

ŠKOLSKÝ VZDELÁVACÍ PROGRAM FYZIKA A EXPERIMENT

Jozef Beňuška

Gymnázium Viliama Paulinyho-Tótha, Martin

Anotácia: Školský vzdelávací program (ŠkVP) predmetu fyzika na Gymnáziu Viliama Paulinyho-Tótha v Martine je zameraný prioritne na rozvíjanie matematicko-vedných, informačných, učebných a sociálno-personálnych kompetencií a v neposlednej miere kompetencií na riešenie problémov prostredníctvom experimentálnej činnosti žiakov. V príspevku je opísaná tvorba školského vzdelávacieho programu, skúsenosti z jeho aplikácie a ukážky časovotematických plánov, študijných materiálov a návodov na experimentálnu činnosť žiakov.

Kľúčové slová: školský vzdelávací program, vyučovanie fyziky, experiment

1 Úvod

Školská reforma priniesla vo všetkých predmetoch zmeny v obsahu a časovej dotácii, určené štátnym vzdelávacím programom. Azda najväčšie zmeny v obsahu a znížení časovej dotácie zaznamenal predmet fyzika. Metódy a formy práce na vyučovacích hodinách fyziky sa odvíjajú od delenia vyučovacích hodín. Vyučovanie fyziky je nevyhnutne späté s experimentálnou činnosťou žiakov, s fyzikálnymi praktikami, na ktorých žiaci overujú fyzikálne zákonitosti a majú možnosť vlastnou činnosťou získavať zručnosti a rozvíjať kompetencie na riešenie problémov, komunikačné, personálne, sociálne, matematické a informačné kompetencie. Experimentálna činnosť žiakov na vyučovacích hodinách je možná za podmienok:

1. Na vyučovacej hodine je predpísaný počet žiakov taký, ktorý v minulých rokoch zodpovedal deleniu triedy na dve skupiny. Jednoducho povedané, s 28 žiakmi sa fyzikálne praktiká realizovať nedajú.

2. Škola má dostatočné množstvo pomôcok, bez ktorých sa fyzikálne praktiká nedajú realizovať.

Štátny vzdelávací program nastolil učiteľom fyziky určité podmienky ich práce, definuje ciele výchovy a vzdelávania a súčasne definuje profil absolventa gymnaziálneho vzdelávania.

Celkový cieľ vzdelávacej oblasti Človek a príroda je dať žiakom základy prírodovednej gramotnosti, ktorá im umožní robiť prírodovedne podložené úsudky a vedieť použiť získané operačné vedomosti na úspešné riešenie problémov tak, aby žiak bol schopný:

- porozumieť prírodným aspektom vplývajúcim na život človeka a vedieť vysvetliť prírodné javy vo svojom okolí,
- **osvojiť si** niektoré základné pojmy, zákony a **metódy prírodných vied**,
- **osvojiť si základné postupy**, ktorými prírodné vedy získavajú nové poznatky,
- vedieť **získavať informácie** o prírode a jej zložkách **prostredníctvom vlastných pozorovaní a experimentov v laboratóriu** a v prírode,
- docieľiť schopnosť pracovať s grafmi, tabuľkami, schémami, náčrtmi, mapami,
- vedieť využívať prostriedky IKT pri vyhodnocovaní a spracovaní získaných údajov,
- vytvárať si vlastný úsudok o tých aspektoch prírodovedných poznatkov, ktoré sú dôležité pre život spoločnosti.

2 Fyzika a experiment

Predmet fyzika sa vyučuje na Gymnáziu Viliama Paulinyho-Tótha s celkovou hodinovou dotáciou 5 hodín. Je to minimálna časová dotácia garantovaná Štátnym vzdelávacím programom. Hodiny sú rozdelené nasledovne: v 1. ročníku je časová dotácia 2 hodiny, v 2. ročníku je časová dotácia 2 hodiny a v treťom ročníku časová dotácia 1 vyučovacia hodina. Toto rozdelenie je zrejme štandardné, takto majú hodiny fyziky určite rozdelené všetky gymnáziá s časovou dotáciou 5 hodín.

Štátny vzdelávací program umožňuje riaditeľom škôl vyučovanie ktoréhokoľvek predmetu realizovať s delenou triedou na skupiny. Zo zrejmých dôvodov riaditeľa delenia tried nepovoľujú, ale ak učitelia fyziky majú naplniť ciele definované v Štátnom vzdelávacom programe pre predmet fyziky, je rozdelenie triedy na skupiny nevyhnutné.

Na Gymnáziu Viliama Paulinyho-Tótha v Martine je každá vyučovacia hodina fyziky realizovaná s delenou triedou na dve skupiny. Obidve skupiny triedy majú hodinu fyziky zaradenú do rozvrhu súčasne a každú skupinu vyučuje iný učiteľ. Tým sú vytvorené podmienky pre realizáciu žiackych pozorovaní, meraní a experimentov v súlade s cieľmi Štátneho vzdelávacieho programu. Takmer každá vyučovacia hodina je naplnená, okrem prezentácie základných teoretických poznatkov, skutočnou praktickou činnosťou žiakov. Žiaci uskutočňujú praktické cvičenia trvajúce v časovom rozsahu od 10 minút až po celú vyučovaciu hodinu.

Praktická činnosť je zameraná na:

- pozorovanie a vysvetlenie fyzikálnych javov pomocou experimentov bez merania fyzikálnych veličín,
- pozorovanie a vysvetlenie fyzikálnych javov s využitím merania fyzikálnych veličín a ich následným matematickým spracovaním.

Náročnosť realizácie praktických cvičení spočíva v príprave pomôcok pre 12 skupín žiakov, pretože ide o nové experimenty, na ktoré je potrebné pomôcky „vyrobiť“.

Na Gymnáziu Viliama Paulinyho-Tótha v Martine už niekoľko rokov veľmi úspešne pracuje Centrum popularizácie fyziky s celoslovenskou pôsobnosťou a tak s námetmi na praktické cvičenia učitelia nemajú problém.

Experimentálna činnosť žiakov je teda krátkodobá (od časti vyučovacej hodiny až po jednu dvojhodinovku). Hodiny s meraním a experimentmi sú za aktívnej účasti žiakov a zahŕňajú plánovanie experimentu, zostavenie aparatury, meranie a prezentáciu výsledkov.

2.1 Školský vzdelávací program

Vytvorenie nášho školského vzdelávacieho programu prebiehalo v nasledovných krokoch:

1. rozdelenie predpísaného obsahu predmetu fyzika Štátnym vzdelávacím programom do jednotlivých ročníkov,
2. rozdelenie obsahu jednotlivých tematických celkov do vyučovacích jednotiek,
3. návrh experimentálnej činnosti pre žiakov v každej vyučovacej jednotke.

Obsah predmetu do jednotlivých ročníkov sme rozdělili podobne ako v rokoch pred reformou. Do prvého ročníka sme zaradili časti Sila a pohyb a Vlastnosti kvapalín a plynov. V druhom ročníku sú časti Elektrizácia, Magnetizmus a Periodické deje a v treťom ročníku je časť Elektromagnetické žiarenie a častice mikrosvetu. Časť Energia okolo nás sme rozdělili a doplnili ňou jednotlivé ročníky podľa príslušného obsahu.

Rozdelenie obsahu tematických celkov do vyučovacích jednotiek bolo náročné, najmä ak si uvedomíme, že nové učebnice pri tvorbe nášho školského vzdelávacieho programu neexistovali a chceli sme mať školský vzdelávací program vytvorený ako celok. Celok s prioritným zameraním na experimentálnu činnosť žiakov.

Najnáročnejšia časť tvorby ŠKVP spočívala v návrhu experimentálnej činnosti pre žiakov, pretože sme chceli, aby žiaci experimentovali na (takmer) každej vyučovacej hodine. Bolo potrebné navrhnuť asi 130 praktických cvičení. Štvorročné skúsenosti z práce v Centre popularizácie fyziky v tomto okamihu boli nevyhnutné. Navrhované experimenty navyše museli byť realizované finančne nenáročnými pomôckami.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame rozdelenie tematických celkov a hodinovej dotácie v jednotlivých ročníkoch:

Tab. 1 Rozdelenie tematických celkov a hodinová dotácia v jednotlivých ročníkoch

Poradové číslo	Ročník štúdia	Tematický celok	Hodinová dotácia			
			Teória	Experiment	Spolu za tematický celok	Spolu za ročník
0	1.	Úvod do fyzikálneho poznávania	5		5	60
1		Sila a pohyb	18	10	32	
		Energia okolo nás I.	4			
2		Vlastnosti kvapalín a plynov	15	8	23	
3	2.	Elektrina a magnetizmus	20	11	39	60
		Energia okolo nás II.	8			
4		Periodické deje	15	6	21	
5	3.	Elektromagnetické žiarenie a častice mikrosвета	20	4	24	30
6		Energia okolo nás III.	6		6	

Experimentálna činnosť žiakov je prioritou nášho školského vzdelávacieho programu. Neodmysliteľnou súčasťou vyučovacej hodiny tvoria informačné a komunikačné technológie. Niektoré praktické cvičenia sú navrhované ako práca s interaktívnymi počítačovými modelmi – appletmi. Súčasťou aktívneho poznávania žiakov je aj projektová práca. Počas každého tematického celku žiaci vypracúvajú projekt na vopred určenú tému.

Časovo tematické plány obsahujú okrem rozdelenia obsahu a časovej dotácie aj:

- špecifické ciele každej jednej vyučovacej hodiny. Špecifické ciele boli formulované s dôrazom na aktívne slovesá, aby jednoznačne bolo možné posúdiť navrhovanú úroveň osvojenia poznatkov žiakmi,
- aktivity žiakov na vyučovacej hodine – tie, ktoré súvisia s rozvojom zručností žiakov, resp. námety na praktické cvičenia,
- návrh tém žiackych projektov,
- hodiny určené na opakovanie a systemizáciu poznatkov,
- hodiny určené na písomné práce.

Vytvorenie časovo tematického plánu pre celý trojročný základný kurz fyziky v päťhodinovej dotácii pre prácu s delenou triedou bol základom pre začiatok systematickej práce so žiakmi v školskom roku 2008/2009.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame časť časovo tematického plánu celku Vlastnosti kvapalín a plynov.

ČASOVOTEMATICKÝ PLÁN TEMATICKÉHO CELKU VLASTNOSTI KVAPALÍN A PLYNOV, CELKOVÁ HODINOVÁ DOTÁCIA 23 HODÍN			
Téma číslo	Hod inová dotácia	Téma (obsah)	Výkonový štandard
1.	1	Motivačné experimenty	Experimenty, film <i>Potápanie, Balóny...</i>
2.	2	Tlak v kvapalinách, tlaková sila. Hydrostatický tlak, meranie hydrostatického tlaku	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť príčinu existencie hydrostatického tlaku, - vysvetliť závislosť hydrostatického tlaku od hĺbky v kvapaline a druhu kvapaliny, - aplikovať vzťahy $p = F/S$, $p_h = \rho g h$ pri riešení jednoduchých úloh, - experimentálne dokázať existenciu hydrostatického tlaku, - experimentálne overiť závislosť hydrostatického tlaku od hĺbky kvapaliny, - navrhnúť a zrealizovať experimenty na dôkaz Pascalovho zákona, - vysvetliť funkciu a modelovať hydraulické zariadenia, - posúdiť chyby vo výsledkoch merania. <p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimentálny dôkaz existencie tlaku v kvapaline spôsobeného vonkajšou silou. ✓ Experimentálne overenie princípu činnosti hydraulického zariadenia. ✓ Experimentálny dôkaz existencie hydrostatického tlaku. ✓ Meranie hydrostatického tlaku v rôznych hĺbkach kvapaliny.
3.	1	Atmosférický tlak. Torricelliho experiment	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť príčinu atmosférického tlaku, - vysvetliť závislosť atmosférického tlaku od nadmorskej výšky, - navrhnúť a zrealizovať experiment na overenie závislosti atmosférického tlaku od nadmorskej výšky. <p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimenty na dôkaz existencie atmosférického tlaku. ✓ Torricelliho experiment -(videozáznam s Hg) s vodou. ✓ Experimentálne určenie tlaku vzduchu v nafúkanom balóne.
4.	1	Vztlaková sila	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - experimentálne overiť existenciu vztlakovej hydrostatickej sily, - experimentálne overiť závislosť veľkosti vztlakovej sily od veľkosti objemu ponoreného telesa, - experimentálne overiť závislosť veľkosti vztlakovej sily od hustoty kvapaliny. <p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimenty pre zistenie závislosti veľkosti vztlakovej sily od hustoty kvapaliny. ✓ Experimenty pre zistenie závislosti veľkosti vztlakovej sily od objemu ponoreného telesa.
5.	1	Archimedov zákon	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť príčinu existencie vztlakovej sily, - experimentálne overiť súvislosť veľkosti vztlakovej sily a objemu kvapaliny telesom vytlačenej, - aplikovať vzťah pre určenie veľkosti vztlakovej sily $F_v = \rho g V$ pri <p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimenty pre zistenie súvislosti veľkosti vztlakovej sily a tiažovej sily pôsobiacej na objem kvapaliny telesom vytlačenej. ✓ Experimenty pre vysvetlenie správania sa telies s rôznou

			<p>riešení jednoduchých úloh,</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť správanie sa telies v kvapaline, - experimentálne overiť správanie sa telies v kvapaline. 	<p>hustotou v kvapaline.</p>
6.	1	<p>Žiacky projekt Aerostatická vztlaková sila, balóny</p>	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť príčinu existencie aerostatickej vztlakovej sily, - vysvetliť fyzikálnu podstatu pohybu teplovzdušných balónov, - navrhnúť a realizovať funkčný model teplovzdušného balóna. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizácia jednoduchého modelu teplovzdušného balóna.
		<p>Žiacky projekt Potápanie</p>	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - opísať účinky hydrostatického tlaku pri potápaní na ľudský organizmus, - vysvetliť fyzikálny princíp pohybu ponoriek. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizácia jednoduchého modelu ponorky.
7.	3	<p>Hydrodynamika</p>	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - experimentálne overiť závislosť veľkosti rýchlosti prúdiacej tekutiny a prierezu, - experimentálne overiť súvislosť veľkosti rýchlosti prúdiacej tekutiny a tlaku. - aplikovať rovnicu spojivosti a Bernoulliho rovnicu pri riešení jednoduchých úloh. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimenty pre overenie závislosti veľkosti rýchlosti prúdenia tekutiny od prierezu. ✓ Experimenty pre overenie závislosti tlaku v tekutine od rýchlosti jej prúdenia.
8.	1	<p>Zhrnutie</p>		
9.	1	<p>Písomná previerka spojená s klasifikáciou</p>		
10.	1	<p>Časticová stavba látok. Modely časticovej stavby látok kvapalín a plynov</p>	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - opísať dôkazy časticovej stavby látok. - porovnať model časticovej stavby látok kvapalín a plynov, - experimentálne dokázať vybrané vlastnosti kvapalín a plynov. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimenty pre overenie pohybu častíc v kvapalnej a plynnej látke. ✓ Experimenty dokazujúce vlastnosti kvapalín a plynov.
11.	2	<p>Experimentálne určenie približnej hodnoty priemeru molekuly kyseliny olejovej</p>	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - opísať postup pri experimentálnom určení približnej hodnoty priemeru molekuly, - experimentálne určiť približnú hodnotu priemeru molekuly kyseliny olejovej, - posúdiť chyby vo výsledkoch merania. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimentálne určenie približnej hodnoty priemeru molekuly kyseliny olejovej.
12.	2	<p>Topenie a tuhnutie látok. Látky kryštalické a amorfné</p>	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť rozdiely medzi správaním amorfných a kryštalických látok pri zmenách skupenstva, - definovať merné skupenské teplo topenia a merné skupenské 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimentálne určenie krivky topenia tiosíranu sodného. ✓ Experimentálne sledovanie zmeny teploty topenia ľadu

			<p>teplo tuhnutia,</p> <ul style="list-style-type: none"> - experimentálne určiť krivku topenia kryštalickej látky, - vysvetliť fyzikálny význam skupenského tepla topenia látky. 	(snehu) po jeho posolení.
13.	2	Vyparovanie a kondenzácia. Nasýtené pary	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vysvetliť ako sa pohybujú molekuly v kvapaline a pare, - vysvetliť, čo je príčinou pôsobenia tlakovej sily v plyne, - opísať stav nasýtených vodných pár, - vysvetliť pojem relatívna vlhkosť. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimentálne demonštrovať stav nasýtených pár. ✓ Experimentálne určenie príčiny praskania mydlových bublín. ✓ Experimentálne demonštrovať vytvorenie hmly.
14	2	Zákony ideálneho plynu	<p>Žiak vie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - odmerať tlak plynu v závislosti od objemu, znázorniť grafom závislosť $p(V)$, - vysvetliť, prečo usudzujeme z tvaru grafu závislosť $p = k/V$, - kvalitatívne poznať vzájomnú závislosť objemu, tlaku, teploty a množstva plynu v uzavretej nádobe, - vysvetliť, prečo má teplota $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ výsadné postavenie a z akého dôvodu ju Kelvin zvolil za začiatočnú teplotu svojej stupnice. 	<p>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Experimentálne určenie závislosti tlaku plynu a jeho objemu pri konštantnej teplote. ✓ Experimentálne určenie závislosti teploty a tlaku plynu pri konštantnom objeme.
15	1	Zhrnutie		
16	1	Písomná previerka spojená s klasifikáciou		

Tab. 2 Časovotematický plán tematického celku Vlastnosti kvapalín a plynov

2.2 Učebné texty pre žiakov

V školskom roku 2008-2009 nové reformné učebnice fyziky pre 1. ročník gymnázia neexistovali. Podobne aj v nasledujúcich rokoch bol a stále je sklz vo vydávaní reformných učebníc. Jediné dostupné učebnice boli „staré“ učebnice fyziky. Tie však svojim obsahom nekorešponujú so Štátnym vzdelávacím programom. Ich forma je pre žiakov nepútavá a pre naše zámery sú učebnice absolútne nevyhovujúce najmä pre nedostatok návodov na experimentálnu činnosť žiakov. Boli sme postavení pred úlohu vytvoriť si vlastné učebné texty. Preto postupne v uplynulých rokoch vznikali tematické učebnice Sila a pohyb, Vlastnosti kvapalín a plynov, Elektrizácia, Magnetizmus, Periodické deje a Elektromagnetické žiarenie a častice mikrosвета.

Učebnica **Fyzika pre gymnáziá, časť Sila a pohyb** vychádza zo štátneho vzdelávacieho programu, časť Človek a príroda, predmet fyzika ISCED 3. Obsah časti Sila a pohyb je rozdelený na 22 vyučovacích jednotiek, z toho tri sú venované úvodu – fyzikálnym veličinám a ich meraniu. Devätnásť vyučovacích jednotiek zahŕňa v sebe obsah časti Sila a pohyb a čiastočne Energia okolo nás. Učebné texty pre žiakov sú spracované prehľadne a názorne v každej téme.

Vo fyzike majú mať žiaci čo najviac príležitostí osvojovať si vybrané (najčastejšie experimentálne) formy skúmania fyzikálnych javov. V súlade s týmto cieľom učebnica ponúka 24 návodov na praktické cvičenia, ktoré by žiaci mali v časti Sila a pohyb absolvovať. Praktické cvičenia sú navrhované ako súčasť takmer každej vyučovacej hodiny. Navrhované cvičenia sú nenáročné na pomôcky a ich cieľom je podporiť samostatnú prácu žiakov.

Praktické aktivity sú zamerané na :

1. činnosti vedúce ku konštrukcii nových poznatkov,
2. overenie už vopred sprostredkovaných poznatkov,
3. prekvapivé experimenty s jednoduchými pomôckami.

Praktiká vedúce ku konštrukcii nových poznatkov sú napríklad: Experimentálne určenie polohy ťažiska nehomogénnej tyče, Experimentálne určenie práce pri pohybe telesa nahor po naklonenej rovine, Skúmanie premien energie pri pružnom odraze loptičky. Overovací charakter majú napríklad cvičenia: Meranie veľkosti odstredivej sily, Overenie momentovej vety, Experimentálne overenie vplyvu výslednej pôsobiacej sily na teleso na jeho pohyb.

Za prekvapivé experimenty možno považovať Určenie polohy ťažiska tyče, Uloženie šiestich klinčov na hlavičku jedného, Overenie vlastnosti odporovej sily.

Súčasťou učebnice je kompaktný disk s výučbovými prezentáciami pre jednotlivé vyučovacie hodiny a v digitálnej forme sú priložené návody na jednotlivé praktické cvičenia. Využitie prezentácie na vyučovacej hodine skráti čas venovaný novému učivu a utvorí časový priestor pre navrhované experimentálne aktivity žiakov.

Všetky učebnice majú rovnaký charakter ako opísaná časť Sila a pohyb. Pre každú vyučovaciu hodinu obsahujú učebný text pre žiakov, návody na praktické cvičenie a pre (nielen) učiteľa výučbovú prezentáciu.

Niektoré vyučovacie jednotky majú dokonca dve až tri alternatívy praktických cvičení, takže je len na učiteľovi, koľko aktivít je schopný so žiakmi realizovať.

Učebnice Sila a pohyb, Vlastnosti kvapalín a plynov, Elektrizácia, Magnetizmus, Periodické deje majú udelenú odporúčaciu doložku Ministerstva školstva Slovenskej republiky a sú zaradené do zoznamu odporúčaných učebníc pre stredné školy.

Na nasledujúcich stranách uvádzame ukážku z učebnice Sila a pohyb, tému Mechanická práca spolu návodmi na praktické cvičenia.

2.15 MECHANICKÁ PRÁCA

V bežnom ľudskom chápaní sa prácou rozumie každá ľudská činnosť, pri ktorej musíme vynaložiť námahu. Konanie mechanickej práce z fyzikálnej stránky je podmienené silovým pôsobením (nielen človeka) na teleso a pohybom telesa.



Ako vyjadrujeme prácu z fyzikálnej stránky? Môžeme sa unaviť a pritom nepracovať?

Mechanickú prácu koná motor pri pohybe auta, žeríav pri zdvíhaní nákladu, ale aj človek ak tlačí vozík alebo ťahá sánky.

Práca W je fyzikálna veličina, ktorú môžeme vyjadriť ako súčin sily pôsobiacej na teleso v smere pohybu a dráhy, po ktorej sa teleso premiestni.

Jednotkou práce v sústave SI je joule (J).

$$[W] = [F][s] = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J (joule)}$$

Pri rovnomernom pohybe telesa musíme na teleso pôsobiť silou F , ktorá kompenzuje sily pôsobiace proti pohybu. Potom sila F je počas rovnomerného pohybu telesa po dráhe s , konštantná.

V grafickom vyjadrení veľkosti pôsobiacej sily F po dráhe s dostaneme polpriamku rovnobežnú s osou dráhy.

Ak sila F pôsobiaca na teleso zvierá s trajektóriou pohybu uhol α , môžeme silu rozložiť na zložky F_1 a F_2 . Prácu koná zložka F_1 rovnobežná s trajektóriou telesa. Veľkosť zložky F_1 je daná vzťahom $F_1 = F \cos \alpha$.

Ak sa teleso pohybuje pôsobením konštantnej sily F po dráhe s a sila zvierá s trajektóriou telesa uhol α , je mechanickej práca daná vzťahom

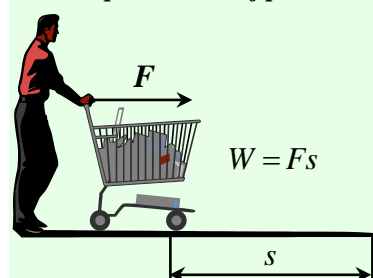
$$W = F_1 s = F s \cos \alpha.$$

Riešte úlohu:

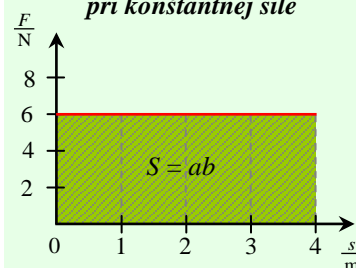
Akú prácu vykonáme pri ťahaní sánok silou veľkosti 80 N do vzdialenosti 20 m, ak sila:

- má smer trajektórie pohybu sánok,
- zvierá s trajektóriou pohybu sánok uhol 60° ?

Mechanická práca pri tlačení vozíka po vodorovnej podložke

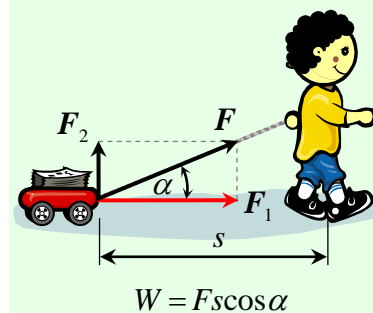


Grafické určenie práce pri konštantnej sile



Obsah obdĺžnika v grafe je číselne rovný mechanickej práci.

Mechanická práca ak sila F zvierá s trajektóriou uhol α



Práca vykonaná silou pôsobiacou pod rôznymi uhlami:

1. Pre uhol $\alpha = 0^\circ$ je $\cos\alpha = 1$.
Pre prácu platí $W = F\cos\alpha = F\cos 0^\circ = Fs$.
Sila pôsobiaca v smere pohybu prácu koná.
2. Pre uhol α z intervalu $(0^\circ, 90^\circ)$ je $1 > \cos\alpha > 0$.
Pre prácu platí $W = F\cos\alpha$.
Práca je v tomto intervale vždy kladná. Sila prácu koná.
3. Pre uhol $\alpha = 90^\circ$ je $\cos\alpha = 0$.
Pre prácu platí $W = F\cos\alpha = F\cos 90^\circ = 0$.
Sila kolmá na smer pohybu nekoná prácu.
4. Pre uhol α z intervalu $(90^\circ, 180^\circ)$ vrátane je $\cos\alpha < 0$.
Pre prácu platí $W = F\cos\alpha$.
Pre prácu v tomto intervale vychádza záporná hodnota. Záporné znamienko pri výsledku výpočtu nás upozorňuje, že sila pôsobiaca na teleso proti smeru pohybu, prácu spotrebuje.

Pri rovnomernom pohybe telesa po vodorovnej podložke na teleso pôsobí ťahová sila F a proti smeru pohybu trecia sila F_t .

Práca vykonaná silou F je potrebná na udržanie telesa v rovnomernom pohybe proti pôsobeniu trecej sily F_t .

Dva povrchy, ktoré sa trú jeden o druhý, sa postupne zohrievajú. Spotrebovaná práca trecej sily F_t pri posúvaní telesa sa prejaví zvýšením teploty telesa a následne vzduchu, ktorý teleso obklopuje.

Riešte úlohy:

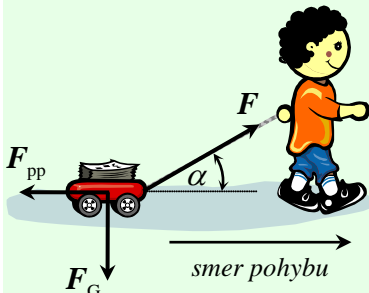
1. Vysvetlite, akú prácu koná dostredivá sila pri rovnomernom pohybe guľičky po kružnici.
2. Akú prácu vykonáme, ak v rukách držíme plnú nákupnú tašku?
3. Vysvetlite z hľadiska konania práce rovnomerne zdvihnutie 20 kg činiak zo zeme do výšky 1,5 m.

VIETE ODPOVEDE NA OTÁZKY?

1. Kedy z fyzikálnej stránky hovoríme o konaní práce?
2. Ako z grafu závislosti veľkosti sily od dráhy určíme vykonanú prácu?
3. Vysvetlite, kedy sa mechanická práca koná a kedy spotrebujeva?
4. Kedy pôsobiaca sila nekoná mechanickú prácu?

FYZIKA	Praktické cvičenie č. 2.15a	
	EXPERIMENTÁLNE URČENIE PRÁCE PRI POHYBE TELESA NAHOR PO NAKLONENEJ ROVINE	
Škola:		Trieda:
Meno a priezvisko:		
Dátum:		Školský rok:

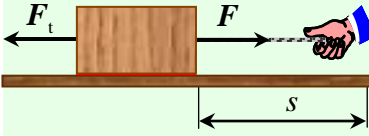
Mechanická práca síl pre rôzne uhly α



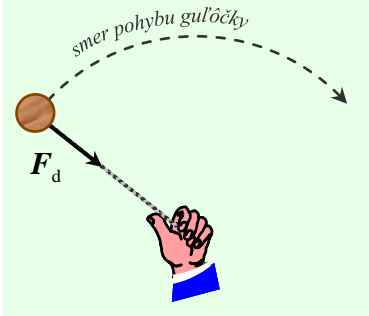
Sila F koná prácu, pôsobí v smere pohybu vozíka. Sila F_G nekoná prácu, pôsobí kolmo na smer pohybu vozíka. Práca síl pôsobiacich proti pohybu F_{pp} sa spotrebujeva.

Práca a pohyb telesa

smer rovnomerného pohybu



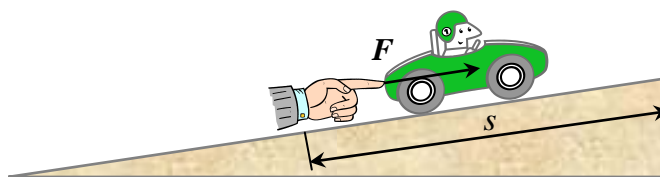
Rovnomerný pohyb po kružnici a konanie mechanickej práce



Teoretický úvod:

Naklonená rovina je rovný povrch nastavený v uhle inom ako pravý uhol proti horizontálnemu povrchu.

Príklady naklonených rovín sú rampa, svahové cesty a kopce, ale aj dláto, sekera, pluh a klin.

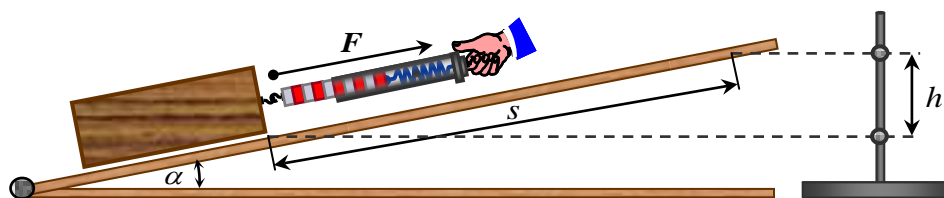


Pri rovnomernom pohybe po naklonenej rovine smerom nahor musíme prekonať zložku tiažovej sily a konať prácu $W = Fs$.

Úloha: Experimentálne určte a porovnajzte prácu vykonanú pri pohybe telesa nahor po naklonenej rovine pri rôznych uhloch sklonu naklonenej roviny.

Postup:

1. Nastavte na naklonenej rovine uhol sklonu α_1 .
2. Odmerajte veľkosť sily F , ktorou môžete teleso ťahať po naklonenej rovine nahor rovnomerným pohybom.



3. Odmerajte dráhu s pri prevýšení naklonenej roviny h .
4. Vypočítajte prácu W potrebnú na presunutie telesa po naklonenej do prevýšenia h .
5. Opakujte meranie pre ďalšie uhly sklonu naklonenej roviny $\alpha_5 < \alpha_4 < \alpha_3 < \alpha_2 < \alpha_1$.
6. Na základe výsledkov experimentu vyslovte záver o vykonanej práci W pri zmene prevýšenia telesa nad vodorovnou rovinou pri pôsobení sily F po rôznych dráhach s .

Pomôcky:

Naklonená rovina, uhlomer, teleso s háčkom, silomer, dĺžkové meradlo, kalkulačka.

Tabuľka nameraných hodnôt a výpočtov:

Číslo merani a	$\frac{\alpha}{^\circ}$	$\frac{h = \text{konšt.}}{m}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{s}{m}$	$\frac{W}{J}$
1					
2					
3					
4					
5					

FYZIKA	Praktické cvičenie č. 2.15b	
	ANALÝZA ROZLIČNÝCH PRÍPADOV KONANIA PRÁCE	
Škola:		Trieda:
Meno a priezvisko:		
Dátum:		Školský rok:

Teoretický úvod:

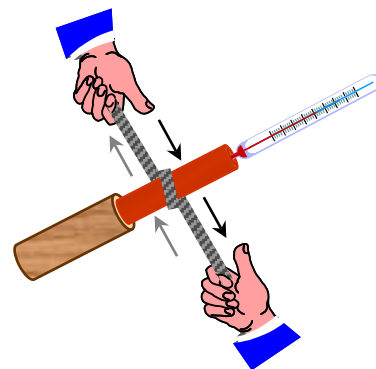
Mechanickú prácu koná teleso, ak pôsobí silou na iné teleso, ktoré sa pôsobením tejto sily premiestňuje po určitej trajektórii. Mechanická práca W vykonaná silou F pri premiestnení telesa závisí od veľkosti sily F , ktorá na teleso pôsobí, od dráhy s , o ktorú sa teleso premiestni a od uhla α , ktorý zvierá sila s trajektóriou telesa.

Veličina práca charakterizuje **dej**, pri ktorom nastáva premena alebo prenos energie.

Úloha č.1: Experimentálne určte približnú hodnotu mechanickej práce potrebnej na zohriatie medenej tyčky.

Postup:

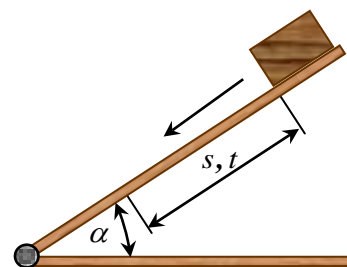
1. Okolo tenkostennej medenej tyčky izbovej teploty obtočte jedenkrát konopný povraz. Jeho konce pevne chyťte do rúk a striedavo ťahajte tak, aby sa povraz čo najviac trel o medenú tyč (pozri obrázok). Opakujte pohyb asi 10 sekúnd.
2. Odmerajte teplotu medenej tyčky tak, že do jej vnútra zasuniete teplomer, ktorého koniec je obalený v staniole.
3. Vysvetlite, prečo sa teplota medenej tyčky pri experimente zväčšila.
4. Vypočítajte teplo Q potrebné na zohriatie medenej tyčky. Hmotnosť tyčky odmerajte vážením na digitálnych váhach, hmotnostná tepelná kapacita medi je $c = 385 \text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.
($Q = mc\Delta t$)
5. Porovnajete prácu vykonanú pri pohybe špagátu s teplom potrebným na zohriatie tyčky.



Úloha č.2: Experimentálne určte približnú hodnotu práce trecej sily pri pohybe telesa na naklonenej rovine.

Postup:

1. Na naklonenú rovinu položte drevený hranol tak, aby sa kĺzal po naklonenej rovine po dráhe s . Opakujte experiment tak, aby kĺzanie hranola trvalo aspoň 10 sekúnd.
2. Vypočítajte prácu trecej sily pri pohybe hranola po naklonenej rovine. Potrebné veličiny odmerajte. Prečo v tomto prípade nenastalo zvýšenie teploty?
3. Opíšte premeny energie pri kĺzavom pohybe hranola po naklonenej rovine.



Pomôcky:

Medená tyč, konopný špagát, teplomer, digitálne váhy, naklonená rovina, uhlomer, drevený hranol, dĺžkové meradlo, kalkulačka.

2.3 TESTY Z FYZIKY K UČEBNICIAM

Každý učiteľ sa musí zamyslieť nad testovaním (viac či menej pravidelným) svojich žiakov, ktoré predchádza koncoročnému hodnoteniu. Základnou funkciou testu je kontrola, získanie spätnej väzby od žiakov. To umožňuje ďalej prispôbiť vyučovanie, určiť smer, akým by sa učiteľ mal uberať, aby dosiahol stanovené ciele.

Základným problémom pri skúšaní je formulácia otázky. Podľa toho, čo chce učiteľ zistiť, kladie rôzne typy otázok:

1. otázky, ktorými zisťujeme, ako žiaci pochopili pojmy a fakty,
2. otázky zisťujúce osvojenie poučiek, definícií, pravidiel, zákonov a princípov,
3. otázky, ktorými sa zisťuje príčinná súvislosť, podmienky, zákonitosti a závislosti,
4. otázky vyžadujúce systematizáciu a utriedenie faktov, predmetov alebo javov,

5. otázky vyžadujúce zaujať postoj alebo uplatniť vlastný názor žiaka,
 6. otázky zamerané na zisťovanie medzipredmetových súvislostí.

Nový obsah učiva, nové formy a metódy práce si nevyhnutne vyžadujú aj modernejšie testovanie žiakov.

Počas uplynulých rokov sme vytvárali databázu testov, ktorých obsah korešponduje so Štátnym vzdelávacím programom. Dnešná situácia je taká, že ku každej vyučovacej jednotke podľa našich reformných učebníc je vytvorený test s približne 7-9 testovými otázkami.

Testy môžu slúžiť pre žiakov ako autotesty, na ktorých si môžu samostatne preveriť úroveň osvojenia poznatkov získaných na vyučovacej hodine. Databáza otázok je pre učiteľa vhodnou prípravou pre vytvorenie testu určeného pre hodnotenie žiakov.

Testové otázky preverujú osvojenia vedomostí na úrovniach zapamätanie a porozumenie a v čiastočnej miere aj aplikáciu v typicky školských úlohách. Vyššie úrovne osvojenia poznatkov žiakmi môžeme preverovať práve pri experimentálnej činnosti alebo tvorbe a prezentovaní projektov.

Testové otázky sú buď s výberom odpovede alebo doplňujúce. Napriek tomu, že dnes existujú špeciálne programy pre tvorbu testov, naše testy sú vytvorené v programe Word ako uzamknuté formuláre. Ich tvorba je pomerne jednoduchá a aj prípadný ďalší užívateľia môžu do obsahu testu ľahko zasiahnuť.

Pracovať s testom je možné v tlačenej i digitálnej forme.

1. Možnosť práce s testom v digitálnej forme pre žiaka

Pri otvorení dokumentu si zvolíte možnosť *Otvoriť* → *Iba na čítanie*, potom užívateľ môže iba zaškrtnúť svoj výber odpovede alebo vybrať jednu z ponúkaných možností. Po vyplnení testu žiak súbor uloží ako... napríklad pod svojim menom. Test je uložený so zvolenými odpoveďami.

2. Možnosť úpravy testu učiteľom

Pri otvorení dokumentu je potrebné zadať heslo. Najskôr je potrebné test odomknúť v paneli s nástrojmi *Formuláre* a potom je možné robiť v teste ľubovoľné úpravy. Pre opätovnú funkčnosť formulárových políček je potrebné dokument uzamknúť.

Na nasledujúcej strane uvádzame ukážku testu z učebnice *Sila a pohyb*, téma *Rovnomerný pohyb*.

MENO A PRIEZVISKO:		TRIEDA:	
-------------------------------	--	----------------	--

1. Rovnomerný pohyb koná teleso vtedy, ak:

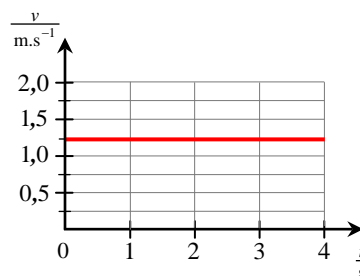
<input type="checkbox"/>	a.	ľubovoľné, ale rovnako veľké úseky dráhy prejde za rovnako veľké časové intervaly,
<input type="checkbox"/>	b.	v ľubovoľných, ale nerovnako veľkých časových intervaloch prejde rovnako veľké úseky dráhy,
<input type="checkbox"/>	c.	v ľubovoľných, ale rovnako veľkých časových intervaloch prejde nerovnako veľké úseky dráhy,
<input type="checkbox"/>	d.	v ľubovoľných, ale nerovnako veľkých časových intervaloch prejde nerovnako veľké úseky dráhy.

2. Veľkosť rýchlosti pri rovnomernom pohybe určíme 1 ľubovoľného úseku 2 a 3 , za ktorý tento 4 prejde.

3. Z grafickej závislosti znázornenej na obrázku pre pohyb telesa vyplýva:

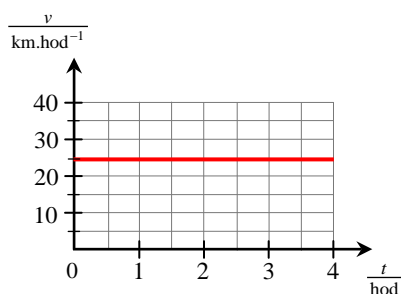
<input type="checkbox"/>	a.	$v = 1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
--------------------------	----	---

<input type="checkbox"/>		dráha sa nemení,
<input type="checkbox"/>	b.	$s = 1,5 \text{ m}$, veľkosť rýchlosti sa nemení,
<input type="checkbox"/>	c.	$v = 1,25 \text{ m.s}^{-1}$, veľkosť rýchlosti sa nemení,
<input type="checkbox"/>	d.	$s = 1,25 \text{ m}$, dráha sa nemení.



4. Z grafickej závislosti znázornenej na obrázku pre pohyb automobilu vyplýva:

<input type="checkbox"/>	a.	za $t = 3 \text{ h}$ prejde $s = 90 \text{ km}$,
<input type="checkbox"/>	b.	za $t = 2 \text{ h}$ prejde $s = 60 \text{ km}$,
<input type="checkbox"/>	c.	za $t = 1 \text{ h}$ prejde $s = 30 \text{ km}$,
<input type="checkbox"/>	d.	za $t = 4 \text{ h}$ prejde $s = 100 \text{ km}$.

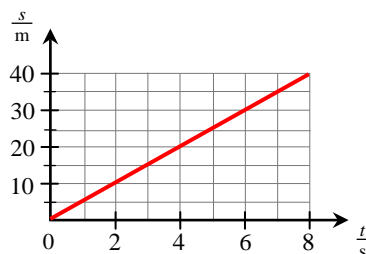


5. Vlak sa pohybuje medzi dvoma stanicami vzdialenými od seba 30 km priemernou rýchlosťou 60 km.h^{-1} . Jeho pohyb medzi stanicami trval:

<input type="checkbox"/>	a.	$t = 1800 \text{ s}$,
<input type="checkbox"/>	b.	$t = 60 \text{ min}$,
<input type="checkbox"/>	c.	$t = 120 \text{ min}$,
<input type="checkbox"/>	d.	$t = 2 \text{ h}$.

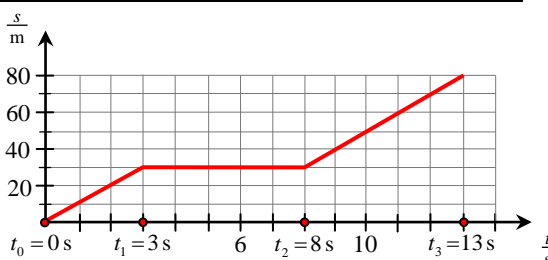
6. Z grafickej závislosti znázornenej na obrázku pre pohyb bicyklistu platí:

<input type="checkbox"/>	a.	za $t = 6 \text{ s}$ prejde $s = 30 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 6,66 \text{ m.s}^{-1}$,
<input type="checkbox"/>	b.	za $t = 8 \text{ s}$ prejde $s = 40 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 5 \text{ m.s}^{-1}$,
<input type="checkbox"/>	c.	za $t = 8 \text{ s}$ prejde $s = 40 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$,
<input type="checkbox"/>	d.	za $t = 6 \text{ s}$ prejde $s = 30 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$.



7. Z grafickej závislosti znázornenej na obrázku pre pohyb telesa vyplýva:

<input type="checkbox"/>	a.	medzi $t_2 = 8 \text{ s}$ a $t_3 = 13 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 250 \text{ m.s}^{-1}$,
<input type="checkbox"/>	b.	medzi $t_2 = 8 \text{ s}$ a $t_3 = 13 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 1 \text{ m.s}^{-1}$,
<input type="checkbox"/>	c.	medzi $t_0 = 0 \text{ s}$ a $t_1 = 3 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 90 \text{ m.s}^{-1}$,
<input type="checkbox"/>	d.	medzi $t_0 = 0 \text{ s}$ a $t_1 = 3 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$.



3 ZÁVER

Počas troch rokov sme vytvorili sadu učebníc odpovedajúcich obsahom Štátnemu vzdelávaciemu programu.

Pre podporu aktívneho poznávania sú ku každej téme v učebnici vytvorené návody na experimentálnu činnosť pre žiakov, výučbové prezentácie a testy.

Znížený počet vyučovacích hodín a preorientovanie sa na experimentálnu činnosť žiakov na vyučovacích hodinách fyziky vedie k situácii, v ktorej sa odbúra doterajšia prematematizovanosť stredoškolského učiva fyziky. Je potrebné počítať s tým, že matematické zručnosti absolventov a možno aj maturantov z fyziky budú na nižšej úrovni. Táto pripomienka je zároveň upozornením pre vysoké školy, na ktoré sa maturanti z fyziky hlásia.

Vo vyučovaní fyziky je potrebné brať do úvahy obidve stránky fyzikálnej vedy - jej exaktný i jej experimentálny charakter. Fyzikálny experiment predstavuje významnú formu názornosti. Pôsobením experimentov nadobúdajú vedomosti žiakov neformálny charakter, žiaci si ich lepšie prekladajú do svojho vnútorného jazyka. Použitím fyzikálneho experimentu prenášame poznatky na žiakov najbezprostrednejším spôsobom.

Experimentálnou úlohou pritom rozumieme takú fyzikálnu úlohu, ktorá vyvoláva problémovú situáciu, na vyriešenie ktorej je potrebné zrealizovať experiment. V tomto prípade už nie je experiment ilustráciou výkladu, ale stáva sa bezprostrednou súčasťou procesu poznávania. Vzhľadom na nevyhovujúce materiálne vybavenie väčšiny škôl je tu široký priestor na uplatnenie netradičných fyzikálnych experimentov, t.j. experimentov realizovaných improvizovanými, resp. svojpomocne vyhotovenými pomôckami. Jedná sa hlavne o jednoduché, názorné a z hľadiska prípravy i finančnej náročnosti čo najdostupnejšie experimenty.

Fyzikálne experimentovanie je vždy spojené so zvýšenou námahou učiteľa fyziky. Na hodinách fyziky by sa vždy malo niečo diať, hodiny fyziky by sa mali vyznačovať dynamikou, byť zaujímavé a pritažlivé. Fyzikálnymi experimentmi môžeme stimulovať a motivovať záujem žiakov, môžeme ich pritiahnúť aj k neskoršiemu hlbšiemu štúdiu fyziky. Okrem strohého podania látky aj s podporou experimentov, by si mala na hodine nájsť miesto aj fyzikálne ladená, podfarbená zaujímavosť.

Pokúsme sa pomocou experimentov pestovať u žiakov lepší vzťah k fyzike. Vzbudzovať potrebu porozumenia javov, ktoré nás obklopujú, túžbu po poznávaní a rozvíjať ich fyzikálne myslenie.

4 Zoznam bibliografických odkazov

BEŇUŠKA, J. 2009. *Fyzika pre gymnáziá, časť Sila a pohyb.*

BEŇUŠKA, J. 2009. *Fyzika pre gymnáziá, časť Vlastnosti kvapalín a plynov.*

BEŇUŠKA, J. 2010. *Fyzika pre gymnáziá, časť Elektrina.*

BEŇUŠKA, J. 2010. *Fyzika pre gymnáziá, časť Magnetizmus.*

BEŇUŠKA, J. 2010. *Fyzika pre gymnáziá, časť Periodické deje.*

Adresa autora:

PaedDr. Jozef Beňuška, PhD.

Gymnázium Viliama Paulinyho-Tótha

Malá hora 3

Martin

e-mail: jbenuska@nexta.sk