	37	41	45	50	55	60	64	69	72	75	78
95	30	34	38	42	47	53	58	63	68	72	75	78	81
100	31	35	39	44	49	55	60	65	70	74	78	81	84

Obr. 43

- 5) Když prudce zavřeme dveře skříně, často se stane, že zůstane ve dveřích skřípnutý kus oblečení. Když se poté pokusíme zavřít dveře ještě rychleji, ničemu to nepomůže, spíše naopak, skřípnutý zůstane ještě větší kus látky. Čím prudčeji dveře zavřeme, tím rychleji musí vzduch pohybující se dveře obtéct. Když už jsou téměř zavřené, zbývá vzduchu pro únik z prostoru skříně už jen malá mezera, kterou uniká velmi rychle. V mezeře proto klesá tlak a je nasáváno oblečení ze skříně.
- 6) Jestliže je proud tekutiny dostatečně rychlý, může její tlak poklesnout až pod hodnotu tlaku atmosférického. To je patrné především v zúžené části hadice, v níž proudí kapalina dostatečně rychle. Uděláme-li v tomto místě otvor, nejen, že z otvoru nemusí kapalina vytékat ven, ale naopak do ní může být přisáván vzduch z venku.
- 7) Maminky nám vždycky říkaly, že nemáme stát moc blízko kolejí nebo silnice. Proč ale? Na tuto otázku nám opět odpoví fyzika Bernoulliho principem. Hodně rozjetý vlak nebo kamion s sebou strhává vzduch, který se tedy také pohybuje velice rychle. Proto klesá tlak vzduchu, který by obzvláště malé dítě mohl vtáhnout do silnice nebo kolejiště a mohlo by tak dojít k neštěstí.

Zdroje

[12], [13], [25], [42], [43], [44], [45]

2.2.5 PIJEME BRČKEM

Princip

Když pijeme brčkem, chtělo by se říci, že se nám nápoj dostane do úst pouze díky našemu úsilí. Ale skutečnost je trochu jiná, pomáhá nám silný pomocník – naše atmosféra. I když vzduch, který nás obklopuje, má velice malou hmotnost a je velmi řídký, působí na nás docela velkou silou. Jak velkou, to můžeme snadno vypočítat. Představme si například obyčejné CD s poloměrem r o velikosti 6 cm a poznamenejme, že známe normální atmosférický tlak přepočtený na hladinu moře p_a o hodnotě 101325 Pa. Nyní už stačí pouze upravit rov. 1, abychom spočítali velikost síly, jakou působí atmosféra na CD.

$$F = p_a \cdot S = p_a \cdot \pi \cdot r^2 = 101325 \cdot 3,14 \cdot 0,06^2 \cong 1150 \text{ N}$$

Vypočetli jsme, že atmosféra působí na CD silou $F = 1150 \text{ N}$. Síla je tedy taková, jako by na CD leželo závaží o hmotnosti 115 kg.

Je tedy patrné, že vzduch na nás působí podobně jako voda. Je to vlastně jako v moři nebo rybníce. Pokud se potápíme, cítíme, že na nás voda tlačí. Čím jsme hlouběji, tím více. A nyní si vezměme, že celý život žijeme na povrchu Země, který můžeme pokládat za dno velkého moře vzduchu. Vzduch má sice oproti vodě výrazně menší hustotu, která se navíc s výškou mění, ale princip je stejný.

Vzduch tlačí na nás všechny i na hladinu nápoje ve sklenici i v brčku. Jakmile však vezmeme brčko do úst, oddělíme jej od okolního vzduchu, a když pak začneme sát, odebíráme z brčka vzduch a vytváříme tím v brčku podtlak – tlak, který je nižší než tlak v okolí. Tak to ale nemůže zůstat. Příroda, která se řídí fyzikálními zákony, je založená na rovnováze. Proto musí dojít k vyrovnání tlaků skrz volný konec brčka. Ten je ale jen vespod, ponořený v nápoji. Proto se vyrovnávání tlaků účastní nápoj, který vteče dovnitř.

Problematiku ještě více rozvedeme. Víme, že pod hladinou kapalin existuje hydrostatický tlak p_h závislejší na hloubce h , hustotě kapaliny ρ a tíhovém zrychlení g definovaný rovnicí 10.

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

Rov. 10

Jak už bylo řečeno, podobná závislost platí i pro vzduch v atmosféře. Zde ovšem nastává problém, protože hustota vzduchu není konstantní, ale s výškou klesá. Nemůžeme proto v žádném případě použít rov. 10. Atmosférický tlak p_a je proto definován rovnicí 11.

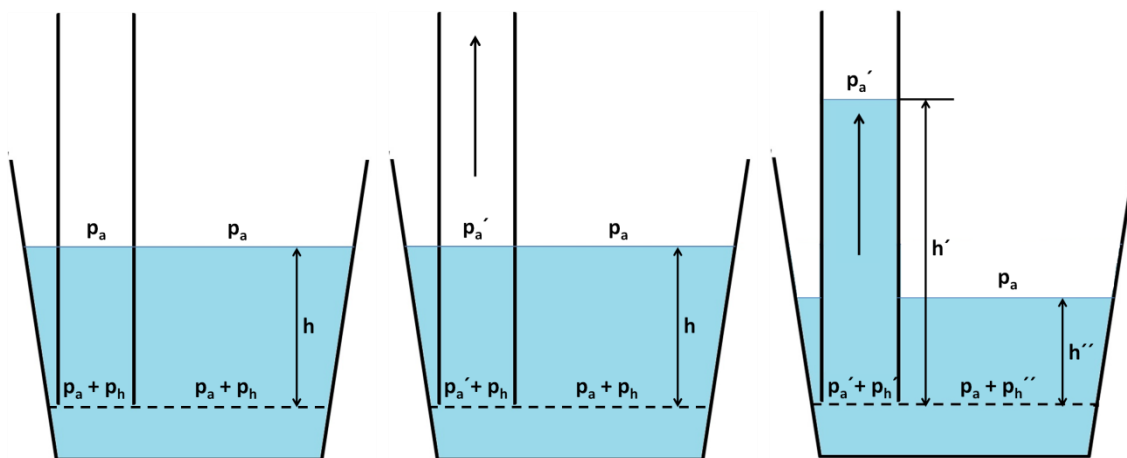
Kromě již výše uvedených veličin v ní vystupuje tlak vzduchu u hladiny moře p_0 , hustota vzduchu u hladiny moře ρ_0 a Eulerovo číslo e .

$$p_a = p_0 \cdot e^{\frac{-\rho_0 \cdot h \cdot g}{p_0}}$$

Rov. 11

Oba uvedené tlaky se často uvažují a počítají zvlášť. Musíme si ale uvědomit, že v kapalině není pouze tlak hydrostatický. Na volnou hladinu kapaliny působí svou tlakovou silou i atmosféra a oba tlaky (hydrostatický i atmosférický) se proto musí sečíst. V hloubce h je proto celkový tlak $p = p_a + p_h$.

V případě, když je brčko ve sklenici a ještě nepijeme, působí na hladinu v brčku i v jeho okolí atmosférický tlak p_a . V hloubce, do které je brčko ponořeno, je tedy po celé sklenici stejný tlak $p = p_a + p_h$ (viz obr. 44). Jakmile brčko vložíme do úst a začneme sát, klesne v brčku tlak na hodnotu p_a' (viz obr. 45). Celkový tlak p v hloubce h by tedy měl být najednou pod brčkem nižší než kolem brčka. V hloubce h však musí být tlak p po celé sklenici stejný. Pokles tlaku vzduchu působícího na hladinu nápoje v brčku se tedy musí vykompenzovat vzrůstem hydrostatického tlaku. Jedinou možností proto je zvýšení hladiny nápoje v brčku. Musíme však mít na paměti, že hladina v okolí brčka díky tomu poklesne (obr. 46).



Obr. 44

Obr. 45

Obr. 46

V průběhu nasávání nápoje se výška obou hladin kontinuálně mění. Pokud je okamžitá výška hladiny nápoje v brčku vzhledem k potopenému konci brčka h' a okamžitá výška volné hladiny v okolí brčka vztažená k témuž h'' , musí v každém okamžiku platit rovnice 12.

$$p'_a + p'_h = p_a + p''_h$$

Rov. 12

Pokus

1) Pití brčkem

a) Potřeby

Brčko (2 ks), sklenička s šroubovacím víčkem, vrtačka, tavná pistole, voda.

b) Postup

Ve víčku vyvrtáme otvor o takové velikosti, jako je průměr brčka. Brčko do něj vložíme a posuneme tak, aby se spodní konec nacházel asi 1 – 2 cm nad dnem sklenice. Pak brčko ve víčku připevníme tavnou pistolí. Nejlepší je přilepit brčko z rubu i líce víčka. Do skleničky nalijeme vodu a vložíme do ní druhé, nijak neupravené a volné, brčko a začneme jím vodu pít. Poté do skleničky vložíme brčko s připevněným víčkem a víčko zašroubujeme. Opět začneme pít.

c) Výsledek

Zatímco se nám z otevřené skleničky bude pít celkem snadno (obr. 47), u uzavřené nedostaneme vodu téměř ani na okraj brčka. Příklad otevřené skleničky byl již popsán. Nyní se proto soustředíme na skleničku zavřenou (obr. 48). Na rozdíl od otevřené skleničky zde na hladinu vody kolem brčka nepůsobí v průběhu sání stále stejný atmosférický tlak. Tlak klesá v brčku i v jeho okolí. V celé skleničce tak vzniká podtlak, který ztěžuje další odsávání vody. Pokus tímto dobře ozřejmuje, proč je atmosféra při pití brčkem dobrým pomocníkem. Když tlaková síla atmosféry působí na hladinu vody, tlačí nám ji do brčka. Pokud sklenici uzavřeme, působí na víčko a vypít se nedá takřka nic.



Obr. 47



Obr. 48

DidaktikaRVP

- 1) V RVP pro ZŠ můžeme kapitolu zařadit do tématu Mechanické vlastnosti tekutin a spojit s očekávaným výstupem, kdy žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů.

V RVP pro gymnázia se nevyskytuje téma či očekávaný výstup, který by korespondoval s obsahem tématu. Předpokládá se znalost problematiky ze ZŠ. Na gymnáziích je proto vhodné kapitolu použít pro opakování již nabytých poznatků a jejich aplikaci v praxi.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje kompetence komunikativní, sociální i personální.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (proudění vzduchu na Zemi, vznik hurikánů, oblasti četného výskytu hurikánů), biologií (sání nektaru hmyzem) a chemií (kapalina v pipetě).

Námět na činnost

- 1) Zadáme žáků, aby zkusili spočítat, jak velký podtlak musí vytvořit svými ústy, aby se napili z brčka v případě, že je konec brčka ponořen jen kousek pod hladinu a pak v případě, kdy je skoro celé ponořené a vyčnívá jen 2 cm nad hladinu. Uvažme brčko délky 20 cm, nápoj o hustotě $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, normální atmosférický tlak p_a o hodnotě 101 kPa, tíhové zrychlení $g = 10 \text{ m/s}^2$ a pro zjednodušení dále berme, že se při naplnění brčka až po okraj nezmění výška okolní hladiny.

Vezmeme rov. 12 a upravíme ji tak, aby vyhovovala zadaným podmínkám a vyjádříme z ní tlak p_a' , který vzniká v našich ústech.

$$p_a' + p_h' = p_a + p_h$$

$$p_a' = p_a + p_h - p_h'$$

$$p_a' = p_a + h \cdot \rho \cdot g - h' \cdot \rho \cdot g$$

$$p_a' = p_a + (h - h') \cdot \rho \cdot g$$

V první situaci, kdy se brčko v podstatě pouze dotýká hladiny, musíme svými ústy nápoj nasát skrz celé brčko do výšky 20 cm. Dosadíme do dříve získaného vztahu.

$$p'_a = 101000 + (0 - 0,2) \cdot 1000 \cdot 10 = 101000 - 2000 = 99000 \text{ Pa}$$

Tlak vzduchu svými ústy snížíme o 2000 Pa (o necelá 2 %) na hodnotu 99000 Pa.

V druhém případě je brčko ponořené tak, že část pro pití je jen 2 cm nad hladinou. Postupujeme analogicky.

$$p'_a = 101000 + (0,18 - 0,20) \cdot 1000 \cdot 10 = 101000 - 200 = 100800 \text{ Pa}$$

Tlak vzduchu svými ústy snížíme o 200 Pa (o necelá 0,2 %) na hodnotu 100800 Pa.

I když je to docela logické, pomocí výpočtů jsme ověřili fakt, že se nadřeme mnohem méně, čím hlouběji v nápoji brčko je.

- 2) Žáci rádi soutěží a proto můžeme předchozí příklad použít pro soutěž v tom, kdo dokáže udělat větší podtlak. Stačí vzít více brček, dokonale je spojit (tavnou pistolí, izolepou) a nechat žáky zkoušet, kdo dokáže svými ústy vytáhnout nápoj co nejvýše. Každý si pak pro svou výšku vypočte, jaký podtlak dokázal udělat. Na konci soutěže můžeme žákům položit otázku, do jaké výšky by museli nasát nápoj, aby měli ve svých ústech dokonalý podtlak (vakuum). Na základě výše uvedených hodnot veličin, se kterými by měli počítat, a rovnic by jim mělo vyjít, že vakuum nastane pro výšku hladiny 10,1 m. To koresponduje s hodnotou pro Torricelliho pokus s vodou, kterým se dokazuje atmosférický tlak. Torricelliho pokus můžeme s žáky následně probrat a případně i zkusit provést.
- 3) Důkladné propojení brček a zalepení spojů z předchozího námětu má svůj důležitý důvod. Žákům můžeme snadno předvést jaký. Vezmeme 2 brčka a 2 stejné skleničky s nápojem. Jedno brčko ale v horní části propíchneme špendlíkem. Dva dobrovolníky pak necháme soutěžit, kdo dříve vypije nápoj až do dna. Žák s dřevým brčkem nebude moci nápoj i přes veškerou snahu vypít. Nejprve necháme žáky, aby zkusili sami přijít na to, proč se tak stalo. Pak probereme problém společně. Podtlak vytvářený ústy mnohem snáze vykompenzuje vzduch proudící skrz díрку do brčka než mnohem hustší voda. Brčko bez dířky podtlak kompenzuje pouze nápojem, a proto jím sklenici vypijeme mnohem rychleji.

- 4) U všech pokusů s brčkem je možné obměnit zadání tak, aby žáci zjistili, jaký přetlak musí udělat ústy v brčku, aby zatlačili vzduch až k jeho spodní hraně (a k hladině začaly stoupat bubliny vzduchu). Stále při tom vycházíme z rov. 12, jen v brčku je oproti případu sání vyšší tlak než v okolí.
- 5) Pokud ve škole nemáme dobré podmínky pro provedení Torricelliho pokusu s vodou, můžeme žákům ukázat důkaz atmosférického tlaku pomocí plechovky od nápoje, nádoby se studenou vodou (můžeme přidat led) a vařiče nebo kahanu. Do plechovky dáme trochu vody a ohříváme ji na vařiči. Zahříváme ji tak dlouho, dokud nezačne vody vřít (obr. 49). Horký vzduch s párou vychází ven. Plechovku vezmeme opatrně do kleští nebo jiného dobře tepelně izolujícího materiálu, abychom se nepopálili, a prudce ji obrátíme otvorem dolů do ledové vody. Tím, jak se vzduch s párou v plechovce prudce ochladí, klesne v ní tlak. Atmosférický tlak v okolí je však stále stejný, a protože je vyšší než tlak uvnitř, plechovku zcela zmáčkne (obr. 50).



Obr. 49



Obr. 50

- 6) Abychom ukázali, že nemáme co do činění s atmosférickým tlakem pouze u tekutin, můžeme zařadit další soutěž. Na jeden talířek vysypeme lentilky a necháme žáky, aby pouze pomocí brčka a svých úst všechny přenesli na druhý talíř

a ještě je uspořádali podle barev (obr. 51). Jakmile tvoříme v brčku podtlak a nasáváme okolní vzduch a přitom se přiblížíme k lentilce, také ji nasajeme. Lentilka se snaží pomoci s vyrovnáním tlaků, ale je příliš velká na to, aby se do brčka vešla a tak konec brčka ucpe. Uvnitř tedy zůstává podtlak a v okolí vyšší tlak, který stále přitlačuje lentilku ke konci brčka.



Obr. 51

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Analogii zvyšování hladiny kapaliny s poklesem tlaku vzduchu nad ní nalezneme v mnohem větším měřítku i v přírodě. Dokazují nám to hurikány v tropických oblastech nebo i hlubší tlakové níže v Evropě. Ty přináší silné srážky, vítr, a když dorazí nad pevninu, způsobují záplavy. Ve vnitrozemí je hlavní příčinou dešť, na pobřeží navíc i vlny zvednuté větrem. Roli zde hraje ale ještě jeden faktor. V centru cyklonu je totiž obvykle velmi nízký tlak. Díky tomu zde dochází k vzednutí hladiny moře. Jak je patrné z obr. 52, oblast vzedmuté hladiny postupuje spolu s cyklonou a u pobřeží způsobí zvýšení hladiny nad normální stav. I když se na celkovém vzednutí podílí hlavně vítr (udává se 95 %), jakékoli další zvýšení hladiny povodňovou situace jen zhoršuje. Nejhorší záplavy v přímořských oblastech proto nastávají v popsanych situacích doprovázených navíc silným, tzv. skočným, přílivem, kdy je hladina zvýšena hned několika faktory naráz.



Obr. 52

- 2) Od dob, kdy se začali fyzikové zabývat tlakem, byla zavedena celá řada jeho jednotek. Dnes používáme především hlavní jednotku Pa (pascal). V meteorologii jsme se ale mohli dříve setkat s jednotkou torr, pojmenovanou po objeviteli atmosférického tlaku (Evangelista Torricelli), případně také s atm (atmosférou), která odpovídá normální hodnotě tlaku při povrchu Země. Setkat se můžeme i s jednotkou bar, které de facto vystřídala starší atm, jelikož odpovídá zhruba její hodnotě. Dobré je vědět, jak spolu souvisí a jaké hodnotě tlaku odpovídají v Pa.

$$1 \text{ torr} = 133 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr} = 113,25 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$$

- 3) Princip rovnosti tlaků popsáný v rov. 12 je úplně stejný jako v případě kapilárních jevů elevace a deprese popsáných v části 2. 2. 3 u zalévání květin. Jediný rozdíl je v tom, že u brčka, které není dostatečně tenké jako kapilára, vzniká jen nepatrný kapilární tlak, který můžeme zanedbat. Abychom zvýšili hladinu v brčku, jen kapilární tlak nahradíme ústy vytvářeným podtlakem.

Zdroje

[12], [13], [25], [56]

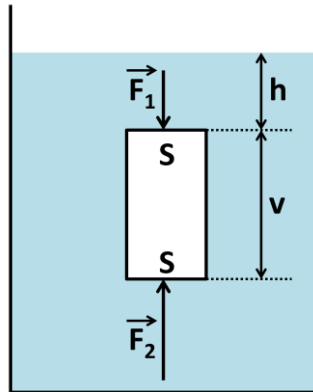
2.2.6 KOUPEME SE

Princip

Koupání a vše, co s ním souvisí, je činnost plná fyziky. Proto si jednotlivé principy, které se při něm uplatňují, rozdělíme a vysvětlíme zvlášť.

- 1) Archimédův zákon

Pokud se jdeme koupat, musíme při napouštění vany myslet na to, že hladina vody stoupne, jakmile se do vody ponoříme. To, jak moc stoupne, přesně odpovídá objemu ponořené části našeho těla. To samozřejmě platí i pro mytí nádobí ve dřezu a další podobné činnosti. Ponoření do vody s sebou nenese pouze vzrůst hladiny, ale i další důležitý efekt, který v běžné mluvě označujeme jako nadnášení. Ve vodě nám proto přijde všechno lehčí než mimo ni. Viníkem je vztlačová síla, která vyplývá z rozdílu hydrostatických tlakových sil působících na ponořené těleso (obr. 53).



Obr. 53

Obě síly znázorněné na obr. 53 jsou hydrostatickými tlakovými silami, jejichž velikost vypočteme podle rov. 13.

$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

Rov. 13

Z logiky věci vyplývá, že F_h působí na celé těleso ze všech stran. V případě uvažovaného válce se však účinky sil působících na jeho plášť vyruší. V úvahu proto bereme pouze síly působící na podstavy, přičemž je patrné, že $F_2 > F_1$. Plyne z toho, že výsledná síla, označovaná jako síla vztlaková F_{vz} bude mířit směrem vzhůru.

$$F_{vz} = F_2 - F_1$$

$$F_{vz} = S \cdot (h + v) \cdot \rho \cdot g - S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_{vz} = S \cdot h \cdot \rho \cdot g + S \cdot v \cdot \rho \cdot g - S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_{vz} = S \cdot v \cdot \rho \cdot g$$

Snadno nahlédneme, že součinem obsahu podstavy S a výšky v dostaneme objem válce V . Pro výpočet velikosti vztlakové síly proto používáme rov. 14.

$$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$$

Rov. 14

Pokud uvážíme, že součin objemu ponořené části tělesa V a hustoty kapaliny ρ nám vlastně udává hmotnost kapaliny m , kterou těleso vytlačuje, dospějeme ke stejnému závěru jako Archimédes. Těleso v kapalině je nadlehčováno takovou silou, která se rovná tíze kapaliny tělesem vytlačené. Archimédův zákon tak můžeme vyjádřit pomocí rov. 15.

$$F_{vz} = m \cdot g = G$$

Rov. 15

2) Tlaková síla působící na špunt

Když chceme vanu (případně umyvadlo, dřez) vypustit a zvedáme špunt, je to často obtížné. Pokud chybí řetízek či kroužek pro lepší uchopení, tak je to často i nemožné. Stejně jako na předmět ve vodě působí i na stěny vany a špunt hydrostatická tlaková síla F_h . Z rov. 13 je patrné, že je tím větší, čím větší je špunt a čím více je vana napuštěná.

3) Sifon

Když vyndáme špunt, začne voda odtékat do odpadu. Není však odváděna nejkratší cestou, napřed protéká sifonem. Jde o jednoduché zařízení, které v sobě má udržovat vodu, aby její vodorovná hladina od sebe oddělovala prostor kanalizace od prostoru místnosti (obr. 54). Tento jednoduchý prvek používaný u umyvadel, dřezů a jakýchkoli dalších výpustí odpadních vod zamezuje, aby se do domácnosti šířil zápach z kanalizace.



Obr. 54

Existuje mnoho typů sifonů. Mezi nejznámější asi patří flexibilní, které si člověk vytvaruje sám podle potřeby a dostupného prostoru, a pevné. Oba typy jsou zachyceny na obr. 55.



Obr. 55

4) Zvon

Pokud odpad špatně odtéká nebo se zcela ucpe, vezmeme si na pomoc gumový zvon. Když jej přiložíme na odpad, okraj zvonu se přitiskne na okolní povrch a prostor pod zvonom se zcela oddělí od okolí. Jakmile začneme rukojetí zvon stlačovat, roste pod ním tlak. Stlačovaný vzduch odchází do odpadu. Když pohybujeme rukojetí vzhůru, zvon se roztahuje a vytváří pod sebou podtlak. Ten je vyrovnávám přítokem vody z odpadu. Pokud zvon stlačujeme a zase natahujeme dostatečně razantně a dlouho, nečistoty a usazeniny, které způsobily ucpání odpadu, se díky prudkému proudění uvolní a odpad začne fungovat tak, jak by měl.

Pokus

1) Archimédův zákon

a) Potřeby

Sklenička pravidelného tvaru, závažička (nebo písek, broky), siloměr s dostatečným rozsahem, kancelářské sponky, gumička, váha, větší a menší nádoba, talíř, voda.

b) Postup

Skleničku naplníme závažím tak, aby pak měla hmotnost nejlépe v celých stovkách gramů (pokus je pak názornější a lépe se provádí výpočty). Skleničku uzavřeme víčkem, těsně pod ním napneme gumičku a na ní připevníme kancelářské sponky tak, aby se za sponky dala sklenička pověsit na siloměr. Po zavěšení na háček siloměru si zapíšeme dosaženou hodnotu na stupnici. Poté postavíme větší nádobu na talíř a naplníme ji vodou tak, aby byla plná až po okraj. Opět zavěsíme skleničku na siloměr a ponoříme ji celou do vody. Opět zapíšeme hodnotu odečtenou ze stupnice. Vodu, kterou vytlačila sklenička z nádoby do talíře, přelijeme do menší nádoby a zvážíme ji. Nesmíme zapomenout odečíst hmotnost nádoby. Ze zapsaných údajů ověříme platnost Archimédova zákona.

To samé provedeme ještě jednou s prázdnou skleničkou. Ta se ovšem celá nepotopí. Po ověření Archimédova zákona můžeme ještě úlohu obměnit – na základě znalosti hmotnosti vytlačené vody budeme zjišťovat, jak hluboko by se

sklenička potopila, kdyby plovla rovně (tj. její dno by bylo rovnoběžné s hladinou).

c) Výsledek

Postup včetně naměřených hodnot zjišťovaných veličin ilustruje postupně zleva doprava obr. 56. Sklenička naplněná závažím působí na siloměr silou 5 N, po ponoření do vody už jen silou 3 N. Voda, která byla při ponoření skleničky vytlačena, má hmotnost 199 g.



Obr. 56

Rozdíl velikostí sil, kterými působila sklenička na siloměr před ponořením a po něm, nám udává velikost vztlaková síly F_{vz} . Nyní ověříme, zda její velikost skutečně odpovídá tíze vytlačené kapaliny.

$$F_{vz} = m \cdot g$$

$$2 = 0,199 \cdot 10$$

$$2 = 1,99$$

Jak je vidět, rovnost neplatí. Pro její dosažení schází jediný gram vody. Vzhledem k ztrátám vody díky přelévání vody z talíře do kelímku jde však o dosti malou odchylku a proto můžeme brát náš pokus za úspěšný.

Pokud by někteří žáci nechtěli uvěřit, že vztlaková síla nezávisí na hmotnosti, můžeme pokus zopakovat s tím rozdílem, že skleničku naplníme více nebo méně. Bude sice působit jinou silou na siloměr na suchu i ve vodě, ovšem

rozdíl velikostí obou sil bude stále 2 N. Sklenička totiž vždy vytlačí tolik vody, jaký je její objem, a objem se mezi prvním a druhým pokusem nezměnil.



Obr. 57

Můžeme přistoupit k pokusu s prázdnou skleničkou, který ilustruje obr. 57. Prázdná sklenička působí na suchu na siloměr silou 1 N a po vložení do vody nepůsobí na siloměr žádnou silou. Je tedy patrné, že $F_{vz} > F_G$. Sklenička proto bude plavat a její ponor se ustálí na takové úrovni, v níž jsou obě síly v rovnováze. V našem případě jsme zjistili, že F_{vz} nabývá hodnoty 1 N a hmotnost vytlačené vody je 96 g. Odchyłka 4 g je výraznější než v prvním pokusu, což může být způsobeno horší manipulací se skleničkou – ta je totiž dosti nestabilní a neplave tak, aby její stěny byly kolmé k hladině vody. Opět můžeme tedy pokus prohlásit za celkem zdařilý.

Jak již bylo řečeno, u plovoucích těles, která jsou potopena jen částečně, můžeme zjistit, jak hluboký mají ponor h . Stačí vyjít ze vztahu pro F_{vz} .

$$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$$

$$F_{vz} = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$h = \frac{F_{vz}}{\pi \cdot r^2 \cdot \rho \cdot g}$$

Víme-li, že $r = 2,75$ cm, $F_{vz} = 1$ N, $\rho = 1000$ kg/m³ a $g = 10$ m/s², vypočteme ponor skleničky.

$$h = \frac{1}{3,14 \cdot 0,0275^2 \cdot 1000 \cdot 10} \cong 0,042 \text{ m} = 4,2 \text{ cm}$$

Sklenička bude mít ponor 4,2 cm.

2) Tlaková síla působící na špunt

a) Potřeby

Vana, dřez nebo umyvadlo, špunt, siloměr, provázek nebo drátek, voda, pravítko.

b) Postup

Změříme průměr špuntu a pak jej velice zvolna vložíme do odpadu tak, aby těsnil, ale šel zároveň snadno vytáhnout. Na špunt upevníme provázek či drátek a napustíme vodu. Pravítkem změříme výšku hladiny. Poté zahákneme provázek či drátek špuntu na siloměr a lehce taháme vzhůru. Síla, kterou ukazuje siloměr těsně před uvolněním odpadu, by měla odpovídat hydrostatické tlakové síle F_h , kterou působí voda na špunt. Je potřeba zmínit, že i když vložíme špunt do odpadu velmi volně, stejně je síla potřebná k jeho vyzdvižení o něco větší, než F_h , jelikož musí špunt nejprve překonat klidové tření (musí se odtrhnout od povrchu odpadové výpusti). Jako demonstrace však pokus slouží výborně.

c) Výsledek

V průběhu pokusu jsme naměřili sílu $F = 1,2 \text{ N}$, poloměr špuntu $r = 2,25 \text{ cm}$ a výšku hladiny $h = 7 \text{ cm}$. Nyní spočítáme, jaká působí na špunt hydrostatická tlaková síla.

$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_h = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

$$F_h = 3,14 \cdot 0,0225^2 \cdot 0,07 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$F_h \cong 1,1 \text{ N}$$

Je vidět, že síla F , kterou špunt vytahujeme, je o 0,1 N větší než hydrostatická tlaková síla F_h . Potvrdil se tedy předpoklad, že je tahová síla působící na špunt o něco větší, než síla hydrostatická.

Měření tahové síly působící na špunt je zachyceno na obr. 58.



Obr. 58

3) Sifon

a) Potřeby

Kousek gumové hadice, voda, parfém.

b) Postup

Do hadice napustíme trochu vody a její prostřední část prohne do tvaru písmene U. Do jednoho konce hadice poté vstříkneme trochu parfému, k druhému konci čicháme. Poté vodu vypustíme, hadici propláchneme a pokus zopakujeme bez vody.

c) Výsledek

Pokud je v hadici přítomna voda, vůni parfému neucítíme (možná pouze po chvíli lehkou z okolního vzduchu, nikoli z hadice). Jakmile vodu vypustíme a pokud opakujeme, je parfém cítit v hadici okamžitě. Je tedy zřejmé, že voda funguje jako účinná zátka.

4) Zvon

Pokus se zvonem si žáci snadno vyzkouší doma.

Didaktika**RVP**

- 1) V RVP pro ZŠ můžeme kapitolu zařadit do tématu Mechanické vlastnosti tekutin a spojit s očekávaným výstupem, kdy žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů a předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní. Kapitola je při zjišťování hodnot několika veličin bohatá i na výstup tématu Látky a tělesa, kde žák změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa a dále využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů.

V RVP pro gymnázia nalezneme pouze očekávaný výstup, kde žák měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření, zahrnutý v tématu Fyzikální veličiny a jejich měření. U ostatních témat se předpokládá znalost problematiky ze ZŠ. Na gymnáziích je proto vhodné kapitolu použít hlavně k opakování již nabytých poznatků a jejich aplikaci v praxi.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje kompetence komunikativní, sociální i personální.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (velké přístavy světa, lodní trasy), biologií (která zvířata mohou plavat), tělocvikem (plavání) a pracovními činnostmi (technická výchova – stavba a použití sifonu, vaření – naplnění hrnce vodou, když v ní chceme něco uvařit).

Námět na činnost

- 1) Jaký objem má moje tělo? Úkolem žáků je zapřemýšlet, jak můžeme nalézt odpověď na položenou otázku. Ještě v hodině by měli žáci s případnou pomocí učitele přijít na možnost odhadu skrze hustotu lidského těla. Ta je blízká hustotě vody (1062 kg/m^3) a proto si můžeme dovolit odhadnout, že je objem našeho těla v litrech takový, jako naše hmotnost v kilogramech.

Za dobrovolný úkol můžeme pak dětem zadat ověření našeho odhadu praktickým pokusem doma při koupání. Stačí napustit vanu obvyklým množstvím vody a

vyznačit například pomocí lepicí pásky úroveň hladiny. To samé zopakovat v průběhu koupání, když hladina stoupne. Je při tom nutné snažit se mít co největší část těla pod vodou. Po koupání, až hladina opět klesne, pomocí nádob s ryskou (např. kýbl) dolijeme vodu po výše umístěnou rysku a spočítáme, kolik litrů jsme do vany dolili. Měření nebude zcela přesné, protože při zaznamenávání druhé rysky nejsme úplně celí ve vodě, ale mělo by přibližně potvrdit odhad provedený v hodině.

- 2) Žákům zadáme otázku, jestli se nějak projeví, když vyplouvá loď z řeky do moře. Pokud sami na nic nepřijdou, můžeme poradit, že se změní ponor.
- 3) Žákům můžeme zadat dobrovolný úkol, aby doma zkusili zjistit, jaký typ sifónu mají pod dřezem, umyvadlem nebo vanou.
- 4) Nechme žáky přemýšlet, s jakými dalšími fyzikálními jevy se v koupelně můžeme setkat. Jednotlivé nápady vypisujeme na tabuli a následně je podrobme společné diskusi.
- 5) Probírané téma je vhodné k procvičení měření pomocí běžných měřidel. Žákům můžeme proto zadat dobrovolný domácí úkol, aby změřili vlhkost v koupelně před a po sprchování nebo koupání (pomocí domácích meteostanice) nebo čas, za který se napustí vana a za který se zase vypustí. Svá měření pak porovnájí další hodinu se spolužáky.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Vedle relaxace při koupeli nebo sprchování koupelna skýtá i mnohá nebezpečí. Kromě úrazu elektrickým proudem díky používání elektrických spotřebičů ve vlhkém prostředí můžeme přijít i k úrazům způsobenému pádem. Vlhké povrchy mají totiž mnohem nižší součinitel smykového tření než povrchy suché. Nebezpečí uklouznutí a následného pádu na nás v koupelně tedy číhá takřka všude. Proto je vhodné povrchy v koupelně (alespoň podlahu) opatřit něčím, co smykové tření zvýší. Vhodné jsou různé pěnové a členité podložky, zdrsňující samolepicí fólie nebo koberečky. I když se leckdy může zdát, že tyto pomůcky koupelnu zkrášlují, jejich účel je z větší části prozaičtější a důležitější – zabránit pádu a zranění poté, co mokří vylezeme z vany. Obdobných opatření si můžeme všimnout ve veřejném bazénu, kde často bývají vroubkované či jinak zdrsňelé dlaždice.

- 2) Pokud se jdeme sprchovat, zamhlí se většinou v koupelně zrcadlo ale i jiné předměty. Při koupání v teplé vodě se zahřívá vzduch a stoupá jeho vlhkost. Ostatní předměty v koupelně se ale ohřívají pomaleji a jsou tedy chladnější než okolí. Na jejich povrchu proto dochází k obdobnému jevu jako při vzniku rosy na trávě – dochází ke kondenzaci vodních par. Jakmile z koupelny odejdeme a necháme otevřené dveře, koupelna se vyvětrá, vlhkost v koupelně rychle klesne a kapky vody se z předmětů zas odpaří.
- 3) Pokud se sprchujeme a máme při tom zatažený závěs, můžeme si všimnout, že když pustíme vodu, závěs se k nám přiblíží. To je způsobeno snížením tlaku v prostoru vany. Dochází k němu kvůli rychlému proudění vody ze sprchy, které v okolí způsobí pokles tlaku (podrobnější vysvětlení se nachází v kapitole 2. 2. 4) a také oteplením vzduchu, který díky své nižší hustotě stoupá vzhůru a musí být nahrazován chladnějším vzduchem z okolí vany.
- 4) Ve vaně nebo umyvadle nemusíme vykonávat pouze obvyklé činnosti, ale můžeme se věnovat zkoumání zajímavých jevů. Příkladem může být pokus s proudem vody a pingpongovým míčkem. Pokud na stěnu umyvadla položíme míček, očekávaně zamíří dolů k odpadu, kde také zůstane ležet (obr. 59). Jakmile však na míček, který přidržujeme na stěně umyvadla, pustíme proud vody a přestaneme ho přidržovat, zůstane stále na stejném místě a k odpadu nezamíří. Může se to zdát nelogické, ale fyzika má vždy na vše logické vysvětlení. Stačí se vrátit k obsahu kapitoly 2. 2. 4, kde se píše o faktu, že zrychlené proudění tekutiny způsobuje pokles tlaku. Míček se tedy ve skutečnosti snaží dostat do odpadu, kam je nucen se pohybovat díky tíhové síle. Jakmile se však vychýlí z proudu směrem dolů, je více obtékán ze své horní strany, kde se zvýší rychlost proudění. To vyvolá pokles tlaku, který je vyrovnán, až když se míček vrátí zpět na místo, kde byl před tím. Ve skutečnosti tedy míček mírně osciluje nahoru a dolů, ale mimo proud sám od sebe nikdy zcela nevyjede (obr. 60).



Obr. 59

Obr. 60

Zdroje

[12], [13], [25], [49], [52],

2.2.7 ZÁCHOD

Historie

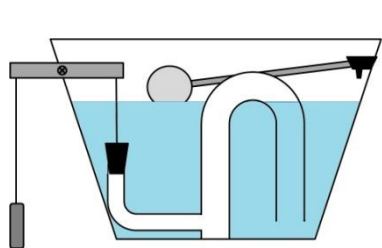
Ač se to možná nezdá, historie toalet sahá až do dávné doby před naším letopočtem. Jako první používala odvodňovací klozety minojská kultura kolem 3000 let př. n. l. Nutno dodat, že byly budovány v palácích jen pro ty nejvýše postavené a neexistovala k nim žádná kanalizace – splašky byly odváděny pouze mimo budovu ven. První ústřední kryté kanály se začaly objevovat až v Indii kolem roku 2400 př. n. l. Zatím, co Egypťané či Řekové se o rozvoj splachovacích toalet nezasloužili díky nouzi o vodu, jinak to bylo s Etrusky – předchůdci Římanů. Ti byli první, kteří svou říši plně kanalizovali a vybudovali první rozsáhlejší rozvody pitné vody. Římané pak systém ještě rozvinuli, obohatili náš slovník o slovo latrína a zakládali veřejné záchody. Tehdy bylo obvyklé, že se budovaly latríny pro více osob – šlo většinou o díry kryté deskami s několika otvory – pro každou osobu jeden. S koncem Říma a nástupem středověku nebylo moc prostředků, systém záchodků a kanalizace chátral, až byl nakonec zavezen. Téma hygieny ustoupilo do pozadí. Lidé vykonávali potřebu podobně jako jejich dobytek, akorát vrchnost si na hradech nechala budovat prevéty – malé místnůstky předsunuté mimo vnější zdi, aby exkrementy neznečišťovali sídlo. Malý důraz na hygienu stál tehdy lidi mnoho epidemií. S příchodem renesance se toho moc nezměnilo. Jen kamenné suché záchody se stavěly už i v měšťanských domech a na hradbách byly zřizovány veřejné záchody. Renesance – doba objevů – však přinesla jeden významný milník – roku 1596 sir John Harrington postavil královně Alžbětě splachovací záchod, který známe dnes (až na to, že v něm chyběl sifon a ústil rovnou do žumpy). Ani baroko toho moc nezměnilo. Docházelo sice k mnohým

přestavbám, i nadále se ale budovaly převážně suché záchody. Obyčejní lidé vyhazovali odpad i exkrementy na ulici, stejně jako byli zvyklí v dobách minulých, v době baroka ale již naštěstí byli najímáni lidé, kteří ulice a kanály čistili. První kanalizaci a splachovací záchody u nás zbudovali jezuité v pražském Klementinu po roce 1556, kdy získali budovu. Nejdůležitější moment v historii dnešních záchodů nastal v době klasicismu roku 1775, kdy Alexander Cumming vynalezl první záchod se sifonem a řetízkovým splachováním. Z hlediska naší země je podstatný i rok 1791, kdy začaly práce na pražské kanalizační soustavě, která byla pak mnohá léta její chloubou. Od 18. století pak docházelo postupně k nahrazování suchých záchodů, stolic a nočníků splachovacími záchodů u stále většího počtu lidí, až se dnes staly naprostou samozřejmostí a standardem pro celou společnost.

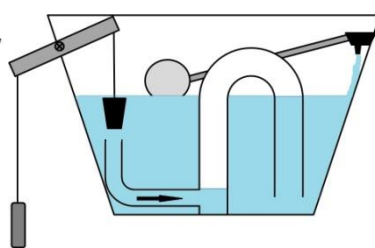
Princip

Známe mnoho typů záchodů a splachovacích mechanismů, ale v zásadě jde vždy o uvolnění výpusti nádržky, vypuštění vody do toalety a opětovné napuštění nádržky, které reguluje plovák. Celý princip podrobně vysvětlíme na klasickém splachovacím záchodě s výše umístěnou nádržkou, kde je funkce všech komponentů nejvíce zřetelná a názorná.

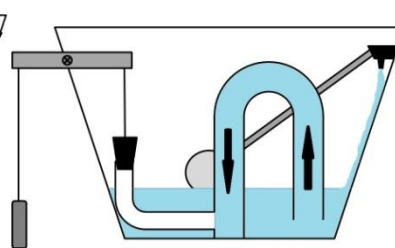
Když s nádržkou nijak nemanipulujeme, je zcela napuštěná, plovák je v poloze, kdy je zastaven přítok další vody, a výpusť vody je uzavřena (obr. 61). Jakmile zatáhneme za splachovadlo, nadzvedneme uzávěr výpusti a voda začne odtékat tou částí potrubí, která je celá pod hladinou vody. Plovák při tom klesá, čímž spustí přítok vody (obr. 62). Protože za splachovadlo pouze zatáhneme a nedržíme jej, právě popsaný odtok vody záhy ustane, protože dojde k opětovnému uzavření příslušného odtokového potrubí. V momentě uzavření je ale v potrubí ještě voda, která odtéká. Vzhledem k uzavření potrubí vzniká podtlak, který je kompenzován nasátím vody druhou částí potrubí ve tvaru obráceného písmene U (obr. 63). Voda pak odtéká tak dlouho, dokud je konec potrubí pod hladinou. Jakmile nasaje vzduch, splachování končí a nádržka se opět napouští, až dosáhneme opět stavu zachyceného na obr. 61.



Obr. 61



Obr. 62



Obr. 63

Potrubí tvaru obráceného písmene U má ještě jednu důležitou funkci. Jak ukazuje obr. 61, v pravé části tohoto potrubí vystoupá voda stejně vysoko, jako všude v nádržce. Pokud se stane, že je plovák špatně nastavený nebo porouchaný, a voda stále přitéká, vystoupá hladina tak vysoko, že začne přepadat přes ohyb potrubí a tím zabráni přetečení nádržky a vytopení bytu.

Pokus

- 1) I když je celý splachovací proces popsán a ilustrován obrázky, není nad praktickou ukázkou. V případě dostatku času a v závislosti na vybavení toalet můžeme žáky po skupinkách zavést k záchodu s otevřenou nádržkou, aby celý proces viděli na vlastní oči. Pokud čas není nebo školní záchody nedisponují příslušným typem nádržky, můžeme dětem najít video nebo dát za úkol, ať vše prozkoumají doma a příště na hodině sdělí, na co přišli.
- 2) Vhodné je žákům ukázat i jiný způsob přepouštění kapaliny založený na funkci plováku. V hodině je proto vhodné provést pokus s demonstrační pomůckou, která je více popsána v didaktické části této kapitoly.

Didaktika

RVP

- 1) V RVP pro ZŠ můžeme kapitolu zařadit do tématu Mechanické vlastnosti tekutin a spojit s očekávaným výstupem, kdy žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů a předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní.
V RVP pro gymnázia nenalezneme odpovídající očekávaný výstup v žádném z témat. Na gymnáziích je proto vhodné kapitolu použít hlavně k opakování již nabytých poznatků a jejich aplikaci v praxi.
- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje kompetence komunikativní, sociální i personální.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (hydrologické stanice a měření výšky hladiny), biologií (voda v životním prostředí, otázka ekologie) a matematiky s finanční výchovou (výpočet spotřeby a úspor).

Námět na činnost

- 1) Dáme žákům za úkol zjistit, na jakém principu je založeno splachování záchodu u nich doma.
- 2) Necháme žáky pracovat na projektu, do kterého se může zapojit celá rodina. Cílem je zjistit, kolik jednotlivec (případně celá rodina) spotřebuje vody na splachování záchodu každý den. Žák bude mít tedy za úkol alespoň zhruba spočítat objem nádržky, který při spláchnutí vyteče, a dále si bude muset poznamenávat několik dní v řadě (třeba přes víkend), kolikrát denně spláchl. Ze všech údajů pak spočte průměrný počet spláchnutí za den a denní spotřebu vody. Z toho pro zajímavost může dále spočítat i spotřebu za týden, měsíc nebo rok a také kolik peněz nás splachování stojí. Obzvláště v domácnostech vybavených staršími záchody s velkou nádržkou bude množství vody i náklady značné. Projekt proto může rodinu motivovat k ekologičtějšímu a úspornějšímu chování v budoucnu.

Didaktická pomůcka

- 1) Model nádržky s plovákem
 - a) Potřeby

Kousek pěnového polystyrenu, plastový kelímek, špejle, dvě plastové nádoby, brčko, gumička, tavná pistole, nůžky nebo nůž.
 - b) Postup

Kelímek umístíme do nádoby a seřízneme jej tak, aby byl vysoký jako nádoba. Z polystyrenu vyřízneme asi 2 cm tlustý plovák kruhového tvaru o takovém průměru, aby se mohl volně pohybovat uvnitř kelímku nahoru a dolů. Uprostřed dna kelímku vytvoříme otvor, aby se do něj vešla špejle i s drobnou rezervou. Jak ukazuje levá část obr. 64, do středu plováku zapíchneme špejli a celou konstrukci vložíme do kelímku otočeného dnem vzhůru tak, aby špejle procházela dírou ve dnu. Takto upravený kelímek přilepíme na několika místech ke dnu nádoby. Nelepíme ho po celém jeho obvodu, protože budeme potřebovat, aby se voda dostala dovnitř k plováku. Poté upravíme i druhou nádobu. U dna na boku vytvoříme otvor na brčko. Brčko do něj vložíme kratší částí, ze které se pije. Ohyb necháme venku mimo nádobu. Brčko poté důkladně přilepíme tavnou pistolí. Z obou nádob pak sestavíme model

napouštěcí nádržky, jak je patrné na obr. 64 vpravo. Nádobu s brčkem umístíme výše, než nádobu s plovákem, aby mohla voda proudit samospádem. Brčko položíme na kelímek hned vedle špejle a pomocí gumičky špejli i brčko spojíme. Jakmile do horní nádoby nalijeme vodu, voda začne proudit brčkem a spodní nádoba se začne plnit vodou. Plovák se špejlí začne stoupat vzhůru a díky propojení se začne ohýbat nahoru i brčko. Jakmile jeho konec dosáhne hladiny vody v druhé nádobě, spodní nádoba se přestane napouštět. Jde o velice jednoduchý model zařízení, kde se používá plováku.



Obr. 64

Díky spojení gumičkou je zařízení regulovatelné. Jak ukazuje obr. 65, čím výše na špejli upevníme brčko, tím méně vody se napustí.



Obr. 65

Pokud je brčko upevněno níže (obr. 66), zvedne ho plovák do dostatečné výšky později a vody proto stačí natéci více.



Obr. 66

Zajímavosti a souvislosti

1) Když byl vynalezen a začal být používán první splachovací záchod, šlo o převratnou novinku a moderní výtobytek. S pokročilými technologiemi, rostoucí cenou vody a zvyšujícím se důrazem na ekologii se však začíná společnost vracet zpět k záchodům suchým. Především v zemích Beneluxu a severských zemích je to již celkem běžné. U nás se tohoto trendu začínáme teprve všímat.

Na rozdíl od dřívějších suchých záchodů odpadají u těch moderních mnohé nevýhody. Díky technologii separující tekutou a pevnou složku zvlášť a díky odvětrávání neuniká z toalety žádný zápach a zpracované odpady mohou být v klidu použitelné pro kompostování a hnojení zahrady.

2) Bez vody už fungují i některé typy pisoárů. Nemusí se splachovat, stačí jim pouze napojení do kanalizace. Speciální patentovaný sifon se otevře pouze, když pánové vykonávají malou potřebu. Pak se hned uzavírá a nepustí tak ven žádný zápach.

3) Uvádí se, že člověk za den spotřebuje průměrně 120 litrů vody. Nejvíce vody, kterou spotřebujeme, připadá na osobní hygienu (zhruba 50 - 60 litrů) a přibližně stejná část právě na splachování záchodu. V případě, že záchod protéká, například díky špatnému nebo starému těsnění, může jím za hodinu protéci až 80 litrů vody. Denně se tak můžeme dostat téměř až na ztrátu 2 m³. Pokud toaletu nekontrolujeme a protéká více dní, stojí nás protékající nádržka nemalé prostředky za vodu navíc.

Zdroje

[12], [13], [57], [58], [59], [60]

2.3 TERMODYNAMIKA

2.3.1 MĚŘÍME TEPLITU

Historie

Dlouho dokázali lidé teplotu určovat pouze podle svého subjektivního pocitu, jestli jim je zima nebo teplo. To prolomil až v roce 1592 Galileo Galilei, který sestrojil první přístroj indikující změnu teploty. Šlo o skleněnou trubičku zakončenou baňkou, kdy byla trubička ponořena do obarvené vody. Po zahřátí baňky rukou se ohřál i vzduch uvnitř, vzrostl jeho objem a přebytečný vzduch unikl. Po opětovném zchlazení se vzduch uvnitř smršťoval, až

byla do trubičky nasáta obarvená voda. Od této chvíle můžeme mluvit o termoskop, který ukazuje, jestli teplota v okolí vzrostla (hladina v trubičce klesla) nebo klesla (hladina v trubičce stoupla). Nedokážeme však odečíst přesné hodnoty, jelikož zařízení chybí stupnice. Tou termoskop opatřil až Santorio Santorio. Od té doby se začalo o zařízení měřící teplotu zajímat více lidí, avšak většina z nich používala jako kapalinu vodu, která není díky své nízké teplotní roztažnosti nejideálnější. Až roku 1641 sestrojil velkovévoda Ferdinand II. první lihový teploměr a roku 1714 Daniel Gabriel Fahrenheit teploměr rtuťový. Byl zde však problém s měřítkem – dá se říci, že každý, kdo sestrojil nějaký teploměr, vymyslel si k němu svoji stupnici. První normalizovaná stupnice se objevila až roku 1650. Dnes používáme především 3 stupnice – Kelvinovu, Celsiovu a Fahrenheitovu. Jejich charakteristika je uvedena v tabulce 1.

	Celsiova	Fahrenheitova	Kelvinova
jednotka	°C	°F	K
dolní referenční teplota	0 °C	0 °F	0 K
horní referenční teplota	100 °C	98,2 ± 1,8 °F	273,16 K
var vody	100 °C	212 °F	373,15 K
tání ledu	0 °C	32 °C	273,15 K

Tab. 1

Hodnoty uvedené v tab. 1 platí pro situace se standardním tlakem. Dolní referenční teplota odpovídá v Celsiově stupnici teplotě tání ledu, ve Fahrenheitově stupnici teplotě chladicí směsi ledu, vody a salmiaku nebo mořské soli a v Kelvinově stupnici teplotě absolutní nuly. Horní referenční teplotě pak v Celsiově stupnici odpovídá teplota varu vody, ve Fahrenheitově stupnici jí odpovídá tělesná teplota zdravého člověka (což není jednoznačně daná hodnota, uvádí se $36,8 \pm 0,7$ °C, proto i horní referenční hodnota není jednoznačná) a v Kelvinově stupnici odpovídá teplotě trojného bodu vody (zde ovšem za nestandardního tlaku 611,7 Pa).

Princip

V dnešní době existuje celá řada teploměrů fungujících na různých fyzikálních principech. Vybereme ty nejznámější a nejzákladnější a vysvětlíme si jejich funkci.

1) Kapalinový teploměr

Teploměr funguje na principu objemové roztažnosti kapalin. Obecně je tato roztažnost dána rov. 16, ve které V značí objem po změně teploty, V_0 značí původní objem, Δt značí změnu teploty a koeficient β je teplotní součinitel objemové roztažnosti.

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t)$$

Rov. 16

Kapalinové teploměry je vhodné používat v užším intervalu teplot. Pokud by byly používány v širokém intervalu, museli bychom do rov. 16 připsat ještě kvadratický (popř. i kubický) člen a stupnice by tak již nemohla být lineární. Pro nižší teploty se používá jako náplň kapiláry v teploměru etanol, pro vyšší pak rtuť.

Na principu objemové roztažnosti fungují i teploměry plynové.

2) Bimetalový teploměr

Teploměr tohoto typu obsahuje plátek tvořený dvěma různými kovy. Každý kov má jiný teplotní součinitel délkové roztažnosti, při změně teploty se proto každý kov natahuje různou měrou, vzniká pnutí a bimetalový pásek se ohýbá. V bimetalových teploměrech je k pásku připevněná ručička, která ukazuje konkrétní teplotu. Ke změnám délky u obou kovů dochází dle rov. 17, kde l značí délku po změně teploty, l_0 značí původní délku, Δt značí změnu teploty a koeficient α je teplotní součinitel délkové roztažnosti, který je pro oba kovy různý.

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta t)$$

Rov. 17

3) Odporový teploměr

Teploměr využívá změny elektrického odporu vodiče na jeho teplotě. K měření můžeme využít více součástek a způsobů. Běžné je například využití Wheatstoneova můstku, pomocí něhož dokážeme docela přesně určit i nepatrné změny odporu. Využít se dá i termistor, který mění svůj odpor s měnící se teplotou (vzhledem k typu termistoru s rostoucí teplotou jeho odpor buď roste, nebo klesá a naopak). Závislost odporu kovu R s teplotním součinitelem elektrického odporu α na teplotě t udává rov. 18.

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta t)$$

Rov. 18

4) Radiální teploměry

Teploměr tohoto typu, někdy nazývaný jako pyrometr, je určen pro bezkontaktní měření – tedy především pro měření vysokých teplot. Funguje na principu Stefan-Bolzmanna zákona (rov. 19). Využívá tedy závislosti intenzity vyzařování tělesa, na čtvrté mocnině termodynamické teploty.

$$M_e = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Rov. 19

V rov. 19 je M_e intenzita vyzařování tělesa, σ Stefanova Bolzmanna konstanta, T termodynamická teplota tělesa a ε emisivita neboli schopnost tělesa vyzařovat. Dokonalé zářiče (např. absolutně černé těleso) mají $\varepsilon = 1$, absolutně nedokonalé zářiče (bílá tělesa) mají $\varepsilon = 0$ a nedokonalé zářiče (šedá tělesa) mají $\varepsilon \in (0; 1)$.

Pokus

Využijeme pokusy popsané v didaktické části, jelikož jsou úzce sepyaty s použitím demonstračních pomůcek.

DidaktikaRVP

- 1) V RVP pro ZŠ můžeme kapitolu zařadit do tématu Látky a tělesa a spojit s očekávanými výstupy, kdy žák změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa a dále předpoví, jak se změní délka či objem tělesa při dané změně jeho teploty.

V RVP pro gymnázia můžeme kapitolu zařadit do tématu Fyzikální veličiny a jejich měření s očekávaným výstupem, kde žák měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření. A dále do tématu Stavba a vlastnosti látek, ve kterém žák dle očekávaných výstupů porovná zákonitosti teplotní roztažnosti pevných těles a kapalin a využívá je k řešení praktických problémů a také aplikuje s porozuměním termodynamické zákony při řešení konkrétních fyzikálních úloh.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje kompetence komunikativní, sociální i personální.

- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (meteorologie, klimatologie, průběhy teplot v závislosti na kontinentalitě), biologií (ekologická valence různých organismů z hlediska teploty, teplota těla), matematikou (statistika), chemií (exotermní a endotermní reakce) a informatikou (počítačové zpracování dat).

Námět na činnost

- 1) Projekt měření venkovní teploty s mezipředmětovými vztahy s matematikou, informatikou a geografii. Dáme žákům za úkol po dobu jednoho týdne 3x denně vždy ve stejnou dobu měřit a zaznamenávat venkovní teplotu. Až budou mít řadu dat kompletní, necháme je v Excelu spočítat průměrnou denní teplotu, průměrnou teplotu za celé období, průměrnou teplotu v danou denní dobu, odchylky atd. Součástí zadání je vytvoření grafu průběhu teplot. Záleží, jak jsou žáci matematicky a počítačově vybaveni a jak velký úsek učiva chceme, aby si zopakovali.
- 2) Žákům můžeme zadat skupinovou práci, aby na čtvrtku nakreslili teplotní stupnici o co největším rozsahu a zaznamenali do ní co největší množství hodnot, které jsou něčím význačné. Například absolutní nula, teplota varu kapalného dusíku, nejnižší teplota naměřená na Zemi, teplota tání a tuhnutí vody, teplota, při níž je voda nejhustší, teplota těla, maximální teplota naměřená na Zemi, teplota varu vody, teplota tání železa, teplota Slunce atd.
- 3) Měření teploty je velice vhodné k zopakování pravidel pro správné odečítání hodnot ze stupnice.
- 4) Změřte doma teplotu v jednotlivých místnostech. Odpovídají naměřené hodnoty doporučení (viz Zajímavosti bod 3)?

Didaktická pomůcka

- 1) Model kapalinového teploměru
 - a) Potřeby
Sklenice s víčkem, nebozez, tavná pistole, teploměr, voda, pruh tvrdého papíru, průhledné brčko.
 - b) Postup
Ve víčku uděláme otvor na šířku brčka, brčko do něj vložíme a důkladně přilepíme tavnou pistolí. K části brčka, která je venku, připevníme pruh papíru.

Sklenici naplníme vodou (nejlépe obarvenou), uzavřeme a umístíme spolu s teploměrem do lednice, do blízkosti zdroje tepla, na chodbu a na jakákoli další místa s různou teplotou. Na všech místech ponecháme sklenici alespoň hodinu, abychom měli jistotu, že je voda v tepelné rovnováze s okolím. Po odečtení teploty z teploměru uděláme tužkou rysku na papíru v místě, kde se momentálně nachází hladina vody v brčku. Na čím více místech s různou teplotou pokus zopakujeme, tím podrobnější stupnici získá sklenicový teploměr.

c) Výsledek

V lednici bylo naměřeno 8 °C, na chodbě u okna 14 °C a v kuchyni 23 °C. Všechny údaje byly zaznamenány na pruh papíru u brčka (obr. 67). Sestrojili jsme tak jednoduchý teploměr.



Obr. 67

2) Model bimetalového pásku

a) Potřeby

Papír, pruh alobalu, lepidlo, špejle, pravítko, tužka, nůžky, zdroj tepla (ideálně hořící svíčka).

b) Postup

Alobalový pruh přilepíme k papíru, necháme zaschnout, pomocí tužky a pravítka narýsujeme na papír obdélník obsahující papír i alobal a vystříháme jej. Vzniklý pruh nalepíme užším koncem na špejli a po zaschnutí jej na špejli

zvolna namotáme. Při umístění nad zdroj tepla (svíčku) začne pásek na teplo reagovat.

c) Výsledek

Ve skutečnosti nejde o bimetalový pásek, protože jsme nepoužili dva kovy, ale kov a papír. Reakce na změnu teploty je ale obdobná. Alobal má mnohem větší délkovou teplotní roztažnost než papír. Proto pokud je alobal na vnitřní straně pásku, dochází při ohřívání k jeho rozbalování (obr. 68). Pokud je alobal zvenku, pásek se zabaluje.



Obr. 68

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Teploměr je zažitý název pro měřidlo teploty. Správně bychom ho však měli nazývat teplotoměr, jelikož měří teplotu a nikoli teplo, jež je jinou fyzikální veličinou.
- 2) Od června 2009 se podle směrnice Evropské unie nesmí prodávat rtuťové teploměry kvůli zatěžování životního prostředí. Dnes proto v lékárně seženeme už jen lihové, digitální nebo galiové.
- 3) S měřením teploty úzce souvisí teplotní rekordy. Nejnižší teplota na Zemi byla naměřena 21. 7. 1983 ve Vostoku a to $-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ovšem podle satelitního měření byla tato teplota překonána 10. 8. 2010 na Antarktidě hodnotou $-93,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). V ČR byla zaznamenána nejnižší teplota $-42,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dne 11. 2. 1929 v Litvínovicích. Co se týče maxim, nejvyšší teplota na Zemi o hodnotě $57,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ byla naměřena 11. 8. 1933 v Mexiku (shodná teplota se uvádí také 13. 9. 1922 v Libyi). V měřítku ČR má maximální rekord hodnotu $40,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a byl zaznamenán

v Dobřichovicích 20. 8. 2012 (tehdy překonal o 0, 2 °C dosavadní rekord z Uhříněvsi z 27. 7. 1983).

- 4) Se začátkem topné sezóny řada lidí vytápí svůj byt více, než by bylo třeba. Nejen, že pak sáhnou hlouběji do své peněženky, ale může se to odrazit i na zdraví. Teplý vzduch jde totiž ruku v ruce s nízkou vlhkostí, což vede k vysušování kůže a sliznic. Tělo se pak hůře ubrání virům a bakteriím a může proto zapříčinit častější nemocnost. Existují proto doporučení, jaká je ideální teplota pro různé pokoje. Pro místnosti, kde člověk nepobývá často nebo v nich spí, je vhodná teplota mezi 17 – 19 °C. Pro obytné místnosti a kuchyni 20 – 21 °C a pro koupelnu 22 – 24 °C. Pokud je nám v místnosti chladno, je pro zdraví i naši peněženku lepší se přiblíci a dýchat chladnější vzduch než naopak.

Zdroje

[12], [13], [21], [25], [61], [62], [63], [64], [65]

2.3.2 OCHLAZUJEME (SE)

Když chceme v horkých letních dnech ochladit sebe nebo cokoli dalšího (například lahev nápoje) a nemáme po ruce lednici, vystačíme si s mokrým kusem látky. Pokud je látka namočená do studené vody, je ochlazení předmětu logické. Kýžené ochlazení nám však přinese i voda o stejné teplotě jako předmět. V této části se seznámíme s tím, jak je to možné.

Princip

Ochlazování jako efekt vypařování a jeho závislost na stavu okolního prostředí je uveden v mé bakalářské práci [33] v části 4. 3. 1.

Pokus

- 1) Mokrý a suchý teploměr

- a) Potřeby

Dva teploměry, mokrý hadřík.

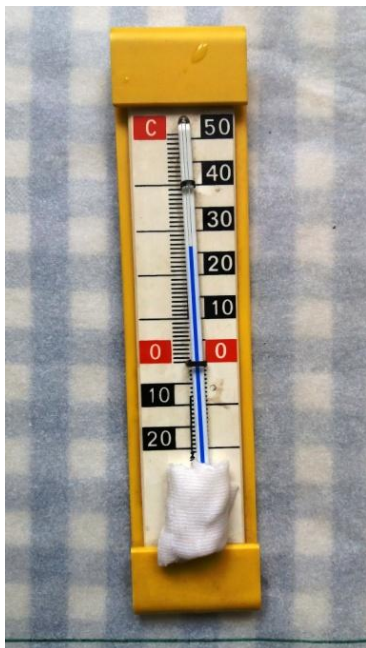
- b) Postup

Jak ukazuje obr. 69, mokrým hadříkem obalíme spodní část kapiláry jednoho z teploměrů (část s baňkou sloužící jako zásobník kapaliny). Oba teploměry pak

umístíme vedle sebe ven. Za 30 minut odečteme z obou teploměrů naměřenou teplotu a měření zopakujeme stejným způsobem uvnitř domu.

c) Výsledek

Teploměry byly umístěny ven do větrného počasí. Suchý teploměr naměřil 13 °C, mokrý teploměr naměřil 10 °C (obr. 70). Po přemístění do budovy naměřil suchý teploměr 23 °C a mokrý teploměr 19 °C (obr. 71). Je dobře vidět, že vlhký teploměr zaznamenal vždy nižší teplotu než teploměr suchý.



Obr. 69



Obr. 70



Obr. 71

Didaktika

RVP

- 1) Propojení kapitoly s RVP odpovídá očekávaným výstupům uvedeným v předcházející kapitole 2. 3. 1.
- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje kompetence komunikativní, sociální i personální.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s biologií (termoregulace živočichů a člověka), chemií (vlastnosti kapalin, které mají vliv na teplotu varu a rychlost vypařování) a geografií (meteorologie a klimatologie).

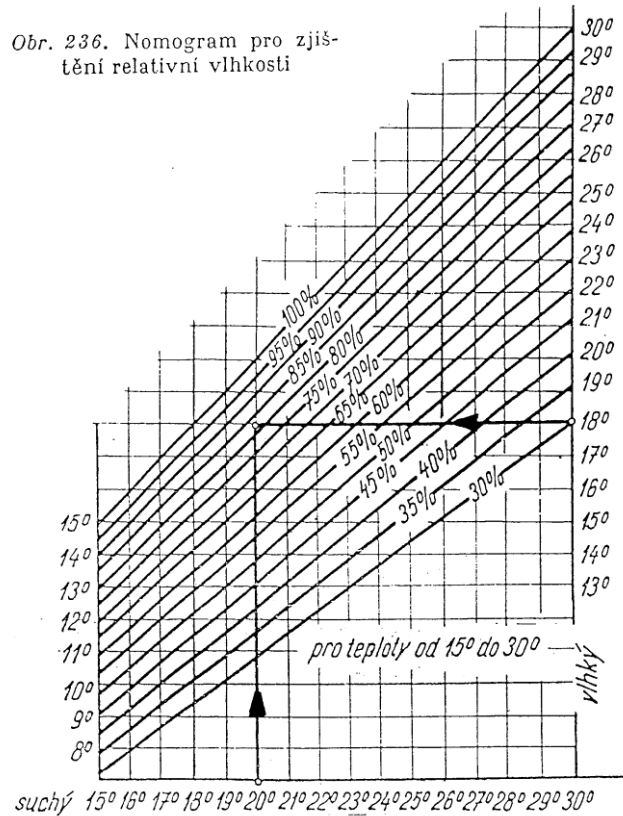
Námět na činnost

- 1) U pokusu popsaného v této kapitole není rozdíl teplot naměřených na vlhkém a suchém teploměru náhodný. Odpovídá vlhkosti vzduchu v místě měření.



Obr. 72

Obr. 236. Nomogram pro zjištění relativní vlhkosti



Obr. 73

Pokud je vzduch suchý, může se z hadříku vypařovat více vody, čímž dochází k většímu ochlazení teploměru. Rozdíl teplot naměřených na obou teploměrech bude tedy značný. Naopak v případě vysoké vlhkosti vzduchu bude výpar z hadříku minimální, takže i rozdíl teplot bude nepatrný. V mezním případě 100 % vlhkosti vzduchu dokonce teploměry naměří stejnou teplotu, protože se do nasyceného vzduchu z hadříku nic nevypařuje. Tohoto principu využívá psychrometr. Jedná se o vlhkoměr sestávající se ze suchého a vlhkého teploměru (obr. 72) doplněný o tabulku či graf (obr. 73), podle kterých zjistíme aktuální vlhkost vzduchu.

Žákům tedy zadáme, aby změřili pomocí dvou teploměrů vlhkost vzduchu ve třídě. Při práci se sami přesvědčí, že každý z teploměrů naměří jinou teplotu, a vyzkouší si za pomoci grafu na obr. 73 zjistit příslušnou vlhkost vzduchu.

- 2) Žáci utvoří skupinky, v nichž mají za úkol přijít na co nejvíce praktických použití ochlazení pomocí vypařování kapalin.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Ochlazování pomocí vypařování kapaliny je velice důležité pro savce – pokud hrozí nebezpečí přehřátí organismu, dochází k pocení. Pot se začne odpařovat a tělo tak ochlazuje. Pokud je nám horko, můžeme si ještě pomoci opláchnutím rukou nebo obličeje studenou vodou. Ta nás chladí sama o sobě kvůli nižší teplotě než je teplota těla a navíc ještě když se vypařuje. Podobně postupujeme při zábalích, když máme horečku, která jde obtížně snížit. A ze stejného důvodu je nám chladno, když po koupání vylezeme z vody.
- 2) Beduíni žijící ve sluncem rozpálených pouštích nenosí bílé oblečení, jak by se předpokládalo, ale oblečení černé. I když by se mohlo zdát, že v tmavém oblečení, které dobře pohlcuje sluneční světlo, musí být těmto obyvatelům pouště horko, opak je pravdou. Oděvy bývají volné a díky zahřívání oděvu a vrstvy vzduchu bezprostředně pod ním začíná tento vzduch stoupat. Vzniklé proudění beduíny ochlazuje.
- 3) Další souvislosti jsou uvedeny v části 4. 3. 5. mé bakalářské práce [33]

Zdroje

[12], [13], [25], [33], [66], [67]

2.3.3 SUŠÍME PRÁDLO

Princip

Princip vypařování vody a jeho závislost na stavu okolního prostředí je uvedena v mé bakalářské práci [33] v oddílu 4. 3. 1.

Pokus

- 1) Sušení prádla

- a) Potřeby

Tři stejné hadříky a voda.

- b) Postup

Namočíme všechny hadříky do 80 g vody tak, aby všechnu nasály, zvážíme je a postupně je dáme sušit na tři různá místa. Jeden necháme doma, druhý pověsíme volně ven a poslední necháme například v garáži nebo jiné místnosti, kde je stejná teplota jako venku, ovšem neproudí zde vzduch (obr. 74). Po 24

hodinách budeme hadříky znovu vážit, abychom zjistili, jak rychle se voda vypařuje. To samé provedeme ještě po 48 hodinách.



Obr. 74

c) Výsledek

Výsledky pokusu jsou zapsány v tab. 2. Na začátku měření a pak po 24 a 48 hodinách byla zjištěna hmotnost zbývající vody v hadru, která byla navíc převedena na procentuální údaj ukazující, jak velká část z původní hmotnosti nasáklé vody v hadru ještě zbyla. Uvnitř probíhal experiment bez proudění za teploty 21 °C, venku za průměrné teploty 7 °C (výpar nebyl konstantní díky změnám teploty i vlhkosti během dne). Na otevřeném venkovním prostranství byl hadr navíc vystaven proudění vzduchu o průměrné rychlosti 3 m/s.

	0 h		24 h		48 h	
	<i>m</i> [g]	<i>m</i> [%]	<i>m</i> [g]	<i>m</i> [%]	<i>m</i> [g]	<i>m</i> [%]
uvnitř	80	100	0	0	0	0
venku – volný	80	100	21	26	0	0
venku – uzavřený	80	100	36	45	2	3

Tab. 2

Je patrné, že nejrychleji vyschnul hadr uvnitř domu, poté hadr visící volně venku a jako poslední hadr visící venku, ovšem v uzavřeném nevětraném prostoru.

Didaktika

RVP

- 1) V RVP pro ZŠ můžeme kapitolu zařadit do tématu Látky a tělesa a spojit s očekávaným výstupem, kdy žák změří vhodně zvolenými měřidly některé důležité fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa.

V RVP pro gymnázia můžeme kapitolu zařadit do tématu Fyzikální veličiny a jejich měření s očekávaným výstupem, kde žák měří vybrané fyzikální veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření. A dále do tématu Stavba a vlastnosti látek, ve kterém žák dle očekávaných výstupů objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou a dále aplikuje s porozuměním termodynamické zákony při řešení konkrétních fyzikálních úloh.

- 2) Kapitola pomáhá rozvíjet kompetence k učení a při pokusech a jejich vysvětlování rozvíjí kompetence k řešení problému a také kompetence pracovní při zacházení s nástroji a pomůckami. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje kompetence komunikativní, sociální i personální.
- 3) Při probírání tématu je vhodné uplatnit mezipředmětové vztahy s geografii (procentuální podíl vodních par v atmosféře, koloběh vody v přírodě, vznik oblaků), biologií (uzpůsobení organismů k minimalizaci ztrát vody) a chemií (těkavost látek).

Námět na činnost

- 1) Pokus se sušením hadru uvedený výše zohledňuje pouze dva faktory ovlivňující vypařování kapaliny – teplotu a ventilaci prostoru nad povrchem schnoucího tělesa. Rozdělíme žáky do skupin a necháme je vymyslet další faktory, které rychlost vypařování ovlivňují. Měli by přijít na velikost povrchu, ze kterého se kapalina odpařuje, a také na typ konkrétní kapaliny (např. etanol se odpařuje rychleji než voda). Poté necháme žáky vymyslet pokus, kterým by závislost na daných faktorech ukázali, a necháme je pokusy provést.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Mokrý prádlo můžeme sušit venku i v mrazech. Voda v textilii sice zmrzne, ale časem postupně vysublimuje.
- 2) Když něco sušíme, neznamená to, že po vysušení bude mít daný předmět nebo látka nulový obsah vody. Vlhkost při sušení nikdy neklesne pod vlhkost okolního prostředí. Pokud některé látky (například kávu nebo čaj) chceme vysušit, aby obsahovaly co nejméně vody (čaje a káva obvykle do 3 % vody), musíme si pomoci například horkým vzduchem. Čím teplejší vzduch použijeme, tím více vodních par může pojmout, aniž by jimi byl nasycen. Poté musíme tyto látky uzavřít do

neprodyšného obalu, aby opětovně neabsorbovaly vzdušnou vlhkost a nezplesnivěly.

3) Další souvislosti jsou uvedeny v části 4. 3. 5. mé bakalářské práce [33]

Zdroje

[12], [13], [25], [33]

2.4 ELEKTŘINA A MAGNETISMUS

Tato kapitola má žákům přiblížit, jak se elektřina z elektrárny dostane až k nim domů, jak a k čemu slouží jističe, jaká bezpečnostní pravidla je nutné dodržovat, aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem, a nakonec i některé elektrické spotřebiče, aby porozuměli jejich funkci a dozvěděli se, jak se postupem času vyvíjely. Jelikož známe takřka nepřeborné množství domácích spotřebičů, bylo jich vybráno pouze několik. Především ty nejznámější a nejpoužívanější, které jsou občas i součástí spotřebičů větších a složitějších.

Je patrné, že velká část kapitoly tvoří nadstavbu učiva pro ZŠ a některé části i pro gymnázia. Může sloužit jako zdroj zajímavostí do hodiny nebo inspirace pro semináře či kroužky. Z uvedených důvodů je zřejmé, že ke kapitole nenajdeme moc příslušných očekávaných výstupů v RVP. Ty, co najdeme, se v mnohých částech kapitoly neustále opakují. Z tohoto důvodu nebude souvislost s RVP uváděna zvlášť u každé dílčí části této kapitoly, ale obecně pro kapitolu jako celek.

U RVP pro ZŠ lze kapitolu promítnout do tématu Energie s očekávanými výstupy, že žák využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem a využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů a úloh (především u elektrických spotřebičů). Promítá se také do tématu Elektromagnetické a světelné děje, dle jehož očekávaných výstupů žák rozliší stejnosměrný proud od střídavého a změří elektrický proud a napětí, využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů a využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní.

U RVP pro gymnázia se kapitola promítá do tématu Elektromagnetické jevy a světlo s očekávanými výstupy, že žák využívá Ohmův zákon při řešení praktických problémů a

využívá zákon elektromagnetické indukce k řešení problémů a k objasnění funkce elektrických zařízení.

Kapitola poskytuje rozvoj mnoha klíčových kompetencí. Nejprve kompetencí k učení a řešení problémů. Při rozhovoru s vyučujícím nebo spolužáky a spolupráci s nimi upevňuje komunikativní, sociální i personální kompetence. Při zjišťování spotřeby domácnosti a nákupu spotřebičů dbá na ekologii, environment a ochranu zdraví, čímž rozvíjí kompetence občanské, a při přípravě pokusů nebo výrobě modelů zachází s nářadím, přístroji a materiály, čímž rozvíjí kompetence pracovní.

Kapitola je bohatá také na mezipředmětové vztahy s biologií (účinky elektrického proudu na živý organismus), geografii (v jakých zemích sídlí známí výrobci elektrických spotřebičů), dějepisem (vznik a vývoj přístrojů a spotřebičů, změny ve společnosti způsobené technickým pokrokem, známí vynálezci), výtvarnou výchovou (návrh designu spotřebičů), matematikou (výpočet spotřeby, výkonu), pracovními činnostmi (výroba modelů, pomůcek) a českým jazykem (správné psaní zkratk nejznámějších výrobců elektrických spotřebičů, pravopis přejatých názvů některých spotřebičů). [12] [13]

2.4.1 OD ELEKTRÁRNY PO ZÁSUVKU

V části 2. 1. 3 této práce byla řeč o výrobě elektrické energie. Na ní teď navážeme popisem rozvodné a distribuční soustavy, díky níž se elektřina postupně dostává až do domácnosti.

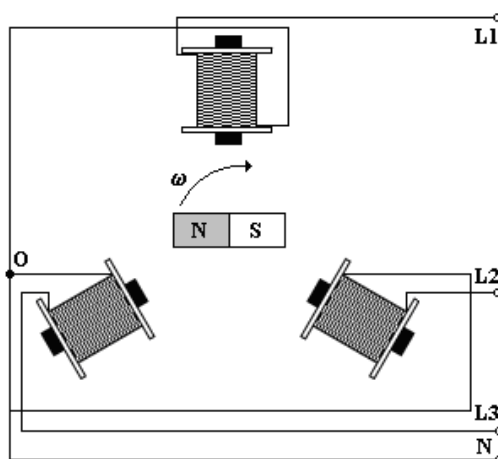
Historie

Elektřina a její přenos nám dnes přijdou naprosto samozřejmé. Sto let nazpátek tomu ale tak ani zdaleka nebylo. V samém prvopočátku byly budovány elektrárny přímo v místě využití proudu. Později, jak rostl počet zájemců o odběr proudu, vzrůstala tendence vyrábět elektřinu centrálně a k odběratelům ji dopravit. Byl zde ale problém – to dosud nikdo neuměl. Zhruba v polovině 19. století tak začala éra experimentů s různými typy přenosů. Vývoj přenosové soustavy by se dal popsat jako válka stejnosměrného a střídavého proudu. Původní pokusy o přenos se týkaly výhradně proudu stejnosměrného. Není divu. Díky dynamům, galvanickým článkům a stejnosměrným motorům byl prakticky využíván pouze ten. Pokusy s jeho distribucí do vzdálenějších míst ale končily markantními ztrátami (přímo úměrnými kvadrátu proudu). Až v 90. letech 19. století díky objevům N.

Tesly (mj. vícefázový proud, točivé magnetické pole, elektromotor na střídavý proud) se začalo experimentovat s přenosem proudu střídavého, u něhož mohlo být pomocí transformátorů zvýšeno napětí na úkor proudu, čímž se výrazně minimalizovaly energetické ztráty. První přenos střídavého proudu realizoval roku 1891 Michail Osipovič Dolivo-Dobrovolskij v Německu na vzdálenost 175 km a potvrdil tím Teslovy myšlenky. O rok později byl vynalezen usměrňovač, který umožnil využití střídavého proudu v zařízeních využívajících stejnosměrný proud, čímž se rozplynuly poslední pochyby a byl definitivně upřednostněn střídavý proud (mezi kritiky střídavého proudu patřil svého času dokonce i vynálezce T. A. Edison). Poté, začátkem 20. stol., začal rozvoj rozvodných a distribučních sítí, který trval až do nedávné doby. Souvisela s ním snaha o maximalizaci napětí pro dosažení co nejmenších ztrát. Po válce se dosahovalo napětí do 220 kV, v současnosti se experimentuje s hodnotami kolem 1 MV (především pro náročný přenos elektřiny ze Sibiře do evropské části Ruska).

Princip

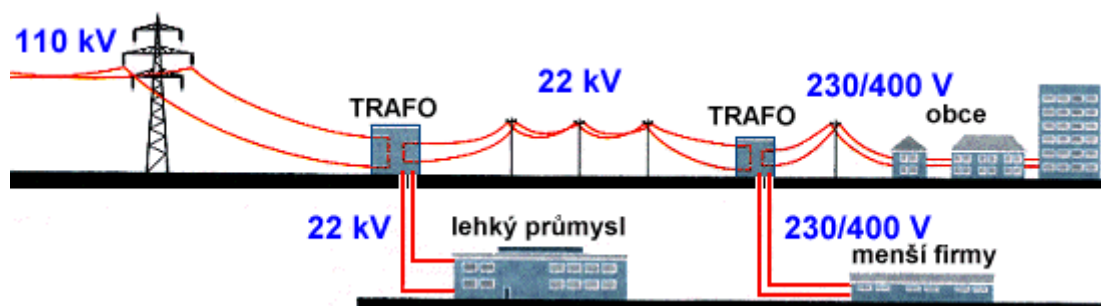
V části 2. 1. 3 této práce byla popsána výroba trojfázového proudu pomocí tří cívek. Jednotlivá napětí by se tedy zjevně dala rozvádět pomocí šesti vodičů. V praxi se toho však nevyužívá. Všechny cívky se svým jedním koncem připojí k jednomu společnému vodiči, kterému se říká střední vodič (nebo také vodič nulovací) a z druhého konce všech cívek vychází jednotlivé vodiče označované jako fázové. Vystačíme si tedy se čtyřmi vodiči (jak ukazuje obr. 75, v němž L1, L2, L3 jsou fázové vodiče a N vodič střední).



Obr. 75

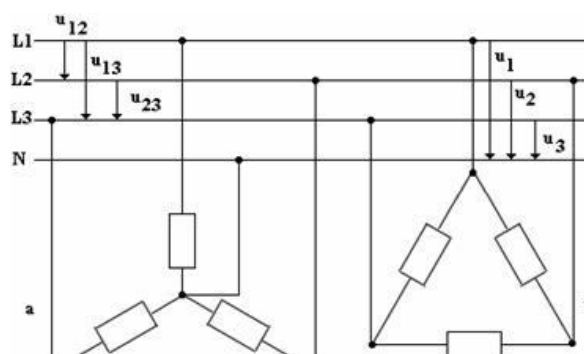
Nyní musíme elektřinu dopravit ke konečnému spotřebiteli. Nejprve se z elektrárny dostane do přenosové soustavy, která pracuje se zvláště vysokým napětím (400 kV) a velmi vysokým napětím (220 kV) a patří státu. Pak je napětí transformováno na 110 kV,

keré je již záležitostí distribuční sítě patřící jednotlivým distribučním společnostem. Tato síť už má za úkol dovést elektřinu do místa spotřeby. Velké podniky těžkého průmyslu nebo měnirny napájející železniční tratě odebírají již toto velmi vysoké napětí, které si samy dle potřeby dále upravují. Pro lehký průmysl a další distribuci je napětí změněno na 22 kV. K poslední transformaci na nízké napětí 230 V a 400 V pak dochází těsně před tím, než je elektřina rozvedena do jednotlivých domů a menších firem.



Obr. 76

Cestu elektřiny a parametry napětí ilustruje obr. 76. Popisek 230/400 V zde označuje spotřebitelskou síť se středním vodičem, kde mezi jakýmkoli fázovým a středním vodičem je napětí 230 V (označované jako fázové) a mezi kterýmikoli dvěma fázovými vodiči je napětí 400 V (označované jako sdružené). Takto provedená třífázová soustava je výhodná, protože nám umožňuje zapojení jak běžných domácích spotřebičů skrze zásuvku pouze k jednomu fázovému vodiči, tak i spotřebičů konstruovaných na vyšší výkon, které se připojují ke všem fázovým vodičům naráz. Jde především o elektromotory, které vlastně fungují jako opačné generátory v elektrárnách. Jejich obvody obsahují tři shodné části, které mohou být zapojeny do hvězdy (obr. 77 vlevo), kde každou částí protéká fázový proud 230 V, nebo do trojúhelníku (obr. 77 vpravo), kde každou částí protéká sdružený proud 400 V. Toto zapojení poskytuje vyšší výkon.



Obr. 77

Nyní už zbývá připojit do sítě jednotlivé budovy (schéma, které bude dále rozepsáno, ukazuje obr. 80). Každá budova má zřízenou přípojku z venkovního vedení (v případě vedení vzduchem) nebo přípojku kabelovou (v případě podzemního vedení kabely). Přípojka ústí do hlavní domovní skříně (HDS). Zde jsou připojeny vodiče z přípojky (3 fázové vodiče a vodič střední) přes pojistky k odpovídajícím si vodičům domovního rozvodu. Pojistky limitují odběr objektu a zároveň zamezují šíření poruch z domácích rozvodů do distribuční sítě. Veškeré vybavení až potud vlastní a spravuje distributor. Jakýkoli neodborný zásah do těchto částí je zakázaný a život ohrožující (jak ukazuje obr. 78, všechny části HDS pod napětím jsou volně přístupné). Obr. 79 ukazuje uzavřenou HDS na spodní části sloupku. Obdobně může být HDS instalována i na stěnu domu.

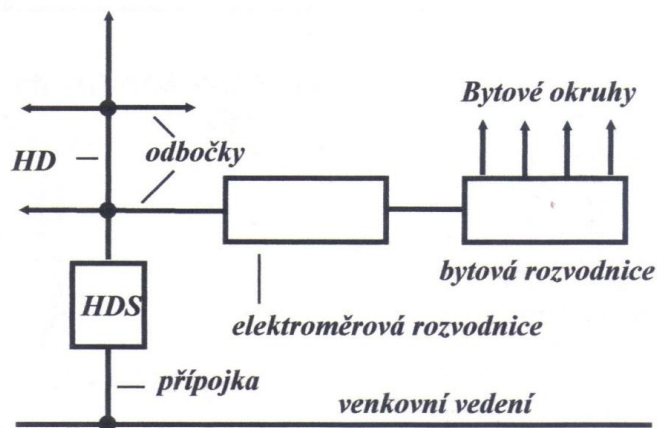


Obr. 78

Obr. 79

Následuje hlavní domovní vedení (HDV), které rozvádí proud po domě, přičemž z něj vedou odbočky k jednotlivým bytům. Průřez použitého vodiče musí odpovídat počtu bytů v domě a stupni jejich elektrizace (nejnižší stupeň mají byty, kde jsou používána jen světla a běžné spotřebiče, následují byty s elektrickým vybavením pro pečení a vaření, nejvyšší stupeň pak mají byty s elektrickým vytápěním nebo klimatizací). Odbočka z HDV nevede rovnou do bytu, nejprve vstupuje do elektroměrové rozvodnice (ER). V ní je umístěn hlavní jistič bytu, který omezuje výši tzv. rezervovaného příkonu. Jemu odpovídající proudová hodnota určuje sazbu, kterou platíme za jistič distributorovi. Dá se říci, že si tím rezervujeme množství energie, které můžeme využít. Pokud ho přesáhneme (jističem teče nadlimitní proud), odpojí nás od sítě. Pokud ho nevyčerpáme, distributor zajistí, aby přebytek energie nepřetížil síť. Za jističem v ER následuje elektroměr, který zaznamenává spotřebu. Pokud je v bytě boiler nebo elektrické vytápění, použije se dvousazdobý

elektroměr a rozvodnice obsahuje navíc přijímač hromadného dálkového ovládní. Ten přepíná měření spotřeby mezi levnějším a dražším tarifem podle toho, je-li v soustavě dostatek energie. Jelikož se elektroinstalace v bytech rozděluje do několika okruhů zpravidla podle jednotlivých místností a také na obvody světelné (menší proudy) a zásuvkové (jedno i trojfázové, tečou zde větší proudy), má každý z těchto okruhů svůj jistič umístěný v bytové rozvodnici, která navazuje na ER. Jističe pro světelné obvody mívají jmenovitou hodnotu proudu 10 A, zásuvkové pak 16 A. V bytové rozvodnici dochází k rozdělní středního vodiče PEN na ochranný vodič PE (který je zde uzemněn) a střední vodič N. Od bytové rozvodnice proto pokračuje dále třívodičový rozvod (ochranný vodič se světle modrou izolací, střední vodič se žlutozelenou izolací a fázový vodič s černou nebo hnědou izolací). Pro trojfázové spotřebiče má rozvod dokonce pět vodičů. V bytové rozvodnici můžeme najít i řadu dalších, především ochranných, prvků, jako třeba přepětovou ochranu, proudový chránič atd.

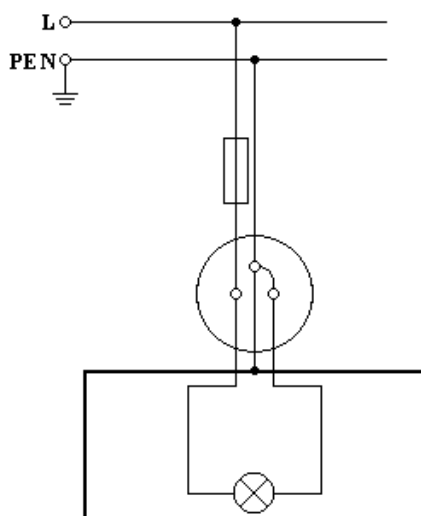


Obr. 80

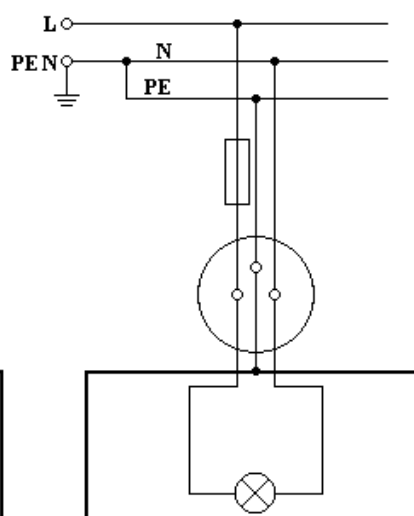
Nyní, abychom mohli elektřinu přivedenou až do bytu využít, musíme zapojit vybraný spotřebič do zásuvky. Zásuvka spolu se zástrčkou spotřebiče tvoří rychlé, bezpečné a snadné propojení fázového a středního vodiče sítě s živou částí spotřebiče (ta část, jež zajišťuje funkci přístroje a je pod proudem) a ochranného vodiče s vodivými částmi krytu a kostry zařízení. To je velice důležité pro samočinné odpojení spotřebiče ze sítě v případě, že na něm dojde k závadě (např. probíjení fáze na kostru či kryt zařízení). Při pohledu na zásuvku zepředu je na kolík přiveden vodič PE, do levé zdířky je přivedena fáze a do pravé střední vodič. Tento typ síťového zapojení (označovaný jako TN-S) poskytuje poměrně dobrou ochranu před následky poruch. Navíc při současném použití proudového chrániče, který porovnává proud do něj vstupující s proudem z něj vycházejícím, můžeme zjistit

dokonce i postupné poruchy (únava materiálu, koroze), které nám ochranné prvky sítě (pojistky, jističe) jinak neindikují.

Dnešní ochrana je tedy vysoká a je výsledkem mnohaletého vývoje, během něhož bezpečnost postupně vzrůstala. Na začátku byla obyčejná pojistka. Malý porcelánový váleček naplněný pískem, kterým prochází tenký drátek. Ten se v případě průchodu příliš velkého proudu (např. při zkratu) přetaví a na něj navazující obvod je odpojen ze sítě. Jednorázové pojistky postupem času ustoupily do pozadí jističům, které jsou na rozdíl od nich použitelné opakovaně. Tento způsob jištění ale nemusí pomoci při probíjení fáze na kryt spotřebiče. Zásuvky tedy získaly kolík spojený přes pravou zdířku se středním vodičem. Probíjející proud tak může být odveden z krytu spotřebiče a uzemněn. Problém však nastane, když dojde k přerušení středního vodiče. Probíjející proud se neuzemní a může se dokonce šířit po fungující části okruhu tak, že se přeneseme na kryt jiných nepoškozených spotřebičů, což je velmi nebezpečné. Situace je o to horší, že je střední vodič používán pro přenos pracovních proudů a zároveň jako ochranný. Je proto dosti zatížen a k jeho přerušení může dojít relativně snadno. I přes zmíněné nevýhody byl tento typ sítě (označovaný jako TN-C schematicky znázorněný na obr. 81) v naší zemi používán téměř až do konce 20. století. Dnes se s TN-C setkáme jen ve starších domech. Novostavby musí mít zavedený již výše popsaný systém TN-S (schéma na obr. 82), jehož hlavní výhodou je oddělení ochranného a středního vodiče. Ochranným vodičem tedy za běžných okolností neprotéká žádný proud, proto nedochází k nebezpečné situaci popsané u sítě TN-C.



Obr. 81



Obr. 82

Aby bylo téma kapitoly vyčerpáno, zbývá se zmínit o tom, jak je v průběhu cesty z elektrárny do domácnosti měněno napětí. Jedná se o natolik důležitý jev klíčový pro dálkový přenos elektřiny, že si zaslouhuje zvláštní pozornost. Pro změnu parametrů napětí a proudu se používají transformátory. V nejjednodušší podobě jde o transformátory jednofázové, kde jsou na společném listovém jádře (zabraňuje vzniku vířivých proudů a tím i ztrátám) umístěny dvě cívky (primární a sekundární), při čemž se využívá principu elektromagnetické indukce. Na primární cívku je přivedeno střídavé napětí U_1 , díky němuž protéká cívku střídavý proud I_1 . Tento proud vyvolá vznik nestacionárního magnetického pole, které díky společnému jádru zasahuje do sekundární cívky. Na koncích vodiče sekundární cívky se tak indukuje elektromotorické napětí. V případě připojení obvodu k sekundární cívkce jím začne protékat indukovaný elektrický proud. Indukované napětí není nikterak náhodné. Řídí se Faradayovým zákonem elektromagnetické indukce, který říká, že indukované napětí U_i odpovídá záporně vzatému podílu změny magnetického indukčního toku $\Delta\phi$ za čas Δt (rov. 20). Znaménko mínus plyne z Lenzova zákona, který říká, že indukované napětí působí svými účinky proti změně, jež ho vyvolala.

$$U_i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Rov. 20

Abychom dosáhli konkrétních hodnot napětí, nemůže mít transformátor libovolné parametry. Při konkrétních požadavcích na změnu hodnoty napětí musí mít obě cívky takový počet závitů, aby byla splněna rovnice transformátoru (rov. 21), kde k je transformační poměr transformátoru, N počet závitů cívky a U napětí. Indexy $i = 1, 2$ označují po řadě primární a sekundární cívku.

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

Rov. 21

Je-li $k > 0$, mluvíme o transformaci nahoru. Využívá se především pro přenos elektřiny na delší vzdálenosti. Pokud je $k < 0$, jde o transformaci dolů. Ta se využívá například v městských rozvodnách před distribucí elektřiny do domácností.

I když se řídíme podle rov. 21, nemusí poměr vycházet přesně. Důvodem jsou nezapočtené ztráty energie ve vinutí a jádru transformátoru. Rovnice je totiž odvozena pro sekundární cívku bez zatížení, tedy tzv. na prázdko. Jakmile ji zatížíme a odebíráme

z ní proud, vzroste proud i na primární cívce a dochází k zahřívání vinutí a vzniku vířivých proudů. Důsledkem toho je o 2 – 10 % nižší napětí U_2 v závislosti na velikosti transformátoru. Malé transformátory mívají účinnost kolem 90 %, velké se dostávají až k hodnotě 98 %. Když ztráty zanedbáme a vezmeme v úvahu, že musí být výkon primární cívky P_1 roven výkonu P_2 cívky sekundární, můžeme zjistit i hodnoty proudu procházející oběma vinutími (rov. 22).

$$P_1 = P_2$$

$$U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

Rov. 22

Transformátory nejsou pouze záležitostí elektráren, rozvoden a měření. Setkáváme se s nimi každý den doma, aniž bychom si to uvědomovali. Jsou skryté v plastových krytech adapterů sloužících k napájení notebooků, mobilů a dalších spotřebičů, které pro svůj provoz potřebují napětí nižší než 230 V.

Vedle běžných jednofázových transformátorů existují i trojfázové transformátory. Ty se hojně používají právě v energetice. Jsou podobné jednofázovým, akorát jejich jádro má tři větve. Každá fáze má své primární i sekundární vinutí. Primární i sekundární vinutí mohou být zapojena do hvězdy nebo trojúhelníka (podle konkrétních parametrů sítě – hvězda pro případ tří fází a středního vodiče, trojúhelník pro 3 fáze). Existuje ještě zapojení tzv. lomené hvězdy, kdy je každá fáze rozdělena na dvě větve. Navíc zapojení primárních vinutí nemusí být stejné jako zapojení vinutí sekundárního. Používají se kombinace primární hvězda – sekundární lomená hvězda (často pro osvětlovací sítě s nerovnoměrným zatížením), primární trojúhelník – sekundární hvězda (velké transformátory v síti) nebo primární hvězda – sekundární trojúhelník (velké transformátory v elektrárnách). Vhodným spojením sekundárního vinutí můžeme získat vícefázovou soustavu (např. šestifázovou).

Pokus

- 1) Žákům můžeme prakticky ukázat princip transformátoru. Dokonce je vhodné, abychom jim o zákonitostech transformátoru neříkali předem, ale aby na ně zkusili přijít napřed sami.

a) Potřeby

Několik cívek s různým počtem závitů (např. 60, 300, 600, ...), lístkové jádro U a I, upínací zařízení, zdroj stejnosměrného napětí, střídavého napětí, vodiče, 2 voltmetry

b) Postup

Žáci si nakreslí tab. 3 pouze s vyplněným záhlavím, do které budou průběžně doplňovat hodnoty zjištěné při frontálně prováděném pokusu učitelem. Učitel postupně na jádře v upínacím zařízení vyměňuje cívky, přičemž žáci na voltmetrech připojených k primárnímu i sekundárnímu vinutí vidí, jak se mění napětí na obou cívkách při změně počtu jejich závitů. Po několika měřeních se zeptáme žáků, zda nevidí nějakou souvislost mezi počtem závitů a naměřeným napětím. Pokus proto nemusí být omezen tab. 3, může obsahovat méně nebo více měření podle toho, jaký čas žáci potřebují na objevení potřebného vztahu. Až vztah objeví, mají za úkol zjistit, jak se liší hodnota naměřená od hodnoty vypočtené a zamyslet se nad tím, proč tomu tak je.

Poté je vhodné na primární cívku stejnosměrné napětí. Žáci se podiví, proč se na sekundární cívce najednou neindukuje žádné napětí. Společně s učitelem si pak ujasní, že stejnosměrné napětí způsob, že primární cívkou protéká stejnosměrný proud, díky němuž se kolem cívky vytváří neproměnné magnetické pole. K elektromagnetické indukci napětí na sekundární cívce je ale potřeba pole proměnné.

c) Výsledek

Napětí na zdroji střídavého napětí jsme nastavili na 10 V. Nižší napětí není vhodné používat z důvodu vysokých ztrát. Naměřené hodnoty napětí na primární cívce U_1 i na sekundární cívce U_2 v závislosti na počtu závitů primární cívky N_1 a sekundární cívky N_2 ukazuje tab. 3.

N_1 [počet závitů]	N_2 [počet závitů]	U_1 [V]	U_2 [V]
600	300	10,1	4,9
300	600	10,1	19,2
60	300	8,8	42,9
300	60	10,1	1,9
300	300	10	9,8

Tab. 3

Po provedení výpočtů pomocí rov. 21 můžeme prohlásit, že s přihlédnutím ke ztrátám výsledek pokusu dobře koresponduje s vypočtenými hodnotami. Výjimku tvoří třetí měření, kde primární cívka má jen 60 závitů. Jeho příčinu zjistíme, pokud provedeme v jednotlivých případech ještě měření proudu na obou cívkách. Z naměřených hodnot uvidíme, že pro proud je transformační poměr převrácený oproti napětí. Největší proud tedy protéká cívkou s nejmenším počtem závitů, čemuž odpovídá právě cívka s 60 závity. A jak je známo z předcházejícího textu, velký proud znamená velké ztráty.

Didaktika

Námět na činnost

- 1) Téma je vhodné pro projektové vyučování propojující geografii (nejvýznamnější elektrárny u nás, ložiska surovin pro elektrárny, mapa rozvodné sítě v ČR), fyziku (proces a princip výroby a přenosu elektrické energie), přírodopis (ekologické aspekty výroby a přenosu elektřiny, vliv elektřiny na živé organismy) a dějepis (změny ve společnosti v kontextu počátku a rozvoje elektrifikace).
- 2) Když doma vypadne jistič, zjistěte, které spotřebiče byly zrovna zapnuty a napište si jejich deklarovaný příkon. Z celkového příkonu a napětí sítě 230 V vypočtete celkový proud, který před odpojením protékal okruhem, jež jistič zabezpečuje. V případě, že vypnutí jističe způsobilo přetížení daného okruhu, měla by vyjít hodnota vyšší, než je jmenovitá hodnota proudu uvedená na jističi.
Pokud nechceme čekat na vypnutí jističe nebo ho nechceme záměrně zapříčinit, můžeme postupovat opačně. Jednofázový zásuvkový okruh je většinou chráněn jističem o jmenovité hodnotě proudu 16 A. Jaké všechny spotřebiče nebo jejich kombinace můžeme používat v jednu chvíli vzhledem k jejich deklarovanému příkonu tak, aby jistič okruh neodpojil od sítě. Například velké zatížení okruhu způsobují rychlovarné konvice, jejichž příkon se pohybuje v řádu tisíců. Konvice, které uvaří vodu nejrychleji, mívají příkon i 3000 W. Je-li taková konvice zapnuta, odebírá proud o velikosti 13 A a pro ostatní spotřebiče už mnoho nezbyvá.
- 3) Exkurze do elektrárny, kde se žáci na vlastní oči seznámí s výrobou elektřiny a počátkem rozvodné sítě.

- 4) Ve škole za asistence učitele nebo doma za asistence dospělé osoby zjistěte, je-li v budově síť typu TN-C nebo TN-S (dvou nebo trojvodičová síť). Ve škole je pak možné udělat průzkum, kolik žáků má doma ještě staré rozvody TN-C.
- 5) Za pomoci učitele pomocí napěťové zkoušečky ověř, že je fáze přivedena do levé zdířky zásuvky. Dále zjisti, zda není fáze přivedena na žádnou z dalších částí zásuvky a je tedy bezpečná.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) První elektrárnu na našem území si postavilo v roce 1889 město Praha-Žižkov. Odběratelům však dodávala ještě stejnosměrný proud. První elektrárna produkující střídavý proud vznikla v Holešovicích. Její stavba byla zahájena roku 1898 a proud dodávala především tramvajím, veřejnému osvětlení a několika soukromníkům. Nejdůležitější moment pro energetiku v naší zemi však nastal roku 1919, kdy byl schválen zákon o vzniku všeužitečných elektrárenských společností, čímž vznikla povinnost zásobovat proudem každého, kdo o to požádá. Od té doby se začalo ve velkém s budováním proudové soustavy a propojování.
- 2) Už víme, že ke snížení ztrát při přenosu elektrické energie se transformátory zvyšuje napětí na úkor proudu. I to má ale svou mez. K přenosu se běžně neuvžívá napětí vyšší než 400 kV. Důvodem je silné elektrické pole, které by při vyšších napětích kolem vodičů způsobovalo korónu (doutnavý výboj) a tím nemalé ztráty. Ta se projevuje jako viditelné světélkování a slyšitelný praskot. Setkat se s ní můžeme i u nižšího napětí, kde vzniká především na hrotech a při vlhčím počasí. U napětí nad 400 kV by však koróna způsobovala nezanedbatelné ztráty a takto vysoké napětí by si vynutilo nákladné konstrukční úpravy celého vedení, především co se izolace týče.
- 3) Na některých úsecích elektrického vedení můžeme občas zahlédnout červené nebo červenobílé plastové koule. Ty slouží k vizuálnímu zvýraznění vedení nad vodními plochami, většími silnicemi, v okolí letišť a obecně na otevřených místech, kde by vedení mohlo ohrozit letecký provoz. U komunikací pak slouží jako výstražné označení pro vrtulník letecké záchranné služby pro případ nutnosti přistání na vozovku u dopravní nehody.
- 4) Sloupy a dráty elektrického vedení jsou v krajině novými a nepřírozenými prvky, které především v místech s menším zalesněním využívají ptáci místo stromů.

Vyhlížení kořisti nebo odpočinek se zde však větším ptákům stává často osudným, když se při roztažení křídel dotknou vodiče a zároveň sloupu. Proud, který jimi projde, jich ročně tisíce buď rovnou usmrtí, nebo zmrzačí tak, že pod elektrickým vedením umírají i několik dní. Díky novele energetického zákona se od roku 2008 začalo s instalací opatření, která mají ptactvo ochránit. Jde především o zlepšení a rozšíření izolace a o úpravu ploch na sloupech tak, aby tam ptáci vůbec nemohli přistát. Do roku 2013 bylo tímto způsobem vynaloženo 100 milionů korun.

- 5) Označení nulovací vodič (pro vodič střední) je poněkud zavádějící, jelikož jím ve skutečnosti protéká nenulový proud. Z obr. 17 je dobře patrné, že součet všech indukovaných napětí je v každý okamžik nulový. I když je síť koncipována tak, aby byl každý fázový vodič zatížen stejně, ideálního stavu není dosaženo nikdy. Z toho důvodu nemůže být součet všech proudů v nulovacím vodiči nulový. Sice tímto vodičem proud prochází, je ovšem mnohem menší než ve vodičích fázových. Proto se může na vedení nulovacího vodiče ušetřit, jelikož může být tenčí.
- 6) Protože se rotor alternátoru v elektrárně otočí 50 krát za sekundu, je frekvence střídavého proudu a napětí $f = 50$ Hz. Tato hodnota je standardem v celé Evropě. Oproti tomu v USA mají $f = 60$ Hz.
- 7) V textu bylo několikrát zmíněno vysoké napětí, nízké napětí apod. Nejde o náhodné ani subjektivní označení. Existuje norma, která rozděluje hladiny napětí, jak ukazuje tab. 3. Uvedená číselná hodnota odpovídá vždy sdruženému napětí.

název hladiny napětí	zkratka	hodnota napětí
malé napětí	MN	do 50 V
nízké napětí	NN	do 1 kV
vysoké napětí	VN	do 52 kV
velmi vysoké napětí	VVN	do 300 kV
zvláště vysoké napětí	ZVN	do 800 kV
ultra vysoké napětí	UVN	nad 800 kV

Tab. 4

- 8) Uvádí se, že napětí v domovních rozvodech je 230 V. Není to ale tak úplně pravda. Jelikož jde o napětí střídavé, neustále se periodicky mění (s periodou $T = 0,02$ s), při maximu dosahuje hodnoty 325 V a při minimu – 325 V. Když zmiňujeme 230 V, máme na mysli tzv. efektivní hodnotu napětí. Tato hodnota odpovídá hodnotě

proudu stejnosměrného, který má v obvodu s daným odporem R stejný výkon jako proud střídavý. Takže i když chvílemi dosahuje střídavé napětí vyšších hodnot, v jiných chvílích dosahuje hodnot nižších a celkem dosahuje takového výkonu, jako stejnosměrné napětí o hodnotě 230 V. Tuto hodnotu v síti naměříme přístroji.

Zdroje

[25], [68], [69], [70], [71], [72], [73]

2.4.2 ČLÁNKY, BATERIE, AKUMULÁTORY

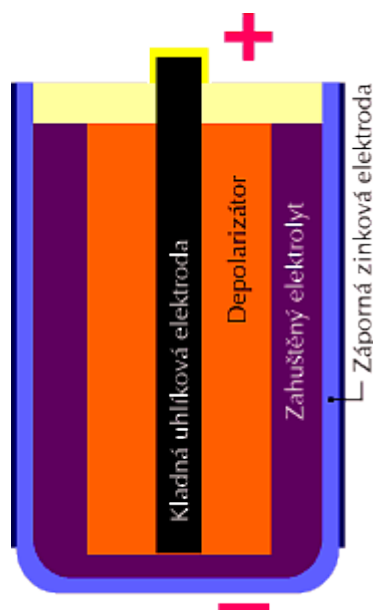
Už jsme se seznámili s tím, jak se elektřina vyrábí a jakou cestu urazí, než se dostane do naší zásuvky. Chceme-li používat elektrické spotřebiče, stačí je jen do zásuvky připojit. Místo použití spotřebičů je však limitováno délkou napájecího vodiče, což je velkou nevýhodou obzvláště v dnešní době, kdy jsou vyráběna stále menší a kompaktnější zařízení vhodná k tomu, aby byla komfortně použitelná doslova kdekoli a kdykoli. Roste proto počet zařízení, která mají zdroj elektrické energie zabudovaný přímo v sobě. Na tyto zdroje jsou přitom kladeny stále větší nároky, aby dokázaly napájet stále výkonnější zařízení po co nejdelší dobu bez potřeby dobítí. Tento trend sledujeme především u mobilních telefonů, notebooků a další podobné elektroniky.

Princip

Základním typem přenosného zdroje stejnosměrného elektrického napětí je článek (označovaný také jako galvanický článek), v němž vzniká elektrická energie přeměnou z energie chemické. Jeho stavba a princip jsou detailně popsány v méj bakalářské práci [33] v oddílu 3. 1. 1. Pro přenosné zdroje napětí někdy používáme i pojem baterie. Tímto slovem bychom měli správně označovat pouze takové zdroje, které se skládají z několika článků. Příkladem může být plochá baterie, která se skládá z tří sériově zapojených článků. Přenosné zdroje (ať už články či baterie) můžeme dělit i jiným způsobem na zdroje primární, které slouží pro jedno použití, a zdroje sekundární (často označované jako akumulátory), které můžeme dobítet a opakovaně používat.

Primárních článků existuje celá řada. Nejstarším, velmi používaným a vcelku levným primárním článkem je Leclancheův suchý článek. Kladnou elektrodou je uhlíková tyčinka, zápornou elektrodou zinkový obal a elektrolytem zahuštěný chlorid amonný. Uhlíková elektroda je navíc obalena depolarizátorem (směsí oxidu manganičitého a grafitu), který

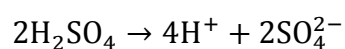
na sebe váže vodík vylučovaný na uhlíkové elektrodě za vzniku vody. Nebýt depolarizátoru, vyloučený vodík by se opět slučoval, čímž by kleslo napětí článku. Řez článkem ukazuje obr. 83.



Obr. 83

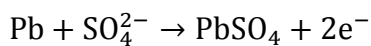
V současné době se těší stále větší oblibě i primární články alkalické, které jsou sice o něco dražší než články Leclancheovy, avšak poskytují delší životnost a vyšší možný odebíraný proud. Katodu tvoří oxid manganičitý a anodu práškový zinek umístěný v alkalickém elektrolytu hydroxidu draselném. Ještě větší životnost, i když za vyšší cenu, nabízejí primární lithiové články s anodou z lithia, katodou z oxidu manganičitého a elektrolytem jako roztokem organických solí lithia. Setkat se můžeme ještě se zinkochloridovými a zinkovzdušnými primárními články či články na bázi oxidu stříbra.

Sekundární články (akumulátory) můžeme oproti primárním používat opakovaně. Abychom je však mohli použít jako zdroje napětí, musíme je před tím nabít připojením k vnějšímu zdroji napětí. Nejznámějším zástupcem je olověný akumulátor, jehož elektrody tvoří olověné desky a elektrolyt je 35 % roztok kyseliny sírové. V nabitém stavu tvoří anodu houbovitě olovo (desky s póry pro maximalizaci povrchu elektrody) a katodu oxid olovičitý. Při dodávání proudu (tedy vybíjení akumulátoru) se elektrolyt rozkládá podle rov. 23.



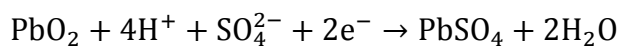
Rov. 23

Na anodě probíhá oxidace ($\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+}$) popsaná rov. 24.



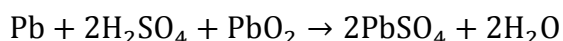
Rov. 24

Na katodě probíhá redukce ($\text{Pb}^{4+} \rightarrow \text{Pb}^{2+}$) popsaná rov. 25.



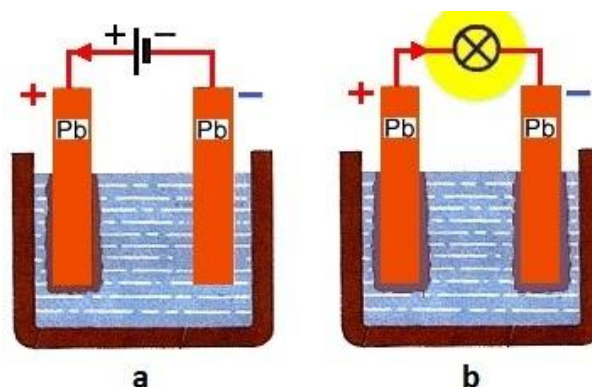
Rov. 25

Celkový proces vybíjení akumulátoru zapíšeme rov. 26.



Rov. 26

Je tedy patrné, že při vybíjení klesá koncentrace roztoku kyseliny sírové (ta se spotřebovává a vzniká voda) a obě elektrody se pokrývají vrstvou síranu olovnatého, který se vyznačuje nízkou vodivostí. Napětí poskytované akumulátorem následkem toho klesá. Napětí jednoho olověného článku se pohybuje na úrovni 2 V, proto jsou články sériově spojovány do baterie o napětí např. 6 V nebo 12 V. Používají se nejčastěji v automobilech, protože jsou schopné dodávat vysoké rázové proudy, které jsou potřeba při startování. Nevýhodou je nutnost opakované údržby a nabíjení. Stačí, když napětí na akumulátoru klesne o zhruba 5 % na hodnotu 1,85 V (na jednom článku) a je nutné jej nabít připojením ke zdroji stejnosměrného napětí. Pokud jej nenabijeme a napětí dále klesá, vzniká na elektrodách nerozpustný krystalický síran olovnatý, který baterii nevratně poškozuje a snižuje její kapacitu. Baterii musíme pravidelně nabíjet i v případě, že ji nepoužíváme a máme ji pouze uskladněnou. Při nabíjení dochází k reakcím popsaným rovnicemi 23 až 26 v opačném směru. Na elektrodách usazený síran olovnatý se rozpouští, roste koncentrace kyseliny sírové. Nabíjení ilustruje obr. 84 a (katoda je obalena hnědým oxidem olovičitým), vybíjení obr. 84 b (obě elektrody jsou pokryty šedým síranem olovnatým).



Obr. 84

Při nabíjení musíme mít otevřené zátky baterie, v jejím okolí nesmíme používat otevřený oheň a prostor musí být dostatečně větrán. Na katodě totiž dochází k uvolňování vodíku, který tvoří se vzduchem výbušnou směs. Protože jsou olověné akumulátory velmi využívané, jejich vývoj jde kupředu a dnes už najdeme na trhu i bezúdržbové hermetické akumulátory s velmi slušnou životností.

Existují i další akumulátory, které fungují obdobě. Například nikel-kadmiový (NiCd) akumulátor představuje běžně používaný dobíjecí článek. Jeho nevýhodou je však poměrně nízká kapacita a obsah jedovatého kadmia. V současnosti ho proto stále více vytlačuje akumulátor nikel-metal hydridový (NiMH), který má poměrně příznivou cenu, vyšší kapacitu a schopnost dodávat relativně velký proud. Často se také setkáváme s lithium-iontovými (Li-ion) akumulátory. Ač jsou dražší, hojně se využívají především v elektronice, protože disponují dlouhou životností a současně poměrně vysokou kapacitou při malém objemu a hmotnosti. Uvažuje se o nich také jako o zdrojích pro elektromobily. Dále existují akumulátory stříbro-zinkové (AgZn), které jsou velmi lehké, odolné proti otřesům, ale velmi drahé, akumulátory stříbro-kadmiové (AgCd) nebo oceloniklové (NiFe).

Pokus

1) Baterie z desetikorun

a) Potřeby

Alobal, papírový ubrousek, desetikoruny (10 ks), nůžky, fixa, sůl, voda, miska, voltmetr, podložka.

b) Postup

Pro sestavení modelu tzv. Voltova sloupu, který byl původně konstruován ze stříbrných a zinkových kotoučků a vlhké plsti, použijeme jiné dva kovy – hliník ve formě alobalu a měď nacházející se na povrchu desetikorun. Jako elektrolyt nám poslouží solný roztok napuštěný v papírovém ubrousku. Aby šlo skutečně o sloup, musí mít všechny komponenty stejný tvar. Proto několikrát přehneme alobal i ubrousek, na jejich vrchní část obkreslíme fixem desetikorunu (obr. 85 vlevo) a vystřihneme (obr. 85 uprostřed). V misce si připravíme koncentrovaný solný roztok a namočíme do něj vystřižené kruhové kousky ubrouska. Nyní začínáme jednotlivé materiály vrstvit. Je jedno, jakým kovem začneme, ale kovy se musí stále střídat a mezi každými dvěma kovy musí být ubrousek

s elektrolytem (např. Al-ubrousek-Cu-ubrousek-Al-ubrousek-Cu-ubrousek). Po sestavení článku změříme napětí mezi konci sloupu.

Výsledek

Hotovou baterii ukazuje obr. 85 vpravo. Napětí naměřené mezi konci baterie $U_b = 9,1 \text{ V}$. Jelikož jde o sériové spojení 10 kusů stejných článků, můžeme tvrdit a také snadno ověřit, že napětí na každém článku dosahuje přibližně hodnoty $U_\zeta = 0,9 \text{ V}$.



Obr. 85

2) Baterie z ovoce

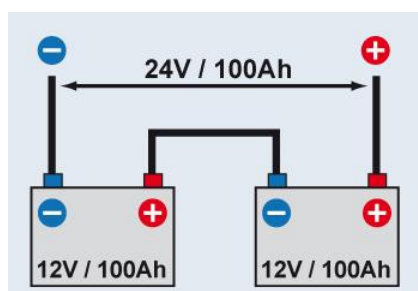
Tento pro žáky velmi atraktivní pokus je popsán v mojí bakalářské práci [33] v oddílech 3. 1. 2 až 3. 1. 4.

Didaktika

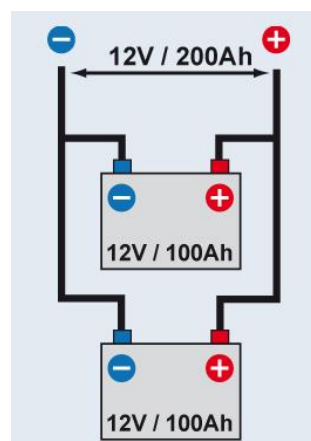
Námět na činnost

- 1) Baterie se skládají z jednotlivých článků, které mohou být spojeny sériově (obr. 86) nebo paralelně (obr. 87). Přitom je nutné, aby všechny zapojené články měly stejné parametry. Žákům zadáme úkol, aby pomocí obyčejných monočlánků AA, vodičů a voltmetru zjistili, co se děje při obou zapojeních s napětím. Měli by zjistit, že při sériovém zapojení odpovídá celkové napětí součtu napětí jednotlivých článků (např. plochá baterie o celkovém napětí $U = 4,5 \text{ V}$ se skládá z tří sériově zapojených článků s napětím $1,5 \text{ V}$). Mohlo by se tedy zdát, že paralelní zapojení je nám tedy k ničemu. Není tomu tak, jen jsme při měření voltmetrem na výhodu

tohoto zapojení nemohli přijít. Zvyšuje se zde totiž celková kapacita, která odpovídá součtu kapacit jednotlivých článků. U sériového zapojení zůstává celková kapacita rovna kapacitě jednoho článku. Paralelní zapojení tedy použijeme tam, kde potřebujeme větší výdrž baterie, sériové zase tam, kde požadujeme vyšší napětí. Pokud obě zapojení kombinujeme, dosáhneme zvýšení hodnoty napětí i kapacity.



Obr. 86



Obr. 87

Jednotlivé články nemusí být pouze pevně spojeny jako baterie. Se zapojováním článků se setkáváme například u ovladačů, vysílaček, meteostanic, svítilen a dalších spotřebičů a zařízení, kam vkládáme více než jednu tužkovou baterii.

- 2) Zadáme žákům dobrovolný úkol, aby se zeptali nějakého rodinného příslušníka, který si sám dobíjí akumulátor do auta, jakým způsobem, kde a za jakých podmínek autobaterii dobíjí. Další hodinu žáci sdělí, co se dozvěděli, a se spolužáky a učitelem prodiskutují, zda je daný způsob dobíjení správný či nikoli a proč.
- 3) Dáme žákům za úkol, aby zjistili, jaké typy článků a baterií doma používají a kde. Příští hodinu uděláme anketu a zjistíme, jaký typ je nejpoužívanější a jaký nejméně.

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Napětí deklarované na článku je tzv. napětí elektromotorické (značené U_e). Jde v podstatě o napětí, které je schopná vytvořit jiná forma energie v článku (většinou jde o energii chemickou). Jakmile však připojíme článek do obvodu, začne jím procházet proud a napětí klesne. Úbytek napětí na zdroji U_z je důsledkem jeho nezanedbatelného vnitřního odporu R_i . Známe-li proud I protékající obvodem, úbytek na zdroji $U_z = I \cdot R_i$.

- 2) Chceme-li si koupit článek nebo baterii, většinou nám nestačí znát pouze hodnotu elektromotorického napětí, ale i další parametry, jako například velikost (tužkové AA, mikrotužkové AAA, ploché, knoflíkové, ...), počet použití, počet nabíjecích cyklů (u sekundárních článků), nabíjecí proud a doba (u sekundárních článků), míra samovybití, vnitřní odpor článku (snižuje napětí článku při zátěži), možná zátěž (ne každý článek je vhodný v rychlému vybití velkými proudy) a bezpečnost s ekologičností (z čeho je článek vyrobený). Velice důležitou vlastností je kapacita, která se většinou udává v Ah (ampérhodinách). Platí, že $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ As} = 3600 \text{ C}$. Udává celkový náboj, jaký je článek schopen poskytnout. Máme-li článek s kapacitou 1 Ah, můžeme ho vybit proudem 0,1 A po dobu 10 hodin nebo proudem 1 A po dobu 1 hodiny. Záleží zde ale na tom, pro jakou proudovou zátěž je článek konstruovaný. Jen těžko by mohl poskytnout proud 60 A po dobu 1 min nebo 3600 A po dobu 1 s, i když by to stále odpovídalo uvedené kapacitě.
- 3) Některé primární články lze za určitých okolností použít opakovaně. Zatím, co zinkouhlíkové a zinkochloridové články jsou po vybití nevratně chemicky změněny a nelze je nabíjet, u článků alkalických, NiMH a NiCd je situace jiná. Lze je dobít ve speciální nabíječce, která funguje na principu pomalého pulzního nabíjení a neustálé kontroly teplota baterií. Obzvláště rychle vybité články sloužící jako zdroje výkonnějších zařízení lze takto nabít takřka na původní parametry z výroby a to opakovaně. Horší je to pak s články vybitými pomalu malými proudy, u kterých již došlo k částečné nevratné chemické změně.
- 4) Vývoj článků stále pokračuje a obzvláště v posledních letech vědci přicházejí s novými pozoruhodnými typy. Můžeme jmenovat článek na moč, miniaturní článek z odřezku dřeva potaženého cínem nebo pružnou baterii z uhlíkových nanovláken, které můžeme dát takřka jakýkoli tvar a rozměr. Pozoruhodný je také ekologicky šetrný článek z cukru poskytující vysoký výkon a až desetkrát větší množství náboje, než se skrývá ve srovnatelně velkém článku lithiovém.
- 5) Jen v České republice se ročně prodá 120 milionů článků a baterií. Každý občan tedy v průměru spotřebuje 12 kusů ročně.
- 6) Při takto vysoké spotřebě baterií a článků je nezbytné je po ukončení jejich životnosti odevzdat na místě zpětného odběru (často jde o označené krabice v obchodech nebo sběrných dvorech), aby mohly být ekologicky recyklovány.

V opačném případě hrozí zamoření životního prostředí a vody jedovatými látkami a těžkými kovy, které jsou v člancích obsažené. Jeden obyčejný článek totiž obsahuje tolik škodlivých látek, že má potenciál znečistit až 60 000 litrů vody. V posledních letech je obsah těchto látek v člancích naštěstí regulován, i tak ale tvoří pro životní prostředí velkou zátěž, pokud nejsou zlikvidovány tak, jak mají.

Zdroje

[25], [28], [33], [54], [55], [69], [74], [75], [76], [77], [78], [79]

2.4.3 ELEKTROMOTOR

Celá řada spotřebičů v domácnosti, ale třeba i na zahradě a v dílně, funguje na principu otáčení svých pohyblivých částí. Ve fénu se otáčí větrák, v mixéru nůž, ve ventilátoru vrtule atd. Otáčivý pohyb má na svědomí elektromotor, který je jejich společným základem.

Princip

Elektromotor je zařízení, které přeměňuje elektrickou energii na mechanickou práci. Jde tedy o opačný princip než v generátorech. Jinak jsou si ale obě zařízení dosti podobná. Existují lineární motory, které vykonávají posuvný pohyb, avšak drtivá většina vykonává pohyb rotační kolem osy. Otáčející se části motoru se říká rotor, pevné části stator. Protože existuje mnoho typů motorů, rozdělují se do několika kategorií podle různých parametrů. Rozeznáváme motory pracující se střídavým nebo stejnosměrným napětím, synchronní (rotor se otáčí stejně s točivým magnetickým polem) a asynchronní (rotor se zpožďuje za točivým magnetickým polem) motory. Dále je můžeme rozdělovat podle typu magnetu (elektromagnet, permanentní magnet), buzení (vlastní, cizí) nebo zapojení (sériové, paralelní, kombinované). Vzhledem k parametrům sítě v domácnostech se nejčastěji používá ve spotřebičích jednofázový motor na střídavý proud nebo motor na stejnosměrný proud v případě napájení bateriemi. Protože je problematika motorů dosti obsáhlá, v následujícím textu se omezíme jen na několik nejzákladnějších typů.

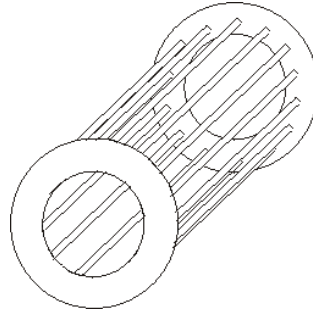
Trojfázový synchronní motor

Jedná se o zařízení pracující opačně než alternátor (obr. 16 v oddílu 2. 1. 3 této práce). Přivedením trojfázového napětí na cívky vznikne uvnitř statoru točivé magnetické pole,

rotor se pak otáčí stejně, jako toto pole. Tento typ se moc nepoužívá, jelikož je třeba jej roztočit.

Trojfázový asynchronní motor

Rotorem je zde tzv. klecová kotva (také kotva nakrátko). Říká se mu tak proto, že opravdu připomíná klec tvořenou neizolovanými vodiči (obr. 88).



Obr. 88

Stejně jako u synchronního motoru přivedeme na cívky trojfázové napětí za vzniku magnetického točivého pole. V kotvě se mění magnetické pole, indukuje se napětí a protéká proud (kotva je zkratována – proto se označuje také jako kotva nakrátko). Protékající proud vytváří kolem kotvy vlastní magnetické pole, následkem čehož s ní začíná otáčet točivé pole statoru. Rotor se vždy otáčí pomaleji než točivé pole – za polem zaostává. Jak moc se zpožďuje, určuje takzvaný skluz s , definovaný rov. 27, kde f_p je frekvence točivého pole a f_r frekvence rotoru.

$$s = \frac{f_p - f_r}{f_p}$$

Rov. 27

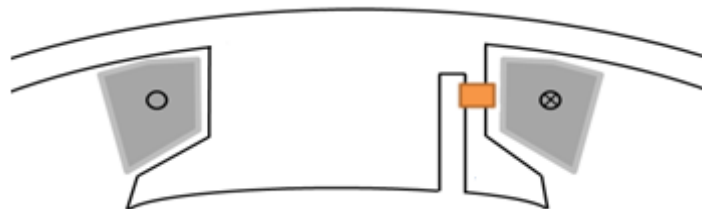
Kdyby byl skluz nulový, tedy rotor se otáčel stejně rychle jako točivé pole, neprotékal by kotvou žádný proud. Kotva by přestala mít vlastní magnetické pole a točivé pole statoru by jí přestalo otáčet. Kroutivý moment hřídele (neboli moment síly) by byl nulový. Naopak, čím větší je skluz, tím větší proud protéká kotvou a hřídel rotoru má větší kroutivý moment. Skluz však nemůžeme zvyšovat neomezeně. Každý motor má na štítku uvedené provozní parametry, při jejichž dosažení pracuje nejspolehlivěji a nejefektivněji. Ty bychom neměli překračovat, jinak snižujeme životnost motoru. Vezmeme-li v úvahu krajní možnost skluzu $s = 100\%$, fakticky to znamená, že rotor úplně stojí, přičemž jím protékají obrovské proudy. Následkem může být přehřátí a vzplanutí motoru. K tomu může dojít například u cirkulárky, když se zasekne pilový kotouč.

Asynchronní trojfázové motory jsou v současné době nepoužívanějšími. To je způsobeno jejich spolehlivostí, jednoduchostí konstrukce (do rotoru nemusíme přivádět napětí), autoregulací výkonu podle zatížení a nenáročností na údržbu. Můžeme je najít například u cirkulárek, čerpadel a v průmyslových podnicích.

Jednofázový asynchronní motor

Funguje obdobně jako výše popsany motor trojfázový, jen se musí zajistit počáteční roztočení rotoru. To může být zajištěno dvěma způsoby. První možnou realizací je kondenzátorový motor s hlavním a pomocným vinutím. Hlavní vinutí je připojeno do sítě, k vedlejšímu vinutí je sériově připojen kondenzátor, který způsobí fázový posun. Vzniká tak točivé pole, rotor se roztočí a pomocné vinutí může být vypnuto.

Druhým typem realizace je motor se stíněným pólem (schéma stíněného pólu na obr. 89). Ze statoru vyčnívá pól se zářezem. Zářezem je veden závit na krátko (na obr. 89 oranžový), kolem pólu je pak vinutí (na obr. 89 šedé). Po přivedení napětí na vinutí jím protéká proud, vzniká proměnné magnetické pole, díky němuž se na závitě na krátko indukuje napětí a začíná protékat proud. I kolem závitě na krátko proto vzniká magnetické pole, které ale v každý okamžik na základě Lenzova zákona působí proti magnetickému poli vinutí, které jej vyvolalo. Celkové magnetické pole se tak deformuje k jedné straně, což působí jako rozběhový moment pro rotor.



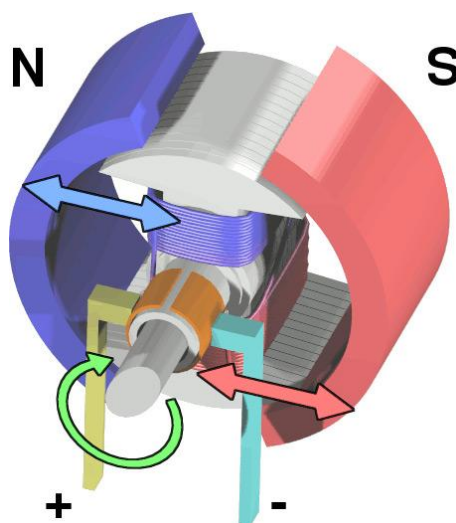
Obr. 89

Mezi výhody jednofázového asynchronního motoru patří nízká cena a jednoduchá konstrukce. Nevýhodou je ale malá účinnost (do 20 %) a fakt, že nelze regulovat jeho otáčky. Používá se většinou v domácích spotřebičích nenáročných na výkon (ventilátory, čerpadla lednic, praček).

Stejnoseměrný motor

Funguje opačně než dynamo (generátor stejnosměrného proudu). Nejjednodušší motor tohoto typu má stator tvořený permanentními magnety a rotor tvořený cívkou (obr. 90).

Na cívku je napětí přivedeno přes komutátor, který slouží jako přepínač polarity cívky. Nebýt komutátoru, cívka by se natočila do polohy, v níž se přitahují její magnetické póly s póly statoru, a dále by v rotaci nepokračovala. Komutátor v tomto okamžiku přepne napětí a obrátí směr proudu v cívce. Tím ji přepóluje a cívka je od pólů statoru, k nimž byla do tohoto okamžiku přitahována, odpuzována. Pokračuje tedy dále v rotaci. Takto konstruovaný motor se používá především u menších motorků sloužících pro pohon ventilátorů v počítači nebo jiných drobných zařízení a hraček.

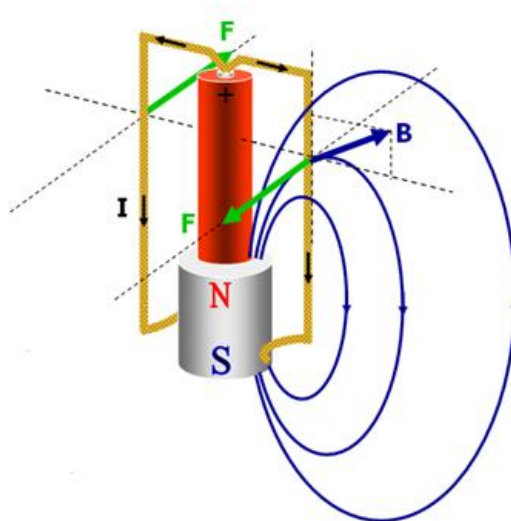


Obr. 90

Motor funguje úplně stejně, i když permanentní magnety statoru nahradíme statorovým vinutím. Pokud má každé vinutí svůj zdroj napětí, mluvíme o motoru s cizím buzením. Buzení je zde tedy konstantní a otáčky závisí pouze na napětí na cívce rotoru. V případě, že mají vinutí statoru i rotoru společný zdroj napětí, musí být nějak propojena (sériově (sériový motor), paralelně (derivační motor) nebo kombinovaně (kompaundní motor)).

U sériového motoru prochází proud nejprve vinutím statoru a až pak vinutím rotoru. Při malých otáčkách má velký kroutivý moment, při velkých otáčkách je tento moment malý. Často se používají pro pohon dopravních prostředků, najdeme je ale i v domácnosti (např. vrtačka, mixér). Derivační motory s paralelně zapojenými vinutími mají stabilní kroutivý moment záviselý pouze na proudu procházejícím vinutím rotoru, nikoli na zátěži. Proto se používá tam, kde je potřeba zajistit konstantní otáčky nezávislé na zátěži. Kompaundní motor kombinuje sériové i paralelní zapojení a využívá výhod obou. S rostoucím zatížením se zpomaluje rotace, proud procházející sériovým vinutím vzroste, sníží se buzení a dojde k opětovnému zrychlení rotace.

Mezi stejnosměrné motory patří i homopolární motor. Ten se od klasických stejnosměrných elektromotorů poněkud liší. Otáčející se závit (rotor) má totiž stále stejnou polaritu. Proud tedy teče stále stejným směrem. Jednu z možných realizací tohoto motoru ukazuje obr. 91. Na magnetu je postaven monočlánek, na jehož kladné elektrodě je zavěšen závit. Ve spodní části se závit dotýká magnetu, který zde funguje jako stator motoru i jako vodič zároveň. Tím, že se závit dotýká magnetu, jež je vodivě spojen se záporným pólem monočláneku, začíná oběma částmi závitu téci proud I . Kolem vodiče tedy vzniká magnetické pole. I magnet kolem sebe vytváří magnetické pole. Směr magnetické indukce B je v každém místě pole tečnou k magnetické indukční čáře. Abychom zjistili, jakým směrem bude na závit působit magnetická síla, využijeme Flemingovo pravidlo levé ruky. Nataženou dlaň levé ruky natočíme tak, aby B směřovala do dlaně a prsty ukazovaly směr proudu I v závitě. Palec pak ukazuje směr magnetické síly F .



Obr. 91

Pokus

Ve výuce je vhodné předvést pokus s homopolárním motorem, který je popsán v didaktické části této kapitoly jako didaktická pomůcka.

Didaktika

Námět na činnost

- 1) Vezmeme model vodní elektrárny z kapitoly 2. 1. 2, připojíme jej k zdroji stejnosměrného napětí 12 V a žákům ukážeme, že elektromotory a generátory napětí jsou stejná zařízení fungující opačně. V kapitole 2. 1. 2 jsme roztáčeli hřídel motorku pomocí lopatkového kola, diodou začal protékat proud, a proto se

rozsvítla. Naopak když na kontakty motorku přivedeme napětí, začne jeho vinutím protékat proud a hřídel s lopatkami se roztočí.

- 2) Žákům zadáme dobrovolný domácí úkol, aby doma zjistili které spotřebiče, jež mají doma, pohání motor, a aby si napsali jejich seznam. Následující hodinu zjistíme, kdo ze třídy vypsál nejvíce spotřebičů, a případně debatujeme s žáky o některých zajímavých spotřebičích s motorovým pohonem.

Didaktická pomůcka

- 1) Homopolární motor (3 typy)

- a) Potřeby

Monočlánek (1,5 V), plochá baterie, kancelářské sponky, měděný drátek, neodymový magnet, podložka pod baterii.

- b) Postup

První typ motoru vytvoříme tak, že na kontakty ploché baterie připevníme kancelářské sponky. Pod baterii vložíme podložku, aby byla výše. Z měděného drátku namotáme cívku takového tvaru, aby se při umístění do otvorů sponek mohla volně otáčet. Pod cívku zavěšenou ve sponkách umístíme magnet a cívku zlehka roztočíme (obr. 92 vlevo).

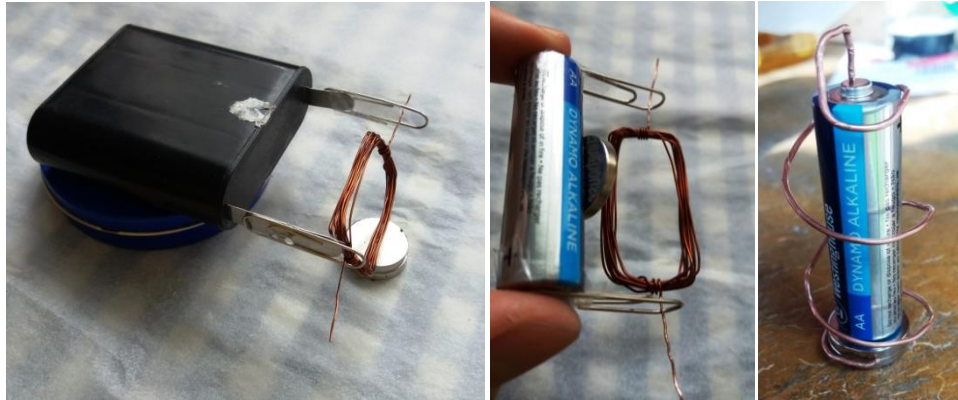
Motor druhého typu má velmi podobnou konstrukci, jen místo ploché baterie použijeme monočlánek a magnet upevníme přímo na něj (obr. 92 uprostřed).

Třetí typ motoru vytvoříme z monočláнку, který postavíme ve svislé poloze na magnet kladným pólem vzhůru. Z měděného drátku vymodelujeme libovolný tvar. Ten musí být vyvážený, aby se mohl volně otáčet kolem článku, jeden konec drátu se musí dotýkat kladného pólu, druhý konec magnetu.

- c) Výsledek

Jak bylo popsáno v teoretické části této kapitoly, cívku začne po jejím připojení ke kontaktům baterie protékat proud. Vzniká kolem ní magnetické pole, které interaguje s polem magnetu. Směr otáčení pak závisí na směru proudu v cívce a polaritě magnetu.

Při předvádění pokusu před žáky je dobré skrýt magnet pod podložku nebo papír, aby se žáci museli zamyslet, zda je vůbec možné, aby cívka jen tak rotovala mezi póly baterie.



Obr. 92

Zajímavosti a souvislosti

- 1) Úplně první elektromotor zkonstruoval mezi lety 1827 a 1829 slovenský fyzik, experimentátor a pedagog Štefan Anián Jedlík. V roce 1842 ho dokonce použil pro pohon kolejového vozíku. Zajímavé je, že elektromotor byl uvažován a zkoušen jako pohon vozidel dříve, než motor spalovací.
- 2) Princip funkce motorů se kvůli názornosti popisuje (viz obr. 90) tak, jako by všechny motory měly jen dva póly na rotoru a dva póly na komutátoru. Reálně se ale většina motorů konstruuje s větším počtem pólů na těchto komponentech. Pokud má motor jen dva póly, zabírá nejvíce v momentu přepólování. Nepracuje tedy konstantně. Zvýšíme-li počet vinutí a tedy i magnetických pólů rotoru a zajistíme-li, aby proud procházel vždy tou cívkou nacházející se v poloze s největším záběrem, zajistíme mnohem rovnoměrnější běh motoru.
- 3) Trojfázové motory se připojují do trojfázové zásuvky. Tato zásuvka má pět zdířek (tři fáze, střední vodič a ochranný vodič) nebo čtyři zdířky (starší typ, kde je střední a ochranný vodič sdružený do jednoho vodiče). Tato zásuvka umožňuje zapojení spotřebiče do hvězdy i trojúhelníku. Motory s vyššími nároky na výkon se provozují v zapojení do trojúhelníku. Ne však od samotného spuštění. Při rozběhu by motor odebíral ze sítě mnohonásobně vyšší proud, než je jeho nominální hodnota, čímž by síť přetížil a způsobil vypnutí jističe. U výkonných motorů proto můžeme mezi oběma zapojeními přepínat. Motor nejdříve necháme rozběhnout na nižší otáčky při zapojení do hvězdy a až poté přepojíme motor do trojúhelníku.

Zdroje

[4], [9], [48], [53], [80], [81], [82], [83], [84]

2.4.4 ŽÁROVKA

Historie

Před vynalezením žárovky byli lidé odkázáni na denní světlo, v noci si museli svítit ohněm. Používali se proto louče, pochodně, svíčky, petrolejové lampy a později i lampy plynové. Počáteční pokusy o vytvoření elektrické osvětlení se objevily v polovině 19. století při zkoumání elektrického oblouku. První dokonalejší obloukovou lampu navrhl a vyrobil František Křižík na počátku 80. let 19. století. Jeho lampa se ale i tak vyznačovala přílišným jasem a nízkou stabilitou. Nikdy se proto ve větší míře neuchytila. Revoluci v osvětlení přinesla až elektrická žárovka, kterou roku 1881 představil světu Thomas Alva Edison. Předcházely tomu ale mnohé pokusy zaměřené především na životnost žárovky. Ta byla zprvu velmi nízká. Edison se svým týmem hledal neustále nové materiály, které by mohly tvořit vlákno tak, aby co nejdéle vydrželo. Pátral dokonce i v Asii, kde nakonec našel materiál dobrých vlastností – bambus. Později zjistil, že nejlépe funguje žárovka se zuhelnatělým bambusem ukrytým v baňce, z níž je odsán vzduch. Takto vypadala první Edisonova žárovka, které se v krátkém čase dostalo velké slávy. Je přitom málo známé, že Edison vlastně nebyl prvním, kdo žárovku skládající se z baňky a materiálu, jímž protéká proud, sestavil. Předběhl ho Němec Heinrich Göbel. Protože však neovládal angličtinu, neměl moc peněz a neuměl se příliš prosadit, celý úspěch a uznání sklidil Edison, kterého dnes každý zná jako otce žárovky.

Žárovky si zachovali svoji původní podobu až dodnes, jen vlákno ale už není z bambusu, ale wolframu.

Princip

Nejdůležitější část žárovky tvoří wolframové vlákno a skleněná baňka, v níž je vlákno umístěno. Z baňky je odsátý vzduch, aby vlákno při průchodu proudem neshořelo. Zahřívá se totiž na teplotu kolem 2500 °C. Má-li být žárovka zdrojem světla, musí nejintenzivněji produkovat elektromagnetické záření o vlnové délce λ v intervalu 390 – 760 nm. Je-li vlnová délka delší, mluvíme o infračerveném záření, je-li kratší, mluvíme o ultrafialovém záření.

Každé zahřáté těleso září do okolí. Záření se přitom skládá z různých vlnových délek, které jsou vyzařovány s různou intenzitou. Jaká vlnová délka je vyzařována nejintenzivněji záleží na teplotě tělesa. S rostoucí teplotou se maximum posouvá do kratších vlnových délek

(dle Wienova posunovacího zákona vyjádřeného v rov. 28, v níž λ_{max} označuje vlnovou délku záření s nejvyšší intenzitou, T je termodynamická teplota a $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$).

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

Rov. 28

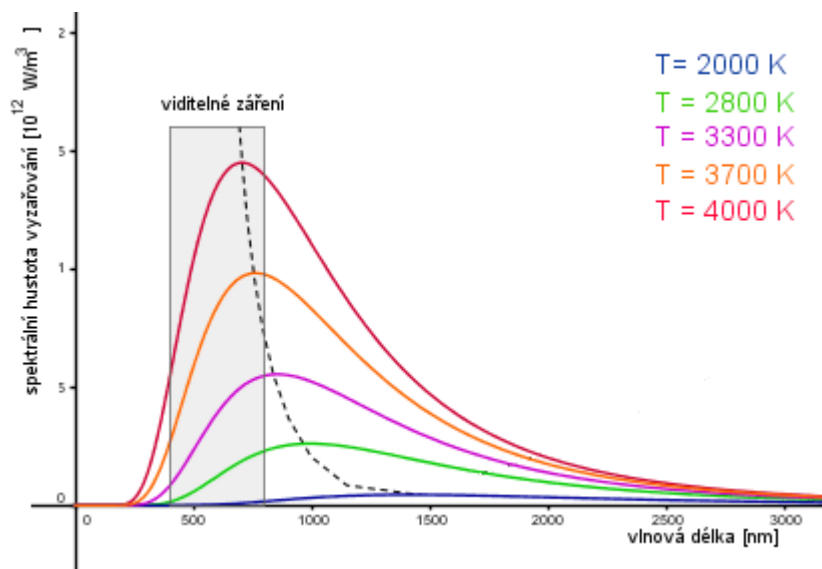
Je přitom zřejmé, že s rostoucí teplotou se také zvyšuje celková intenzita vyzařování (dle Stefan-Boltzmanova zákona vyjádřeného v rov. 29, v níž I je intenzita, T termodynamická teplota a $\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$)

$$I = \sigma \cdot T^4$$

Rov. 29

Je vhodné zavést spektrální hustotu vyzařování M_λ , která určuje, jaká část celkové energie vyzařené zdrojem připadá na záření o vlnové délce λ při dané teplotě zdroje T . Závislost M_λ na λ je zachycena na obr. 93. Dobře se zde ukazuje platnost obou předcházejících zákonů.

Soustředíme-li se na zelenou křivku, jenž přibližně odpovídá provozní teplotě vlákna žárovky, zjistíme, že její maximum se nachází mimo viditelné světlo v infračervené oblasti. Žárovka proto více topí, než svítí.



Obr. 93

Zjišťujeme tedy, že klasická žárovka nedisponuje příliš vysokou účinností. Zato halogenová žárovka, která funguje téměř na stejném principu, jako žárovka klasická, je na tom lépe. Její vlákno se ale zahřívá na něco vyšší teplotu. Maximum této žárovky se proto dostává do viditelné oblasti spektra, čímž se prokazuje její vyšší efektivita. V baňce halogenové

žárovky navíc není vakuum, ale nachází se v ní halové prvky. Jejich přítomnost omezuje vypařování vláknů a prodlužuje tak životnost žárovky.

Kromě dvou uvedených žárovek existují i další zdroje světla, které mohou svým tvarem připomínat žárovku, ale fungují na úplně jiném principu. Jejich příklady i s porovnáním vlastností zachycuje tab. 5.

	klasická žárovka	halogenová žárovka	úsporná žárovka	LED
životnost (hod.)	1000	2000	8000	50000
úspornost	nízká	nízká	střední	vysoká
svítivost (lm/W)	13	13	50	80 a více
funkční při nízkých teplotách	ano	ano	ne	ano
rychlý náběh světla	ano	ano	ne	ano
vhodné pro časté zapínání	ano	ano	ne	ano
ekologická zátěž (rtuť)	ne	ne	ano	ne

Tab. 5

(Poznámka: Všechny zákonitosti a vztahy uvedené v této kapitole platí pro absolutně černá tělesa. Tedy pro taková tělesa, která všechno na ně dopadající záření pohltí a nic neodrazí.)

Pokus

Ve výuce je vhodné předvést pokus s modelem žárovky, který je popsán v didaktické části této kapitoly jako didaktická pomůcka.

Didaktika

Námět na činnost

- 1) Zjistěte, jaké typy světelných zdrojů doma používáte.
- 2) Zjistěte, kolik klasických žárovek doma používáte, a zapište si jejich výkon. S pomocí tab. 6 a dalších zdrojů zjistěte, kolik peněz by při současné ceně elektřiny vaše rodina ušetřila za rok, kdybyste všechny klasické žárovky vyměnili za jiný úspornější zdroj světla (např. LED nebo úsporné zářivky).
- 3) Aby byla výměna žárovek co nejrychlejší a nejsnazší, používají se pro jejich upevnění i napájení objímky, do nichž stačí žárovku jen našroubovat. Pokud bych měl ale žárovku volně položenou v ruce nebo na stole a chtěl ji rozsvítit pomocí baterie (bavíme se o žárovce s nízkým výkonem), na které části žárovky bych musel připojit póly baterie? Svoje řešení ověřte pokusem.

Didaktická pomůcka

1) Žárovka s grafitovým vláknem

a) Potřeby

Sklenička od jogurtu nebo přesnídávky, tuha, vodiče, vodičové konektory, vrtačka, kombinované kleště, zdroj napětí (např. starý adapter), pájecí potřeby a pájka.

b) Postup

Ve víčku uděláme vrtačkou dva otvory, do nichž z vnější strany připevníme jednu část vodičových konektorů. Na vnitřní straně víčka ke konektorům připájíme dva stejně dlouhé vodiče, na jejich volných koncích vytvoříme kleštěmi očka, do nichž vsuneme tuhu. Očka kleštěmi opatrně zmáčkne, aby tuha nevypadla ani se nezlomila. Na vodiče s tuhou opatrně nasadíme sklenici a zašroubujeme. Výstup starého adapteru opatříme druhou částí vodičových konektorů, které připojíme ke konektorům baňky. Adapter připojíme do sítě.

c) Výsledek

Tuha se začne žhavit, doutnat a za chvíli se rozsvítí výrazným světlem. Vyrobili jsme tak fungující model žárovky. Parametry přivedeného napětí (tedy parametry adapteru) závisí na tloušťce tuhy. Čím je tuha tenčí, tím menší napětí nám stačí. Ideální je mít regulovatelný adapter, s jehož pomocí snadno vyzkoušíme, kdy se tuha nerozžhává (napětí je příliš nízké) a kdy začne hořet a rychle se rozpadne (napětí je příliš vysoké). Místo adapteru můžeme použít také baterie. Napětí pak regulujeme jejich spojováním do série. Realizaci a výsledek pokusu zachycuje obr. 94.



Obr. 94

Zajímavosti a souvislosti

- 1) T. A. Edison je velmi známý vynálezce, jehož jméno proslavila žárovka. Byl velmi pracovitý, cílevědomý a nikdy se nevzdával. Méně známým faktem je, že se často choval jako bezohledný podnikatel. Díky svému pragmatickému pohledu na věc se snažil dospět k vynálezu primárně proto, aby ho proměnil v dobře prodejný výrobek, na němž by mohl zbohatnout. Často navíc vykrádal a upravoval patenty ostatních, aby za ně nemusel platit. Nebyl navíc typickým vědcem – k všem svým vynálezům dospěl neustále opakovanými a upravovanými pokusy bez použití teorie.
- 2) Každý zdroj světla vyzařuje energii. Abychom tuto energii popsali s ohledem na zrakové vnímání člověka, zavádíme fotometrické veličiny. Mezi ně patří:
 - a) světelný tok ϕ , který udává, kolik světla se celkově vyzáří do prostoru, jednotka je lumen (lm)
 - b) svítivost I , která udává, kolik energie se vyzáří daným směrem (připadá na prostorový úhel), jednotka je kandela (cd), jenž patří do základních jednotek SI
 - c) osvětlení E , které udává, kolik z vyzářeného světla připadá na určitou plochu, na níž světlo dopadá, jednotka je lux (lx)
- 3) Klasická žárovka má účinnost pouze 5 %. Znamená to, že je z 95 % zdrojem tepla.
- 4) Klasická žárovka je velmi neefektivním zdrojem světla. Proto se nahrazuje jinými světelnými zdroji. Tab. 6 ukazuje, jaký příkon musíme dodat jednotlivým zdrojům pro zachování dané úrovně světelného toku.

světelný tok	klasická žárovka	halogenová žárovka	úsporná žárovka	LED
500 lm	40 W	35 W	11 W	7 W
750 lm	60 W	42 W	15 W	9 W
1300 lm	100 W	70 W	23 W	15 W

Tab. 6

- 5) Z důvodu nízké účinnosti a tím i ekologické nešetrnosti je v mnoha státech postupně zakazován prodej klasických žárovek. Roku 2009 k němu přistoupila i Evropská unie. Zákaz nejprve zahrnoval pouze žárovky s výkonem vyšším než 100 W, postupem času se ale rozšířil na všechny typy žárovek. Síla zvyku a jejich oblíbenost je však stále velká a tak někteří výrobci a prodejci zákaz obcházejí.

Prodávají tzv. tepelné koule určené k vytápění. Ve skutečnosti nejde o nic jiného, než o klasickou žárovku.

Zdroje

[25], [51], [73], [95], [96], [97], [98], [99]

3 VÝZKUMNÁ ČÁST

3.1 ÚVOD

Po dokončení praktické části jsem se rozhodl v ní uvedené a rozpracované náměty, pokusy a vyrobené didaktické pomůcky použít v pedagogické praxi. Chtěl jsem zjistit, zda bude jejich efekt ve výuce opravdu takový, jaký jsem zamýšlel. K provedení průzkumu jsem si vybral třídu 9. A na 17. ZŠ a MŠ v Plzni. Do výzkumu se zapojilo 16 žáků. K dispozici jsem dostal dvě vyučovací hodiny.

3.2 PŘÍPRAVA VÝZKUMU

Výzkum jsem připravil na základě teoretických poznatků uvedených v kapitole 1. 7. Cílem tohoto výzkumu je ověřit, že využití praktické části méj diplomové práce ve výuce pomůže žákům lépe pochopit a osvojit si principy vybraných fyzikálních jevů. V souladu s tímto cílem jsem zformuloval hypotézu:

Při použití didaktických pomůcek a pokusů z praktické části méj diplomové práce ve výuce vzroste počet správných odpovědí ve výstupním didaktickém testu alespoň o 30 % oproti didaktickému testu vstupnímu.

Je zřejmé, že jsem si pro ověření této hypotézy zvolil učiteli nejčastěji využívanou metodu pedagogické diagnostiky žáků – nestandardizovaný kognitivní didaktický test. Protože praktická část zahrnuje mnoho pokusů, námětů na činnost a návodů na výrobu didaktických pomůcek, jejichž plnohodnotné použití ve výuce by zabralo více než dvě pro výzkum určené vyučovací hodiny, byl jsem nucen vybrat pouze některé z nich. Při výběru jsem se řídil kritériem pestrosti, aby bylo vybranými aktivitami pokryto co nejvíce fyzikálních témat, a také kritériem důležitosti. Primárně jsem vybíral takové jevy, se kterými se žák setkává často a je důležité, aby jim porozuměl. Tento výběr jsem ještě doplnil o snadno realizovatelné a atraktivní pokusy, jež si žák snadno sestaví a vyzkouší i doma. Podle vybraných aktivit jsem následně sestavil samotný test obsahující 16 úloh s volbou jedné správné odpovědi ze tří možných. Otázky i možné odpovědi jsem formuloval tak, aby byly co nejstručnější a nejsrozumitelnější. Abych omezil možnost náhodného tipování odpovědi a zajistil tak dostatečnou spolehlivost testu, rozhodl jsem se hodnotit správnou odpověď jedním bodem, absenci odpovědi nula body a špatnou odpověď jedním záporným bodem. Pokud žák nezná odpověď na otázku, raději nechá

úlohu bez odpovědi, než aby riskoval ztrátu bodů. Uvedené hodnocení navíc dobře koresponduje s důsledky, které mohou žákovské představy o fyzikálních jevech mít. Má-li žák správnou představu a odpoví dobře, je ohodnocen jedním bodem. Pokud nemá žák o jevu žádnou představu a netuší, která odpověď je ta pravá, nezíská žádný bod. V průběhu výuky může správnou představu získat a osvojit si ji. Nejhorší možností je, když má žák zafixovanou nějakou fyzikální miskoncepci, odpovídá na otázku, protože si myslí, že zná správnou odpověď. Ta je však chybná. Miskoncepce se těžko odstraňují a nahrazují koncepty správnými. Žák je zde hodnocen jedním záporným bodem.

Je patrné, že minimální počet bodů, kterého může žák dosáhnout v případě, že všechny úlohy vyřeší špatně, je – 16 bodů. To odpovídá úspěšnosti – 100 % (tedy absolutní neúspěšnosti). Úspěšnost blízká hodnotě 0 % značí, že toho žák o tématu moc neví. A nakonec zisk + 100 % značí absolutní úspěšnost. Žák dané téma ovládá, protože na všechny otázky odpověděl správně. Žáci test řešili anonymně.

Didaktický test je přílohou této práce.

3.3 PRŮBĚH A VYHODNOCENÍ

První vyučovací hodinu strávenou v deváté třídě jsem žákům rozdál didaktický test a instruoval je, jak jej mají řešit. V této fázi výzkumu sloužil jako vstupní test, jehož výsledek ukazuje, jaké znalosti si žáci přinášejí do hodiny. Po deseti minutách, když všichni odevzdali, jsem zahájil praktickou část výzkumu. Žákům jsem ukázal na modelu paže, co se děje, když zvedáme závaží, proč je klika dveří umístěna co nejdále od pantů, jak můžeme elektromotor využít pro vykonávání rotačního pohybu i pro výrobu elektrického proudu, jaký typ motoru obsahují nejčastěji domácí spotřebiče, na modelu vodního teploměru jsem demonstroval princip, na jehož základě hladina vody klesá a stoupá a na modelu nádržky jsem ukázal hlavní funkci plováku. Žáci si vyzkoušeli, jaké je to pít brčkem z otevřené a uzavřené sklenice a snažili se přijít na to, proč se oba případy liší, vyzkoušeli si transformaci napětí, vyrobili jednoduchou baterii ze solného roztoku, desetikorun a kousků alobalu, přesvědčili se, proč musí být v baňce žárovky vzduchoprázdno a že je žárovka spíše topidlem než svítidlem. Zkusili si sestavit jednoduchý homopolární motor, zjistili, jak se nazývají jednotlivé části zásuvky a co je k nim připojeno. Nakonec se přesvědčili, že chování bimetalového pásku závisí na pořadí kovů a že rozdíl teplot naměřených suchým a vlhkým teploměrem může být nulový.

Následující vyučovací hodinu jsem žákům opět rozdál didaktický test, tentokrát sloužící jako test výstupní. Po jeho vyplnění jsem s žáky ještě diskutoval o tom, co je minulou hodinu v praktické části nejvíce zaujalo a proč. Většina zmínila pokusy a aktivity s elektřinou, kterou považují za samozřejmost a přitom příliš neznají zákonitosti její výroby, přenosu a rozvodu v domech. Jmenovali také pokus s žárovkou.

Nyní se zaměříme na výsledky vstupního a výstupního testu a jejich porovnání. Vyhodnocení shrnuje tab. 7. Hodnoty jsou zaokrouhleny na celá čísla.

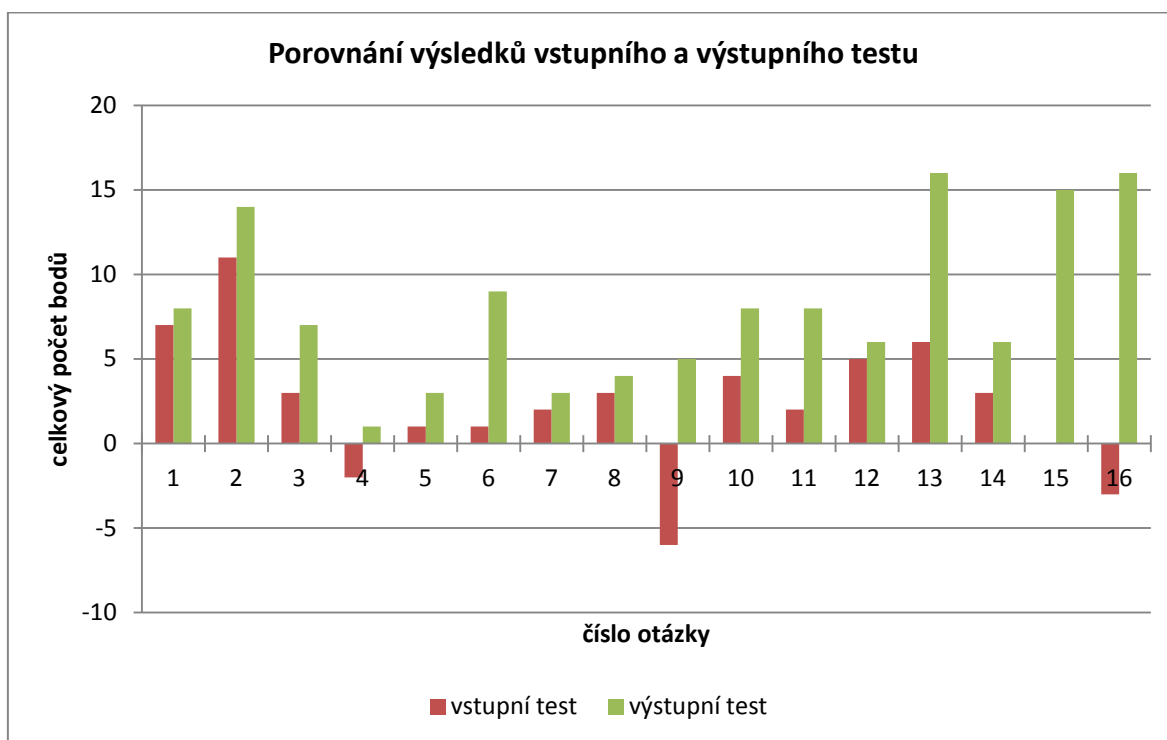
číslo otázky	vstupní test		výstupní test		porovnání výsledků	
	počet bodů	úspěšnost [%]	počet bodů	úspěšnost [%]	nárůst počtu bodů	nárůst úspěšnosti [%]
1	7	44	8	50	1	6
2	11	69	14	88	3	19
3	3	19	7	44	4	25
4	-2	-13	1	6	3	19
5	1	6	3	19	2	13
6	1	6	9	56	8	50
7	2	13	3	19	1	6
8	3	19	4	25	1	6
9	-6	-38	5	31	11	69
10	4	25	8	50	4	25
11	2	13	8	50	6	38
12	5	31	6	38	1	6
13	6	38	16	100	10	63
14	3	19	6	38	3	19
15	0	0	15	94	15	94
16	-3	-19	16	100	19	119
celkem	37	14	129	50	92	36

Tab. 7

Při vyhodnocení tesu jsem se zaměřil nejprve na jednotlivé otázky. U každé otázky jsem sečetl bodový zisk jednotlivých žáků a tím získal celkový počet bodů, jehož bylo u otázky dosaženo. Hodnotu jsem pak přepočtl na procentuální úspěšnost. Vzhledem k tomu, že se do výzkumu zapojilo 16 žáků, je maximální možný bodový zisk u každé otázky 16 bodů (resp. minimální možný – 16 bodů). Kladná procentuální hodnota udává míru úspěšnosti (správné odpovědi převažují nad nesprávnými) a záporná procentuální hodnota míru neúspěšnosti (nesprávné odpovědi převažují nad správnými). Poté jsem provedl porovnání výsledků obou testů, na jejichž základě jsem stanovil nárůst počtu bodů a

procentuální úspěšnosti ve výstupním testu oproti testu vstupnímu. Kladné hodnoty dokazují, že došlo k zlepšení výsledku u všech testových otázek. Tabulka je zakončena celkovým hodnocením. Je zde uveden celkový počet bodů získaných všemi žáky ve všech otázkách a celková procentuální úspěšnost, jejímž základem je maximální možný zisk 256 bodů (16 žáků mohlo získat 16 bodů). U porovnání testů je uveden celkový nárůst počtu bodů a procentuální úspěšnosti.

Porovnání výsledků obou testů ve formě grafu nabízí obr. 95.



Obr. 95

Je patrné, že největší problém žákům dělaly otázky 4, 9 a 16, v nichž ve vstupním testu udělali nejvíce chyb. Vyznačovaly se nejvyšší měrou neúspěšnosti. Pozitivní je, že po předvedení pokusů a demonstračních pomůcek si žáci alespoň zčásti osvojili předmětné poznatky. To ukazují výsledky výstupního testu, v němž byl u všech otázek zaznamenán nárůst úspěšnosti. Hodnocení žádné otázky nebylo záporné. U otázek 13 a 16 bylo dosaženo dokonce 100 % úspěšnosti, u otázky 15 pak k dosažení této úspěšnosti scházel jediný bod. Největšího zlepšení bylo dosaženo u otázek, jejichž princip byl demonstrován pokusy, které žáci později označili za nejatraktivnější a pro ně nejpřekvapivější. Jako příklad můžeme uvést otázky 15 a 16, u nichž bylo zaznamenáno zvýšení úspěšnosti o 94% a 119 %. Obě jmenované otázky se týkaly žárovky. Zprvu žáky vůbec nenapadlo, že by se

vlákno ve vzduchu mohlo přepálit nebo že se žárovka více zahřívá, než svítí. Když jsem jim však pomocí didaktické pomůcky demonstroval princip funkce žárovky, dost se divili, že se tuha použitá místo vlákna velmi zahřívá a začíná hořet, až se ve velmi krátké době přepálí. Pokus byl provázen citelným rozžhavením tuhy, jejím rozsvícením a zápachem spáleného grafitu. Potvrdilo se tedy, že moment překvapení a vnímání pokusů více smysly naráz je velmi efektivní. Toto zjištění bych příště větší měrou aplikoval při demonstraci pokusů zaměřených na otázky, u nichž byl zaznamenán nižší nárůst úspěšnosti.

Celková úspěšnost vstupního testu byla 14 % a testu výstupního 50 %. Je tedy patrné zvýšení počtu správných odpovědí o 36 %. Hypotéza předpokládala zvýšení počtu správných odpovědí alespoň o 30 %. Můžeme tedy prohlásit, že byla tímto hypotéza potvrzena.

Věřím, že by byla úspěšnost ještě o něco vyšší, kdybych měl více času na provedení pokusů a žáci na dostatečné pochopení a osvojení demonstrovaných principů.

ZÁVĚR

Diplomovou práci jsem rozčlenil do tří částí. První je teoretická část, která tvoří důležitý základ pro část praktickou i výzkumnou. Po prostudování potřebné pedagogické a psychologické literatury jsem se rozhodl objasnit význam vzdělávacích programů, jakožto důležitých kurikulárních dokumentů, a zdůraznit důležitost správného vytyčení cílů, výběru metod, organizačních forem výuky a učebních pomůcek. Rozebral jsem roli učitele, na jehož zkušenosti a osobnostních vlastnostech závisí, jak bude výuka vypadat. Pozornost jsem věnoval také pedagogické diagnostice, jejímž výsledkem je cenná zpětná vazba o výsledcích vzdělávacího procesu nejen pro žáky, ale i pro učitele, který díky ní může lépe přizpůsobovat výuku potřebám žáků. Metody a pravidla pedagogické diagnostiky jsem prakticky využil ve výzkumné části.

Nejrozsáhlejší úsek práce představuje praktická část. Při její přípravě jsem využil metodu brainstormingu, kdy jsem sepisoval veškeré nápady týkající se fyzikálních principů a jevů uplatňujících se v domácnosti. Z více než padesáti námětů jsem k dalšímu rozpracování vybral jen sedmnáct nejznámějších a nejzajímavějších. Zbylé náměty bych rád využil v další práci.

Kapitoly zabývající se jednotlivými fyzikálními aplikacemi v domácnosti jsem pro lepší přehlednost uspořádal podle fyzikálních témat, do nichž zapadají (mechanika, termodynamika, elektřina a magnetismus). Každá kapitola obsahuje popis principu daného jevu s ilustracemi usnadňujícími pochopení textu. Dále pokusy, jimiž může být princip demonstrován (některé pokusy jsou čerpány z citovaných publikací, některé jsem vymyslel). Všechny vybrané pokusy jsem sám realizoval a pořídil fotodokumentaci z jejich přípravy a průběhu. Důležitou součástí je didaktická část, ve které jsem zkoumal souvislost kapitoly s RVP ZV a RVP G. Vyhledal jsem konkrétní očekávané výstupy, k jejichž naplňování kapitola přispívá, konkrétní klíčové kompetence, s jejichž osvojováním žákům pomáhá, a mezipředmětové vztahy, které stimulují žáky k myšlení v souvislostech a jsou velmi dobře využitelné při projektovém nebo otevřeném vyučování. Neschází ani náměty na činnost, které jsem navrhoval tak, aby vhodně doplnily a zatraktivnily výuku nebo domácí práci žáků. Úlohu motivační i zatraktivňující plní také souvislosti a zajímavosti, kterými jsem každou kapitolu uzavřel. Kromě uvedených částí, které jsou obsaženy ve všech kapitolách, jsem některé kapitoly navíc doplnil o historické souvislosti (především

tam, kde je to důležité, jako u výroby elektřiny a jejího přenosu, nebo kde je to zajímavé, jako u teploměru a splachovacího záchodu) nebo o výrobu didaktické pomůcky (vodní kolo, model vodní elektrárny, ukázka funkce plováku, vodní teploměr, homopolární motor a model žárovky). Didaktickou pomůcku jsem vyráběl tam, kde jsem mohl využít obvyčejné předměty denní potřeby, a kde nebyla konstrukce složitá, abych zaručil názornost a tyto pomůcky si mohli v případě zájmu snadno sestrojít i samotní žáci.

Ve výzkumné části jsem ověřoval, zda může praktická část této práce posloužit při výuce žákům k lepšímu pochopení a osvojení fyzikálních poznatků. Vybral jsem proto stěžejní pokusy napříč tématy a didaktické pomůcky, které jsem použil v pedagogické praxi při hodině fyziky ve třídě 9. A na 17. ZŠ a MŠ v Plzni. Abych mohl posoudit přínos, stanovil jsem si následující hypotézu: Při použití didaktických pomůcek a pokusů z praktické části mojí diplomové práce ve výuce vzroste počet správných odpovědí ve výstupním didaktickém testu alespoň o 30 % oproti didaktickému testu vstupnímu. K jejímu ověření nebo vyvrácení jsem použil metodu nestandardizovaného didaktického testu, jehož otázky korespondují s náplní vyučovací hodiny. Jelikož vstupní test vykazoval úspěšnost žáků na úrovni 14 % a výstupní test na úrovni 50 %, došlo k zvýšení úspěšnosti o 36 %. Hypotéza byla potvrzena. V průběhu hodiny jsem navíc pozoroval zvýšení zájmu a aktivity studentů o probíraná témata. Některé informace pro ně byly zcela nové (především co se týče zajímavostí a souvislostí). Druhou vyučovací hodinu věnovanou výzkumu jsem s žáky po vyplnění a odevzdání výstupního testu vedl rozhovor, jehož cílem bylo zjistit, co žáky nejvíce zaujalo. Dle jejich vyjádření je zaujaly především pokusy a aktivity s elektřinou, protože se s ní setkávají každý den a mnoho věcí o ní dosud nevěděly. Dále pak pokus s žárovkou, díky němuž pochopili, proč je v baňce žárovky vakuum a že žárovka více topí, než svítí. Tento pokus byl efektní a poskytoval více smyslových vjemů naráz. Při bližším prozkoumání jsem zjistil, že testové otázky vykazující vysokou míru úspěšnosti vycházejí z pokusů, při nichž jsem pozoroval zvýšenou pozornost žáků nebo u nichž sami žáci uvedli, že je zaujaly. Zjistil jsem tedy, že použití praktické části mojí práce má na výuku pozitivní vliv. Navíc se mi podařilo identifikovat vlastnosti, které musí pokus mít, aby byl pro žáky maximálně atraktivní a motivační. Především musí být viditelná souvislost s běžným životem, vhodné je, když se kombinuje více smyslových vjemů, a efekt pokusu je posílen, když je jeho výsledek pro žáky neočekávaný a překvapivý.

RESUMÉ

Název práce: Fyzika v domácnosti

Autor: Petr Koza

Katedra: Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Zdeňka Kielbusová

Abstrakt: Práce obsahuje teoretickou část, zabývající se složkami výchovně-vzdělávacího procesu. Dále praktickou část, zabývající se fyzikálními jevy, s nimiž se setkáváme v domácnosti. Je zde kladen důraz na historické souvislosti, zajímavosti, popis principu, demonstraci jevů pomocí pokusů a náměty na činnost žáků. Zdůrazněny jsou souvislosti s Rámcovým vzdělávacím programem. Třetí část zkoumá využití praktické části ve výuce.

Klíčová slova: fyzika, pokusy, vypařování, baterie, akumulátor, generátor, rozvodná síť, distribuční soustava, elektromotor, žárovka, zásuvka, přetlak, podtlak, hydrostatický tlak, vztlaková síla, Archimédův zákon, kapilární tlak, Bernoulliho rovnice

Title: Household Physics

Author: Petr Koza

Department: Department of Mathematics, Physics and Technical education

Supervisor: PhDr. Zdeňka Kielbusová

Abstract: This work contains theoretical part, which deals with constituents of educational process. Furthermore it contains practical part, which deals with physical phenomena we can find in the household. The work puts emphasis on the historical context, interesting facts, the description of the principle, illustration of phenomena through experiments and suggestions for the activity of students. The connection with the Framework Educational Program is underlined. The third part researches the utilisation of practical part in ordinary teaching.

Key words: Physics, experiments, evaporation, battery, accumulator, generator, electric power distribution, electric power transmission, electric motor, light bulb, socket, overpressure, underpressure, hydrostatic pressure, buoyancy, Archimedes' principle, capillary pressure, Bernoulli's equation

SEZNAM LITERATURY

- [1] SCHECKER, Horst; KULGEMEYER, Christoph. *Fachliches kommunizieren Schüler erklären Physik*
- [2] CONCARI, S., et al. *Didactic strategies using simulations for physics teaching*. Current Developments in Technology-Assisted Education, 2006, 3: 2042-2046.
- [3] VAN SAAN, A.: *365 experimente für jeden Tag*, 2008, ISBN: 978-3-89777-473-5
- [4] SVOBODA, Emanuel. *Fyzika: pokusy s jednoduchými pomůckami*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 2001. 54 s. ISBN 80-7196-226- 0.
- [5] LORBEER, George C. a NELSON, Leslie W. *Fyzikální pokusy pro děti: náměty a návody pro zajímavé vyučování*. 1. vyd. Praha: Portál, 1998. 220 s. ISBN 80-7178-181-9.
- [6] VLČEK, Jiří. *Rizika a záludnosti domácích spotřebičů*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2007. Průvodce spotřebitele. ISBN 978-80-903930-0-4.
- [7] DOSTÁL, František, Libor DUPAL a Jiří VLČEK. *Značky a informace na elektrických spotřebičích*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, c2005. Průvodce spotřebitele. ISBN 80-239-6090-3.
- [8] VALENTOVÁ, Michaela a Juraj KRIVOŠÍK. *Domácí elektrospotřebiče a jejich obměna v domácnostech: Přehled energetických, environmentálních a ekonomických aspektů z pohledu spotřebitele a společnosti*. Praha: SEVEN, 2010.
- [9] POKORNÝ, Jaroslav. *Elektromotor v průmyslu*. 3. vyd. Praha: Elektrotechnický svaz českomoravský, 1938.
- [10] Physics - Mechanics: Torque (5 of 7) The Bicep. In: *Youtube* [online]. 2013-04-07 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=svUdk3-8TAM>. Kanál uživatele Michel van Biezen.
- [11] WESTON, Trevor. *Atlas lidského těla*. Praha: Fortuna Print, 1995.
- [12] JEŘÁBEK, Jaroslav a Jan TUPÝ. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, 2016 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf
- [13] BALADA, Jan. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, c2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
- [14] Sto zajímavostí o člověku. *Beruna web* [online]. 2008 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.beruna.cz/text-sto-zajimavosti-o-cloveku/>
- [15] Instructions on how to make a model of an arm. In: *Youtube* [online]. 2014-10-23 [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=l1-ZggxkMOQ&t=20s>. Kanál uživatele homework117.
- [16] Voda - základ života. *Envic: Odpovědi jsou kolem nás* [online]. Plzeň: Envic [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.envic.cz/voda-zaklad-zivota.htm>
- [17] Mlýn. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/uvod/mlyn.htm>

- [18] Nejstarší mlýn v Čechách nabídne novinky, představí i šumavské Podlesí. *Idnes.cz: Budějovice a jižní Čechy* [online]. iDNES.cz, 2012 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: http://budejovice.idnes.cz/nejstarsi-mlyn-v-cechach-prichystal-novinky-predstavi-je-v-sobotu-10b-/budejovice-zpravy.aspx?c=A120427_103338_budejovice-zpravy_sor
- [19] Vodní mlýny. *Milíře a vodní mlýny* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://stezka-milire-vodnimlyny.webnode.cz/ns-vodni-mlyny/vodni-mlyny/>
- [20] Etymologický původ slova "lub". *Ptejte se knihovny* [online]. Národní knihovna ČR, 2008 [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.ptejteseknihovny.cz/dotazy/etymologicky-puvod-slova-lub>
- [21] Struktura a anomálie vody. *Vesmír* [online]. vesmír, 2014 [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://vesmir.cz/2014/07/16/struktura-anomalie-vody/>
- [22] Výroba elektřiny. In: *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elekriny.html>
- [23] Výroba elektrické energie. In: *Vítejte na Zemi...* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=vyroba_elektricke_energie&site=energie
- [24] Historie výroby elektřiny: Edisonova elektrárna vylétla do povětří. In: *Ušetřeno.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.usetreno.cz/historie-vyroby-elekriny/>
- [25] *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com>
- [26] *Automatizační technika Alternátor* [online]. In: . [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: http://images.slideplayer.cz/19/5951308/slides/slide_3.jpg
- [27] Fotovoltaický jev. In: *Sunfin Praha* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.sunfin.cz/cs/page/fotovoltaicky-jev/>
- [28] In: *Encyklopedie energie* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: http://www.energyweb.cz/web/EE/images/01/11_01.gif
- [29] Biceps.jpg. In: *Informační systém Masarykovy univerzity* [online]. 2016 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/img/biceps.jpg>
- [30] Páka a kladka pracovní list. In: *ZŠ Brok* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://zsbrok.cz/wp-content/uploads/P%C3%81KA-A-KLADKA-PRACOVN%C3%8D-LISTY.pdf>
- [31] Mill. In: *Assynt* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.normist.co.uk/gra/mill.gif>

- [32] Water mill. In: *Vintage Printable at Swivelchair Media – Beta* [online]. 2011 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://vintageprintable.swivelchairmedia.com/wp-content/uploads/2011/04/Design-Object-Water-mill-2-1024x981.jpg>
- [33] KOZA, Petr. *Fyzika na talíři*. Plzeň, 2015. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy. Vedoucí práce Zdeňka Kielbusová.
- [34] ŠLAPÁK, Pavel. *Domácí elektrické spotřebiče*. Ostrava, 2012. Diplomová práce. Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta, Katedra technické a pracovní výchovy. Vedoucí práce Ladislav Rudolf.
- [35] JONNES, Jill. Říše světla: Edison, Tesla, Westinghouse a závod o elektrifikaci světa. Vyd. 1. Praha: Academia, 2009, 436 s., [16] s. obr. příl. Galileo, sv. 34. ISBN 978-802-0016-645.
- [36] Revoluce v energii a nanotechnologii přichází. *Živě* [online]. 2010 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/revoluce-v-energii-a-nanotechnologii-prichazi/energie/sc-3-a-153016-ch-72144/default.aspx>
- [37] Co je to řezání vodním paprskem? *Řežemevodou.cz* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.rezeme-vodou.cz/rezani-vodnim-paprskem.php>
- [38] Nejčastější chyby při realizaci lešení. *STAVEBNICTVI3000.cz* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/nejcastejsi-chyby-pri-realizaci-leseni/>
- [39] Slon africký. *Zoo Zlín* [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.zoozlin.eu/slone-africky/>
- [40] Rande s fyzikou. *Česká televize* [online]. 2011 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10319921345-rande-s-fyzikou/dily/>
- [41] Fakír. *Inflamenus* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.inflamenus.cz/nabidka-fakir.html>
- [42] Stavební fyzika: neprodyšnost. *Storaenso* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Neprody%C5%A1nost-CS.pdf>
- [43] Mechanika ideálních plynů: Studijní text pro řešitele FO a ostatní zájemce o fyziku. *Fyzikální olympiáda* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://fyzikalniolympiada.cz/texty/plyny.pdf>
- [44] Promaja – The Wind of Change. *Balkan Insight* [online]. 2012 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.balkaninsight.com/en/blog/promaja-the-wind-of-change>
- [45] Pocitová teplota, nespolehejte jen na teploměr. *In-pocasi* [online]. 2013 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/pocitova-teplota/>
- [46] DUFKOVÁ, Marie. *Bezpečně s elektřinou*. Praha: ČEZ, a. s., 2012.

- [47] Vsakování srážkové vody do půdního profilu je potřebné. *Tzb-info* [online]. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8662-vsakovani-srazkove-vody-do-pudniho-profilu-je-potrebne>
- [48] *Www.realisticky.cz: když (se) chcete naučit..* [online]. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: www.realisticky.cz
- [49] KRZYWICKI, Harry J.; CHINN, Kenneth S. K. *Human Body Density and Fat of an Adult Male Population as Measured by Water Displacement*. 1966. Defense Documentation Center. Revidované vydání 2012.
- [50] How to Make a Speaker using CD at Home. In: *Youtube* [online]. 2016-04-15 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=-erq5VOw4-s>. Kanál uživatele Navin Khambhala # crazyNK.
- [51] DROZD, Zdeněk a Jitka BROCKMEYEROVÁ. *Pokusy z volné ruky*. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-268-6.
- [52] *Sanitair Winkel* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: www.sanitairwinkel.nl
- [53] Unexplained Phenomenon - Simplest Electric Motor. In: *Youtube* [online]. 2009-04-22 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: www.youtube.com/watch?v=VhaYLnjkf1E. Kanál uživatele Cobbler Videos.
- [54] Primitivní galvanické články. *Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky* [online]. Praha, 1998 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/03-12-Rauner.html>
- [55] Principy (59.) Tajemství vzniku napětí v galvanickém článku. *Elektrika.cz* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-05-10.4911115209>
- [56] Storm Surge Overview. *National hurricane center* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.nhc.noaa.gov/surge/>
- [57] Historie toalet. *Muzeum hygieny* [online]. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: http://muzeum-hygieny.cz/cs/historie_toalet/
- [58] Kolik vody spotřebujete a kde všude se dá ušetřit. *IDNES.cz/Finance* [online]. 2008 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: http://finance.idnes.cz/kolik-vody-spotrebujete-a-kde-vsude-se-da-usetrit-fbw-/viteze.aspx?c=A080331_012434_viteze_hla
- [59] VIDEO: Pisoár nového tisíciletí vůbec nepotřebuje vodu. *Novinky.cz* [online]. 2008 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/bydleni/152525-video-pisoar-noveho-tisicileti-vubec-nepotrebuje-vodu.html>
- [60] Toaleta, co se nesplachuje a nezapáchá. Nadchne ekologa, ušetří peníze. *Bydlení IDNES.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: http://bydleni.idnes.cz/separacni-a-kompostovaci-toaleta-dqj-/koupelna.aspx?c=A140414_123613_koupelna_rez

- [61] Rekordy počasí. *Meteocentrum.cz* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/encyklopedie/rekordy-pocasi>
- [62] Jakou teplotu udržovat v bytě a proč nemít „přetopeno“? *Zdraví národa* [online]. 2014 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.zdravinaroda.cz/blog/jakou-teplotu-udrzovat-v-byte-a-proc-nemit-pretopeno>
- [63] Rtuťové teploměry zmizely z pultů, EU je zakázala kvůli životnímu prostředí. *IDNES.cz/Zprávy* [online]. 2009 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/rtutove-teplomery-zmizely-z-pultu-eu-je-zakazala-kvuli-zivotnimu-prostredi-1ws-/domaci.aspx?c=A090702_145411_domaci_pje
- [64] Termoskop, dědeček teploměru. *Český rozhlas* [online]. 2006 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/leonardo/historie/_zprava/termskop-dedecek-teplomeru--248075
- [65] Temperature measurement. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Temperature_measurement
- [66] Psychrometr Augusta na PVC. *CENEO.pl* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.ceneo.pl/15202836>
- [67] Měření vlhkosti vzduchu. *Střední škola průmyslová a umělecká Opava* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.sspu-opava.cz/~prochazka/KOM/vlhkost.html>
- [68] Historie dálkového přenosu elektrické energie. *Energy-Hub* [online]. 2016 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://cz.energyhub.eu/pro-energy/13258-historie-dalkoveho-prenosu-elektricke-energie>
- [69] *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://www.cez.cz>
- [70] Elektrických „pastí na ptáky“ ubývá, ČEZ to stojí dvacet milionů ročně. *Idnes.cz/Zprávy* [online]. 2009 [cit. 2017-06-15]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/elektricky-pasti-na-ptaky-ubyva-cez-to-stoji-dvacet-milionu-rocne-11g-/zahranicni.aspx?c=A091126_153130_vedatech_taj
- [71] Barevné koule na elektrickém vedení. *Fyzmatik.píše* [online]. 2009 [cit. 2017-06-15]. Dostupné z: <http://fyzmatik.pise.cz/793-barevne-koule-na-elektrickem-vedeni.html>
- [72] MUDRUŇKOVÁ, Anna. *Elektroenergetika 1* [online]. Praha: VOŠ a SPŠ elektrotechnická Františka Křižíka, 2016 [cit. 2017-06-19]. ISBN 978-80-88058-81-6. Dostupné z: <https://publi.cz/books/260/Cover.html>
- [73] *FyzWeb* [online]. 2007 [cit. 2017-06-19]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/>
- [74] ATKINS, P. W. a Julio DE PAULA. *Fyzikální chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2013. ISBN 978-80-7080-830-6.

- [75] Víte, jak funguje baterie? *Proelektrotechniky.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/vzdelavani/17.php>
- [76] Test: Každá baterie jde dobít, i ta nenabíjecí. Speciální nabíječkou. *Technet.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/test-kazda-baterie-jde-dobit-i-ta-nenabijeci-specialni-nabijeckou-pxi-/tec_technika.aspx?c=A101004_080940_tec_technika_nyv
- [77] 4 zajímavosti o bateriích, které jste možná nevěděli. *BatteryShop.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <http://www.batteryshop.cz/text/4-zajimavosti-o-bateriich-ktere-jste-mozna-nevedeli/>
- [78] Seriál: Průvodce světem baterií - díl 1. *EMOS* [online]. 2012 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: http://www.emos.cz/aktuality/serial_pruvodce_svetem_baterii_dil_1/
- [79] *Fronius Česká republika* [online]. c2006-2017 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/fronius_ceska_republika
- [80] Magnetismo. *Emaze* [online]. [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://www.emaze.com/@AZIWLQRF/MagnetismoBy:-Astrid>
- [81] Štefan Anián Jedlík. *Matematický ústav Slovenská akadémia vied* [online]. c2011 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <http://www.mat.savba.sk/MATEMATICI/matematici.php?cislo=92>
- [82] Nikola Tesla - muž, který změnil naše životy. *TV Freak* [online]. 2011 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://www.tvfreak.cz/nikola-tesla-muz-ktery-zmenil-nase-zivoty/4487-6>
- [83] Střídavý elektromotor. *Katedra fyziky povrchů a plazmatu* [online]. [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektross/elmotor_magnet/stridavy_mot/str_mot.html
- [84] Přehled a zapojení motorů. *Mylms: .. web o elektronice* [online]. c2006-2017 [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://www.mylms.cz/text-prehled-a-zapojeni-motoru/#stineny-pol>
- [85] SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. Pedagogika (ISV). ISBN 80-85866-33-1.
- [86] SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1181-3.
- [87] SITNÁ, Dagmar. *Metody aktivního vyučování: spolupráce žáků ve skupinách*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-246-1.
- [88] KOTRBA, Tomáš a Lubor LACINA. *Aktivizační metody ve výuce: příručka moderního pedagoga*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Ilustroval Hana ŠEFROVÁ. Brno: Barrister & Principal, 2011. ISBN 978-80-87474-34-1.

- [89] *Studentům pedagogiky* [online]. [cit. 2017-06-21]. Dostupné z: <https://pedagogika.skolni.eu>
- [90] ČÁP, Jan. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 1. Praha: SPN, 1983. ISBN 14-255-83
- [91] MAREŠ, Jiří. *Pedagogická psychologie*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2013, 702 s. ISBN 978-80-262-0174-8.
- [92] Kolektiv autorů katedry psychologie. *Kapitoly z obecné psychologie pro učitele*. Plzeň. ZČU, 1992.
- [93] *Metodický portál: inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. [cit. 2017-06-22]. Dostupné z: <http://wiki.rvp.cz/Knihovna>
- [94] JEŘÁBEK, Ondřej a Martin BÍLEK. *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2494-1.
- [95] BODANIS, David. *Neviditelná síla: svět elektřiny*. 1. vyd. Praha: Dokořán, 2009, 254 s. Aliter (Dokořán). ISBN 978-80-7363-185-7.
- [96] 10 mýtů o svícení: Smí se na úsporné žárovky sahat? *Lidovky.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-06-22]. Dostupné z: http://byznys.lidovky.cz/klasicke-versus-usporne-zarovky-d4s-/energetika.aspx?c=A120118_160219_moje-penize_nev
- [97] *Úspory VM* [online]. c2001 [cit. 2017-06-27]. Dostupné z: <http://usporyvm.sweb.cz>
- [98] Srovnání klasických a LED žárovek. *T-LED* [online]. 2016 [cit. 2017-06-22]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/blog/srovnani-klasickych-a-led-zarovek/>
- [99] *EDUPORTÁL* [online]. [cit. 2017-06-22]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Stavba horní končetiny [29]
- Obr. 2 Schéma páky na horní končetině [30]
- Obr. 3 Schéma k výpočtu síly bicepsu
- Obr. 4 Postup při výrobě modelu paže I
- Obr. 5 Postup při výrobě modelu paže II
- Obr. 6 Postup při výrobě modelu paže III
- Obr. 7 Funkční model paže – její natažení a ohnutí
- Obr. 8 Horizontální lopatkové kolo [31]
- Obr. 9 Vertikální kolo [32]
- Obr. 10 Schéma jednotlivých typů kol [28]
- Obr. 11 Výroba mlýnského kola – korkový špunt
- Obr. 12 Výroba mlýnského kola – korkový špunt s drážkami
- Obr. 13 Výroba mlýnského kola – plastové lžičky
- Obr. 14 Výroba mlýnského kola – hotové mlýnské kolo
- Obr. 15 Graf ukazující vývoj výroby elektřiny v průběhu let [23]
- Obr. 16 Schéma třífázového alternátoru [25]
- Obr. 17 Průběh střídavého proudu na jednotlivých fázích alternátoru [26]
- Obr. 18 Výroba elektřiny ve fotovoltaických elektrárnách [27]
- Obr. 19 Model vodní elektrárny – uložení v pouzdře
- Obr. 20 Model vodní elektrárny – hotový model
- Obr. 21 Model vodní elektrárny – v klidu
- Obr. 22 Model vodní elektrárny – v provozu
- Obr. 23 Zkoumání tlaku pod hrotem hřebíku
- Obr. 24 Zkoumání tlaku pod hlavičkou hřebíku
- Obr. 25 Zkoumání tlaku po krabicí mléka
- Obr. 26 Otlaky způsobené hrotem a hlavičkou hřebíku
- Obr. 27 Ukázky žákovských prací na téma Jakým tlakem působím na zem?
- Obr. 28 Nožičky u nábytku
- Obr. 29 Správně podložené lešení [38]
- Obr. 30 Rajče krájené tupým a ostrým nožem

- Obr. 31 Fakír [41]
- Obr. 32 Kapilární elevace a deprese (z hlediska povrchové síly) [25]
- Obr. 33 Kapilární elevace a deprese (z hlediska výšky hladiny v kapiláře) [25]
- Obr. 34 Květináče (pokus na vzlínavost)
- Obr. 35 Květináče s ubrousky (pokus na vzlínavost)
- Obr. 36 Květináče – stav 40 minut po započetí pokusu (pokus na vzlínavost)
- Obr. 37 Papírové lekníny (pokus na vzlínavost)
- Obr. 38 Hvězda ze zlomených párátek (pokus na vzlínavost)
- Obr. 39 Kapilární čerpadlo jako perpetuum mobile [48]
- Obr. 40 Stav teploměrů v průběhu pokusu na výměnu teplého a chladného vzduchu
- Obr. 41 Foukání mezi papíry (ověření Bernoulliho rovnice)
- Obr. 42 Závislost pocitové teploty na rychlosti větru [45]
- Obr. 43 Závislost pocitové teploty na relativní vzdušné vlhkosti [45]
- Obr. 44 Pití brčkem – situace před pitím
- Obr. 45 Pití brčkem – situace v samém počátku pití
- Obr. 46 Pití brčkem – situace při pití
- Obr. 47 Pití brčkem z otevřené skleničky
- Obr. 48 Pití brčkem z uzavřené skleničky
- Obr. 49 Důkaz atmosférického tlaku – plechovka před pokusem
- Obr. 50 Důkaz atmosférického tlaku – plechovka po pokusu
- Obr. 51 Přemísťování lentilek brčkem
- Obr. 52 Schéma postupu hurikánu [56]
- Obr. 53 Odvození vztahu pro vztakovou sílu
- Obr. 54 Schéma sifonu [52]
- Obr. 55 Sifony v praxi
- Obr. 56 Archimédův zákon v praxi – zcela ponořené těleso
- Obr. 57 Archimédův zákon v praxi - částečně ponořené těleso
- Obr. 58 Síla potřebná k vypuštění vany
- Obr. 59 Míček mimo proud vody
- Obr. 60 Míček v proudu vody
- Obr. 61 Schéma nádržky toalety – v klidu
- Obr. 62 Schéma nádržky toalety – zatáhnutí za splachovadlo

- Obr. 63 Schéma nádržky toalety – po uvolnění splachovadla
- Obr. 64 Výroba modelu nádržky s plovákem
- Obr. 65 Model nádržky - regulace napouštění (málo vody)
- Obr. 66 Model nádržky - regulace napouštění (hodně vody)
- Obr. 67 Model kapalinového teploměru
- Obr. 68 Model bimetalového teploměru
- Obr. 69 Příprava vlhkého teploměru
- Obr. 70 Vlhký a suchý teploměr při měření venku
- Obr. 71 Vlhký a suchý teploměr při měření uvnitř
- Obr. 72 Psychrometr [66]
- Obr. 73 Graf pro zjištění vlhkosti vzduchu pomocí psychrometru [67]
- Obr. 74 Sušení prádla v různých podmínkách
- Obr. 75 Rozvádění napětí z generátoru [25]
- Obr. 76 Schéma distribuční sítě [69]
- Obr. 77 Schéma zapojení do hvězdy a do trojúhelníku [25]
- Obr. 78 Hlavní domovní skříň [72]
- Obr. 79 Umístění hlavní domovní skříň [72]
- Obr. 80 Schéma domovního rozvodu elektřiny [72]
- Obr. 81 Schéma síťového zapojení TN-C [25]
- Obr. 82 Schéma síťového zapojení TN-S [25]
- Obr. 83 Řez Leclancheovým článkem [28]
- Obr. 84 Nabíjení a vybíjení olověného akumulátoru [69]
- Obr. 85 Výroba modelu Voltova sloupu
- Obr. 86 Sériové spojení článků [79]
- Obr. 87 Paralelní spojení článků [79]
- Obr. 88 Klecová kotva asynchronního motoru [83]
- Obr. 89 Schéma stíněného pólu jednofázového asynchronního motoru [84]
- Obr. 90 Stejnoseměrný motor s permanentními magnety [82]
- Obr. 91 Homopolární motor [81, upraveno]
- Obr. 92 Výroba homopolárního motoru
- Obr. 93 Graf závislosti spektrální hustoty vyzařování na vlnové délce [99]
- Obr. 94 Výroba modelu žárovky

Obr. 93 Graf porovnání výsledků vstupního a výstupního testu

Obrázky bez uvedeného zdroje jsou autorské.

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Charakteristika teplotních stupnic
Tab. 2	Rychlost vypařování vody za různých podmínek
Tab. 3	Ověřování rovnice pro transformátor
Tab. 4	Rozdělení hladin napětí
Tab. 5	Shrnutí parametrů jednotlivých světelných zdrojů [98]
Tab. 6	Srovnání zdrojů světla podle dodaného výkonu [98]
Tab. 7	Výsledky vstupního a výstupního didaktického testu

SEZNAM ROVNIC

Rov. 1	Moment síly
Rov. 2	Momentová věta pro rovnováhu na páce
Rov. 3	Tlak - Pascalův zákon
Rov. 4	Kapilární tlak
Rov. 5	Výška hladiny v kapiláře
Rov. 6	Zákon zachování mechanické energie
Rov. 7	Bernoulliho rovnice pro vodorovný proud nestlačitelné kapaliny
Rov. 8	Rov. 7 pro jednotkový objem
Rov. 9	Bernoulliho rovnice pro vodorovný proud stlačitelné kapaliny
Rov. 10	Hydrostatický tlak
Rov. 11	Atmosférický tlak
Rov. 12	Rovnost tlaků při pití brčkem
Rov. 13	Hydrostatická tlaková síla
Rov. 14	Vztlaková síla
Rov. 15	Archimédův zákon
Rov. 16	Objemová roztažnost
Rov. 17	Délková roztažnost
Rov. 18	Závislost elektrického odporu na teplotě
Rov. 19	Stefan-Bolzmannův zákon
Rov. 20	Faradayův zákon elektromagnetické indukce
Rov. 21	Rovnice transformátoru
Rov. 22	Vztah napětí a proudu v transformátoru
Rov. 23	Rozklad elektrolytu olověného akumulátoru
Rov. 24	Reakce na anodě olověného akumulátoru
Rov. 25	Reakce na katodě olověného akumulátoru
Rov. 26	Celková rovnice vybíjení olověného akumulátoru
Rov. 27	Skluz asynchronního motoru
Rov. 28	Wienův posunovací zákon
Rov. 29	Stefan-Boltzmanův zákon

PŘÍLOHY

Příloha 1

Didaktický test

Fyzika v domácnosti

Zakroužkujte odpověď, kterou považujete za správnou.

U každé otázky je správná jen jedna možnost.

Hodnocení: správná odpověď 1 bod, žádná odpověď 0 bodů, špatná odpověď – 1 bod

- 1) Účinek síly otáčející těleso kolem osy závisí:
 - a) pouze na velikosti působící síly
 - b) na velikosti působící síly a vzdálenosti jejího působíště od osy otáčení
 - c) pouze na vzdálenosti působíště síly od osy otáčení
- 2) Při zvedání závaží předloktím se:
 - a) biceps smršťuje a triceps protahuje
 - b) biceps protahuje a triceps smršťuje
 - c) biceps i triceps se smršťují
- 3) Elektromotor a generátor elektrického proudu:
 - a) pracují na zcela odlišném principu
 - b) pracují na stejném principu a mají úplně stejnou funkci
 - c) pracují na stejném principu a mají opačnou funkci
- 4) Motory používané v domácích spotřebních jsou nejčastěji:
 - a) jednofázové na střídavý proud
 - b) trojfázové na střídavý proud
 - c) trojfázové na stejnosměrný proud
- 5) Když piju brčkem z uzavřené sklenice:
 - a) bude se mi nápoj sát stejně, jako kdyby byla sklenice otevřená
 - b) bude se mi nápoj sát snáze než z otevřené sklenice
 - c) bude se mi nápoj sát hůře než z otevřené sklenice
- 6) Plovák v nádržce toalety funguje především jako:
 - a) ukazatel výšky hladiny
 - b) spínač a vypínač napouštění vody
 - c) výplň nádržky, aby se napustilo méně vody a ušetřilo se
- 7) S rostoucí teplotou kapalina v teploměru stoupá trubičkou vzhůru proto, že:
 - a) kapalina zvětšuje svůj objem
 - b) snižuje se tlak vzduchu působící na hladinu kapaliny
 - c) kapalina zmenšuje svůj objem

-
- 8) Bimetalový pásek se v teple:
- vždy rozbálí
 - vždy sbalí
 - sbalí nebo rozbálí podle toho, který kov je na jaké straně
- 9) Máme vedle sebe položené dva stejné teploměry. Jeden z nich je obalený mokrým hadříkem.
- Teplota naměřená na obou teploměrech bude vždy stejná.
 - Teplota naměřená na obou teploměrech se bude lišit podle vlhkosti vzduchu.
 - Teplota naměřená na obou teploměrech se bude vždy lišit.
- 10) U nových domovních rozvodů je na kolík zásuvky přiveden vodič:
- fázový
 - středový
 - ochranný
- 11) Aby se zmenšily ztráty při přenosu elektřiny, musí se:
- zvýšit napětí
 - zvýšit proud
 - zvýšit napětí i proud
- 12) Transformátor lze použít pro:
- stejnoseměrný i střídavý proud
 - jen pro střídavý proud
 - jen pro stejnosměrný proud
- 13) Abychom si vyrobili jednoduchou baterii, potřebujeme:
- dva kovy
 - dva stejné kovy a elektrolyt
 - dva různé kovy a elektrolyt
- 14) K sestavení homopolárního motoru potřebujeme:
- magnet a baterii
 - magnet, baterii a vodič
 - baterii a vodič
- 15) V baňce žárovky je vzduchoprázdno:
- aby neshořelo vlákno
 - aby byla žárovka lehčí
 - aby byla baňka průhledná a světlo se lépe šířilo do okolí
- 16) Žárovka spotřebuje většinu své energie na výrobu:
- světla
 - tepla
 - světla i tepla na stejno