

Slovenská fyzikálna spoločnosť



TVORIVÝ UČITEĽ FYZIKY IV

Národný festival fyziky 2011



Kongresové centrum SAV Smolenice

12. - 15. apríl 2011

Košice, 2011

Príspevky prešli odbornou recenziou.

Recenzenti:

RNDr. Dalibor Krupa, CSc., D.Phil.

doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

Za jazykovú úpravu zodpovedajú autori príspevkov.

Zborník príspevkov

Vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Dúbravská cesta 9, Bratislava.

Editori:

doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

RNDr. Dalibor Krupa, CSc., D.Phil.

Obsah	1
Predslov	2
HĽADANIE JASNÝCH BOLIDOV NA HVEZDÁRNI JÚLIA	3
Vladimír Bahýl	
USING A SYSTEME APPROACH WITH THE VAV METHOD TO DESIGN AN INTRODUCTION TO ANTIMATTER FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS	12
Max Igor Bazovský	
ŠKOLSKÝ VZDELÁVACÍ PROGRAM FYZIKA A EXPERIMENT	25
Jozef Beňuška	
SKÚSENOSTI S PRÁCOU NA PROJEKTE SIPS - VEDECKÝ INKUBÁTOR PRE ŽIAKOV A ŠTUDENTOV	39
Dorota Černíková, Mária Zentková, Zuzana Ješková	
VIRTUÁLNE LABORATÓRIUM V ASTRONÓMII – PROGRAMY STELLARIUM A ALADIN	44
Mária Csatáryová, Vladimír Šebeň, Martin Šechný	
ŠTUDENTI ODHAĽUJÚ KRÁSU ČASTICOVEJ FYZIKY MASTERCLASSES 2011	50
Alexander Dirner a kol.	
JADRÁ A ANTI-JADRÁ	64
Peter Filip	
PRÍNOSY A MOŽNÉ PERSPEKTÍVY PROGRAMU FÚZIA – ENERGIA BUDÚCNOSTI	72
Viera Haverlíková	
SÚŤAŽ SCHOLA LUDUS: OBRÁZKOVÝ VEDECKÝ VTIP 2010 - ENERGIA	78
Viera Haverlíková	
ROZVOJ MANUÁLNYCH ZRUČNOSTÍ A INTELEKTUÁLNYCH SPÔSOBILOSTÍ ŠTUDENTOV POUŽITÍM VIDEOANALÝZY POHYBOV	85
Peter Hockicko	
ROZVOJ KLÚČOVÝCH KOMPETENCIÍ SO ZAMERANÍM NA POZNÁVANIE PRÍRODY	92
Margareta Hockicková, Zuzana Filová, Peter Hockicko	
POZNATKY Z VÝJAZDOVÝCH FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH PREZENTÁCIÍ	99
Oľga Holá	
ŽIACKE VIDEOMERANIA BRZDNÝCH DRÁH AUTOMOBILU	105
Peter Horváth	
VPLYV HRY ENERGIA PRE BUDÚCNOSŤ NA POSTOJE ŽIAKOV K VYUŽÍVANIU RÔZNYCH ZDROJOV ENERGIE	112
Jana Horváthová	
K MOŽNOSTIAM VYUŽITIA ON-LINE DATABÁZ	
EXPERIMENTÁLNYCH AKTIVÍT PRÍRODOVEDNÉHO CHARAKTERU	116
Martin Hruška , Miriam Spodniaková Pfefferová, Stanislav Holec	
MONITOROVANIE RADIAČNEJ SITUÁCIE MESTA TRNAVY A JEHO OKOLIA	123
Štefan Húšťava	
ANALÝZA A RIEŠENIE NIEKTORÝCH FYZIKÁLNYCH PROBLÉMOV PRI BUDOVANÍ AERODYNAMICKÉHO TUNELU STU BRATISLAVA	129
Štefan Húšťava, Anton Puškár	
LABORATÓRIUM ZEM	134
Sergej Il'kovič	
PRACOVNÉ ZOŠITY Z FYZIKY PRE ZÁKLADNÉ ŠKOLY A NIŽŠIE ROČNÍKY GYMNÁZIÍ S OSEMROČNÝM ŠTÚDIOM	140
Peter Kelecsényi	
ŠKOLSKÝ VÝSKUMNÝ PROJEKT	145
Marián Kireš, Mária Nováková	
VYUŽITIE DIDAKTICKÝCH HIER PRI FIXÁCII FYZIKÁLNYCH POJMOV V STREDOŠKOLSKÉJ FYZIKE	152
Katarína Krišková, Jana Raganová	
EXPERIMENTÁLNA VÝUČBA V ELEMENTÁRNOM PRÍRODOVEDNOM VZDELÁVANÍ V PROJEKTE VODNÁ ENERGIA	158
Jana Krížová	
ŠKODIA NÁM MOBILNÉ TELEFÓNY? (PROJEKT „FYZIKA OČAMI FYZIKOV“)	163
František Kundracik	
INTERAKTÍVNA DEMONŠTRÁCIA A MERANIE ČASOVÉHO	
PRIEBEHU SÍL AKCIE A REAKCIE POMOCOU DIGITÁLNYCH VÁH	167
Mária Nováková, Marián Kireš	
FYZIKA ZAUJÍMAVO	174
Ľudmila Onderová, Jozef Ondera	

Z FYZIKÁLNEJ KUCHYNE GYMNÁZIA PÚCHOV	180
Mária Pastorková	
FYZIKA NETRADIČNE REČOU OBYČAJNÝCH VECÍ	185
Ivan Baník, Gabriela Pavlendová	
SKÚMANIE PREMIEN SKUPENSTVA LÁTKO VO FYZIKE 7. ROČNÍKA ZÁKLADNEJ ŠKOLY	194
Jana Raganová	
PARK TMAVEJ OBLOHY POLONINY	199
Pavol Rapavý, Peter Begeni	
AKO VEĽRYBY TELEFONUJÚ – FYZIKÁLNA AKUSTIKA NETRADIČNE	205
Juraj Slabeycius	
FYZIKA OKOLO NÁS – ONLINE DATABÁZA SIMULÁCIÍ	216
Miriám Spodniaková Pfefferová	
VZDIALENÉ EXPERIMENTY Z OBLASTI ELEKTRONIKY PASÍVNYCH OBVODOV	223
Lukáš Tkáč, František Schauer	
ŽIACKE AKTIVITY – POZOROVANIE ABSORPČNÉHO A FLUORESCENČNÉHO SPEKTRA CHLOROFYLU RASTLÍN	229
Jana Útla	
E-EXPERIMENTY VO VÝUČBE CELKU PERIODICKÉ DEJE	238
Michaela Žovinová, Miroslava Ožvoldová	

PREDSLOV

Prírodovedné vzdelávanie má bohatý potenciál zohrávať veľmi významnú úlohu pri formovaní moderného človeka schopného sa aktívne podieľať na znalostnej ekonomike. Nachádzame sa žiaľ v etape, keď postavenie, ciele, úlohy a zaradenie prírodovedného vzdelávania musíme energicky presadzovať v konkurencii mnohých atraktívnych zameraní.

Našou snahou je využiť prirodzenú túžbu mladých pozorovať, objavovať, skúmať a hľadať odpovede na aktuálne problémy. Snažíme sa poskytnúť priestor pre samostatné, tvorivé a zaujímavé objavovanie krás vedeckého poznania, budovanie pozitívneho vzťahu k práci vedcov a pochopenie významu vedy pre spoločnosť.

Slovenská fyzikálna spoločnosť (SFS), ktorá združuje ľudí z výskumných aj pedagogických pracovísk sa sústavne venuje prenosu najnovších prírodovedných poznatkov z výskumu do pedagogického procesu tvorivým spôsobom. Pracoviská pripravujúce budúcich učiteľov v spolupráci s učiteľmi základných a stredných škôl sa snažia inovovať a aplikovať vzdelávacie metódy smerujúce k aktívnemu poznávaniu, pochopeniu podstaty javov a rozvíjaniu kľúčových zručností využiteľných v celoživotnom vzdelávaní.

Predkladaná publikácia vznikla v spolupráci učiteľov zo škôl a univerzít s poprednými vedeckými pracovníkmi z univerzít a Slovenskej akadémie vied, ktorým SAV vo svojom Kongresovom centre v Smoleniciach poskytuje vynikajúce podmienky pre efektívny prenos najnovších poznatkov. Národný festival fyziky organizuje SFS v spolupráci s domácimi aj zahraničnými pracoviskami. K jeho zrodu prispeli významné európske výskumné inštitúcie (CERN, ESA, ESO, ILL a ESFR) prostredníctvom európskeho projektu Science on Stage a Európskej fyzikálnej spoločnosti. Z domácich vedeckovýskumných a pedagogických inštitúcií sa popri ústavoch SAV (FÚ a GFÚ Bratislava, ÚEF Košice) na spolupráci a spoluorganizácii zúčastňujú PF UPJŠ v Košiciach a FMFI UK v Bratislave, ďalej Spoločnosť pre vedu a vzdelávanie PANSOPHIA n.o., Pedagogická sekcia JSMF, Hvezdáreň v Rimavskej Sobote a iné.

Grantovú podporu poskytla agentúra APVV prostredníctvom LPP projektov: LPP-0223-09 Veda na scéne Slovensko, LPP- 0059-09 Odhalenie tajov mikrosвета a Rada slovenských vedeckých spoločností pri SAV. Publikácia **Tvorivý učiteľ fyziky IV** je v elektronickej forme prístupná na:

<http://sfs.sav.sk/smolenice/index.htm>

http://ufv.science.upjs.sk/_projekty/smolenice/index.htm

<http://www.science-on-stage.sk>

Editori

HĽADANIE JASNÝCH BOLIDOV NA HVEZDÁRNI JÚLIA

Vladimír Bahýl

KFEAM, DF TU vo Zvolene, SZAA

Abstrakt: Práca pojednáva o výsledkoch viac ako jeden a pol ročného systematického hľadania jasných bolidov na hvezdárni Júlia vo Zvolenskej Slatine. Pojednáva o dosiahnutých výsledkoch, ktoré spočívajú skôr v metodike ako v počte zachytených bolidov. Hľadanie jasných bolidov je finančne nenáročná vedecká práca. Preto za prínos si dovoľujeme považovať aj povzbudenie čitateľa – vlastníka vhodného prístrojového vybavenia do podobných aktivít.

Kľúčové slová: astronómia, bolid, fotografovanie, rybie oko.

Úvod

Astronómia, teórie o vzniku a vývoji Vesmíru a podobné témy sú lákavé, ľudí zaujmú. Renomovaní vedci chodia o tom prednášať, píšú na tieto témy celé knihy. Čítajú ich a zaujmú sa o ne najmä mladí ľudia na základnej či na strednej škole. No od záujmu je ešte ďaleko k systematickej práci, k sústavnému a nie len k občasnému či kampaňovitému sledovaniu dennej či nočnej oblohy.

Mladý človek, s prejavovým skutočne hlbokým záujmom, často s vôľou rodičov ide neskôr napr. na právo a jeho záujem o astronómiu je iba spomienkou alebo a to je lepšie, v staršom veku, sociálne zaistený sa k astronómii vracia. Tieto návraty majú ale rôznu úroveň. Od nostalgických spomienok, cez špičkový a značkový ďalekohľad v hale vedľa krbu, cez parádnú kupolu na streche vily či lepšie haciendy až po záhradný domček s odsuvnou strieškou. A už relatívne starý človek s takým alebo onakým vybavením sa snaží pozorovať, vracat sa do svojich detských liet. Ďalekohľad vedľa krbu alebo päťmetrová kupola na streche haciendy nás netrápia. Sú to imidžovky a nimi aj zostanú. Nás zaujíma ten, kto pozoruje a svoje pozorovania si zaznamenáva. Je jedno ako, od jednoduchého denníka, až po usporiadaný archív, dnes už obvykle v počítači. Aby sa ale nepozorovalo len kvôli pozorovaniu, rozhodli sme sa podeliť sa s čitateľom o svoje skúsenosti, výsledky, chyby, omyly, prekvapenia o dobré pocity z čoho ako skromného poznania. Totiž každé i to seba menšie a seba jednoduchšie pozorovanie je unikátne a treba ho publikovať, dať na všeobecnú známosť, lebo nikdy nevieme, či náhodou niekto neprahne po práve nami vykonanom pozorovaní alebo nebodaj to naše pozorovanie dákym zázrakom zostane budúcim generáciám. Čo sa týka publikácie vlastných pozorovaní je dosť, minimálne internetových fór, kde sa skutočne každý môže realizovať. Ale ďalšie úvahy v tomto smere by bolo nosením dreva do hory.

Vo Zvolenskej Slatine sme si postavili hvezdárňu. Pomenovaná je po jednej z našich milovaných vnúčat, po vnučôčke Julinke. Nie jednoduchú kupolku na streche, ale skutočnú hvezdárňu s kupolou, pracovňou, fotokomorou a terasou na vizuálne pozorovania a rozbehli sme pomerne skromný vedecký program. Ten je daný možnosťami a je stále vo vývoji. Vo vývoji v tom zmysle, že hľadáme čo najvhodnejšiu vedeckú náplň pre našu prácu. Samozrejme v súlade s prístrojovým vybavením. Možností je skutočne veľa. Od vizuálnych pozorovaní meteorov, cez zakresľovanie slnečnej fotosféry až napríklad po hľadanie supernov v ďalekých galaxiách. Ako s prvým sme začali s pozorovaním, či lepšie povedané s hľadaním jasných bolidov. Podnet k tomu nám dal fakt, že sme boli vybavení klasickými fotoaparátmi. Žiaľ objektív rybie oko sme nemali a ako perličku poznamenávame, že pozorovanie bolidu Košice nám uniklo o jeden deň. Totiž objektív rybie oko značky Soligor sme si kúpili v Nitre zhodou okolností o deň pozdejšie. Vtedy sme k určeniu jeho dráhy prispieť nemohli. No aj tak bolo zamračené a sotva by sme boli exponovali. Dúfame ale že snáď v budúcnosti to možné bude pre iný bolid. Na Slovensku totiž fungujú iba dve profesionálne celooblohové stanice. Od vtedy ale už prešiel viac ako rok a aj keď to môže znieť neskromne, máme sa s čím pochváliť – prezentovať.

Prístrojové vybavenie



Obr. 1: Hvezdáreň Júlia vo dne. Terasa na pozorovanie meteorov je v popredí.



Obr. 2: Hvezdáreň Júlia v noci s majestátnym veľkým vozom nad ňou. (Foto Ing. P. Zbončák.)

Prístrojové vybavenie hvezdárne Júlia je široké. O tom ale inokedy. Na tomto mieste sa sústredíme na prístrojové vybavenie používané pri hľadaní jasných bolidov.

Prioritný je v tomto smere objektív „rybie oko“ japonskej značky Soligor. Máme k nemu sady medzikrúžkov tak, aby sme mohli používať buď fotoaparát PENTACON SIX TL na filmy 6 x 6 cm alebo fotoaparát Praktica L alebo Zenit na kinofilm.

Potom máme k dispozícii fotoaparát Yashica D (6 x 6) so širokouhlým objektívom. Tento fotoprístroj má tú výhodu, že je na tú istú snímku možné exponovať viackrát. Taktiež pre fotoaparát PENTACON SIX TL máme k dispozícii širokouhlý objektív. S týmito objektívmi síce máme menšie zorné pole, nie je ním skutočne celá obloha, ale môžeme ísť k nižším magnitúdam, čo predstavuje určitú výhodu, ak si uvedomíme, že vo Zvolenskej Slatime máme žiaľ dosť prežiarený horizont.

Máme tiež fotoaparát Praktica BX 20 no tá má elektricky riadenú uzávierku a ak chceme exponovať s otvorenou uzávierkou „B“ tak žiaľ dôjde už po asi trojhodinovej expozícii k vybitiu batérie a pokus o externé napájanie sa nám zatiaľ žiaľ nevydaril, ale s ním počítame do budúcnosti, nakoľko ide skutočne o kvalitný prístroj.

Pre Yashicu D sme si vyrobili špeciálnu aretovanú spúšť.

Ešte máme k dispozícii moderný fotografický prístroj Canon EOS 50D. Ten používame pri cvičných expozíciách, keď potrebujeme zistiť akú clonu je potrebné použiť pri tej ktorej citlivosti filmu.

Pred časom sme v Kozmose čítali resp. našli text, v ktorom bol rok 2010 vyhlásený za rok smrti klasickej fotografie (minimálne v astronómii). Nie je to podľa nás celkom tak. Klasická fotografia má svoje čaro a nielen to. Je to pre uchovanie informácie určite bezpečnejšie médium ako hard disk počítača.



Obr. 3: Náš horizont východným smerom s kalderou Poľany a s Pohoničom a s Capellou nad ňou.

Foto Canon EOS 50D.

Čo sa týka prístrojového vybavenia nemožno nespomenúť stojan fotoaparátov. Ide o pomerne univerzálny výrobok českej firmy Hama. Je stabilný, bezpečný a ľahko ovládateľný. Nepochybujeme, že každému je jasné, že fotografické prístroje sú drahé aparáty a nemožno ich len tak kade tade pokladať.

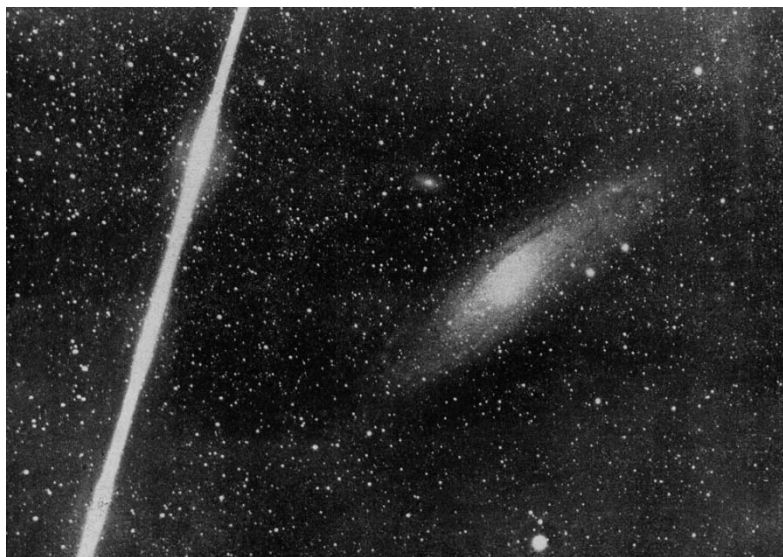
Motív

Aký vlastne môže mať človek motív na takúto prácu. Podľa nášho názoru ho možno hľadať v troch oblastiach.

- Predovšetkým sú to možnosti. Pre záujemcu o serióznu vedeckú prácu v tzv. amatérskych podmienkach. Tieto možnosti majú časový, materiálny a finančný charakter.
- Ďalej je to vzťah k vede, k vedeckej práci, sklon systematicky a dlhodobo sa venovať jednému problému.
- Vzťah k astronómii.

Tu je podľa nášho názoru situácia podobná ako vo filozofii. Aj tej sa venovali a venujú sa aj dnes vyložení amatéri a čuduj sa svete, tento fakt je filozofii vôbec nie na škodu, ale naopak a skutočne na ošoh. Je to jednoduché. Totiž pokiaľ sme zdraví, sme schopní myslieť. Tak aj v astronómii. Pokiaľ nás to zaujíma, tak si nájdeme prostriedky a čas. Naviac, dejiny sú v tomto smere veľmi poučné. Veď koľko a akých zásadných objavov urobili tzv. amatéri. Ono je to tak, ako hovorí Hannes Alfvén „Čím viac svetla vrhá veda na vybrané problémy, tým viac sú tie ostatné v o to väčšej tme.“ Na podoprenie tohto názoru si dovoľíme ešte vyzdvihnúť útlu knižočku Josefa Klepeštu z roku 1937 s názvom „Dvacet let mezi milovníky astronomie“. Je to skutočne veľmi poučné čítanie, najmä ak si

uvedomíme, že od jej napísania prešlo takmer sto rokov a ukázalo sa podľa nášho názoru, kto bol za ten čas amatér vedec a kto vedec amatér.



Obr. 4: Takzvaný „bolid Klepešta“. Snímka, ktorá obletela doslova celý svet.

Záverom tejto časti si teda dovoľujeme povzbudiť každého záujemcu o fotografovanie takých či onakých meteorov, že nepracujú dnešku, ale budúcnosti a tak ako hovorí Norbert Wiener „Veda je nežná rastlinka a určite nebude naklonená záhradníkovi, ktorý by sa naučil pozerať naj jej korene, a tak sledovať, ako pekne rastie“.

Práca s fotoaparátom

Film náležite založíme do fotoaparátu a na obal vždy napíšeme do ktorého prístroja a kedy bol film založený. Na fotoaparáte nastavíme citlivosť filmu, ak by sme náhodou zabudli, čo tam máme vlastne založené.

Nastavíme clonu a zaostríme na nekonečno. Keďže značka nekonečno nemusí vždy zodpovedať dobrému zaostreniu, zaostríme na niektorú jasnú hviezdu. Zdôrazňujeme, že bez predsádky „rybie oko“. Tak sa nám to osvedčilo.

Doporučujeme používať nízko citlivý film. My používame čiernobiely Fomapan, 100 ASA. Odcloníme. Tu poznamenávame, že je dobré clonu odskúšať na digitálnom fotoaparáte, nejakou dlhšou expozíciou, napr. jednominútovou.

Spomíname si, že okolo splnu Mesiaca sa svojho času a na istom mieste celooblohová komora nezapínala. My ju zapíname, ale priclónime. Na clona 8. Clona 16 je už málo. Mesiac je síce dobre nasnímaný ale inak je obraz podexponovaný. Inak Mesiaca sa podľa nášho názoru na snímke nikto nemusí báť. Ak by sa náhodou vyskytol bolid ktorého zbytky by dopadli na Zem, tak jeho jasnosť by bola minimálne porovnateľná s Mesiacom takže by bol na snímke.

Závažnejším problémom je expozičný čas. Tu sa naša prax ustálila na zhruba dvojhodinových expozíciách. Samozrejme, ak je zhruba hodina do svitania, necháme uzávierku otvorenú až takmer do začiatku nautického svitania.

Dvojhodinové intervaly sú dôležité aj z iného dôvodu. Totiž v zime vzniká námraza, na objektív môže nad ráno začať padať rosa a ten treba skutočne držať v starostlivej čistote. Preto sú dvojhodinové intervaly, minimálne z kontrolných dôvodov veľmi potrebné. Ak by sme sa aj

rozhodli a svetelné pomery by nám to umožňovali, dvojhodinové intervaly kontroly sú skutočne potrebné. Každá ľahostajnosť v tomto smere je schopná sa kruto vypomstiť.

Ak sa objektív vyčistí liehom a jemne potrie glycerínom, tento nenamrzne. Zásadne čistíme na to v optike zakúpenou čistiacou jelenicou.



Obr. 5: Praktica a PENTACON upevnené v stojane Hama.

Vyvolávanie negatívov

Keďže sa pracuje s klasickým filmom, tento je potrebné kdesi resp. nejako vyvolať. Dnes už neexistuje na to služba a ak vám vyvolajú, tak prinajlepšom u nich kúpený farebný film. Lenže je to parádne drahé a teda, ak máme tak ako napríklad na hvezdárni Júlia viac ako 200 pozorovacích nocí do roka, sme nútení vyvolávať sami. Tu by sme si dovolili zopár skúseností, zopár rád. Totižto knihy o čiernobielej fotografii sa už dávno nevydávajú a v knižniciach sa ťažko hľadajú, čiže podľa nás každá rada z praxe je dobrá. Pri vyvolávaní doporučujeme vždy namiešať novú vývojku. Šetrenie nie je v tomto smere na mieste. Ustaloľovač nie. Ten podľa našich skúseností je možné použiť viackrát a je možné ho skladovať. Samozrejme nie do nekonečna. Zásadne je treba dodržiavať návod na použitie. Doporučujeme tekutú kontrastnú vývojku. Kontrast je pri fotografovaní meteorov vždy potrebný a žiadaný. Vyvolávací tank nedoporučujeme po vyliatí vývojky vyplachovať vodou. Doporučujeme radšej skôr vyliť ustalovač, ktorý môžu kvapky vývojky, ktoré zostanú v tanku mierne nariediť.

Poznamenávame, že ide o odpady a je potrebné pri manipulácii s nimi dodržiavať zákon o tomto druhu odpadov.

Po ustálení vyvolaný film riadne vyperieme a vysušíme. Potom nastáva „hodina pravdy“ a síce zistíme, čo a ako sme nafotili. Presná a precízna práca tu ihneď prináša ovocie. Súčasťou vyvolávacieho procesu sa pre nás stala archivácia a podrobná prehliadka získaných negatívov, dobrou lupou samozrejme. V prvom rade si skonfrontujeme fotomateriál so záznamami v pozorovacom denníku. Jeho precízne a presné vedenie je, dúfame, pre každého úplnou samozrejmosťou. Všetko, škrabance, podexpoziáciu, preexpoziáciu, čas exponovania, nájdene bolidy zaznamenáme priamo k uloženému negatívu, aby v budúcnosti pri prípadnom spracovaní nebolo treba zasa listovať a maturovať nad pozorovacím denníkom.

Výsledky

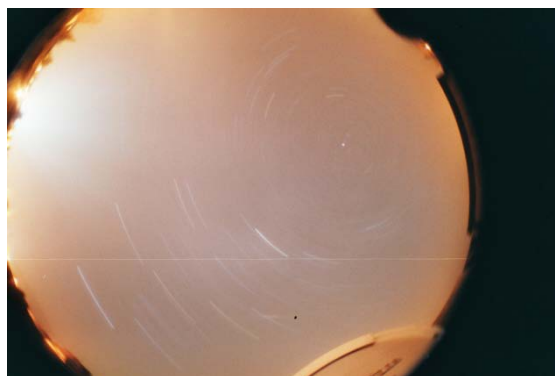
Ak by sme za výsledky považovali len stopy zachytených bolidov, tak potom skutočne za jeden a pol roka sú naše výsledky veľmi, preveľmi skromné. Tých je len niekoľko. No podľa nášho názoru nielen zaznamenaný bolid je výsledkom. Tým sú aj poznatky a praktické skúsenosti, „know – how“ tejto skutočne užitočnej vedeckej práce. Ale nech miesto slov hovoria výsledky – nasledovné obrázky.



Obr. 6: Asi hodinová expozícia ukazujúca na problém s osvetleným horizontom od obce Zvolenská Slatina. Snímka získaná Prakticou L, ktorá „odstrihuje“ obraz.



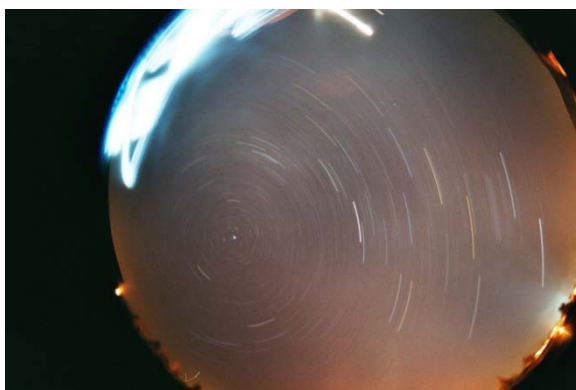
Obr. 7: Námraza. To nepotrebuje nijaký komentár. Ten jasný fľak nad južným obzorom je Mesiac v splne.



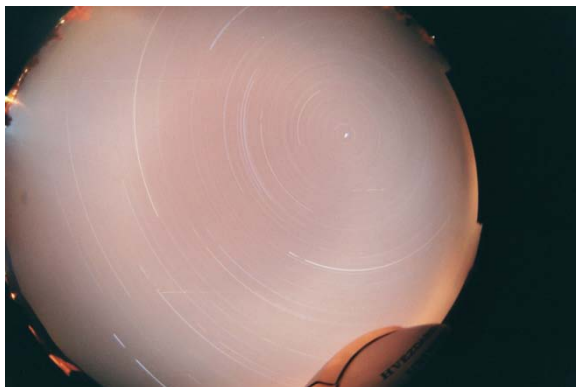
Obr. 8: Škrabanec na filme. Takto sa vypomstí málo starostlivá údržba techniky. Čistota pri fotografii objektov na oblohe musí byť nie starostlivá, ale doslova úzkostlivá. Zo svojich skúseností môžeme potvrdiť, že v dobách minulých špecialisti na klasickú fotografiu v tomto smere robili doslova zázraky.



Obr. 9: Stopy lietadiel. Dobré ich prezrádza stroboskopický efekt. Letecké koridory sú inak veľkou plagiou a to nielen meteoritskej astronómie.



Obr. 10: Pobeňovanie nekvalifikovanej obsluhy okolo objektívu so zapálenou baterkou. Inak vydarená expozícia.



Obr. 11: Konečne bolid a podľa nášho názoru dokonca hneď dva.

Záver

Pri skúmaní resp. pri hľadaní jasných bolidov sme si začali všímať medziplanetárnu hmotu trochu širšie. O svoje postrehy, myslíme zaujímavé postrehy by sme sa s čitateľom chceli podeliť. Predovšetkým a ako je to aj všeobecne známe, veľké krátery sú nielen na Mesiaci, ale aj na Zemi. I keď sú vzhľadom k erózii menej nápadné. Záujemcovia ich môžu ľahko nájsť na Google Maps. Napríklad celé Čechy sú jedným obrovským prvohorným kráterom. Posúďte:



Obr. 13: Krajiny koruny Českéj. Veľký prvohorný kráter. Jeden z dôkazov, že ani veľmi veľké telesá Zem neobchádzajú.



Obr. 14: Negevská púšť – dvojité kráter. Celkom vpravo „vykúka“ Mŕtve more.

Obrázok číslo 14 je podľa nás veľmi zaujímavý a dá sa považovať za jeden z priamych dôkazov faktu, že meteoroidy sú na svojej púti Vesmírom často medzi sebou výrazne viazané. Stačí si okrem iného pozrieť povrch Mesiaca, ktorý sa dvojitémi krátermi len tak hemží.

Nechceme nič pripomínať, ale v istom čase istý mladý človek prišiel na istej slovutnej inštitúcii s nápadom sledovať svetelné zmeny asteroidov. Myšlienka bola nadriadenými tvrdo zamietnutá ako blbosť. Po pár rokoch bol ale jav podvojnosti asteroidov objavený a dnes je to prijímané ako celkom normálna vec. Aha „Historia, magistra vitae“.

Pri Mesiaci ešte na chvíľu zostaneme. Totiž pri afokálnom fotografovaní povrchu Mesiaca sa nám podarilo nasnímať podľa nášho názoru tzv. dotyčnicový kráter. Teda objekt ktorý vznikol podľa nás po dotyčnicovom kontakte meteoroidu a povrchu Mesiaca. Keď tento na Mesiace nedopadol, ale v jeho regolite vyryl akúsi brázdnu a odletel do medziplanetárneho priestoru. Tento vzácny jav si dovoľujeme dokumentovať obrázkom číslo 15. Ide o oblasť kráterov Bulialdus a Kies. Je to akási Mesačná „kačička“.



Obr. 15: Dotyčnicový kráter (brázda) na Mesiaci.

Záverom iba otázka: A koľko nádherných útvarov či objektov ešte len na nás na oblohe čaká?

Podakovanie

Ďakujem manželke za trpezlivosť a priateľom za pomoc a povzbudivé slová. Bez toho, by nebolo nič z toho, čo tu je napísané a trvalo to približne tridsať rokov.

Adresa autora

doc. RNDr. Vladimír Bahýl, CSc.

hvezdáreň Júlia

Sebechov 41/82

962 01 Zvolenská Slatina

e-mail: bahyl@vsld.tuzvo.sk

USING A SYSTEMS APPROACH WITH THE VAV METHOD TO DESIGN AN INTRODUITION TO ANTIMATTER FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Max Igor Bazovský

Abstract: *We continue the development of system design principles in the VaV method to illustrate their application to the design of a Teaching Point Set, TPS, for a specific theme that was chosen to meet the following criteria: "It is to be attractive as well as educational to diverse groups of secondary school students." The theme was chosen, and the corresponding TPS was developed in order to illustrate the original intention of the VaV method. The intention is to provide a formal and consistent framework for breaking away from textbooks in a way that guides the expression of the creative process, both for teachers and for students. Our second intention is to set a high standard for the systems design of TPSs with the VaV method so that this can be emulated and serve as a model.*

Summary: *A TPS, Teaching Point Set, to entertain and teach students about antimatter is developed and described. It contains eleven Stepping Stones, SSs together with their implied PaS, Point and Show, directions to further study, or discussion. We PaS to items such as semantics, critical thinking, speculative thinking (about the annihilation mechanism), and general education about classification and regulation of food. Each of the SSs contain something to do with physics, or with a type of reasoning important in doing physics. Each PaS section illuminates specific material in certain highlighted directions that link from its SS. It does this with appropriate Just Learned Knowledge, JLK, and reviews on helpful Recently Learned Knowledge, RLK. As a conclusion it is shown that the three Nobel laureates involved in the discovery of antimatter got their Nobel's for persistence on simple details in their simple quest to "just understand more fully"*

Key Words: *TPS, Teaching Point Set, SS, Stepping Stone, PaS, Point and Show, HoP, Hand over Phase, RLK, Recently Learned Knowledge, JLK, Just Learned Knowledge, readiness, preparedness.*

1.0 Introduction to the VaV Method

The VaV method, introduced in Ref 1, and discussed in Ref 2, is illustrated herein as a systems design methodology for a theme that,

- a) is to be made interesting to diverse groups of secondary students, and
- b) is to discuss, and maybe answer, the question, "What is antimatter?"

2.0 General Description of the VaV Method

VaV stands for Vstup and Výstup, (or Entry and Exit, in English). The VaV method is a systems approach that is based on the identification of relevant parameters to design SSs, and TPSs. It is applicable for selecting a set of appropriate teaching material that is over and above those given in text books. They can be used by teachers to bring special interests, and special topics to the students as their need or desirability arises. We call such teaching points developed for a special purpose a Teaching Point Set, TPS, while the subtopics comprising the TPS are called Stepping Stones, SSs (Ref 2).

2.1 The Variables

Our goal is to design a set of SSs for the TPS to accomplish the stated theme in accordance with a method called the VaV method which is based on an interplay between the following eight variables,

$$CT = (V, G, D, W = ((S, T), P, M, C)),$$

where:

CT = creative teaching, = (Values (V), Goals (G), Decision making methods(D), World background (W)). More precisely, we identify five main background parameters for the effective use of the VaV method as a system design tool for creative teaching:-

W = the (relevant) World Background state = (Students (S), Teachers(T), Parents(P), Ministry (M), Context(C)).

Notes

- 1) In general, in this paper, M stands for “matter” (not “ministry”), and AM stands for “antimatter”.
- 2) This paper illustrates how the author used the three variables, (V,G,D) to design a TPS satisfying requirements a) and b) above.

2.2 Discussion of the Variables

The first three (V,G,D) of the eight variables are readily changeable, at the discretion of the teacher. They are where the creative teaching comes from. They are the “free” variables, that allow for creative freedom. The other variables are relatively fixed for longer periods of time and are the givens of the system at least for the short term, as far as one particular TPS is concerned. A particular teacher’s (V,G,D) is more or less fixed in the short term also. But it can be changed at the teacher’s discretion by continued study or preparation. Of the remaining five variables the VaV method focuses mainly on the pair (S,T):

S = Students. These come to us with a given readiness and motivation for a task or teaching sequence. We will not change these in a month (medium term), or usually not even a semester or two (long term), but the goal of creative teaching is to give students a more powerful start by influencing them through some creative and innovative TPSs and/or through creative designs of SSs. This change can also happen suddenly (very short term), or within a few weeks (short term).

T = Teachers and classrooms. Teachers have certain beliefs, interests, ideas, and expectations about the ideal students, about the role-model students, and the “in-norm” students, as well as ideas about the sufficient (good enough) teaching they are expected to transmit, and how classrooms are to be arranged, etc. Besides (V,G,D) other variables are understanding, and preparedness. The other identified variables are:

P = Parents and family life. Parental support, and expectations are most important as their influences can either resonate with those of the teacher (causing amplification of influences and of student self-based efforts to excel), or can interfere with them, and cause attenuation of intended teacher influences.

M = Ministry (Department) of Education. This provides and makes available resources, seminars, regulations, requirements and other types of support that the creative teacher can access.

C = Context. This is the additional relevant facts not included in those of (S,T,P,M) . E.g., context can be about a special competition, like helping students prepare for the TMF, Turnaj Mladých Fyzikov.

2.3 Selecting (V,G,D) for Creative Teaching of Physics

The creative teacher will work to

- a) improve these three, (V,G,D), and

- b) to use (V,G,D), in a creative fashion that interacts effectively with the other, more stable parameters that comprise the background, W, to the creative teaching design and delivery.

2.3.1 Identifying and Using the Value Set, V

This paragraph intends to show that of the three so called free variables of creative teaching, the values V are most important. Five general sorts of value subsets of V are presented for consideration by VaV practitioners.

V is the set of factors or outcomes that are regarded as valued or “good” in physics education. Note that this includes other things besides physics at the secondary school level. I.e., from the VaV point of view, physics education is not only about physics, but most importantly it helps develop good thinking skills about the real world in which we live, have our being, and in which we improve ourselves, our regions, countries and the very earth that gave us our evolutionary profiles. Thus the Values set, V is very large, and can be used only part by part, depending on circumstances (in the World Background, W). I.e., the values selected from the Value set V are not constant for the teacher and can be varied from semester to semester, or even from month to month, depending on, let us say, “the themes for the month”.

Some examples of V subsets :

- i) The goals of a TPS can be to make the students employable quickly, e.g., as soon as possible, after graduation from high school. E.g., they can be trained as reliable technicians who have skills in measurement of physical parameters, and know how to take care of instruments.

Depending on teacher and student interests, the teacher can bring into class special instruments that are not part of the given curriculum. These can also be selected based on new games, or toys that are to be analysed for their operating principles.

- ii) The goals and values of a TPS can be about creative problem solving, even creative self-directed research of a general question, such as one or more of the open questions posed in the yearly TMF competitions that are described in the Turnaj Mladých Fyzikov (TMF), which offers participating students rich experiences for their future development opportunities. More can be found at the TMF site, <http://www.tmfir.sk/>, as well as other sites. See Appendix A for an English version of the guidelines used to evaluate secondary school student’s planned and executed project-based investigations
- iii) A general physics education can help to develop good and self-thinking citizens. Physics can be used as an example of a type of scientific, precise thinking. Creative teaching can design TPSs to do just that from some sort of physics-related problem, question, or practice. Depending on student readiness, preparedness, interests, etc., the teacher can choose to emphasise, ordinary everyday observations that can be explained by physics, critical thinking skills, rather than detailed theoretical knowledge and the importance of observation/description. For example, the class can study apparent paradoxes or puzzles that appear contrary to common sense and common understanding as developed in young students and laymen who were educated long ago with ideas based on the previous paradigms and traditions.
- iv) For promising and very interested students the TPS can be selected to stress the big ideas, the big news, the big unknowns (mysteries, paradoxes, etc.), in physics, important news, and the big achievements (even if they are not made into big news in the general media).
- v) Depending on context, V can be selected as “increasing test scores”. This is a rather common bureaucratic selection, even a requirement. It has its strong merits, but we need to note its weaknesses too. It accepts/assumes that the tests are “perfect measures” for the intentions of the education philosophy of the school, the school district, the region and for the student’s

progress. In fact, the tests are based on text books and so there is not much need to be creative there, except to increase student interest and self-constructive participation. This means that TPSs need not necessarily involve the material to be reviewed, but can involve other subjects. A more interesting and a more worthy task is to create special interest in the students, to motivate them in different ways such as described above so as to learn the text book material. On the other hand, that having been said, taking class time or homework time to assign extra problems based on previous test levels can be a worthy and creative endeavor, because it serves as a comprehensive review to JLK, or RLK. Seeing things a second time, and placed together within a short time span, can provide an “Aha!” moment, or its variants, “Oh!”, “So that’s the way it is!”, “Now I get it.”, “Got it..” etc.

2.3.2 The Decision Variables and System

The decision system, D, is used to pick what subset of V is to be used in the design of a particular TPS and its SSs. D can be very intuitive, but for licenced teachers it will most often be some combination of intuition, combined with formal activities that give rise to step by step decisions. They will therefore varies from teacher to teacher, and probably even from week to week.

The VaV approach provides a formal part for use within D. E.g, the concepts of TPS and SSs, with JLK, and RLK, PaS, and HOPs guide the teacher in creatively interactive design of SSs, and TPSs.

Note Probably, during the course of a semester, or a year, the creative teacher will select to design TPSs that come from each of these five value subsets of V - - and even other types of value subsets will occur to individual teachers as the “need/call” for them arises in the context of day-to-day teaching and decision making.

3.0 Illustration of the TPS Selection Process for the Given Design Task

The values for set V were selected according a combination of the criteria described in iii) and iv) above. We chose critical thinking skills, general education and big news as well as big mystery.

3.1 Decision Process Used During the Design Phase

We wanted to appeal to varied groups of students. So we selected a subset of V that has enough variety to interest at least in some parts of the TPS. (Sort of a “Something for everybody” philosophy, but filled with worthwhile and important material to be placed into the TPS). These were chosen because they are easily motivated and understandable. Also we chose to de-emphaize maths, because the VaV method is about PaS and HOP, so it leads students to go further if their interest is opened and motivated. And that is the purpose of creative teaching, to open and awaken interest in

- a) questions about things around us, and
- b) critical and analysis as an important part of good citizenship.

3.2 Restating the Goal of the TPS

First, we restated the given task as follows

- a) The TPS should be interesting to diverse groups of secondary school students,
- b) The TPS must explore, and attempt to answer, questions around the themes of
 - b.1) “What is antimatter (AM), and

b.2) "What good is it to study AM ?

- c) Since the distinction between M and AM is a classification scheme of some sort, discuss classification in some way (either as a direct SS, or as a PaS).
- d) The TPS must use the SSs designed to meet the other requirements as PaSs that explore other topics and ideas not necessarily involving physics.

Note on Classification Lest the reader adheres to the requirement of c) above too strictly, we point out that in many classification schemes, some objects can be classified in different ways. The choice is usually made because it fits the needs of, or conveniences in, the context better than another way of classification.

Classification in the VaV Method In the VaV method sometimes it is hard to distinguish between SSs and PaSs, because the PaS itself is developed more, and becomes incorporated into the TPS as a "really good"SS. Sometimes the two appear very intimately mixed together. This has happened in the TPS described herein. Other times, the PaS is not developed because it seems to be very clear cut, routine, or obvious. So it stays a PaS. In other cases, a PaS remains a PaS because the object pointed to is too difficult for the level of the class, or because it is too controversial, etc.

4.0 Description of the Designed TPS

Recall that in the discussion below M = matter, and AM = antimatter.

4.1 Introductory Stepping Stones

SS1 To start the discussion of AM in a way that appeals to almost all students, we focus upon questions that have a semantic basis called forth by the use of the "anti" prefix. Very little physics JLK, or RLK is needed to ask the questions or to find them relevant and interesting. All that is needed is common sense and an ability to think through certain concepts.

The Questions for SS1

- a) What is the meaning of the prefix "anti" in this usage? I.e., is it the same as, for example, in the word "anticommunist"?
- b) Could it be that $AM=M$?
- c) What is anti(antimatter), if anything?
- d) What could $A(AM)$ be? E.g., could $A(AM) = M$, (even if $AM \neq M$)?
- e) If $A(AM)=M$, does it necessarily follow that $AM=M$?
- f) What is this concept of M, anyways?

Note: This last question is a PaS to a much more detailed discussion that is given in paragraph 4.2. I.e., this PaS is turned into several SSs and several PaSs.

SS2 Some students might be confused by the above questions and their following discussions. Here are two semantic games to give more understanding to some and to please the less scientific students too. Both of them generalize some aspect of the questions asked during SS1.

Game 1, Find examples of objects, Y, and modifiers, X, such that an object of type XY is not an object of type Y any longer. I.e., objects of type XY are not a subset of the objects of type Y.

Game 2, Using the same notation as in Game 1, the aim of this game is to find examples of X, and Y such that objects of type X(XY) are (respectively, "are not") a subset of objects of type Y. Consider two cases, when XY objects are a subset of Y objects and when they are not a subset. For

extra credit answer the following: Is it possible to find X and Y so that $XY \neq Y$, $X(XY) \neq Y$, and $X(XY) \neq XY$? If it is, give an example.

These games, although based on the above questions seem important because they give the player experiences not only about real life, not only about words, but in regulations based upon classifications, and in simple analysis.

SS2.1 (and PaSs of Various Types) Examples for the Games

Example 1 For game 1 an example from daily life immediately comes to mind to any one who looks for possible inconsistencies or exceptions. I.e., “white chocolate” is not chocolate, as explained below. This example is important because it is an analogy to AM and M, and suggests that the question whether AM is M is a serious question for a beginner to consider.

By American and EU regulations, white chocolate is not chocolate, according to the legal requirements of food labelling laws. What makes the name appropriate (legitimate) is that white chocolate contains some chocolate ingredients, but not enough to meet the high standard required to be legally marketed under the various chocolate labels. (For more on this, refer to Appendix B, which also serves as a PaS to a fairly complex classification scheme for many types of chocolate, and that varies, in the details, from country to country).

Another case occurs when $X = \text{opposite}$, at least in the normal usage of the word. E.g., usually the opposite of something cannot be that something. For an exception note that in quantum mechanics, we can regard “particle nature” as the opposite of “wave nature”, but light exhibits both natures - - though not at the same time.

Example 2 For game 2, the question, “Is $A(AM) = M$ ” is settled in the affirmative as follows. Since it is completely symmetrical whether particle U collides with particle Z or vice versa, symmetry applies to the collision process. Both cases are identical even though the point of view is different. So whether we bring AM to M, or M to AM, the consequences are the same, and annihilation occurs. By symmetry, in an AM universe, M would be the anti of matter in that universe. So $A(AM) = M$, by symmetry. So $AA = I$, (where I is the identity operator) in the case of AM and M. But the question of whether $AM = M$, is not yet settled (see paragraph 4.2).

As a second instance for game 2, consider X to be the modifier, “opposite”, and Y to be the south side of a street going from east to west. Then XY is the north side, and $XY \neq Y$, while $X(XY) = Y$.

Note This sort of thing (ie, $AA=I$) does not happen, in the case of white chocolate and chocolate. But we can go further with this example. I.e., initially one would think that white(white chocolate) is still white chocolate. But no, it is not! Actually, “white chocolate” has an ivory shade/colour due to the presence of chocolate fats. So white chocolate is not really white in colour. But something even more interesting is true. In some countries white chocolate is a regulated food label, and must contain a fixed (non-zero) percentage of chocolate fats. However, in other countries it is not a regulated food label. In some of those countries there are products marketed as “white chocolate”, that are based entirely on non-chocolate fats. (See the web site referenced in Appendix B). In addition, they are really white in colour. I.e., in a real sense of the word, in the regulated counties, “white (white chocolate)” is neither chocolate, nor white chocolate!

SS3 More Questions Needing Little Physics, But Lots of Common Sense

These questions too need little physics prior knowledge, and need to be asked even if the answers are not possible without more work. Common sense is about all that is needed here.

After AM is defined in terms of annihilation whenever particles with equal masses and equal but opposite electrical charges meet, the following questions should come up even if just to direct further discussion, or to motivate interest for “more on this topic”

- a) If AM and M always annihilate on contact, how close must they get for “contact” to occur?
- b) Why is there any AM left if it always annihilates on contact with M?
- c) Why is there so much more M than AM? Did this unbalance occur during the big bang, or afterwards, and how/why?
- d) For that matter, if they were created in equal and paired-off quantities, why is there a universe at all?
- e) How can we study AM when we cannot place it into a chamber made of M?
- f) Can we use magnetic fields to trap charged AM particles, in a “magnetic” bottle?
- g) Then what about trapping neutral AM particles, if any exist?
- h) Does an AM particle have to have a charge or can there be antineutrons? Are there other sorts of M besides AM and Dark Matter?
- i) How do these compare to the different phases of M?

PaSs of Various Types WEB search or Google for Matter/Antimatter asymmetry, magnetic bottles, Slowing down antimatter beams, creating antihydrogen atoms, etc.

SS4 Questions that Suggest PaS Directions at the Applications Level

- a) How can we explain, Positron Emission Tomography (PET) to explain hospital uses of antimatter for diagnosis of patient conditions?
- b) When a positron and electron collide, they have a certain total kinetic energy and momentum. Must this always be conserved so that after the annihilation, the gamma ray (or rays) preserve them?

PaSs of Various Types Websites for AM Applications

The website of the Positron Annihilation Community has some thing for every one from beginners to experts and researchers. <http://www.positronannihilation.net/index.htm>

One of many web sites for PET is at

[the Wikipedia site, http://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography](http://en.wikipedia.org/wiki/Positron_emission_tomography)

SS5 Questions to Discuss and/or to Suggest PaS Directions at the Fundamental Level

These are more involved questions that have several follow up questions, and/or suggestions for experiments,

- a) What causes the annihilations to take place?
- b) Does annihilation also occur when, for example, a positron collides with a proton, or a antihydrogen atom with deuterium atom? E.g., in an antihydrogen/deuterium collision, would all be annihilated except a single neutron? If not why not? And then, can we say that positrons are AM only for electrons, but not the “anti” of protons, or any other matter except electrons? I.e., are positrons the AM of electrons only, but not of any other particle that does not contain electrons? (If that is true, then the prefix “anti” seems to be a misnomer, and there are many types of AM, depending on their electrical charge)

- c) Is there some sort of natural law that says “Whenever two particles with equal mass, and equal but opposite electrical charges meet, then annihilation takes place?”

PaS A Speculative Attempt to Explain Annihilation

In semiconductors when an electron moves from the valence band to the conduction band it leaves a “hole” in its place. Another electron can now move into that hole and create another neighbouring hole. Could it be that our universe is, say, the valence band, (in some vague way that has still to be defined and precised)? If so, then the antimatter particles would be holes left by particles of the universe that have moved into something equivalent to the conduction band in semiconductors? Unlikely, but worth an attempt. E.g., the vacuum energy could be a very fine “matter” (again, pure speculation) that acts as a “sort of” semiconductor to all the matter that we see without regard to charge, because it is not working on electrons that are bound to atoms, but on matter that is bound to a “subvacuum substrate of lattice points”.

Note This PaS ties to the outmoded concept of ether, to semiconductors, and to speculation about how the energy of vacuum is not zero, causing spontaneous creation of particles. See paragraph 4.2.3 for further speculation that might tie into this speculation.

4.2 SS6, A PaS and SS combined: Looking Deeper into Matter

Elementary/ Classical Definition Matter is anything that occupies space and has mass.

While searching for a possible difference between M and AM, we study what is known about matter. The question about types of matter, as we have defined it, we see that any two different types of matter need to be different in the mass that they possess or in the space that they occupy.

4.2.1 The Types of Mass Possible

Three types of mass have been identified, (for more details see, Mass, Wikipedia site, <http://en.wikipedia.org/wiki/Mass>), which discusses them and their effects in greater detail).

- a) The inertial mass of a body, is defined by Newton’s second law of motion, $F=ma$, where F = force acting on the body, m = the inertial mass of the body, and a = the resulting acceleration of the body.

Note Many experiments have shown that AM appears to have the same inertial mass as matter. E.g., by the precise way in which charged AM particles respond to magnetic fields. So here we see that AM is M, at least partially, in the sense of having the same inertial mass as M.

- b) The active gravitational mass of a body is the mass that causes the body to produce a gravitational field
- c) The passive gravitational mass of a body is the mass that responds to a gravitational field.

Experiments have shown that for ordinary matter, all three of the masses are equal numerically, even though they are conceptually different.

PaS Google to find some answers to the following question. What sort of experiments have been performed to get the numerical equality, and what are the bounds of experimental error?

4.2.2 SS7, A Speculative Game about the Energy/Matter Connection

This is a game because it asks students speculative questions and encourages, speculative answers. The question of “reality or of accuracy” is not involved because that question can be asked at a later, more appropriate stage.

By Einstein’s famous equation $E=MC^2$, (and many confirming experiments), we see that matter and energy are transferable. Energy has mass, and occupies space. So it seems to qualify as matter by the above definition.

Searching Questions. Why does this surprise some people? Because they remember their understanding of the above definition of mass, with the childish understanding that they had when they first met this definition in elementary school. I.e., they never seriously reconsidered the question of what is matter, or space with their mature physics understanding. I.e., we learn things as children, and unless they are reformulated, or rethought in later years, we have at least some subconscious concepts that need to be adjusted in order to fit in with a more mature understanding or with the progress, or new paradigm of scientific insight and perspective.

A “Natural” Question

Why is not energy regarded as a state or phase of matter? Is it just a “matter of usage” or is there some real physical subtleness behind it?

Speculative Answer. There are several phases of matter: solids, liquids, gases, plasmas, condensates. They are changeable by changing temperature and pressure. Perhaps we should regard energy as a phase of matter too, because it too changes from one to the other?

Counterpoint The classical phases of matter can be easily reversed by temperature and pressure changes and can transfer back and forth between solids, liquids, gases. But going back from energy to matter is not unique. Irreversibility is not just “a matter of” technology. How do we “capture” the energy of gamma rays or beta rays and transfer it back into the types of particles that they originally came from? Since these particles are emitted from various sorts of molecules, the reverse process cannot be unique unless the particles have properties that are way beyond anything envisioned by physics today.

Speculative Counter(counterpoint) Yes. That is true, but then energy could be a “phase” of matter in a yet-to-be-precised way, e.g., as a phase for subatomic particles, whereas the standard phases are between atoms and their relationships to each other.

PaS Google such topics as, phases of matter, phase diagrams, Fermi Condensates, Einstein-Bose condensates, etc. A promising paper appears at

http://jila.colorado.edu/~jin/publications/pdf/2005_770.pdf.

4.2.3 SS8, Is There a Type of Space that Is Unknown to Science?

Is there another space, different from the one that we see and feel with our senses, telescopes and microscopes, etc? In regard to the speculative attempt in the PaS for SS5, it seems that another space would be another property of matter that results in different types of matter. Both occupy space, but their spaces are different.

Speculative hypothesis: This could be a way to distinguish one type of matter from another. But for us to see it, it would have to enter into the space that we live in. Then it would, hypothetically, occupy both types of space, and be the AM that we see in experiments. When this AM particle that is partially in our space meets a particle of matter then the AM particle will serve as an entry for the M particle to enter into the useable space. And both will disappear. This too seems

somehow related to a “far out” analogy with holes, valence bands, and conduction bands in semiconductors. At the moment this is all very hazy, unprecise, and not very hopeful. But many things start out that way, and it is important not to give up, as the next section shall show.

5.0 Three Stories Involving the Discovery of Antimatter

SS9 The first story is about the neglected minus sign when taking the square root of Einstein’s energy equation and in Schrodinger’s wave equation for an electron. Nobody conceived that negative energies could be meaningful and everybody “naturally” neglected them - - until Dirac considered them. This consideration lead Dirac to predict antimatter. The difficulty that he had to overcome is that systems tend to reach their minimum energies (such as a ball falling to the ground). So why do electrons with positive energies exist, when they can “fall” into the lower, negative energies postulated by Dirac from his consideration of the minus sign? Dirac postulated an infinite sea of negative energy states, and noticed that when totally full, it would not allow positive energy electrons to fall into negative states.

PaS Dirac got the Nobel prize (1933) for his work. We can say that Dirac got his Nobel for hard work in mathematics. But more illustratively and educationally, we note that much very fine hard work is not so rewarded. So we can say that Dirac got his Nobel for persistence with a “little neglected minus sign”. I.e., he worked hard to reach the pinnacle of hard maths of the Schrodinger partial differential wave equation for electrons. But he went further. He questioned the neglected minus sign in the square root operation. He sought a way to overcome the paradox of negative energies. We can say, that Dirac got his Nobel for work on a minus sign!

PaS Google the Pauli exclusion principle (that excludes electrons from occupying the same state in any one atom).

SS10 The second story is about a set of experiments that Hess performed to explore the natural phenomena of what came to be known as cosmic radiation. Hess got his Nobel (1936) for taking balloon trips with a “hermetically sealed vessel” to measure ionization intensities as a function of altitude. His data showed that the intensity of “some ionizing radiation” was increasing strongly at higher altitudes. This was very perplexing at the time (early 1910s) because people had no idea that the Earth is being bombarded with high energy radiation from outer space. Hess’s highest reached altitude was five kilometers, in a balloon that he filled with helium, rather than the hot air coal gas that was usual at the time. The intensity of the mystery radiation increased with altitude once Earth-based radiation became a negligible contribution to the total intensity measured.

We can say that Hess got his Nobel for filling a balloon with lighter gas. By ascending higher and observing the continued rise of intensity, he concluded that the mystery rays were coming from above.

Well, to be more precise, in addition Hess did two other interesting things, also seemingly “minor” or elementary to us:

- a) He naturally had to modify his instruments to withstand the much colder temperatures and lower pressures at five kilometer altitudes, and
- b) He “proved” that the radiation was not coming from the Sun by noting that its intensity did not decrease during a solar eclipse.

PaSs of Various Types Google “Hess, Helium, balloon”, etc.. One good site is <http://nndb.com/people/731/000099434/>. It also mentions how Hess persisted in getting his instruments to work at higher altitudes. Hess gave an easy short Nobel lecture that is worth reading. Cf., http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1936/hess-lecture.html.

PaS However, it is important to note that it was Milliken, another Nobel laureate (1923), who finally convinced the scientific community that the rays come from above, by submerging the detection apparatus below a specified layer of water. The radiation decreased as he had predicted. He named the rays, cosmic rays because they came from the cosmos. This is an important SS, and an important PaS here: Millikan made a prediction, tested his hypothesis, and confirmed it. Hess “nearly” persisted in taking good valid data by improving his capabilities to extend experimental results further than others had done.

SS11 The third story is most interesting. Anderson, who was Milliken’s doctoral student at Cal Tech got his Nobel (1936) for using a cloud chamber with a magnetic field around it to study the electrical properties of the cosmic rays at ground level. He gathered important experimental data on cosmic rays, proving that some of them were the AM predicted by Dirac.

In 1930, Anderson and Millikan, decided to follow up on the results of Skobelzyn, who experimented with tracks of cosmic rays in 1927, but did not persist as Anderson and Millikan did. In some of his data analysis Anderson estimated that some charged particles had an electron’s mass but curved the other way in the magnetic field. He thought, “Aha! Antimatter as predicted by Dirac. But his thesis adviser, Nobel laureate Millikan, claimed that it was a “matter” of direction. I.e., he claimed the particles were electrons that had been reflected from the floor as secondary emission. (Hence the reversed curvature that Anderson was observing). In order to eliminate/confirm this possibility Anderson placed a lead board horizontally, above the photographic plate, into his cloud chamber. The radii of the curves (produced by the particals under the influence of the magnetic field) decreased dramatically because the (then still mysterious) particals were slowed down by the lead board. This proved that they came from above the chamber. In addition, he coined the name, “positron”.

PaSs of Various Types Read Anderson’s Nobel lecture, at http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1936/anderson-lecture.pdf. Google the Right Hand Rule. Determine the radius of curvature followed by charged particals of velocity v in a magnetic field, B . Investigate cloud chambers. What is a Wilson cloud chamber? How was the magnetic field around the chamber oriented?

6.0 Conclusion

6.1 A Little Humor and Some Serious Comments about Persistence

Hess and Anderson shared their Nobel prize (1936) for their part in the quest for antimatter. Most interstingly, neither knew initially that they were on its trial. We can say that, like Dirac earlier, they got their Nobels for easy persistence. Even though Hess eliminated the Sun as the source of cosmic rays, we can still say that Hess got his Nobel for filling his balloon with Helium to reach an altitude of five kilometers in the early 20th Century. Even though Anderson used a cloud chamber with a magnetic field to study cosmic rays, we can still say that he got his Nobel for placing a lead board in his cloud chamber to prove that positrons were coming from above rather than electrons coming from below.

PaS Being on the trail of something new, Anderson also used his experimental results to show that the positively charged particals were actually positrons and not protons coming from above the lead board. How would you go about doing experiments and calculations to convince the community that the mysterious particals were positrons?

6.2 A HoP and Motto

We provide a HoP through a motto, Persist. Persist. Persist. (Especially persist in simple attempts that might help us to understand some perplexities a little bit more fully). This is a worthwhile lesson for all students, in whatever they plan to do in life, but especially those with serious goals.

7.0 References

- [1] Max Igor Bazovsky, Metóda vstup a výstup podľa Pavla Mikulčeka pre výučbu fyziky, pp64-66, Conference Proceedings, Editors Dalibor Krupa, Marián Kireš, Festival Fysiky, Creative Physics Teacher June 22-25, 2008, Sponsored by SFS, Slovenská Fyzikálna Spoločnosť, Smolenice, SR
- [2] Max Igor Bazovsky, A Theory for More Creative Teaching With the VaV Method, pp 94-102, Conference Proceedings, Editors Dalibor Krupa, Marián Kireš, Festival Fysiky, Creative Physics Teacher III, May 4-7, 2010, Sponsored by SFS, Slovenská Fyzikálna Spoločnosť, Smolenice, SR

APPENDIX A Guidelines for TMF (in English, IYPT)

This appendix reproduces some guidelines for the IYPT (TMF in Slovak). The full set can be found at the TMF website, <http://www.tmf-sr.sk/>. It gives a structure that can be used by teachers to select what to stress and focus upon when selecting elements of the Value set, V. I.e., it is not only about physics. As the following quote shows, selecting the subset of V, and making the decisions of the TPS, and the SSs is also about self evaluation, asking questions, and grading one's own work as well as that of others.

The tournament is a set of battles between three teams, that have different functions. The Reporter presents a report about their solution to a problem. The Opponent opposes the reporter's work and strives to uncover weakness as well as the good points reported. The Reviewer evaluates the work of both the Reporter and the Opponent. The three teams rotate (with different problems) so that each performs as a Reporter, Opponent, and Reviewer. The battles are judged by juries that use the guidelines introduced below for their marking strategy. Following is a quote from the guidelines:-

„Jury Guidelines The grade for each of the three teams consists of a partial grade for “physics”, a partial grade for “presentation” and a partial grade specific to the team's role (Reporter, Opponent, and Reviewer).

„A report worth 5 points would show that:

The Reporter has presented appropriate **concepts, theories and principles** for the problem. They have **explained** the processes of the phenomena and have **applied appropriate mathematics**. The Reporter has selected a reasonable experimental technique to **gather and record data** (or demonstrate the phenomena if appropriate). The reporter has **linked theoretical and experimental findings** to draw suitable **conclusions**. The presentation helped make the meaning accessible.

„An opposition worth 5 points would show that:

The Opponent did **challenge the Reporter's understanding** of the presented **concepts, theories and principles**. They did show an understanding of any **appropriate mathematics** presented. The Opponent did critique the experimental technique used and question the validity of the data. The presentation and discussion did highlight strengths and weaknesses in the report.

„A review worth 5 points would show that:

The Reviewer did ask questions to clarify the Reporter's and Opponent's understandings of the presented **concepts, theories and principles**. They did show an understanding of any **appropriate mathematics** presented. The presentation did highlight some strengths and weaknesses in the report and discussion.

Please select each partial grade from the given interval and write it in the corresponding box.

Consider the suggestions you find here if applicable – don't punish missing “accurate answers” if there are no questions, or not finding shortcomings if there are none.”

Note: Further material in the guidelines discusses the recommended grades for specific standards of performance for specific tasks that are expected/desired of the TMF/IYPT competitors/warriors

APPENDIX B White Chocolate

Wikipedia site http://en.wikipedia.org/wiki/Types_of_chocolate, gives a classification of chocolate types for various countries, using a quantitative method that gives minimum or maximum percentages allowed for a certain type of chocolate to be identified with a specific name. A quote from Wikipedia, site.

http://en.wikipedia.org/wiki/White_chocolate describes white chocolate more thoroughly for our purposes. Here it is:

White Chocolate Composition and regulations

„Despite its moniker, white chocolate is, by definition, not chocolate as it does not contain cocoa solids, the primary nutritional constituent of chocolate liquor. During the manufacturing process, the dark-colored solids of the cacao bean are separated from its fatty content, but unlike conventional chocolates such as milk, semi-sweet, and dark chocolate, the cocoa solids are not later recombined. As a result, white chocolate does not contain the antioxidative properties or many characterizing ingredients of chocolate, such as thiamine, riboflavin, theobromine, phenylethylamine, and serotonin.^[1] Often times, the cocoa butter is deodorized to remove its strong and undesirable taste that would negatively affect the flavor of the finished product.^[2] Regulations also govern what may be marketed as "white chocolate": In the United States, since 2004, white chocolate must be (by weight) at least 20% [cocoa butter](#), 14% total milk solids, and 3.5% milk fat, and no more than 55% sugar or other sweeteners.^[3] Before this date, U.S. firms required temporary marketing permits to sell white chocolate. The [European Union](#) has adopted the same standards, except that there is no limit on sugar or sweeteners.^[4] Although white chocolate is made the same way as milk chocolate and dark chocolate, it lacks cocoa paste, liquor or powder. Some preparations that may be confused with white chocolate (known as confectioner's coating, summer coating, or [Almond bark](#)) are made from inexpensive solid or [hydrogenated](#) vegetable and animal fats, and as such, are not at all derived from [cocoa](#). These preparations may actually be white (in contrast to white chocolate's ivory shade^[2]) and will lack cocoa butter's flavor.”

Author Address:

Mgr. Ing. Max Igor Bazovský

Štefánikova, Senica, 90501, SR

e-mail: maxbazovsky@yahoo.com

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,
 - doceliť 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 vyučovací 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 vyučovací 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 vyučovací 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 Elektrina, Magnetizmus a Periodické deje a v treťom ročníku je časť Elektromagnetické žiarenie a častice mikrosвета. 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	Žiak vie: - 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. Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ 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	Žiak vie: - vysvetliť príčinu atmosférického tlaku, - vysvetliť závislosť atmosférického tlaku od nadmorskej výšky, - navrhnúť a zrealizovať experiment na overenie závislosti atmosférického tlaku od nadmorskej výšky. Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Experimenty na dôkaz existencie atmosférického tlaku. ✓ Torricelliho experiment -(videozáznam s Hg) s vodou. ✓ Experimentálne určenie tlaku vzduchu v nafúkanom balóne.
4.	1	Vztlaková sila	Žiak vie: - 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. Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ 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	Žiak vie: - 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 Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Experimenty pre zistenie súvislosti veľkosti vztlakovej sily a tiažovej sily pôsobiacej na objem kvapaliny telesom vytlačenej. ✓ Experimenty pre vysvetlenie správania sa telies s rôznou

			riešení jednoduchých úloh, - vysvetliť správanie sa telies v kvapaline, - experimentálne overiť správanie sa telies v kvapaline.	hustotou v kvapaline.
6.	1	Žiacky projekt Aerostatická vztlaková sila, balóny	Žiak vie: - vysvetliť príčinu existencie aerostatickej vztlakovej sily, - vysvetliť fyzikálnu podstatu pohybu teplovzdušných balónov, - navrhnúť a realizovať funkčný model teplovzdušného balóna.	Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Realizácia jednoduchého modelu teplovzdušného balóna.
		Žiacky projekt Potápanie	Žiak vie: - opísať účinky hydrostatického tlaku pri potápaní na ľudský organizmus, - vysvetliť fyzikálny princíp pohybu ponoriek.	Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Realizácia jednoduchého modelu ponorky.
7.	3	Hydrodynamika	Žiak vie: - experimentálne overiť závislosť veľkosti rýchlosti prúdiacej tekutiny a prierezu, - experimentálne overiť súvislosť veľkosti rýchlosti prúdiacej tekutiny a tlaku. - aplikovať rovnicu spojitosti a Bernoulliho rovnicu pri riešení jednoduchých úloh.	Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Experimenty pre overenie závislosti veľkosti rýchlosti prúdenia tekutiny od prierezu. ✓ Experimenty pre overenie závislosti tlaku v tekutine od rýchlosti jej prúdenia.
8.	1	Zhrnutie		
9.	1	Písomná previerka spojená s klasifikáciou		
10.	1	Časticová stavba látok. Modely časticovej stavby látok kvapalín a plynov	Žiak vie: - opísať dôkazy časticovej stavby látok. - porovnať model časticovej stavby látok kvapalín a plynov, - experimentálne dokázať vybrané vlastnosti kvapalín a plynov.	Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Experimenty pre overenie pohybu častíc v kvapalnej a plynnej látke. ✓ Experimenty dokazujúce vlastnosti kvapalín a plynov.
11.	2	Experimentálne určenie približnej hodnoty priemeru molekuly kyseliny olejovej	Žiak vie: - opísať postup pri experimentálnom určení približnej hodnoty priemeru molekuly, - experimentálne určiť približnú hodnotu priemeru molekuly kyseliny olejovej, - posúdiť chyby vo výsledkoch merania.	Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Experimentálne určenie približnej hodnoty priemeru molekuly kyseliny olejovej.
12.	2	Topenie a tuhnutie látok. Látky kryštalické a amorfné	Žiak vie: - vysvetliť rozdiely medzi správaním amorfných a kryštalických látok pri zmenách skupenstva, - definovať merné skupenské teplo topenia a merné skupenské	Aktivity žiakov na vyučovacej hodine: ✓ Experimentálne určenie krivky topenia tiosíranu sodného. ✓ Experimentálne sledovanie zmeny teploty topenia ľadu

			teplo tuhnutia, - experimentálne určiť krivku topenia kryštalickej látky, - vysvetliť fyzikálny význam skupenského tepla topenia látky.	(snehu) po jeho posolení.
13.	2	Vyparovanie a kondenzácia. Nasýtené pary	<u>Žiak vie:</u> - 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.	<u>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</u> ✓ Experimentálne demonštrovať stav nasýtených pár. ✓ Experimentálne určenie príčiny praskania mydlových bublín. ✓ Experimentálne demonštrovať vytvorenie hmly.
14	2	Zákony ideálneho plynu	<u>Žiak vie:</u> - 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.	<u>Aktivity žiakov na vyučovacej hodine:</u> ✓ 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 nekorešpondujú 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, Elektrina, 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 klincov na hlavičku jedného, Overenie vlastností 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, Elektrina, 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, žeriov 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 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 mechanická práca daná vzťahom

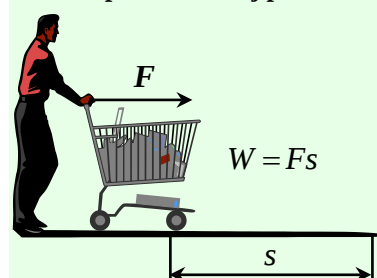
$$W = F_1 s = F \cos \alpha \cdot s.$$

Riešte úlohu:

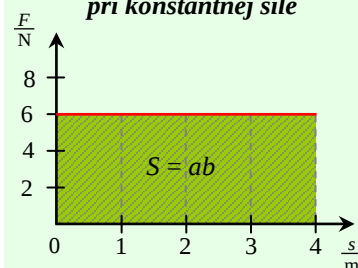
Akú prácu vykonáme pri ťahaní sánok silou veľkosti 80 N do vzdialenosti 20 m, ak sila:

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

Mechanická práca pri tlačení vozíka po vodorovnej podložke

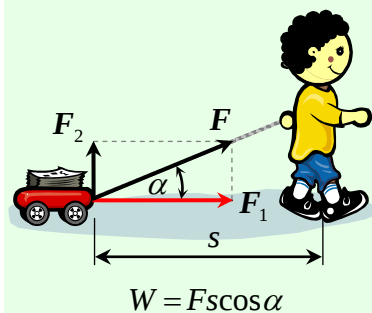


Grafické určenie práce pri konštantnej sile



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.

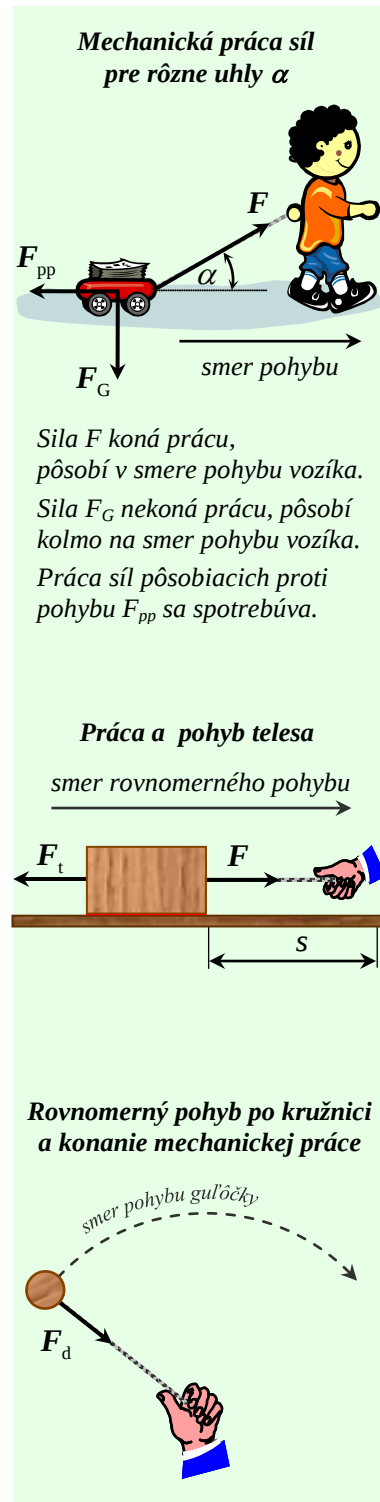
Riešte úlohy:

1. Vysvetlite, akú prácu koná dostredivá sila pri rovnomernom pohybe guľôčky po kružnici.
2. Akú prácu vykonáme, ak v rukách držíme plnú nákupnú tašku?
3. Vysvetlite z hľadiska konania práce rovnomerne zdvihnutie 20 kg činiel 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 spotrebuje?
4. Kedy pôsobiaca sila nekoná mechanickú prácu?

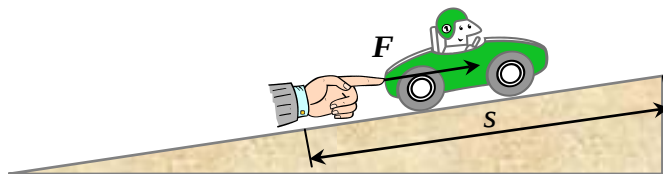
FYZIKA	Praktické cvičenie č. 2.15a		
	EXPERIMENTÁLNE URČENIE PRÁCE PRI POHYBE TELESA NAHOR PO NAKLONENEJ ROVINE		
Škola:			Trieda:
Meno a priezvisko:			
Dátum:			Školský rok:



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.

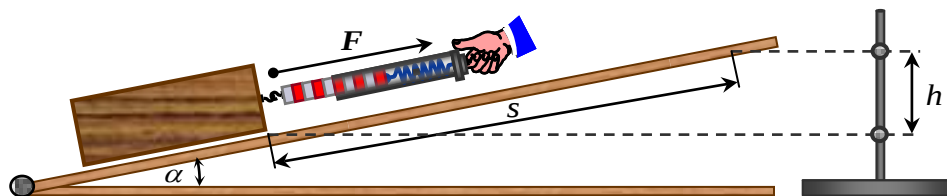


Pri rovnomernom pohybe po naklonenej rovine smerom nahor musíme prekonať zložku tiažovej sily a konať prácu $W = Fs$.

Úloha: Experimentálne určte a porovnajte 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 merania	α °	$h = \text{konšt.}$ m	F N	s m	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:

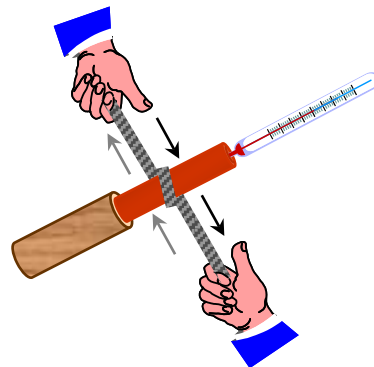
Mechanickú prácu koná teleso, ak pôsobí silou na iné teleso, ktoré sa pôsobením tejto sily premiestňuje po určitej trajektórii. Mechanická práca W vykonaná silou F pri premiestnení telesa závisí od veľkosti sily F , ktorá na teleso pôsobí, od dráhy s , o ktorú sa teleso premiestni a od uhla α , ktorý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

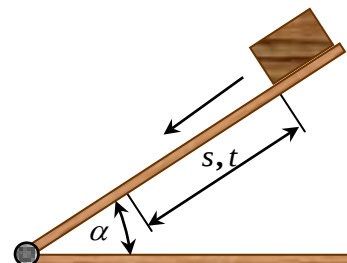
1. Okolo tenkostennej medenej tyčky izbovej teploty obtočte jedenkrát konopný povraz. Jeho konce pevne chytíte do rúk a striedavo ťahajte tak, aby sa povraz čo najviac trel o medenú tyč (pozri obrázok). Opakujte pohyb asi 10 sekúnd.
2. Odmerajte teplotu medenej tyčky tak, že do jej vnútra zasuniete teplomer, 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:

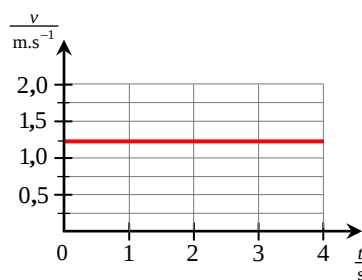
☐	a. ľubovoľné, ale rovnako veľké úseky dráhy prejde za rovnako veľké časové intervaly,
☐	b. v ľubovoľných, ale nerovnako veľkých časových intervaloch prejde rovnako veľké úseky dráhy,
☐	c. v ľubovoľných, ale rovnako veľkých časových intervaloch prejde nerovnako veľké úseky dráhy,
☐	d. v ľubovoľných, 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:

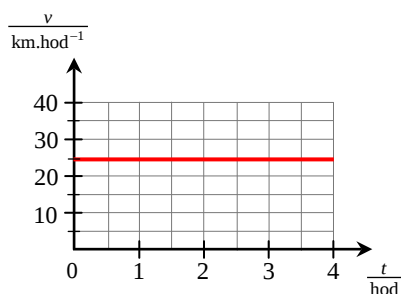
☐	a. $v = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$,
--------------------------	---------------------------------

☐		dráha sa nemení,
☐	b.	$s = 1,5 \text{ m}$, veľkosť rýchlosti sa nemení,
☐	c.	$v = 1,25 \text{ m.s}^{-1}$, veľkosť rýchlosti sa nemení,
☐	d.	$s = 1,25 \text{ m}$, dráha sa nemení.



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

☐	a.	za $t = 3 \text{ h}$ prejde $s = 90 \text{ km}$,
☐	b.	za $t = 2 \text{ h}$ prejde $s = 60 \text{ km}$,
☐	c.	za $t = 1 \text{ h}$ prejde $s = 30 \text{ km}$,
☐	d.	za $t = 4 \text{ h}$ prejde $s = 100 \text{ km}$.

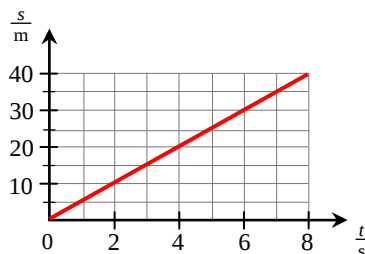


5. Vlak sa pohybuje medzi dvoma stanicami vzdialenými od seba 30 km priemernou rýchlosťou 60 km.h^{-1} . Jeho pohyb medzi stanicami trval:

☐	a.	$t = 1800 \text{ s}$,
☐	b.	$t = 60 \text{ min}$,
☐	c.	$t = 120 \text{ min}$,
☐	d.	$t = 2 \text{ h}$.

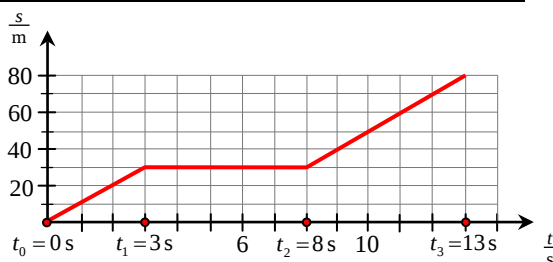
6. Z grafickej závislosti znázornenej na obrázku pre pohyb bicyklistu platí:

☐	a.	za $t = 6 \text{ s}$ prejde $s = 30 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 6,66 \text{ m.s}^{-1}$,
☐	b.	za $t = 8 \text{ s}$ prejde $s = 40 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 5 \text{ m.s}^{-1}$,
☐	c.	za $t = 8 \text{ s}$ prejde $s = 40 \text{ m}$ rýchlosťou $v = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$,
☐	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:

☐	a.	medzi $t_2 = 8 \text{ s}$ a $t_3 = 13 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 250 \text{ m.s}^{-1}$,
☐	b.	medzi $t_2 = 8 \text{ s}$ a $t_3 = 13 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 1 \text{ m.s}^{-1}$,
☐	c.	medzi $t_0 = 0 \text{ s}$ a $t_1 = 3 \text{ s}$ ide rýchlosťou $v = 90 \text{ m.s}^{-1}$,
☐	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@nextra.sk

SKÚSENOSTI S PRÁCOU NA PROJEKTE SIPS - VEDECKÝ INKUBÁTOR PRE ŽIAKOV A ŠTUDENTOV

Dorota Černíková¹, Mária Zentková², Zuzana Ješková³

¹ZŠ Kežmarská 30, Košice, ²ÚEF SAV Košice, ³PF UPJŠ Košice

Abstrakt:

Príspevok prezentuje Projekt SIPS – „Vedecký inkubátor pre žiakov a študentov“, ktorého riešiteľmi bol ÚEF SAV v spolupráci s PF UPJŠ v Košiciach. Cieľom projektu bola popularizácia fyziky a zvýšenie záujmu žiakov o tento predmet. Projektu sa zúčastnili vybrané skupiny žiakov 6. až 9. ročníka základnej školy, ktorí boli zapojení do podprojektu „Dobrodružstvo poznania“. Na pôde SAV, ZŠ a PF UPJŠ boli realizované jednoduché experimenty, ktoré žiaci spracovali vo forme prezentácií. Vybrané práce boli prezentované na žiackych a študentských konferenciách v rámci projektu, ktorý organizoval ÚEF SAV v Košiciach.

Kľúčové slová: Popularizácia fyziky na ZŠ, žiacke experimenty, žiacke prezentácie

Úvod

Projekt: APVV-LPP-0030-06 Vedecký inkubátor pre žiakov a študentov (SIPS - Scientific incubator for pupils and students) bol jedným zo zaujímavých projektov, ktorých cieľom bolo zaujať a zvýšiť záujem žiakov o fyzikálne skúmanie. Projekt trval 3 roky (2007-2009). Pre žiakov ZŠ bol určený podprojekt „Dobrodružstvo poznania“, žiaci 6.-9. ročníka ZŠ Kežmarská č.30 v Košiciach sa zapojili do riešenia tém Čarovný svet kryštálov, Fyzika ľudského a konského vlasu, Vákuum a nízke teploty, Hmlová komora. Tento projekt významne prispel k popularizácii fyziky na našej základnej škole. Umožnil žiakom zúčastniť sa fyzikálneho skúmania v laboratóriách ÚEF SAV a PF UPJŠ, kde sa realizovali žiacke experimenty pod odborným dohľadom vedeckých pracovníkov. Súčasťou projektu boli exkurzie mineralogického a technického múzea a vybrané odborné pracoviská ÚEF SAV a PF UPJŠ. Žiaci svoje práce spracovali vo forme prezentácií, ktoré mali možnosť prezentovať na žiackych vedeckých konferenciách. Súčasťou projektu bola finančná dotácia, ktorá umožnila zakúpiť didaktickú techniku ako napríklad: prenosný PC, data - projektor, CoachLab 6. Projekt prispel k vyššiemu záujmu žiakov o fyziku, pretože žiaci mali možnosť vidieť, ako sa pracuje v laboratóriách SAV a UPJŠ. Žiaci tiež mali možnosť priamo komunikovať s vedeckými pracovníkmi, ktorí na ich zvedavé otázky odpovedali odborne, ale pri tom zrozumiteľne a jednoducho.

Priebeh projektu:

Čarovný svet kryštálov

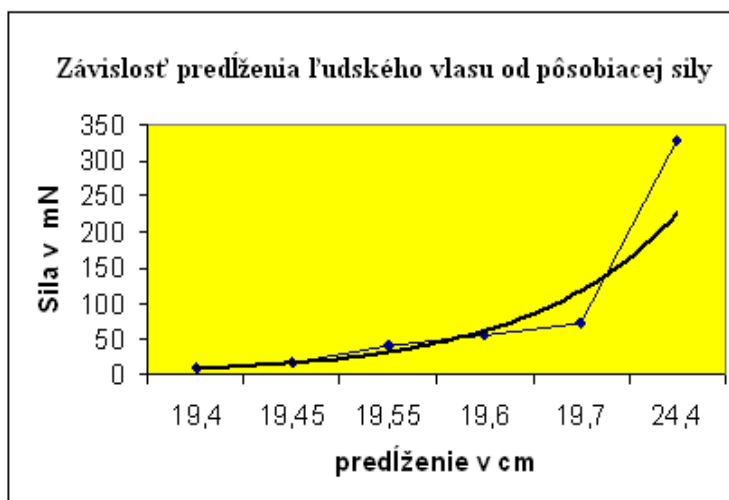
Na riešení tejto témy sa za 3 roky trvania projektu zúčastnilo približne 50 žiakov šiesteho ročníka ZŠ. Východiskom pre riešenie projektu bola prehliadka mineralogickej zbierky na Fakulte baníctva, ekológie, riadenia a geológií Technickej univerzity v Košiciach, kde si žiaci pozreli 1540 vystavených exponátov. Pre skupinu 7 žiakov, ktorých táto téma najviac zaujala, nasledovalo vyhotovenie vlastne zhotovených kryštálov rôznej farby v chemickom laboratóriu Ústavu experimentálnej fyziky v Košiciach. Zvyšní žiaci pod vedením vyučujúceho uskutočnili svoje skúmanie na pôde ZŠ. Najprv žiaci vytvorili nasýtený vodný roztok soli (síran meďnatý, ferikyanid draselný, síran nikelnatý a chlorid sodný). Po odparení vody vznikli po niekoľkých dňoch kryštály. Žiaci kryštály pozorovali, popísali ich tvar, farbu, vzhľad a fotograficky ich zdokumentovali, obr.1. Získané poznatky spracovali formou prezentácií, ktoré obohatili o informácie získané z internetu.



Obr.1 Kryštály síranu nikelnatého

Fyzika ľudského vlasu a konského vlasu

Skúmaním ľudského vlasu sa zaoberali 2 skupiny žiakov siedmeho ročníka (11 žiakov). Počas práce na tejto úlohe sa žiaci zúčastnili zaujímavých experimentov v laboratóriách ÚEF SAV. Každý žiak mal možnosť pozorovať svoj vlas pod optickým mikroskopom, porovnať jeho hrúbku, farbu a kvalitu s vlasom spolužiaka, novorodenca a dospelé osoby. V chemickom laboratóriu ÚEF SAV bola premeraná pevnosť a maximálne zaťaženie vlasu dospelé osoby, obr. 2.



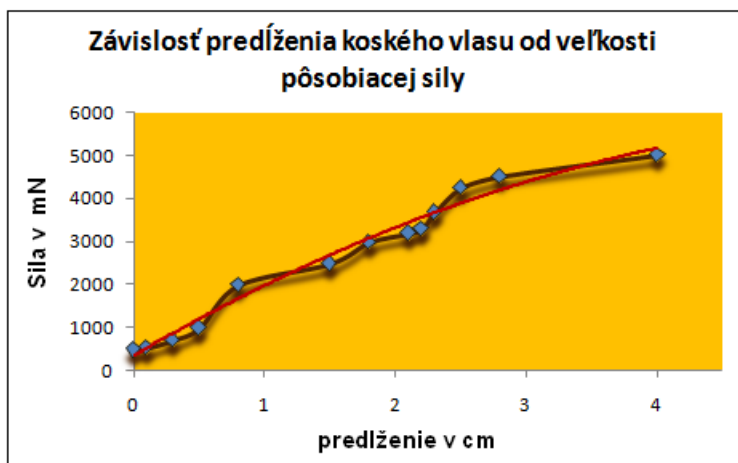
Obr. 2.: Závislosť predĺženia ľudského vlasu od veľkosti pôsobiacej sily

Pomocou DTA analýzy bolo uskutočnené ohrievanie vlasu. Zistilo sa, že pri 100°C sa uvoľňuje voda z keratínu, ktorý je hlavnou zložkou vlasu, pri 230°C sa roztopí aj keratín.

Pomocou zdrojov z internetu žiaci zistili ďalšie vlastnosti vlasu a jeho využitie vo vlasovej kozmetike a v kriminalistike. Téma bola rozšírená o skúmanie konského vlasu, obr.3. Túto úlohu riešila jedna štvorčlenná skupina žiakov v školskom laboratóriu, pričom meranie predĺženia konského vlasu v závislosti od pôsobiacej sily zaznamenávali prostredníctvom počítača vybaveného systémom COACH.

Žiaci porovnaním grafov 2 a 3 zistili, že hoci sa konský vlas roztrhne pri zaťažení približne 20 krát väčšom ako ľudský, jeho predĺženie je minimálne. Pri tejto práci žiaci opäť pracovali s informáciami

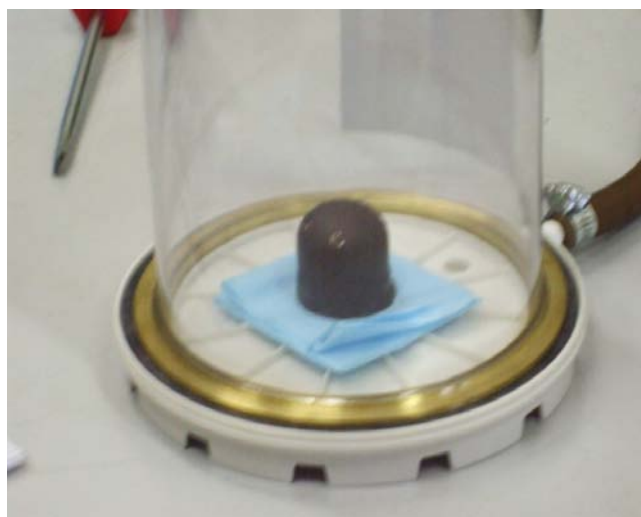
získanými z internetu, zistili využitie konského vlasu pri výrobe napríklad štetcov, kief, vakovky, slákov a podobne. Všetky údaje boli spracované vo forme prezentácií s využitím programu MS Excel.



Obr.3: Závislosť predĺženia konského vlasu od veľkosti pôsobiacej sily

Vákuum a nízke teploty

V Centre fyziky nízkych teplôt Ústavu experimentálnej fyziky SAV sa 5 siedmakov ZŠ zúčastnilo experimentov s vývevou, v ktorej sa vytvorilo prostredie podobné vákuu. Na modelových experimentoch boli žiakom prezentované podmienky prostredia s nízkym tlakom: prenos zvuku vo vákuu (zvonček), rozpínanie objemu telesa pri nízkom tlaku, tento pokus bol demonštrovaný na gumenej rukavici a cukrovinke „čierny princ“, obr.4.

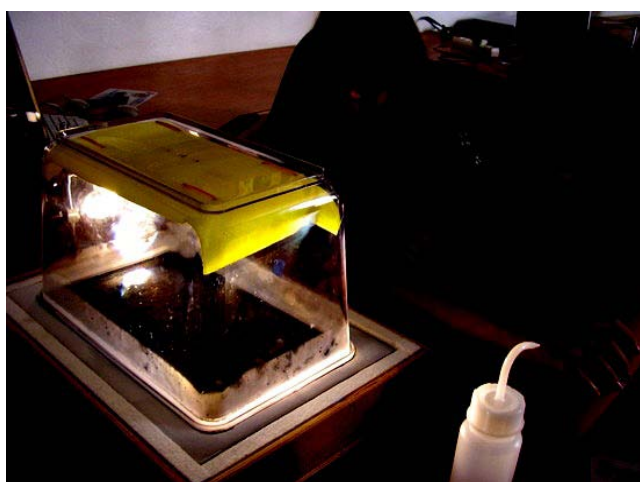


Obr.4: Čierny princ v rotačnej výveve

Žiaci sa dozvedeli, že tekutý dusík, ktorý pri normálnom tlaku vrie pri izbovej teplote, znížením tlaku vo výveve napokon stuhol. Žiaci z internetu zistili, že s vákuom, resp. s podtlakom sa môžeme v bežnom živote stretnúť napríklad: v elektrónke, v klasickej žiarovke, vysávači, termoske a podobne. Všetky svoje poznatky, ako aj obrazový materiál spracovali v prezentácii.

Hmlová komora

Na riešení tejto témy sa zúčastnilo 6 žiakov 9.ročníka. Súčasťou tejto aktivity bola aj návšteva výstavy „ Slovenská cesta do CERNu“ (CERN - Európske stredisko pre výskum časticovej a jadrovej fyziky), kde sa oboznámili s dôležitým postavením slovenských fyzikov v CERNe. Výstavou ich sprevádzal aj náš bývalý žiak, ktorý sa v minulosti zúčastnil týždňového pobytu študentov v CERNe. Dozvedeli sa, že práve v CERNe sa po prvýkrát použila na detekciu kozmických častíc hmlová komora. Na katedre Didaktiky fyziky PF UPJŠ si zhotovili hmlovú komoru pomocou suchého ľadu s teplotou -78°C , nasýtenú alkoholovými parami. Žiaci pozorovali dráhy kozmických častíc, ktoré sa vytvorili ionizovaním pár alkoholu. Dráhy kozmických častíc pripomínali špirálky, pavúčie vlákna a najlepšie boli pozorované na dne hmlovej komory, pretože pri dne bola para najviac nasýtená. Pomocou hmlovej komory si žiaci overili skutočnosť, že Zem je neustále bombardovaná časticami kozmického žiarenia. Z internetových zdrojov zistili rôzne zaujímavosti o CERNe. Svoje poznatky spracovali vo forme prezentácií.



Obr. 5: Hmlová komora

Konferencie SIPS a ďalšie aktivity pre žiakov a študentov

Počas troch rokov trvania projektu sa na našej škole uskutočnila jedna konferencia pre účastníkov projektu a ich spolužiakov, kde žiaci vystúpili so svojimi prezentáciami pred pozvaným publikom aj z radov učiteľov. Na pôde SAV sa uskutočnili 3 konferencie, kde žiaci vystúpili pred ďalšími riešiteľmi z iných základných a stredných škôl a vedeckými pracovníkmi. Ich práce boli vyhodnotené a ocenené.



Obr. 6: Žiacka a študentská vedecká konferencia

Okrem toho sa naši žiaci každoročne zúčastnili aj dní otvorených dverí na SAV a PF UPJŠ a Festivalu fyziky.

Záver

Práca na projekte bola obohatením pre žiakov, bol to netradičný prístup získavania poznatkov, spojený s experimentovaním na vedeckej pôde, čo žiakov zaujalo. Na moderných zariadeniach Oddelenia didaktiky fyziky ÚFV PF UPJŠ a UEF SAV mali žiaci možnosť realizovať rôzne jednoduché experimenty súvisiace s učivom fyziky ZŠ. Pri pokusoch používali prístroje, s ktorými sa v škole väčšinou nestretli, čo bolo pre nich atraktívne a zaujímavé a preto pracovali so zanietením a s radosťou. Priamo mohli komunikovať s odborníkmi – vedeckými pracovníkmi, ktorým položili množstvo zvedavých otázok. Pritom sami pri experimentoch pracovali ako ich partneri – mladí vedci, výskumníci. Pri tejto práci si žiaci osvojili mnoho nových poznatkov a zároveň sa učili spolupracovať, komunikovať, prezentovať a obhajovať svoje práce pred publikom. Vystúpenia žiakov na vedeckej konferencii pred zrakmi skutočných vedeckých pracovníkov boli pre žiakov novou skúsenosťou, ktorá ich pozitívne motivovala k ďalším aktivitám. Aj keď tento projekt skončil, sme veľmi radi, že začína ďalší, podobný projekt, ktorý určite obohatí nielen žiakov, ale aj nás učiteľov.

PodĎakovanie

Ďakujeme zodpovednému riešiteľovi projektu SIPS – Vedecký inkubátor pre žiakov a študentov za poskytnutie možnosti zúčastniť sa na jeho riešení.

Literatúra

System COACH, dostupné na < <http://www.cma.science.uva.nl/english/index.html> >

Projekt Študiijný pobyt učiteľov prírodných vied SŠ a ZŠ a študentov SŠ v CERN, Ženeva, dostupné na <http://ufv.science.upjs.sk/projekty/cern/>

Projekt SIPS, dostupné na < <http://uef.saske.sk/ofmi/sips/home/> >

Adresa autora

RNDr. Dorota Černíková

Základná škola

Kežmarská 30, Košice 04011

e-mail: dcernik2@gmail.com

VIRTUÁLNE LABORATÓRIUM V ASTRONÓMII – PROGRAMY STELLARIUM A ALADIN

Mária Csatáryová¹, Vladimír Šebeň¹, Martin Šechný²

¹FPHV Prešovská univerzita Prešov, ²SPŠE Prešov

Abstrakt: Autori článku predstavujú možnosti astronomických programov Aladin a Stellarium, ktoré sú produktom európskeho projektu EURO-VO (The European Virtual Observatory). Tieto virtuálne laboratória je možné využiť vo výučbe astrofyziky pre študentov vysokých škôl, ako aj v práci so žiakmi základných a stredných škôl, alebo v záujmových astronomických a počítačových krúžkoch. Programy je možné spustiť z lokálnej inštalácie alebo z webového prehliadača. V článku sú prezentované aplikácie na vybrané témy výučbových hodín astronómie.

Kľúčové slová: Stellarium, Aladin, virtuálne observatória

Úvod

Súčasný obdobia vývoja astronómie je sprevádzané obrovským nárastom informačných dát, ktorý podnietil nový spôsob ich archivovania. Digitalizácia astronomických dát predstavuje novú epochu nielen pri spracovávaní a využívaní týchto dát odbornou komunitou, ale aj ich sprístupnenie pre vzdelávacie potreby, ako aj širokú verejnosť. Poznáme niekoľko celoeurópskych projektov, ktorých cieľom je zefektívniť výučbu astronómie prostredníctvom moderných technológií vzdelávania. Európsky projekt virtuálneho observatória EURO – VO ponúka špeciálne produkty - počítačové programy, ktoré umožnia globálny elektronický prístup, ponúkajú softvérové nástroje pre vyhľadávanie, virtualizáciu a analýzu dát pre vedecké a vzdelávacie účely. Počítačové programy Stellarium a Aladin právom môžeme nazvať virtuálnymi laboratóriami, ich aplikácia nás uvedie do dejov nočnej oblohy v reálnom čase, v minulosti, či budúcnosti. Pomocou zobrazených dát môžeme vysvetliť jav v jeho historickej kontinuite objavu, alebo spracovať najnovšie astronomické dáta. V tomto príspevku sa chceme zamerať na aplikácie niektorých možností uvedených počítačových programov na hodinách fyziky, respektíve pri práci v záujmových útvaroch.

1. Stellarium

Stellarium¹ je počítačové planetárium, ktoré zobrazuje reálnu 3D oblohu tak, ako ju môžeme vidieť voľným okom alebo ďalekohľadom. Je založený predovšetkým na Hipparcos katalógu. Základný katalóg Stellaria obsahuje 600 000 hviezd s ich základnými identifikačnými údajmi. Virtuálne laboratórium Stellarium svojím softvérovým vybavením poskytuje užívateľovi množstvo variácií kreovania výstupov. V našom príspevku sa zameriame na tie, ktoré je možné využiť vo výučbe. Schopnosť žiaka orientovať sa na nočnej oblohe je jedným zo základných informačných cieľov výučby astronómie na našich školách. Vzhľadom na to, že Stellarium umožňuje zadať polohu pozorovacieho miesta, môžeme sa nadchýnať krásou nielen severnej, ale aj južnej nočnej oblohy v tomto virtuálnom svete. Pre určenie súhvezdia môžeme použiť „pomocníka“ na zistenie mena súhvezdia a jeho najjasnejších hviezd, určenie hraníc, tvaru, ale aj jeho mytologického zobrazenia. Prídavné kružnice nám umožnia predstaviť súhvezdia podľa základných rozdelení a to na cirkumpolárne, zvieratníkové a súhvezdia jarnej, letnej, jesennej a zimnej nočnej oblohy. Údaj o vzdialenosti jednotlivých hviezd nám umožní demonštrovať realitu, že hviezdy súhvezdia sú v skutočnosti veľmi ďaleko a len priemet na nebeskú sféru vytvára ich zdanlivú blízkosť. Aplikácie rovníkových a azimutálnych súradníc umožňujú precvičenie základov sférickej astronómie.

Stellarium umožňuje sledovať astronomické úkazy, ako je postavenie planét, zákryt hviezd Mesiacom, ale aj napr. meteorické roje. Pre vysvetlenie reálnych úkazov na oblohe Stellarium

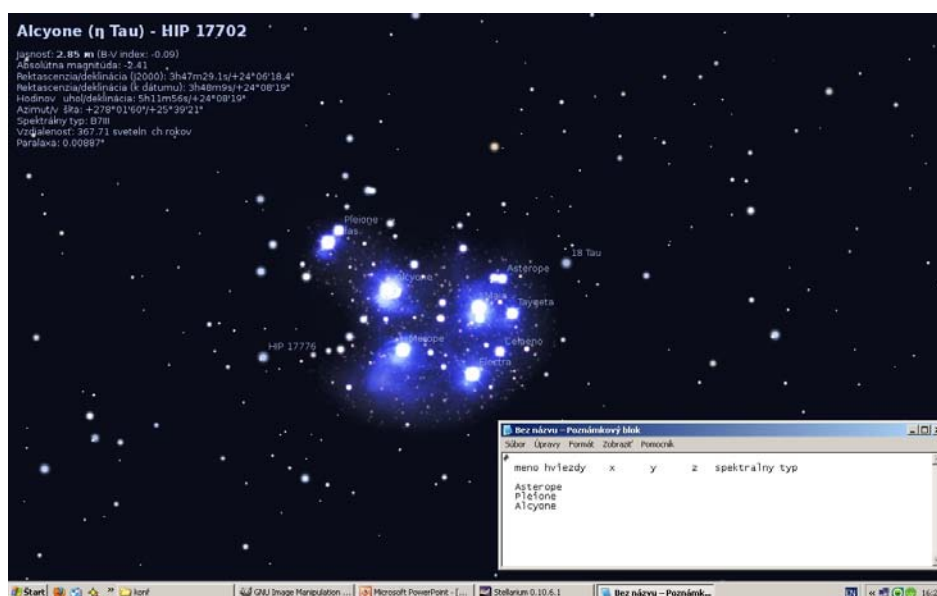
¹ <http://www.stellarium.org/>

poskytuje doplnkové programy (skripty), ktoré môžeme stiahnuť z internetu, alebo ich sami naprogramovať. Súčasné skripty obsahujú ukážky zatmení Slnka a Mesiaca, zobrazenie Zeme z iných planét, ako aj mapu povrchu jednotlivých planét. Stellarium je program s otvoreným zdrojovým kódom, čo znamená že každý môže prispieť do novej verzie programu novým doplnkovým skriptom.

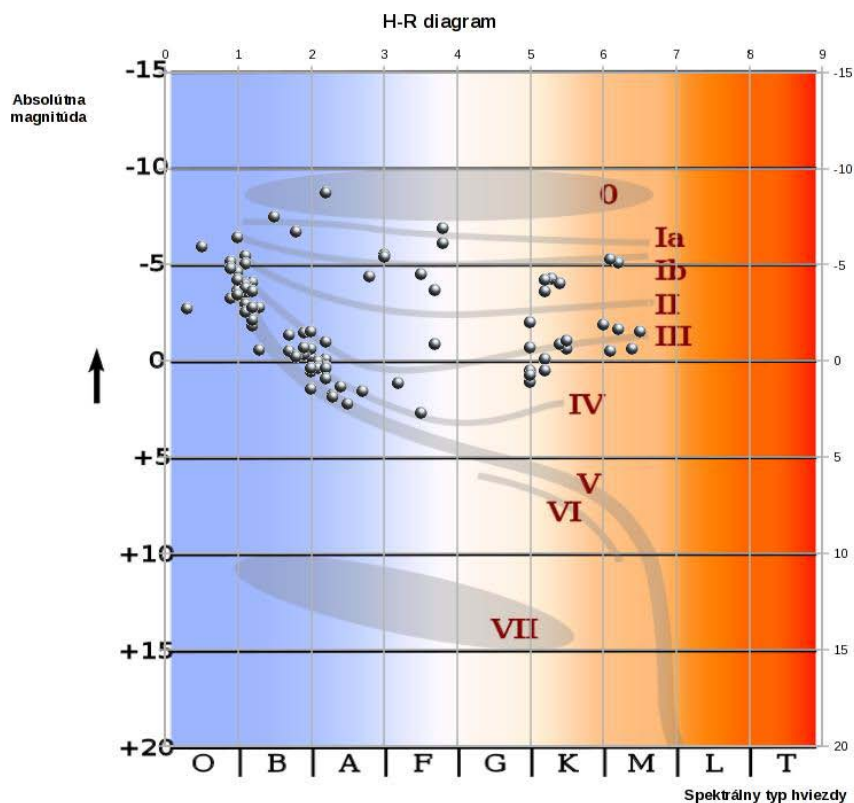


Obr.1 Ukážka zobrazenia mytologických obrazov jednotlivých súhvezdí

Najjasnejšie hviezdy obsahujú údaje o paralaxe, spektrálnom type, ako aj o absolútnej magnitúde hviezdy, čo umožňuje využitie vo výučbovej oblasti. Takýmto spôsobom je možné zostrojiť napríklad HR diagram pre najjasnejšie hviezdy nočnej oblohy. Na obr. 2 a 3 je demonštrovaný postup tvorby a výsledný HR diagram pre 100 najjasnejších hviezd. Identickým postupom môžeme určiť napr. rozloženie jasných hviezd v blízkosti Slnka, alebo porovnávať skutočné veľkosti hviezd. Jednou z mála nevýhod programu Stellarium je skutočnosť, že poskytuje užívateľovi iba identifikačné dáta hviezd. Neobsahuje tabuľkový editor na spracovanie dát. K výpočtom jednotlivých úloh je teda potrebné použiť iný tabuľkový editor. Na obr.2 v jeho dolnom pravom rohu je znázornená aplikácia externého tabuľkového editora.



Obr.2 Stellarium – získanie dát

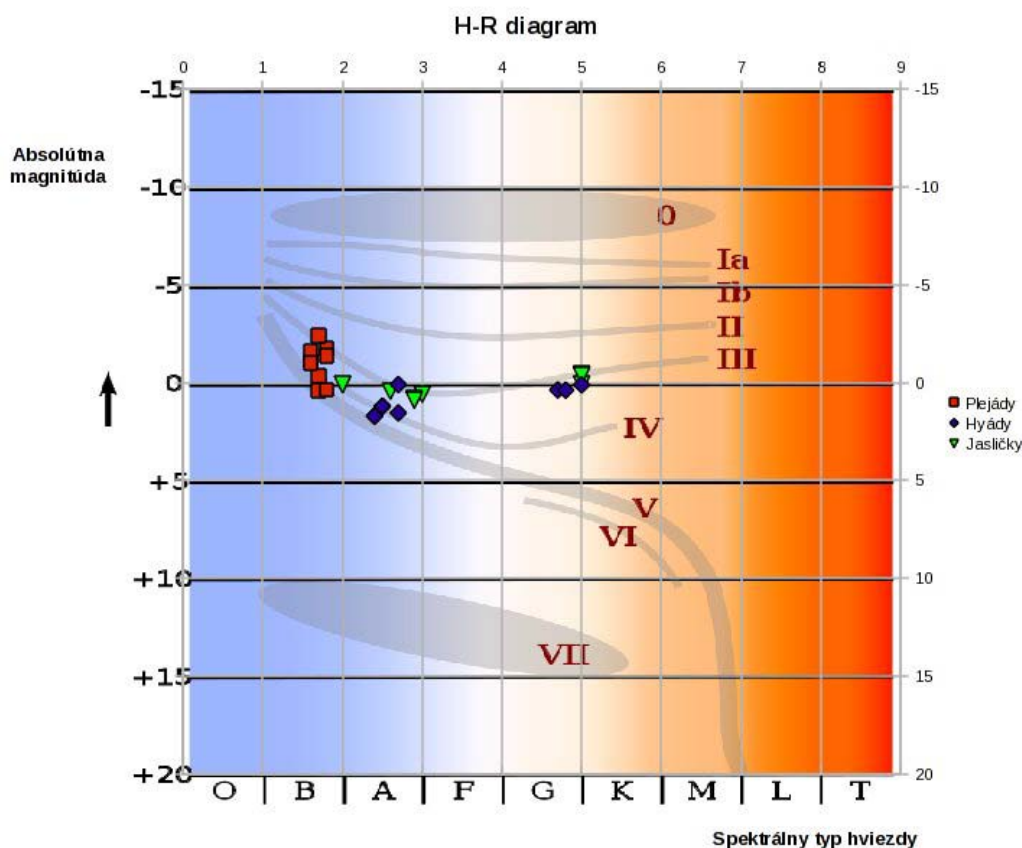


Obr.3 HR diagram

Súčasťou Stellaria je Messierov katalóg, v ktorom sú spracované grafické znázornenia objektov hviezdnej oblohy – guľové hviezdokopy, otvorené hviezdokopy a galaxie. Jednotlivé objekty (hviezdokopy, galaxie ...) sú zobrazované ako 2D fotografie presne umiestnené do pozadia nočnej oblohy. Stellarium umožňuje nájsť tieto objekty priamo v súhvezdiach, čo je veľmi vhodné pre amatérске pozorovanie oblohy. Vzdialené objekty si môžeme priblížiť tak, ako by sme ich videli najväčším ďalekohľadom sveta. Program Stellarium umožňuje pozorovateľovi oboznámiť sa v predstihu s týmito objektmi vo virtuálnom prostredí. Ak má k dispozícii astronomický ďalekohľad, je možné jeho navádzanie priamo cez program Stellaria.

Program umožňuje sledovať aj reálne dráhy planét so svojimi mesiacmi. Môžeme vidieť napr. Jupiterove mesiace tak, ako ich prvýkrát videl Galileo Galilei. Stellarium umožňuje ešte omnoho viac, ich priblíženie a dokonca aj ich pohyb v čase. Za niekoľko sekúnd môžeme vidieť celý obeh mesiacov okolo ich planéty.

V nasledujúcej časti uvedieme príklad na porovnanie veku troch otvorených hviezdokôp. Vyberieme si najznámejšie otvorené hviezdokopy, Plejády, Hyády a Jasličky. Program Stellarium nám umožní vyhľadať dané hviezdokopy aj s potrebnými dátami pre ich hviezdy, konkrétne - absolútne magnitúdy a spektrálne triedy. Tieto dáta spracujeme v tabuľkovom editore. Zobrazený diagram predstavuje posun jednotlivých hviezd od hlavnej postupnosti H-R diagramu. Hviezdy Plejád sú zoradené na hlavnej postupnosti, čo hovorí o ich mladšom veku oproti hviezdám v otvorenej hviezdokope Hyád, kde je posun od hlavnej postupnosti na H-R diagrame väčší.



Obr.4 HR diagram - otvorené hviezdokopy

2. Aladin

Interaktívny počítačový program Aladin² fungujúci ako vesmírny atlas, umožňuje používateľovi vizualizovať digitalizované astronomické obrázky, vyhľadávať dáta z astronomických katalógov a databáz (napr. Simbad, VizieR) a pripojiť všetky servery virtuálnych observatórií. Vo výučbe umožňuje študentovi reprodukovat astronomické objavy na základe potrebných dát. Obsahuje vstavaný tabuľkový procesor pre výpočty, ktorý iným programom chýba. Vzhľadom na zložitosť celého programu je skôr vhodný pre študentov, ktorí majú základy v práci s počítačom a základné poznatky z astronómie. V nastavení programu sa dá zvoliť náročnosť ovládania, jednou možnosťou je profil študenta. Aladin je základné prostredie, ktoré môže spustiť špecializované nástroje virtuálnych observatórií, dostupné na internete ako moduly, napr. na vizualizáciu dát alebo spektrálnu analýzu. Pre prvotnú orientáciu v možnostiach výpočtov potrebných pre astronómiu môžeme využiť metodicky spracované príklady na webe EURO-VO³.

Pre názornosť môžeme uviesť príklad využitia programu Aladin na určenie vzdialenosti galaxii. Prvýkrát takto určil vzdialenosť galaxie M31 v súhvezdí Andromedy Edwin Hubble. Pri určovaní vzdialenosti využil vlastnosti premenných hviezd cefeíd (Ceph). Perióda zmien jasnosti tejto premennej hviezdy závisí od absolútnej magnitudy podľa vzťahu

$$M = -1,43 - 2,81 \log P,$$

kde M je absolútna magnitúda danej hviezdy, P je perióda zmien jasnosti hviezdy. Vzdialenosť danej galaxie určíme podľa modulu vzdialenosti, ktorý je funkciou absolútnej magnitudy.

² <http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>

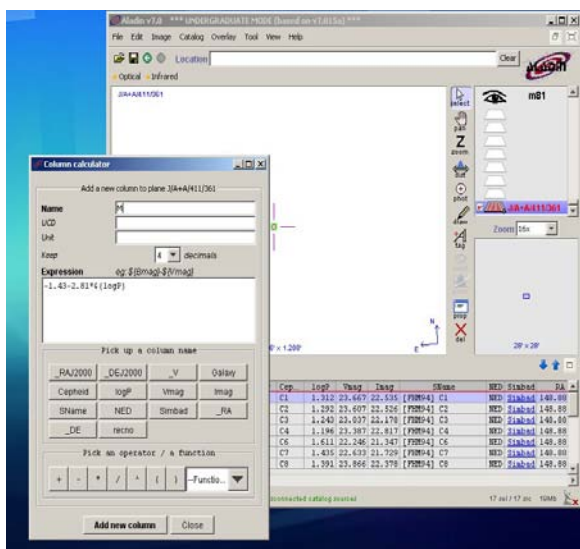
³ http://wwwas.oats.inaf.it/aidawp5/eng_download.html

Modul vzdialenosti môžeme vyjadriť vzťahom $M - m = 5 \cdot \log r + 5$, kde M je absolútna magnitúda, m zdanlivá magnitúda a r je vzdialenosť hviezdy vyjadrená v parsekoch. Po jeho úprave určíme vzdialenosť objektu v svetelných rokoch zo vzťahu

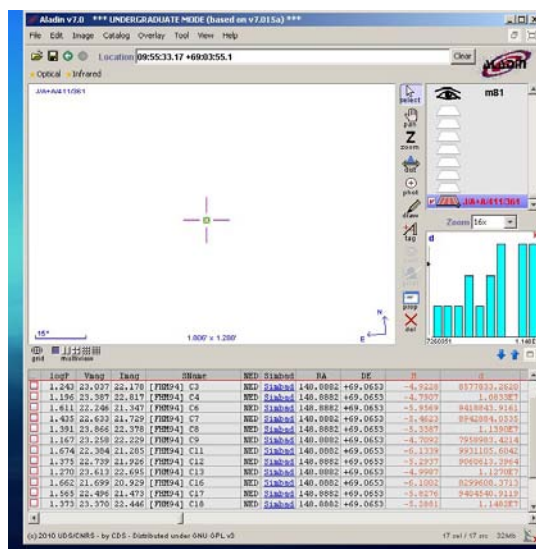
$$r = 10^{\frac{m-M+5}{5}} \cdot 3,26$$

V nasledujúcej časti uvedieme prezentáciu praktickej aplikácie uvedeného postupu pre určenie vzdialenosti galaxie M81 v súhvezdí Veľkej Medvedice.

V programe Aladin si otvoríme katalóg Vizier a vyhľadáme objekt M81 a zvolíme typ premennej hviezdy Ceph. Program zobrazí body hviezd a k nim tabuľku s dátami. V tabuľke dát nás zaujíma stĺpec s periódou. Na výpočet absolútnej magnitúdy nájdených hviezd môžeme použiť zabudovanú kalkulačku v programe Aladin, alebo získané dáta spracovať iným spôsobom.



Obr.5 Ukážka výpočtu absolútnej magnitúdy v programe Aladin



Obr.6 Výpočet vzdialeností hviezd typu Ceph v M 81

Záver

Edukačný proces zameraný na učivo astronómie v čoraz väčšej miere ovplyvňujú moderné informačné technológie. Predovšetkým pod ich vplyvom sa otvárajú nové doteraz skryté možnosti zatraktívnenia a zefektívnenia jeho výučby. Počítačové programy Stellarium a Aladin - produkty EURO-VO, nám umožnia do edukačného procesu zaradiť nové, progresívne metódy výučby astronómie založené na zvýšenej aktivite žiakov a študentov. Veľkou výhodou virtuálnych observatórií je umožnenie on-line prístupu širokej verejnosti k reálnym dátam, čo vytvára nový priestor pre zatraktívnenie výučby a nové smery v skúmaní vesmíru. Podmienkou využitia uvedených produktov je však nie len záujem zúčastnených subjektov edukačného procesu ale aj existencia príslušných kompetencií pedagógov pre prácu s týmito technológiami. Proces efektívneho prieniku produktov EURO-VO Stellarium a Aladin do edukačného procesu významne determinuje existencia vhodných metodických materiálov a návodov na ich praktické aplikácie. Tvorba takýchto materiálov je významnou úlohou pre profesionálnych pracovníkov zaoberajúcich sa touto problematikou. Virtuálne observatória predstavujú novú etapu v archivovaní, spracovaní dát a poznávaní vesmíru. V našom príspevku sme sa pokúsili poukázať na niektoré z možností

zvýšenia efektivity a atraktívnosti výučby astronómie s využitím uvedených informačných technológií.

PodĎakovanie

Príspevok bol spracovaný s podporou projektu Kega 114-029PU-4/2010 Inovácia výučby vybraných disciplín pre adeptov učiteľstva akademických predmetov s využitím e-learningu.

Literatúra

- [1] CSATÁRYOVÁ, M. 2010. Podhotovka majbutného včyteľa do vykladanňa astronomiji v školi z vykorystanňam innovacijnych technolohij navčanňa. Naukovyj visnyk Užhorodskoho universytetu : serija pedahohika. vyp. 18-19 (2010), s. 119-121
- [2] FREISTETTER, F., IAFRATE, G., RAMELLA, M. 2011. The Sky is for Everyone - Outreach and Education with the Virtual Observatory. [arXiv:1101.3061v1](https://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1101/1101.3061v1.pdf) Dostupné na: <http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1101/1101.3061v1.pdf>
- [3] SZALAY, A. 2011. The national Virtual observatory. Astronomical Data Analysis Software and Systems X, In: F. R. Harnden, Jr., Francis, A. Primini, H., E. Payne: ASP Conference Proceedings, Vol. 238., San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2001, p.3, ISSN 1080-7926
- [4] WHITE, J., C. 2006. *The Virtual Observatory and Education : A View From to Classroom*. In: R., J. Brunner, S., G. Djorgovski, A., S. Szalay: Virtual Observatories of the Future, ASP Conference Proceedings, Vol. 225., San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, p.159. ISBN 1-58381-057-9

Adresa autorov

RNDr. Mária Csátáryová, PhD.

Fakulta prírodných a humanitných vied

Prešovská univerzita

17. novembra, 1, 080 01 Prešov

e-mail: maja@unipo.sk

Doc. PaedDr. Vladimír Šebeň, PhD.

Fakulta prírodných a humanitných vied

Prešovská univerzita

17. novembra, 1, 080 01 Prešov

e-mail: sebenv@unipo.sk

Mgr. Martin Šechný

Stredná priemyselná škola elektrotechnická

Plzenská 1, 080 47 Prešov

e-mail: martin.sechny@shenk.sk

ŠTUDENTI ODHAĽUJÚ KRÁSU ČASTICOVEJ FYZIKY MASTERCLASSES 2011

**Alexander Dirner^{1,2}, Sabina Lehocá¹, Marek Bombara¹, Gabriela Martinská¹, Janka Vrláková¹,
B. Petrušková¹, Z. Harmanová¹, M. Špavorová¹, Marián Kireš¹**

(1) Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice

(2) Ústav experimentálnej fyziky, Slovenská akadémia vied, Košice

Júlia Hlaváčová

Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita, Košice

František Franko

Centrum celoživotného a kompetenčného vzdelávania, Prešovská univerzita, Prešov

Ivan Melo, Gabriela Tarjányiová, Mikuláš Gintner

Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita, Žilina

Boris Tomášik, Mária Beniačiková, Katarína Krišková

Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica

Peter Perichta

Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka, Trenčín

Július Vanko

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Bratislava

Abstrakt: Počas marca 2011 sa uskutočnil už siedmy ročník medzinárodného projektu pre popularizáciu fyziky Medzinárodné Masterclasses (MC) Pohľad do časticovej fyziky, organizovaného Medzinárodnou skupinou pre popularizáciu časticovej fyziky (IPPOG) a Európskou fyzikálnou spoločnosťou (EPS). Zúčastnilo sa ho viac ako 8000 študentov stredných škôl na 99 univerzitách v 23 štátoch a na 30 univerzitách v USA. V autentickom prostredí mali študenti možnosť nahliadnuť do medzinárodnej organizácie moderného výskumu a súčasne sa dozvedieť o svete subatómových častíc prostredníctvom zrozumiteľných prezentácií fyzikov, ktorí sa zúčastňujú na výskume v časticovej fyzike. Prostredníctvom videokonferencie porovnávali svoje výsledky a diskutovali o svojich objavoch so študentmi iných krajín – práve tak, ako to robia časticoví fyzici v rámci medzinárodnej spolupráce. Tento ročník je významný tým, že študenti spracovávali prvé skutočné dáta z LHC (Large Hadron Collider) v CERNe zo zrážok protónov pri doteraz najvyšších energiách, ktoré boli získané iba pred niekoľkými mesiacmi. Tri experimenty ATLAS, CMS a ALICE – pripravili dáta pre vzdelávacie účely v rámci projektu. Študenti mohli napríklad znovuobjaviť Z bozón alebo štruktúru protónu, odhaliť "podivné častice", alebo pátrať po záhadnom Higgsovom bozóne medzi dráhami častíc. Príspevok informuje o priebehu tohto ročníka s novým obsahom a o jeho ohlase u slovenských účastníkov.

Kľúčové slová: popularizácia fyziky, International Particle Physics Masterclasses, časticová fyzika, experiment ATLAS

Úvod

Počas troch týždňov, od 4. – 26. marca 2011, sa na 99 univerzitách a výskumných centrách konalo medzinárodné podujatie International Particle Physics Masterclasses [1]. Prácu vedea experimentátora si vyskúšalo tento rok vyše 8000 študentov z 24 krajín Európy, USA, Afriky, Brazílie a Izraela. Nechýbalo medzi nimi ani Slovensko.

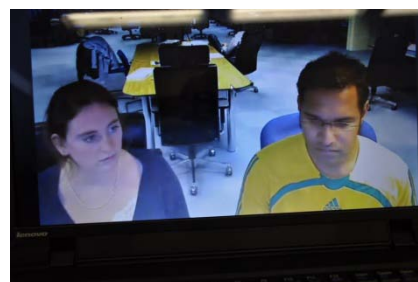
Masterclasses

International Particle Physics Masterclasses (MC) je popularizačná vzdelávacia aktivita, ktorá je určená pre 15–19 ročných študentov stredných škôl (najmä gymnázií). Študenti sa na jeden deň stanú vedcami– fyzikmi, ktorých úlohou je riešiť najaktuálnejšie problémy z oblasti fyziky elementárnych častíc [2].



Obr. 1: Prednáška Dr. Bruncka na Masterclasses 23. 3. 2011 v Košiciach

Dopoludnia si študenti na svojej univerzite vypočujú prednášky (Obr. 1) o podivuhodných vlastnostiach mikrosveta a o metódach skúmania najmenších čiastočiek hmoty. Popoludní analyzujú reálne údaje z detektora častíc a naučia sa, ako ich ďalej vyhodnocovať. Na konci dňa sa spoja pomocou EVO videokonferencie [3] s ostatnými účastníkmi v part-nerských krajinách, aby si porovnali a skombinovali svoje výsledky. Podujatiu dodáva jedinečný charakter práve videokonferenčná diskusia (Obr. 2), moderovaná fyzikmi z CERNu, kde majú študenti priestor aj na neformálne otázky ohľadom života a práce fyzikov i vyslovenie svojich dojmov z podujatia. Súčasťou videokonferencie je tiež kvíz, v ktorom sa účastníci otestujú, čo sa naučili a najlepší z nich vyhrajú ceny (tričká, CD, brožúry).



Obr. 2: Videokonferenčné stretnutie účastníkov Masterclasses zo dňa 25. 3. 2011, moderované fyzikmi z CERNu

MC prebiehajú súčasne na 3– 6 univerzitách a vedeckých inštitúciách vo svete každý deň počas troch týždňov. MC sú organizované Medzinárodnou skupinou pre popularizáciu časticovej fyziky (IPPOG) a Európskou fyzikálnou spoločnosťou (EPS).

Masterclasses a Slovensko

Masterclasses – “Majstrovské triedy” – vznikli v Anglicku a veľmi rýchlo sa stali populárne. Masterclasses sú vedené majstrami, profesionálnymi fyzikmi, ktorí sa snažia odovzdať mladým záujemcom nielen poznatky, ale aj vzrušenie a zápal, ktoré prežívajú vo svojom bádani. Na medzinárodnej úrovni sa organizujú pod názvom “Hands on Particle Physics International Masterclasses for High School Students” od roku 2005, ktorý bol vyhlásený za Svetový rok fyziky. Slovensko sa zapája od samého začiatku a v prepočítaní na počet obyvateľov máme najviac participujúcich univerzít. Na šiestich univerzitách (Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Univerzita Komenského v Bratislave, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Prešovská univerzita, Trenčianska univerzita a Žilinská univerzita) sa v tomto roku zúčastnilo spolu 244 študentov a 20 učiteľov z 50 stredných škôl. Národným koordinátorom pre MC na Slovensku je RNDr. Ivan Melo, PhD. zo Žilinskej univerzity.

Údaje z urýchľovača LHC

Hoci sa konal už v poradí siedmy ročník Masterclasses, tento bol niečím výnimočný. Študenti mali po prvýkrát možnosť analyzovať údaje z najväčšieho urýchľovača na svete. Veľký hadrónový urýchľovač protiběžných zväzkov, LHC [4] sa nachádza v CERNe pri Ženeve [5]. Po dvadsaťročnom budovaní bol oficiálne uvedený do prevádzky v septembri roku 2008. Pre technické problémy na jednom spoji ho však odstavili. Po oprave a otestovaní jednotlivých uzlov bol opätovne spustený o rok neskôr. V novembri 2009 sa podarilo zaznamenať prvé zrážky oproti sebe letiacich zväzkov protónov, z ktorých každý mal energiu 450 GeV [6].

Veľký úspech zažili v CERNe dňa 30. marca 2010, kedy zväzky protónov boli urýchlené na energiu 3500 GeV (3,5 TeV). Celková energia zrážky 7 TeV predstavuje doposiaľ najvyššiu energiu, aká bola kedy získaná v urýchľovačoch. Vo fyzike vysokých energií sa začala nová éra. Sme ešte len na úsvite vzrušujúceho obdobia, od ktorého vedci s napätím očakávajú nové objavy. Tie nám buď potvrdia, alebo vyvrátia naše predstavy o zložení a fungovaní sveta.

Fyzika, ktorá sa študuje na urýchľovači LHC, je nesmierne zaujímavá [6]. Dotýka sa takých fundamentálnych otázok, ako je pôvod hmotnosti elementárnych častíc alebo zloženie a vývoj vesmíru. Pri vysokoenergetických zrážkach častíc by sa mohli vytvoriť také extrémne podmienky, aké boli krátko po Veľkom tresku. Experimenty by mali odhaliť pôvod temnej hmoty, ktorej je vo vesmíre oveľa viac ako hmoty všetkých pozorovaných objektov. Ďalšou otvorenou otázkou je asymetria medzi hmotou a antihmotou vo vesmíre. Kam sa stratila antihmota, ktorej bolo na počiatku vesmíru rovnaké množstvo ako hmoty? Na odpovede na tieto otázky si budeme musieť chvíľu počkať, pretože analýza údajov je zložitá a časovo náročná.

O tom sa presvedčili aj študenti, ktorí si vyskúšali prácu vedcov. Bolo to možné vďaka tomu, že tri experimenty [7] – ATLAS, CMS a ALICE – vo februári 2011 sprístupnili časť svojich dát získaných počas behu urýchľovača LHC v roku 2010. Na vzdelávacie účely boli upravené aj zobrazovacie programy (HYPATIA, MINERVA), ktoré umožňujú vizualizáciu jednotlivých prípadov zrážok zaregistrovaných detektorom. Tento rok dostali stredoškóľáci zo Slovenska za úlohu analyzovať údaje z experimentu ATLAS [8]. Účastníci na jednotlivých univerzitách buď skúmali štruktúru protónu cez jej vplyv na produkciu W bozónov, alebo sa venovali meraniu hmotnosti Z bozónu. Tieto veci sú síce dobre známe z predchádzajúcich experimentov na urýchľovači LEP, ale vedci musia začať práve so známymi vecami, aby sa mohli pripraviť na nové objavy. Ako postupovali pri riešení študenti?

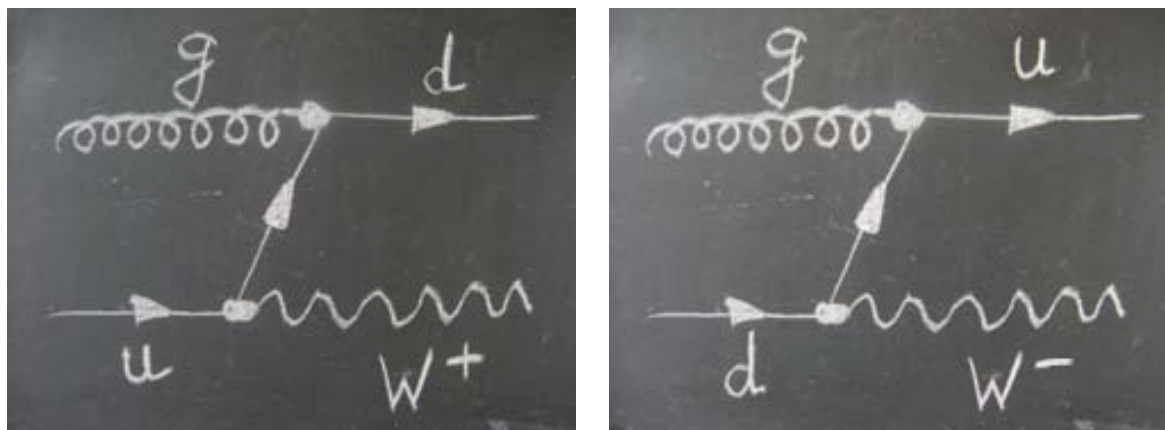
Cvičenie 1: Štruktúra protónu

Stredoškóľáci boli nabití informáciami z dopoludňajších prednášok, ktoré si vypočuli od fyzikov pracujúcich na danej téme v rámci svojho výskumu. Preto dobre vedeli, že protón sa skladá z kvarkov (dvoch u kvarkov a jedného d kvarku), ktoré držia pohromade gluóny (častice zodpovedné za existenciu silných síl). Pri takých vysokých energiách, aké sa dosahujú na urýchľovači LHC, sa protóny nezrážajú ako celky, ale zrážajú sa ich konštituenty, teda kvarky s kvarkami, alebo kvarky s gluónmi, alebo gluóny s gluónmi. Energia zrážky je taká veľká, že pri interakcii môžu vznikať nové častice, ktoré sú aj stonásobne ťažšie ako samotný protón. Jednou z takýchto veľmi ťažkých častíc, vznikajúcich bežne na urýchľovači LHC, je aj W bozón.

W bozóny sú elementárne častice, ktoré sú spolu so Z bozónmi zodpovedné za existenciu tzv. slabých síl. Slabé sily spolu s elektromagnetickými, silnými a gravitačnými patria medzi štyri základné sily v prírode. Slabé sily, a teda W bozóny, hrajú významnú úlohu pri rádioaktívnom beta rozpade, kedy prebieha premena častíc, napríklad premena protónu na neutrón a naopak.

Na najnižšej úrovni sa W bozóny zúčastňujú práve premeny jedného typu kvarkov na druhý typ, napríklad u kvarku na d kvark. Existujú kladne nabité aj záporne nabité W bozóny, ktoré označujeme W^+ a W^- .

Vznik W^+ a W^- bozónov si môžeme veľmi jednoducho znázorniť pomocou tzv. Feynmanových diagramov. W^+ bozón vzniká pri zrážke gluónu g a u kvarku (Obr. 3, vľavo). Gluón je súčasťou jedného zrážajúceho sa protónu a u kvark je súčasťou druhého. Okrem W^+ bozónu vznikol aj d kvark. Analogicky je na obrázku Obr. 3 vpravo znázornený vznik W^- bozónu spolu s u kvarkom pri zrážke gluónu g a d kvarku.



Obr. 3: Feynmanove diagramy znázorňujú kvarkovo-gluónovú produkciu W^+ bozónu (vľavo) a W^- bozónu (vpravo) pri zrážke dvoch protónov na urýchľovači LHC.

Ako to súvisí so štruktúrou protónu? Počet W^+ bozónov vyprodukovaných v zrážkach pomocou procesu z Obr. 3 vľavo je úmerný počtu u kvarkov v protóne a počet W^- bozónov vyprodukovaných pomocou procesu z Obr. 3 vpravo je zase úmerný počtu d kvarkov v protóne. Inak povedané, ak je v protóne viac u kvarkov ako d kvarkov, gluóny z jedného protónu majú väčšiu šancu zraziť sa skôr s u kvarkom z druhého protónu, a preto aj vyprodukovať viac W^+ bozónov ako W^- bozónov. Úlohou študentov bolo overiť, či to platí aj pre údaje získané z experimentu ATLAS [9].

Najprv však museli správne identifikovať v dátach W^+ a W^- bozóny. Potom spočítať tie, ktoré pochádzajú z vyššie popísaných procesov na Obr. 3. No a nakoniec určiť pomer ich počtov $R^\pm = N(W^+)/N(W^-)$, ktorý zodpovedá pomeru počtu u kvarkov ku d kvarkom v protóne. Keďže v prvom priblížení môžeme tvrdiť, že protón sa skladá z dvoch u kvarkov a jedného d kvarku, očakávame, že hodnota $R^\pm = 2$. Študenti pracovali vo dvojiciach, každá analyzovala 50 zrážok pomocou programu MINERVA, ktorý je len miernym zjednodušením softvéru, aký používajú fyzici v kolaborácii ATLAS.

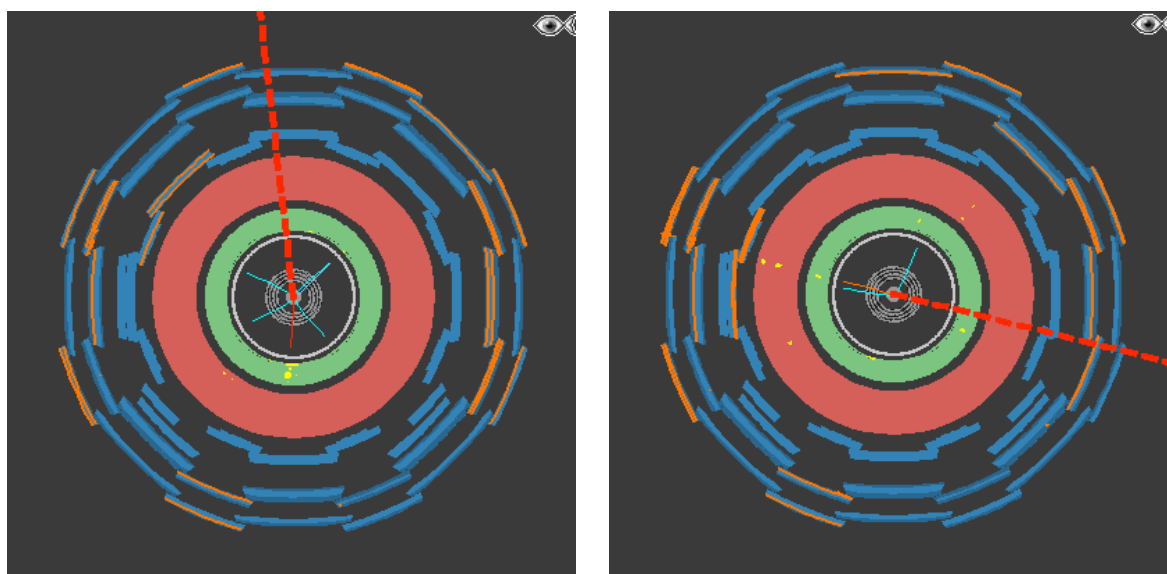
Najzložitejšou časťou tejto úlohy bola samotná identifikácia W bozónov, pretože ich doba života je nesmierne krátka ($3 \cdot 10^{-25}$ s). Rozpadajú sa skôr, než ich dokáže zaregistrovať detektor. To, že vznikol W bozón, vieme len na základe zmerania základných charakteristík (elektrický náboj, hybnosť, energia) jeho produktov rozpadu. Existuje niekoľko možností (kanálov), na aké iné častice sa W bozón ďalej rozpadá. Medzi nimi sú dôležité najmä tieto štyri: rozpad W bozónu na pár elektrón – elektrónové neutríno, pár mión – miónové neutríno, pár tau leptón – tau neutríno a pár kvark – antikvark.

Najčastejšie sa W bozóny rozpadajú na pár kvark – antikvark. Kvarky v detektore nevidíme priamo, ale len ako spríšku hadrónov (dvoj- alebo trojkvarkové častice ako sú napríklad pióny a protóny), ktoré sa pohybujú približne tým istým smerom, ako materský kvark. Mióny a tau leptóny sú len ťažšími príbuznými elektrónu, a preto sa v prírode realizujú rozpady W bozónov na prvé tri možnosti s rovnakou pravdepodobnosťou. Tau leptóny sú najťažšie z rodiny leptónov, krátko po

svojom vzniku sa ďalej rozpadajú na elektróny alebo mióny a im zodpovedajúce neutrína. Ich identifikácia je najzložitejšia.

Najľahšie sa identifikujú elektróny a mióny a ich antičastice, pretože v detektore zanechávajú takmer jednoznačný signál. A hoci druhé častice z páru neutrína, nedokážeme zaregistrovať priamo, lebo prelietajú cez detektor bez zanechania stopy, o ich prítomnosti sa domnievame nepriamo na základe určenia chýbajúcej priečnej hybnosti (hybnosť, ktorú neutrína odniesli) zo zákona zachovania hybnosti.

Účastníci Masterclasses sa sústredili len na dva najľahšie identifikovateľné rozpadové kanály W bozónu: pár elektrón– elektrónové neutríno (Obr. 4 vľavo) a pár mión– miónové neutríno (Obr. 4 vpravo).



Obr. 4: Prípady zrážky dvoch protónov zaznamenaný detektorom ATLAS v zobrazovacom prostredí MINERVA. Elektrón vylietava smerom nadol (obrázok vľavo) a mión smeruje približne do ľavého horného rohu (obrázok vpravo). Neutríno, presnejšie chýbajúca priečna hybnosť, je znázornená červenou čiarkovanou čiarou.

Nie je vôbec ľahké oddeliť signál (to, čo hľadáme) od pozadia. Pozadie predstavovali v našom prípade všetky zrážky, pri ktorých W bozón nevznikol, ale aj zrážky, pri ktorých W bozón vznikol, ale rozpadol sa komplikovanými kanálmi. Na to, aby študenti mohli vykonať skutočne hodnotnú analýzu, museli sa naučiť čo-to aj o prípadoch pozadia a vedieť ich tiež identifikovať. Preto nad každým prípadom zrážky chvíľu sedeli a dohadovali sa, čo by to mohlo byť. Tvrdé oriešky sa im snažili pomôcť rozlúsknuť inštruktori, ktorí ich vhodnými otázkami naviedli na správnu cestu.

Čas, dve a pol hodiny, vyhradený na analýzu (Obr. 5) postačoval na to, aby sa študenti oboznámili so zobrazovacím programom MINERVA, naučili sa odlišovať signálne prípady od prípadov pozadia a stihli vyhodnotiť po 50 prípadov zrážok z detektora ATLAS. Študenti zanieli hľadali nielen W bozóny, ale aj Higgov bozón (jeden z hlavných cieľov LHC), ktorý sa v detektore môže rozpadáť práve na dva W bozóny. Niekoľko nagenetrovaných prípadov s Higgsovým bozónom bolo zamiešaných medzi vzorkou takmer 1000 reálnych dát. A tí, študenti, ktorí správne určili kandidáta na Higgsov bozón, dostali špeciálnu odmenu. Niektorým sa “Higgs” tak dobre ukryl, že ho prehliadli.



Obr. 5: Analýza údajov z experimentu ATLAS, Prešov, 25. 3. 2011

Tab. 1: Výsledky skúmania štruktúry protónu žilinskej skupiny účastníkov. Ostatné názvy miest predstavujú ďalšie zúčastnené univerzity na Masterclasses zo dňa 17. 3. 2011.

	$R_{\pm}$	Uncertainty	
Žilina	1.68	$\pm$	0.34
Marseille	2.09	$\pm$	0.36
Bonn	2.25	$\pm$	0.52
Thessaloniki	1.65	$\pm$	0.27
Palaiseau	1.34	$\pm$	0.25
Average	1.76	$\pm$	0.33

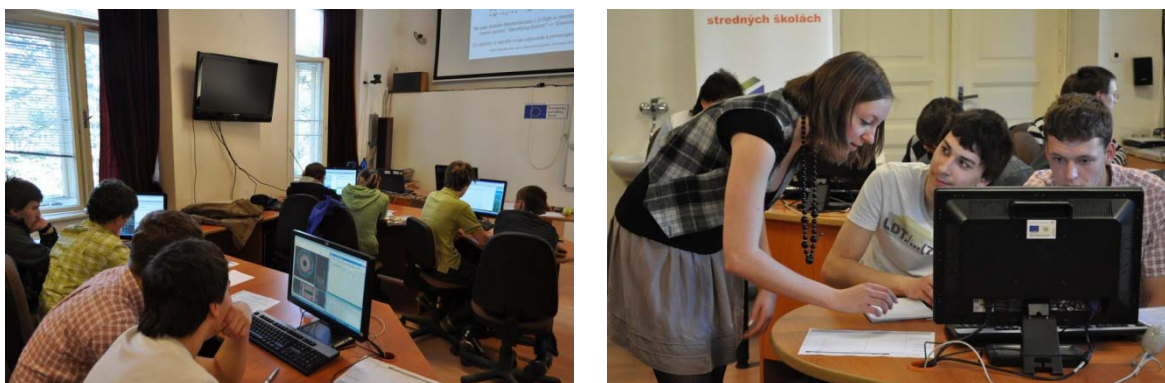
O tom, že stredoškoláci svoju úlohu splnili na výbornú, svedčia aj výsledky skúmania štruktúry protónu, ktoré predstavili počas videokonferencie. Všetky výsledky (z Bratislavy, Trenčína, Žiliny i Prešova) boli vynikajúce (Tab. 1, Tab. 2) a v rámci štatistickej chyby boli konzistentné s hodnotou $R_{\pm} = 2$ a aj oficiálnym výsledkom kolaborácie ATLAS, publikovaným len o pár mesiacov skôr v októbri 2010.

Tab. 2: Výsledky skúmania štruktúry protónu prešovskej skupiny účastníkov. Ostatné názvy miest predstavujú ďalšie zúčastnené univerzity na Masterclasses zo dňa 25. 3. 2011.

	$R_{\pm}$	Uncertainty	
Grenoble	1.63	$\pm$	0.36
Prešov	1.39	$\pm$	0.27
Pisa	2.02	$\pm$	0.60
Mainz	1.69	$\pm$	0.45
Granada	1.35	$\pm$	0.21
Average	1.51	$\pm$	0.32

Cvičenie 2: Hmotnosť Z bozónu

S druhou úlohou, ktorá sa na prvý pohľad zdala byť zložitejšia, sa popasovali účastníci Masterclasses v Banskej Bystrici a v Košiciach (Obr. 6). Ich cieľom bolo v dátach z detektora ATLAS znovuobjaviť Z bozón a určiť jeho hmotnosť [10]. Opäť pracovali vo dvojiciach, pričom každá z dvojíc mala preskúmať 50 prípadov zrážok. Čas, vyhradený na oboznámenie sa so zobrazovacím programom HYPATIA a analýzu údajov, bol tiež dve a pol hodiny. Základné informácie o Z bozóne dostali študenti už na prednáškach predpoludním.



Obr. 6: Študenti hľadajú v dátach z detektora ATLAS Z bozóny, Košice, 23. 3. 2011

Pri zrážkach protónov s takými vysokými energiami, aké sa dosahujú na urýchľovači LHC v CERNe, vzniká množstvo častíc všetkých možných druhov. Vznikajú napríklad častice, z ktorých sa skladá bežná hmota, ale aj častice, ktoré existovali len v prvých okamihoch po Veľkom tresku. Novovzniknuté častice sú oveľa ťažšie, než tie, ktoré sa pôvodne zrážali, teda protóny. Je to možné vďaka známemu vzťahu $E = m \cdot c^2$, ktorý hovorí o ekvivalencii energie a hmotnosti. Energia uvoľnená počas zrážky môže vychádzať vo forme hmotnosti. To znamená, že čím väčšia je energia zrážky, tým je vyššia pravdepodobnosť vyprodukovania ťažkých častíc, ako je napríklad aj Z bozón. V zrážkach protónov s protónmi môže takpovediac vzniknúť "hocičo", musia byť však zachované základné princípy, ako je zákon zachovania energie (ZZE), zákon zachovania hybnosti (ZZH), či zákon zachovania elektrického náboja. Úlohou študentov bolo vybrať zo vzorky dát také prípady zrážok, v ktorých vznikol Z bozón.

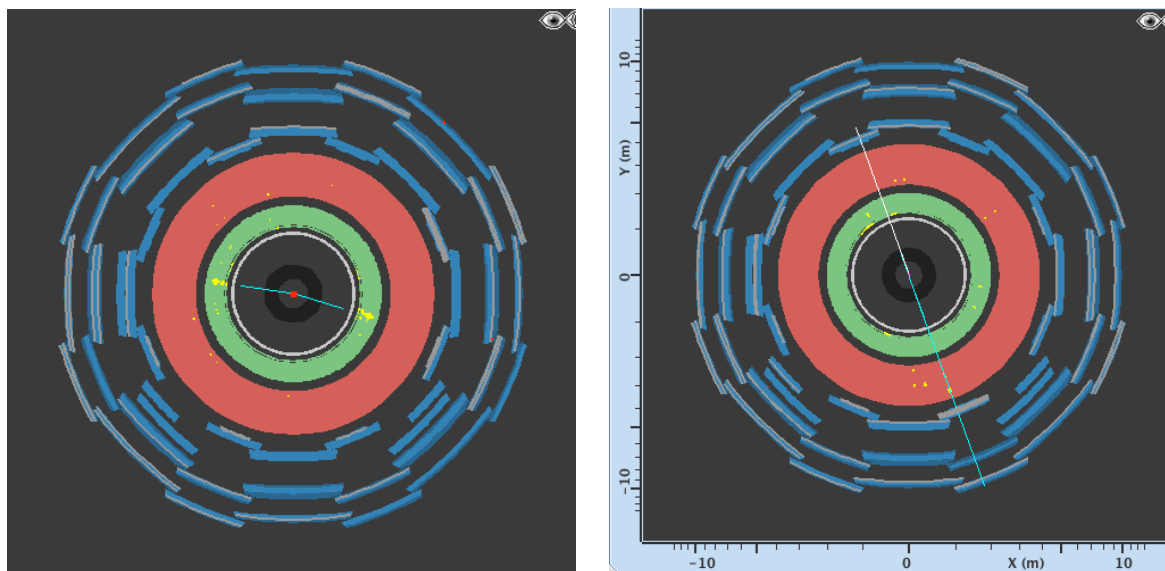
Z bozóny sú veľmi ťažké elementárne častice, ktoré sú nosičmi slabej interakcie. Ich doba života je len $3 \cdot 10^{-25}$ s, pričom sa takmer okamžite rozpadajú na iné častice. Na rozdiel od W^+ a W^- bozónov, sú Z bozóny elektricky neutrálne, a preto sa môžu rozpadáť len na pár častica – antičastica. Existuje niekoľko rozpadových kanálov: rozpad Z bozónu na pár kvark – antikvark, pár neutrálny leptón – neutrálny antileptón a pár nabitý leptón – nabitý antileptón.

Najčastejšie sa realizuje prvý prípad rozpadu na kvarkovo-antikvarkový pár. Kvarky, resp. antikvarky sa v detektore dajú zaregistrovať len vo forme spršky častíc, ktoré fyzici nazývajú "jety". Jety vyletujú v smere pôvodného kvarku. Takto sa prejavuje prítomnosť aj iných typov častíc v zrážke, nielen Z bozónov, čo analýzu komplikuje.

Druhá možnosť rozpadu Z bozónu na pár neutrálny leptón – neutrálny antileptón, alebo zjednodušene na pár neutrín – antineutrín, je pre detektor neviditeľná, pretože neutrína vyletujú z miesta zrážky bez interakcie s okolitým prostredím. V detektore neutrína, ani antineutrína nezanechávajú žiaden signál.

Posledný rozpadový kanál, rozpad Z bozónu na pár nabitý leptón – nabitý antileptón, predstavuje vlastne tri typy párov: elektrón – pozitron, mión – antimión a tau – antitau. Každý z týchto párov vzniká pri zrážkach s rovnakou pravdepodobnosťou.

Zo všetkých týchto rozpadových kanálov sa stredoškólači pri analýze sústredili iba na rozpady Z bozónu na pár elektrón– pozitron (Obr. 7 vľavo) a pár mión– antimión (Obr. 7 vpravo). Tieto prípady predstavovali v dátach signál, pretože jednoznačne svedčia o tom, že v zrážke vznikol a po veľmi krátkych okamihoch existoval práve Z bozón. Všetky ostatné prípady zrážok boli považované za pozadie. Tu však úloha ešte neskončila.



Obr. 7: Prípady rozpadu Z bozónu na pár elektrón – pozitron (vľavo) a pár mión – antimión (vpravo) zaznamenaný detektorom ATLAS v zobrazovacom prostredí HYPATIA. Elektrón a pozitron zanechali signál v elektromagnetickom kalorimetri označenom zelenou farbou. Mión a antimión preleteli cez celý detektor, zaregistrovali ich miónové komory (sivá farba).

Na to, aby sa študenti utvrdili v tom, že v interakcii naozaj vznikol Z bozón, a nie nejaká iná, jemu podobná častica, použili nasledovný trik. Ten spočíval v tom, že okrem určovania typu rozpadových produktov, sa pokúsili zrekonštruovať hmotnosť častice, ktorú identifikovali ako Z bozón. Ako?

Základné zákony zachovania (ZZE a ZZH) hovoria, že energia a hybnosť sa pri akomkoľvek procese v prírode zachovávajú. Takže ich celková hodnota pred zrážkou a po nej musí byť rovnaká. Platí to aj pre rozpad častíc. Častice v LHC sa pohybujú takmer rýchlosťou svetla, preto treba brať do úvahy Einsteinovu špeciálnu teóriu relativity. Z relativistického vzťahu pre energiu častice v pohybe (1) sa dá vyjadriť hmotnosť častice (2). Takto definovaná hmotnosť je veličina, ktorá sa v prírode zachováva a môžeme ju využiť k rekonštrukcii hmotnosti Z bozónu. Ak sa zmeria energia a hybnosť rozpadových produktov, ich súčty musia byť rovnaké ako je energia a hybnosť pôvodného Z bozónu (3a, 3b). Po dosadení rovností (3a) a (3b) do vzťahu (2) a jednoduchej matematickej úprave dostaneme výsledný vzťah pre hmotnosť Z bozónu (4). Detektor ATLAS dokáže zmerať všetky veličiny potrebné k dosadeniu do tohto vzťahu.

$$E_Z = \sqrt{P_Z^2 + m_Z^2} \quad (1)$$

$$m_Z = \sqrt{E_Z^2 - P_Z^2} \quad (2)$$

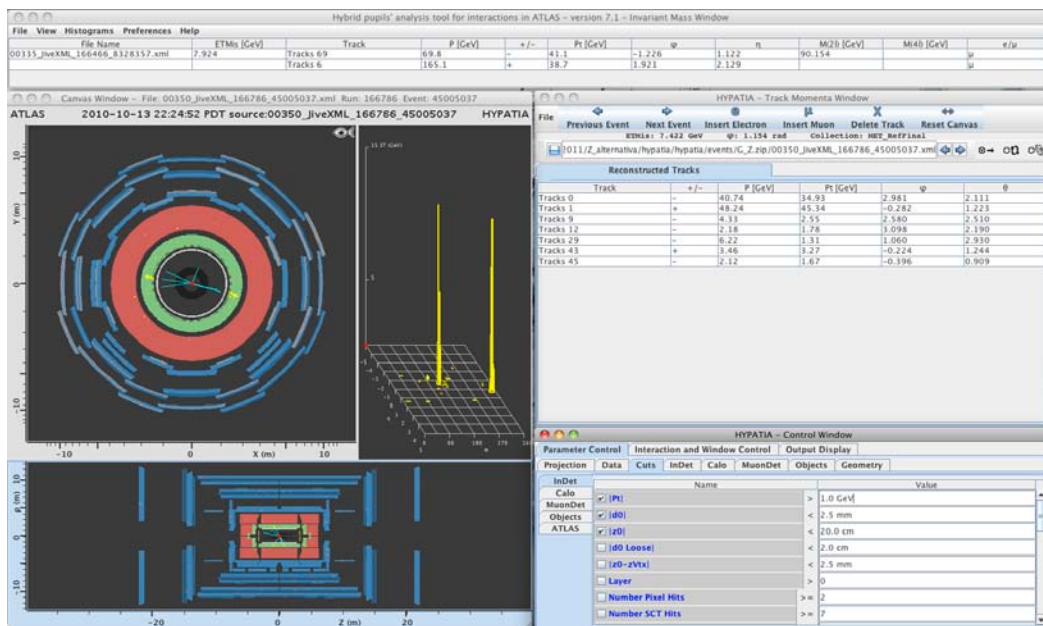
$$E_Z = E_1 + E_2 \quad (3a)$$

$$P_Z = p_1 + p_2 \quad (3b)$$

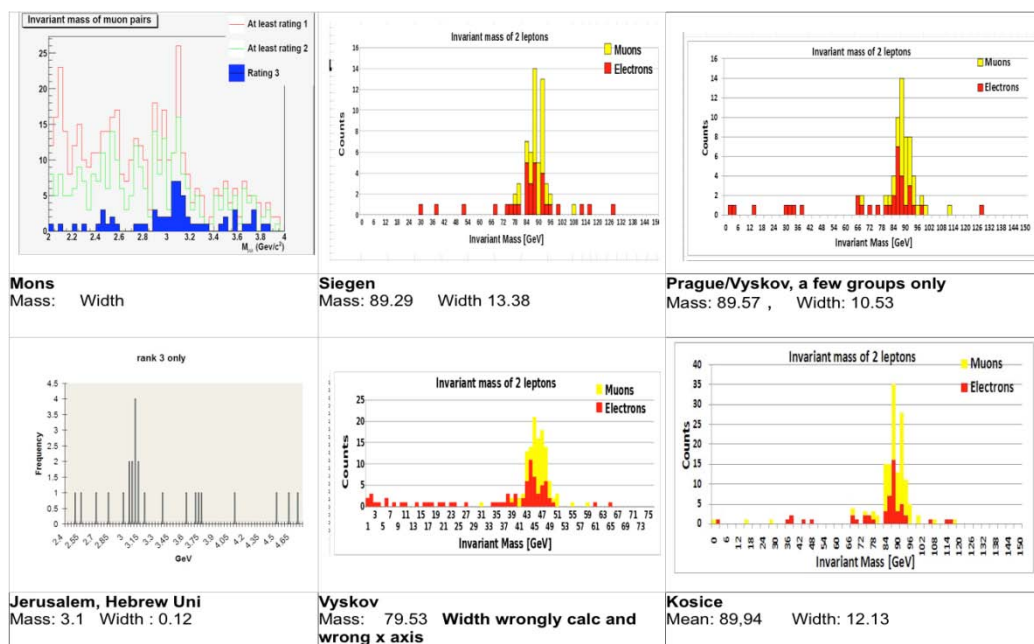
$$m_Z^2 = m_1^2 + m_2^2 + 2E_1E_2 - 2p_1p_2 \quad (4)$$

Programové prostredie HYPATIA (Obr. 8), v ktorom účastníci pracovali pri analýze dát, obsahovalo okrem vizualizátora prípadov zrážok aj nástroje pre výpočet hmotnosti Z bozónu a vykreslenie príslušných histogramov [13]. Obavy z toho, ako študenti zvládnu prácu v takom zložitom

programe, sa rýchlo rozplynuli. Môžeme tvrdiť, že počítačová gramotnosť našich stredoškolákov je na vysokej úrovni. Viac problematické sa javilo oddeľovanie prípadov pozadia od signálu. Študenti využívali možnosť konzultácie s inštruktormi, ale konečné rozhodnutie, či naozaj vznikol Z bozón, alebo nie, ostalo na nich samotných. Aj keď sa v niektorom prípade pomýlili, nevadilo to, po skombinovaní vypočítaných hodnôt hmotnosti Z bozónu od všetkých skupín boli výsledky v Banskej Bystrici aj v Košiciach vynikajúce. Konečné výsledky znázornené vo forme histogramu si študenti porovnali s účastníkmi z iných štátov počas videokonferencie. Konkrétne naša košická skupina prešla až 1100 prípadov zrážok a z histogramu (Obr. 9) získala pre hmotnosť Z bozónu hodnotu $M_Z = 89,94 \pm 12,13$ GeV. Zo všetkých, v ten deň zúčastnených univerzít, to bolo najbližšie k všeobecne prijatej hodnote $M_Z = 91,2$ GeV.



Obr. 8: Programové prostredie HYPATIA, v ktorom študenti analyzovali dáta.

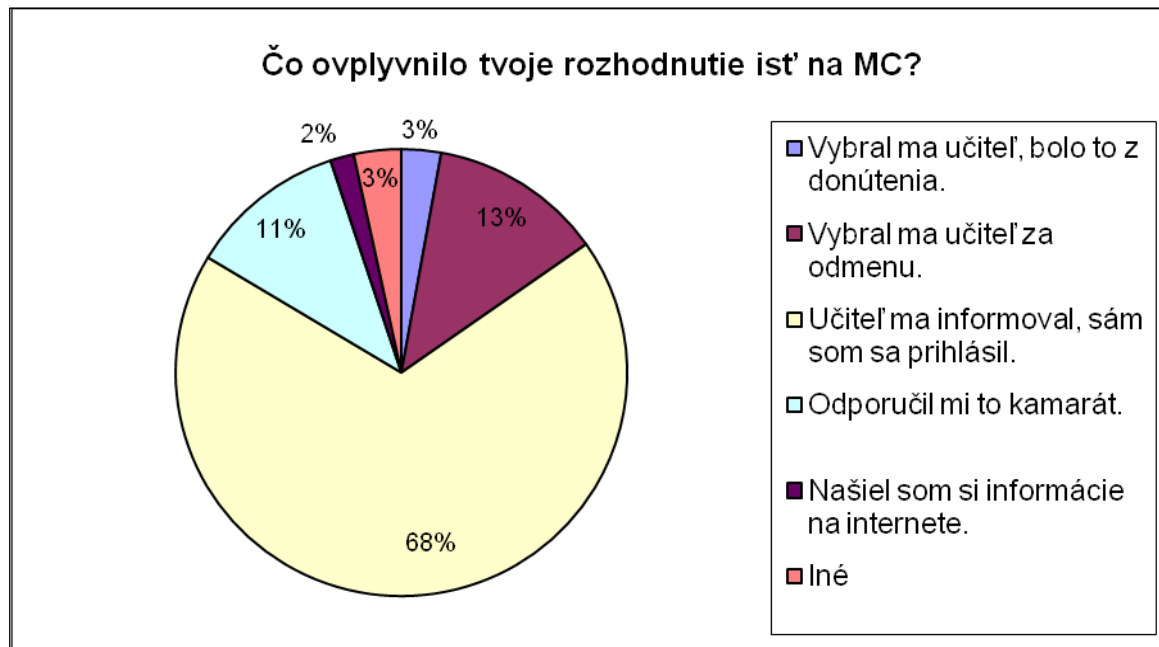


Obr. 9: Výsledné histogramy "invariantných" hmotností Z bozónu a častice J/ψ (histogramy vľavo) získané na Masterclasses zo dňa 23. 3. 2011.

Zaujímavé na tomto cvičení bolo to, že podobnú analýzu urobili dve univerzity (Mons-Hainaut, Mons a Hebrew University, Jeruzalem) na dátach z experimentu CMS s tým rozdielom, že hľadali časticu J/ψ . Častice J/ψ sú vytvorené z pôvabných kvarkov: "c" a "anti-c" kvarku. Rozpadajú sa prevažne na pár mión– antimión. Analogicky sa vypočítala hmotnosť J/ψ častice z charakteristík rozpadových produktov zaznamenaných detektorom. Študenti si tak mohli uvedomiť význam techniky výpočtu "invariantnej" hmotnosti, ktorá sa uplatnila na dosť odlišné častice, ako sú J/ψ častica (zložená z kvarkov) a Z bozón (elementárna častica sprostredkujúca slabú interakciu). Táto technika je silným nástrojom pri hľadaní nových častíc. Ak by sa výrazné maximum vyskytlo na hodnote hmotnosti, ktorá nezodpovedá doteraz známej častici, je tu šanca, že bola objavená nová častica. Niekoľko "nových častíc", ktoré boli samozrejme nasimulované, sa objavilo aj v našich dátach. Ich hmotnosť bola približne desaťnásobne vyššia ako hmotnosť Z bozónu.

Vyhodnotenie podujatia Masterclasses

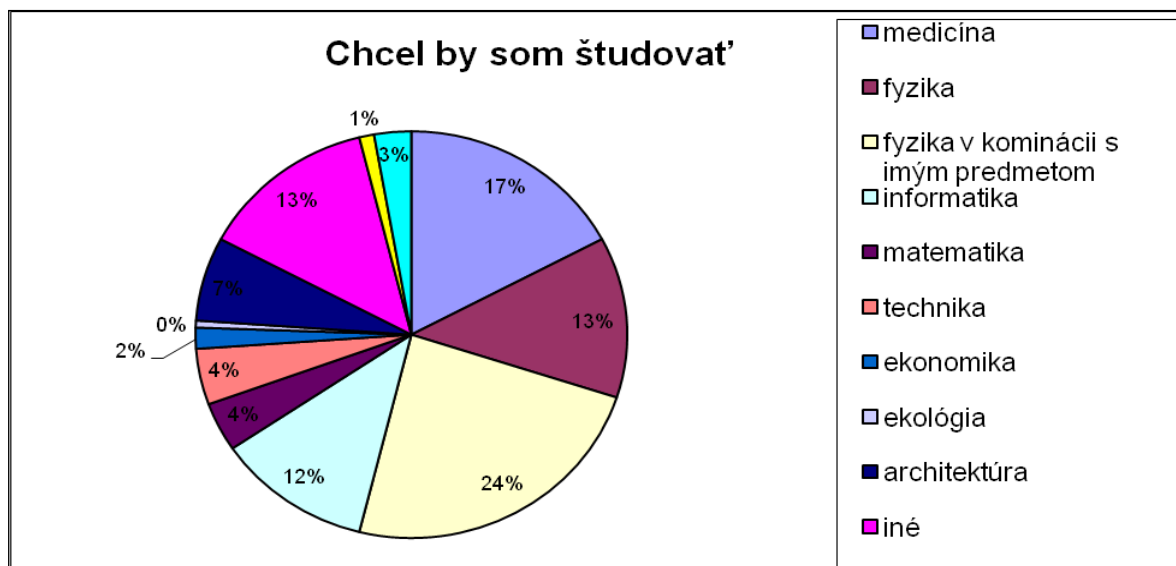
Na konci dňa dostali slovenskí účastníci Medzinárodného Masterclasses dotazník, ktorého cieľom bolo zistiť názory študentov na túto neformálnu vzdelávaciu aktivitu [11]. Na prieskume sa zúčastnilo 175 respondentov, z toho bola približne tretina dievčat. Po zhodnotení odpovedí môžeme povedať, že celkový ohlas od stredoškolákov bol pozitívny. V otázke, "Ako si sa dozvedel o MC?", až 50% študentov o tom predtým nepočulo, 29% si o tom čítalo a zaujalo ich to. Rozhodnutie ísť na MC u dvoch tretín opýtaných ovplyvnil učiteľ, pričom ich o MC informoval a žiaci sa sami prihlásili (Obr. 10). Z dotazníkov vyplynulo, že len 30% účastníkov už pracovalo na vyhodnotení podobných dát, ostatní sa s tým nikdy predtým nestretli. Pre 92% opýtaných bolo zaujímavé vyhodnocovať reálne údaje namerané v CERNe.



Obr. 10: Motivácia ísť na MC [11]

Pri hodnotení akcie na otázku „Ovplyvnilo ťa Masterclasses vo výbere ďalšieho štúdia?“ 21% účastníkov reagovalo kladne. Najčastejšie uvádzaná odpoveď na otázku, čo by chceli ďalej študovať na vysokej škole (Obr. 11), bola fyzika v kombinácii s iným predmetom. Čisto fyziku by chcelo študovať len 13% respondentov, čo zahŕňa astronómiu, astrofyziku, jadrovú fyziku,

nukleárnu medicínu, kvantovú fyziku. Podujatia sa zúčastnilo aj nemalé percento stredoškôľakov, ktorí fyziku v budúcnosti neplánujú študovať.



Obr. 11: Záujem o ďalšie štúdium [11]

Študenti si myslia, že majú dosť vedomostí z fyziky, ale zároveň by sa chceli naučiť viac. O fyzike by si občas niečo prečítalo 57 stredoškôľakov a 50 by si radi o fyzike niečo pozreli. Respondenti najčastejšie uvádzali, že majú radi vyučovacie hodiny z fyziky a tiež, že fyzika v škole súvisí s každodenným životom. Nerozhodné odpovede uvádzali pri výroku, že na hodinách fyziky získajú informácie o jej úlohe v rozvoji moderných technológií. Stredoškôľáci však z vyučovacích hodín fyziky nevedia, ako je organizovaný a realizovaný vedecký výskum.

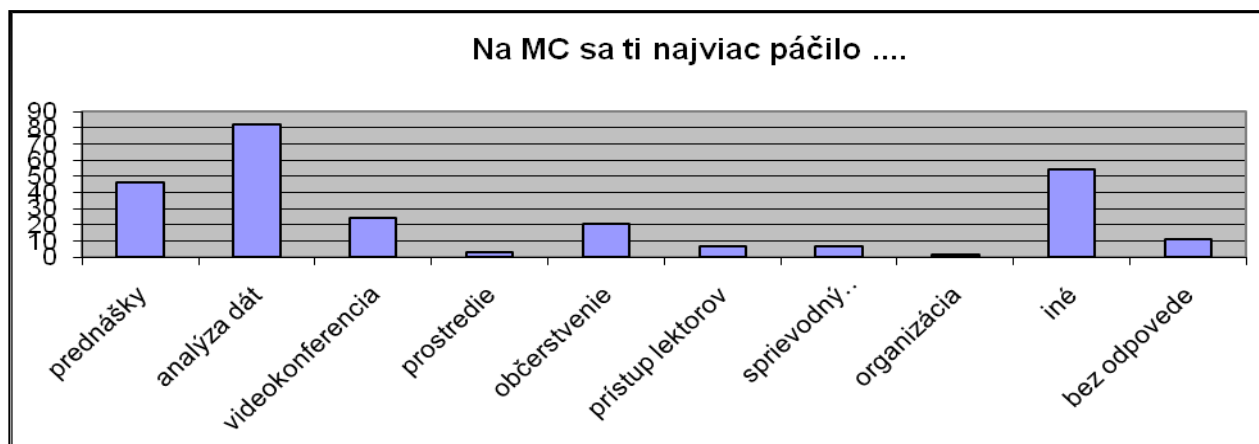
Tab. 3: Absolútne početnosti odpovedí na otázku "Zaujímaš sa o tieto pojmy?" [11]

Pojmy	Áno	Nie	Bez odpovede
Rádioaktivita	127	42	6
Časticová fyzika	109	61	5
Detektory	76	92	7
Urýchľovače	121	48	6
Kvantová mechanika	89	78	8
CERN	135	35	5
Kozmológia	96	73	6
Vesmír	144	26	5
Teória relativity	107	62	6

Jedna z otázok sa týkala aj pojmov, ktoré boli spomenuté na MC (Tab. 3) a priamo súvisia s obsahom podujatia, ako aj s danou oblasťou fyziky. Najviac respondentov sa zaujíma o vesmír, CERN, rádioaktivitu a urýchľovače. Najmenší záujem prejavili o detektory. Študenti sa môžu s týmito pojmami stretnúť na hodinách fyziky, najmä vo vyšších ročníkoch. Niektoré z týchto pojmov sú však často spomínané v masovokomunikačných prostriedkoch pri rôznych významných

udalostiach, ako napríklad spustenie LHC, prvé výsledky pokusov, alebo pri nešťastiach, pri ktorých sa do ovzdušia dostávajú nebezpečné rádioaktívne látky.

Posledné dve otázky boli zamerané na získanie spätnej väzby od študentov, teda otázka znela, čo sa účastníkom na MC páčilo a nepáčilo.



Obr. 12: Odpovede na otázku, čo sa študentom páčilo na Masterclasses [11].

Najviac sa respondentom páčilo (Obr. 12) vyhodnocovanie dát, uviedlo to až 82 účastníkov. Prednáška sa páčila 46 študentom a videokonferencia 24 študentom. 21 účastníkov pochválilo aj občerstvenie. Rôzne odpovede, ako napríklad výhra, nájdenie Higgsového bozónu, získanie nových vedomostí, kvíz, uviedlo 54 opýtaných. Stredoškólakom sa tiež páčilo prostredie, sprievodný program, ako napríklad exkurzie, či prístup lektorov.

Najčastejšie uvádzané odpovede na otázku "Čo sa ti nepáčilo na MC" boli: nič také, čo by sa mi nepáčilo, nebolo, alebo všetko bolo dobré. Tieto odpovede uviedlo až 79 opýtaných. Pre 37 študentov bolo MC dlhé a vyčerpávajúce. Niektorí žiaci uvádzali ako nedostatok cudzí jazyk, zlú organizáciu a zlyhávajúce spojenie na videokonferencii.

Rozširujúce popularizačné a edukačné aktivity

Snahou autorského kolektívu je pokračovať v každoročnej účasti slovenských univerzít v medzinárodnom projekte MC pre popularizáciu časticovej fyziky medzi stredoškolskými študentmi a udržať doterajšie dobré pozície Slovenska v rámci tohto podujatia. Naše doplňujúce aktivity rozširujú MC na regionálnu úroveň, keď prebieha priamo na vybraných stredných školách. Usporiadaním dištančných kurzov z modernej fyziky pre študentov stredných škôl sa snažíme udržať a prehĺbiť ich záujem a pokračovať v aktivitách, ktoré umožňujú študentom riešiť ďalšie zaujímavé úlohy. Všeobecný úspech Masterclasses podčiarklo nevídané množstvo prihlášok do súťaže Cascade [12], ktorú sme pripravili ako voľné pokračovanie Masterclasses pre tímy stredoškólakov, ktoré súťažia s prezentáciami na témy z časticovej fyziky a kozmológie. Z celého Slovenska sa v tomto ročníku prihlásil rekordný počet 21 tímov. Víťazná skupina získa pozvanie na návštevu CERNu. Okrem toho ponúkame stredoškólakom ďalšie aktivity (semináre špičkových slovenských fyzikov, popularizačné prednášky).

Pracovné stretnutie skupiny IPPOG / EPPOG v Košiciach

V dňoch 14. - 16. apríla 2011 sa uskutočnilo v Košiciach na pôde Slovenského technického múzea významné pracovné stretnutie skupiny International Particle Physics Outreach Group (IPPOG). Podujatie pripravil Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ (Katedra jadrovej a subjadrovej fyziky) v úzkej

spolupráci so Slovenským technickým múzeom v Košiciach a zástupcom Slovenska v tejto organizácii (Dr. I. Melo, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita). Záštitu nad stretnutím osobne prevzal dekan Prírodovedeckej fakulty UPJŠ, generálny riaditeľ STM a primátor mesta Košíc.

IPPOG je skupina ľudí, ktorí sa zaoberajú popularizáciou a neformálnym vzdelávaním vo fyzike elementárnych častíc. Členmi IPPOG sú predstavitelia členských krajín CERNe a zástupcovia najväčších svetových laboratórií - Fermilabu, DESY a LHC experimentov v CERNe. IPPOG transformáciou EPPOG (European PPOG) v r. 1997 v CERNe s cieľom výmeny informácií a skúseností medzi členskými krajinami a rozvíjania vzdelávacích a popularizačných aktivít. Pribudla spolupráca s médiami a múzeami. EPPOG inicioval populárne medzinárodné podujatie MC. Po trinástich rokoch sa IPPOG stáva potenciálnym svetovým lídrom v oblasti popularizácie fyziky mikrosвета a príbuzných disciplín. Plánuje sa jeho rozšírenie o zástupcov ďalších krajín a iných experimentov. Každoročne usporadúva dve pracovné stretnutia. Pridelenie organizácie prvého IPPOG mítingu bolo ctou pre Slovensko.

Úvodom programu košického stretnutia bolo vyhodnotenie tohtoročného Masterclasses, na ktorom stredoškolskí študenti prvýkrát spracúvali experimentálne údaje získané z experimentov na LHC. Každoročne sa zvyšujúci počet účastníkov MC a ich nadšenie vyvoláva potrebu neustáleho skvalitňovania metodiky cvičení. Ďalej bola prezentovaná IPPOG databáza, ktorá sa má stať zdrojom informácií a materiálov pre popularizáciu a neformálne vzdelávanie v oblasti časticovej fyziky (filmy, brožúry, prezentácie, knihy, postery, prezentácie atď.). Veľa sa diskutovalo aj o „Balíku objavov“ (Discovery Packages). Ak budú v CERNe ohlásené nové objavy, ako je očakávané nájdenie Higgsového bozónu, či potvrdenie supersymetrie alebo presnejšie určenie vlastností kvarkovo-gluónovej plazmy, bude nevyhnutné mať pripravené rôzne materiály pre širokú verejnosť - novinárov, učiteľov, študentov. Tieto materiály by mali vysvetľovať fyzikálnu podstatu, zdôrazňovať dôležitosť fyziky, opisovať cesty objavov, históriu fyziky. Množstvo takýchto materiálov už existuje, je nevyhnutné ich ďalej rozširovať.

Organizácia tohto stretnutia, na ktorom sa zúčastnilo 35 zástupcov členských štátov a pridružených členov, bola zabezpečená v rámci projektu APVV LPP-0059-09 "Odhalenie tajov mikrosвета prostredníctvom analýzy experimentálnych dát", na ktorom participujú Univerzita P. J. Šafárika a Technická univerzita v Košiciach, Žilinská univerzita, a Univerzita M. Bela v Banskej Bystrici.

Záver

Naším cieľom je v rámci medzinárodného projektu Masterclasses a jeho ďalších foriem poskytnúť stredoškolským študentom autentický zážitok účasti na špičkovom výskume vo fyzike elementárnych častíc, vzbudiť ich záujem o fyziku a tento záujem ďalej dlhodobo rozvíjať a prehĺbovať prostredníctvom ďalších aktivít s podporou edukačných materiálov. Realizáciou priebežných popularizačných a vzdelávacích aktivít sa snažíme rozširovať portfólio atraktívnych podujatí pre študentov stredných škôl.

Podakovanie

Masterclasses sú organizované v úzkej spolupráci s Medzinárodným výborom pre popularizáciu časticovej fyziky IPPOG. Konanie týchto aktivít na Slovensku je podporené Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja v rámci projektu Dr. Alexandra Dirnera APVV-LPP-0059-09.

Literatúra

- [1] Hands on Particle Physics International Masterclasses for High School Students, <<http://www.physicsmasterclasses.org/index.php>>
- [2] Physics Masterclasses Slovakia, <<http://fyzika.uniza.sk/mc>>
- [3] Enabling Virtual Organizations (EVO), <<http://evo.caltech.edu>>
- [4] LHC Homepage, <<http://lhc.web.cern.ch/lhc/>>
- [5] CERN – European Organization for Nuclear Research, <<http://www.cern.ch>>
- [6] DIRNER, A. – HLAVÁČOVÁ, J. 2010. Pohľady do mikrosveta. In: Krupa, D., Kireš, M.: Zborník príspevkov z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky III, Národný festival fyziky 2010, Smolenice 2010. vyd. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2010, s. 187-197. ISBN 978-80-969124-9-0. Dostupné na: <<http://sfs.sav.sk/smolenice/prispevky.htm>>
- [7] LHC Experiments, <<http://public.web.cern.ch/public/en/LHC/LHCExperiments-en.html>>
- [8] The ATLAS Exercises, <<https://kjende.web.cern.ch/kjende/sl/index.htm>>
- [9] The ATLAS Exercise – W-path, <<https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/wpath.htm>>
- [10] The ATLAS Exercise – Z-path, <<https://kjende.web.cern.ch/kjende/en/zpath.htm>>
- [11] BENIAČIKOVÁ M., KRIŠKOVÁ K. 2011. Zhodnotenie seminára Masterclasses, Práca ŠVOČ, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2011. Odprezentované na Česko-Slovenskej študentskej vedeckej konferencii, ŠVK 2011 Košice, 19.-20.5.2011 a TOMÁŠIK, B. Evaluation of the New Masterclasses in Slovakia, IPPOG meeting, Košice 2011. Dostupné na: <<http://hep.upjs.sk/EPPOG/>>
- [12] Cascade Slovakia, <<http://fyzika.uniza.sk/cascade/>>
- [13] ŠPAVOROVÁ M., Analýza rozpadov Z^0 , Práca ŠVOČ, Fakulta prírodných vied, Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach, 2011.

Adresa autorov

RNDr. Sabina Lehocká, PhD.

Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ Košice

Jesenná 5, 040 01 Košice

e-mail: sabina.lehocka@freelance.sk

RNDr. Alexander Dirner, CSc.

Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ Košice

Jesenná 5, 040 01 Košice

e-mail: alexander.dirner@upjs.sk

doc. RNDr. Júlia Hlaváčová, CSc.

Katedra fyziky, Fakulta elektrotechniky a informatiky TU Košice

Park Komenského 2, 042 00 Košice

e-mail: Julia.Hlavacova@tuke.sk

JADRÁ A ANTI-JADRÁ

Peter Filip

Fyzikálny ústav SAV, Bratislava

Abstrakt: Väčšina jadier nemá guľatý tvar. Deformácia jadier sa prejavuje v spektrálnych čiarach prvkov, pri fúzii jadier, pri rozptyle nabitých častíc na jadrách a v zrážkach jadier. V rokoch 2010-2011 boli vytvorené najťažšie známe anti-jadrá: anti-Hyper-Tritón, a anti-Hélium4. Existencia anti-jadier so sebou prináša nové otázky: môžu existovať anti-hviezdy? Prebehla by fúzia anti-vodíka na anti-Hélium? Vedeli by sme anti-hviezdy vo vesmíre na diaľku rozoznať? Prečo nepozorujeme anti-jadrá v kozmickom žiarení? Podľa odhadu, na súčasných urýchľovačoch, už asi nebudú vytvorené nové ťažšie stabilné anti-jadrá. Exotické „strangelety“ alebo nové anti-hyper-jadrá objavené byť môžu.

Kľúčové slová: jadrá, deformácia jadier, antihmota, hyper-jadrá, strangelety

Úvod

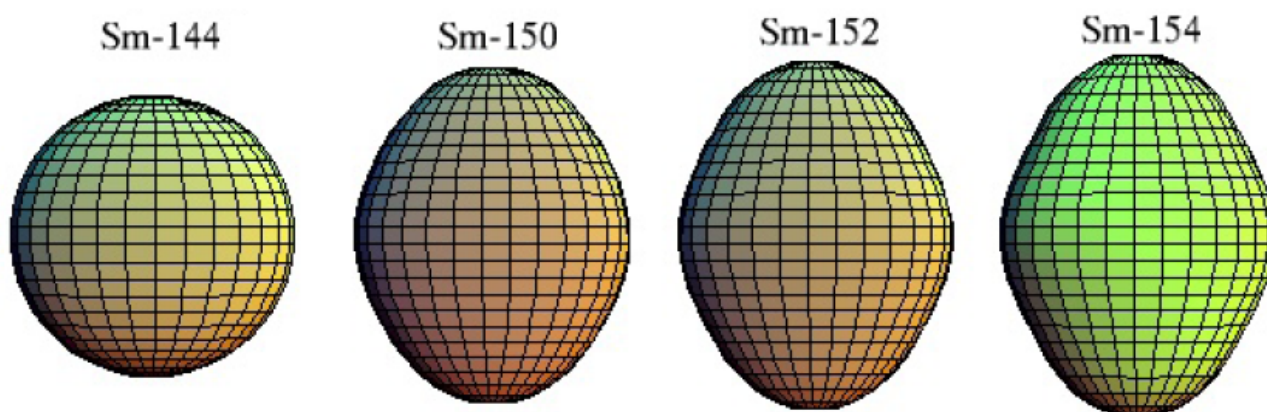
Pri oboznamovaní sa s Mendelejevovou periodickou sústavou prvkov, sú študenti vystavený často iba stručnej informácii o jadrách prvkov. V skutočnosti, okrem náboja a hmotnosti (počtu protónov a neutrónov), sa jadrá odlišujú svojou veľkosťou a tvarom (deformáciou). Okrem jadier prvkov, poznáme aj hyper-jadrá, anti-jadrá a od roku 2010 aj anti-hyper-jadrá. V kozmickom žiarení antijadrá neboli pozorované, aj keď fyzici ich dokážu spoľahlivo vyrobiť na urýchľovačoch: v roku 2011 bola objavená anti-alfa častica (anti-Hélium-4). Prirodzene vzniká otázka, či sa anti-jadrá správajú úplne presne rovnako ako jadrá, alebo majú aj iné vlastnosti, ktoré spôsobili ich absenciu v okolitom vesmíre (kozmickej žiareni). Priťahujú sa anti-jadrá gravitačne rovnako ako jadrá? Mohla by prebiehať fúzia antijadier? Môžu existovať anti-hviezdy? Vedeli by sme ich na diaľku odlíšiť od hviezd? Dali by sa anti-jadrá skladovať v obyčajných nádobách? Na tieto otázky ponúkame stručné odpovede. Aké ďalšie anti-jadrá môžu byť v blízkej budúcnosti objavené je možné odhadnúť na základe experimentálnych výsledkov získaných na súčasných urýchľovačoch (kapitola 6).

1 Základné vlastnosti jadier

Zhruba v roku 1919 vedci zistili (F.W.Aston pomocou hmotnostného spektrometra), že môžu existovať odlišné druhy toho istého chemického prvku. V prípade vodíka, k odhaleniu tohto tajomstva prírody došlo až v roku 1932 pri detailnom štúdiu jeho spektrálnych čiar [1]. Vo vzorke kvapalného vodíka, získaného opakovanou destiláciou (v podmienkach blízkeho trojnemu bodu), sa objavili nové spektrálne čiary, ktoré boli v jednoducho pripravenej vodíka nebadateľné. Dnes vieme, že prírodný vodík obsahuje veľmi malé množstvo „iného“ vodíka, s takmer identickými chemickými vlastnosťami, ktorý je 2x ťažší. Izotop vodíka objavený v roku 1932 obsahuje okrem protónu aj neutrón a označujeme ho symbolom „D“. V súčasnosti poznáme vlastnosti všetkých stabilných izotopov chemických prvkov v Mendelejevovej periodickej sústave, a vedci už dokázali vytvoriť aj jadrá so 118 protónmi [2]. Počet protónov v jadre určuje celkový elektrický náboj jadra, a tým aj počet elektrónov v neutrálnom atóme. Počtom elektrónov sú fixované chemické vlastnosti daného prvku. Jadrá (v atómoch obalené elektrónmi) sú zhruba 10000x menšie ako atómy, avšak tvoria viac ako 99.9% hmotnosti matérie z ktorej sa skladá viditeľná hmota okolo nás. Jadrá toho istého chemického prvku (izotopy) sa odlišujú počtom neutrónov, ktoré sú naviazané na protóny. Odlišujú sa teda hmotnosťou a aj inými vlastnosťami: veľkosťou, tvarom (deformáciou) a napríklad aj magnetickým momentom.

1.1 Veľkosť a tvar jadier

Pomocou presných meraní (rozptylu elektrónov na jadrách) bolo experimentálne zistené, že veľkosť jadier rastie s počtom nukleónov „ A “ = $N+Z$ (počet protónov „ Z “ + počet neutrónov „ N “) tak, akoby bolo jadro tvorené „kvapalinou“ konštantnej hustoty. Napríklad jadro zlata Au-197 má polomer $6.38 \cdot 10^{-15}$ metra, jadrá vápnika Ca majú polomer zhruba $3.7 \cdot 10^{-15}$ metra a jadro elementu 118 s počtom nukleónov 294 (vytvorené v roku 2006) by malo mať polomer $7.32 \cdot 10^{-15}$ metra. Aj keď dnes závislosť polomeru jadra od počtu nukleónov v tvare $R=k \cdot A^{1/3}$ pokladáme za samozrejmosť, vedci veľkosti jadier dôsledne premeriavali, a hľadali odchýlky (anomálie) od tohto správania. Ukázalo sa, že drobné odchýlky existujú, a niektoré z nich sa dajú vysvetliť deformáciou jadier. Keďže sférický (guľatý) tvar má najmenšiu veľkosť pri danej hustote a objeme, akákoľvek deformácia jadra efektívne zväčšuje jeho „veľkosť“ - polomer. Naozaj, bolo zistené, že napr. jadrá prvku vzácnej zeminy Sm-154 majú trochu väčší polomer ako by sa dalo očakávať (v porovnaní s jadrami Sm-144). Príčina a vysvetlenie tohto javu sú jednoduché: stabilné jadro Sm-154 je silno deformované, zatiaľ čo jadro Sm-144 je guľaté. Spektrálne čiary izotopu prvku Sm-154 sa maličko odlišujú od spektrálnych čiar izotopu Sm-144 v dôsledku odlišnej veľkosti, deformácie a magnetického momentu týchto jadier. Rovnako tomu je aj v prípade ťažšieho vodíka: spektrálne čiary sú odlišné z dôvodu inej veľkosti, tvaru a magnetického momentu ťažkého jadra vodíka „D“ v porovnaní s protónom.



Obr. 1: Ukážka tvaru vybraných stabilných jadier elementu Samarium.

Nadmerná veľkosť jadier Sm-154 oproti Sm-144 sa pozoruje aj pri ich fúzii s jadrami kyslíka O-16. Pri experimentoch na cyklotróne, v terčíku obsahujúcom iba Sm-154 dochádza k fúzii [3] pri podstatne nižšej energii (o 3.1 MeV) ako v terčíku jadier Sm-144 napriek tomu, že obidve jadrá majú rovnaký elektrický náboj (počet protónov). Pokles energie potrebnej na fúziu jadier O-16 + Sm-154 až o 5% je dôsledkom anomálneho zväčšenia efektívnej veľkosti jadra Sm-154 kvôli jeho deformácii.

Deformácia jadier je úplne bežný jav, a v skutočnosti drvivá väčšina jadier, vyskytujúcich sa v prírode, je aspoň trochu deformovaných. Výnimku tvoria magické jadrá: Sn, Pb, Ni, O, Ca, ktoré sú úplne guľaté. Deformáciu jadier popisujeme ako kvadrupólovú, oktapólovú a hexa-dekapólovú. Oktapólová deformácia jadier je veľmi vzácna. Samotný jav vzniku deformácie jadier je fyzikálne dobre pochopený, a v molekulovej fyzike poznáme analogický mechanizmus spôsobujúci vlastnú deformáciu molekúl.

2 Anti-hmota a anti-jadrá

V roku 1932 bol objavený pozitron = anti-elektrón [4], a o 23 rokov neskôr boli objavené ťažšie formy antihmoty: anti-protóny (1955), anti-neutróny (1956) a aj prvé anti-jadrá. Spomeňme vytvorenie ťažkého anti-jadra vodíka „anti-D“ v CERN v roku 1965, a ľahkého anti-jadra hélia „anti-He3“ v Serpuchove v roku 1970. Podotýkame, že elektricky neutrálne anti-neutróny sa odlišujú od neutrónov. Rozpadajú sa na záporne nabitý anti-protón (p^-) a kladne nabitý pozitron e^+ (vznikne aj neutríno), zatiaľ čo neutróny sa rozpadajú na kladný protón (p) a záporný elektrón e^- (pri rozpade vzniká anti-neutríno).

Vyrobiť prvé anti-atómy vodíka sa podarilo vedcom vo švajčiarskom výskumnom stredisku CERN až v roku 1995 [5], lebo naviazanie pozitronov na anti-protóny (vytvorenie anti-vodíka) vyžaduje spomalenie anti-protónov (vyrobených na urýchľovači) a ich zmiešanie s pripravenými pozitronmi. Toto všetko sa musí odohrať v úplnom vákuu, lebo interakcia pozitronov a anti-protónov s hmotou vedie k úplnému zániku = anihilácii antihmoty (po anihilácii ostane iba fotóny elektromagnetického žiarenia). Podotýkame, že samotné pozitrony aj anti-protóny sú v čistom vákuu stabilné.

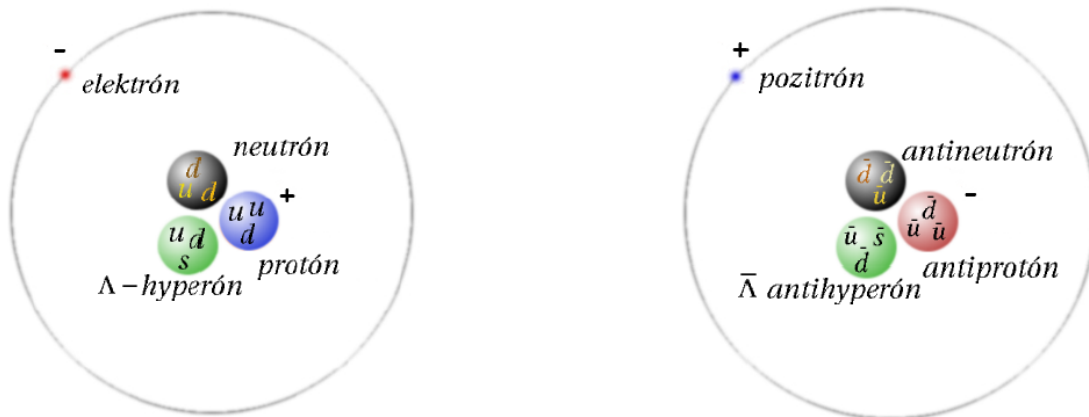
V roku 2011 bol skupinou študujúcou zrážky jadier zlata na urýchľovači RHIC v štáte New York oznámený objav [6] doteraz najťažšieho anti-jadra: anti-Hélium4. Anti-Hélium4 obsahuje dva anti-protóny a dva anti-neutróny. Je potrebné tieto štyri anti-častice vytvoriť veľmi blízko pri sebe (v oblasti 10000x menšej ako atóm) aby mohlo vzniknúť jedno anti-jadro: anti-He4. Takéto podmienky je možno dosiahnuť v zrážkach jadier, v ktorých vznikajú tisíce nových častíc a antičastíc. K vytvoreniu (spozorovaniu) 18 kusov anti-He4 bolo potrebné analyzovať (a zrealizovať) jednu miliardu zrážok jadier zlata na urýchľovači RHIC. Vedci pracujúci na urýchľovači LHC v CERN so zrážkami jadier olova, oznámili s týždenným oneskorením 4 prípady pozorovania anti-He4.

Drahé experimenty takto prinášajú svoje ovocie v neočakávanej oblasti, týkajúcej sa antihmoty. Pôvodným cieľom experimentov so zrážkami jadier na urýchľovačoch RHIC a LHC bolo „roztavenie“ zrážajúcich sa jadier do formy kvark-gluónovej plazmy.

Pre úplnosť ešte dodáme, že jadrá olova, ktoré zrážajú na urýchľovači LHC sú úplne sférické (guľaté), avšak jadrá zlata zrážajúce sa na urýchľovači RHIC majú vlastnú kvadrupólovú deformáciu, čo ovplyvňuje počiatočný tvar hustej a silno-interagujúcej hmoty, ktorá pri zrážke jadier vzniká [7].

3 Hyper-jadrá a anti-hyper-jadrá

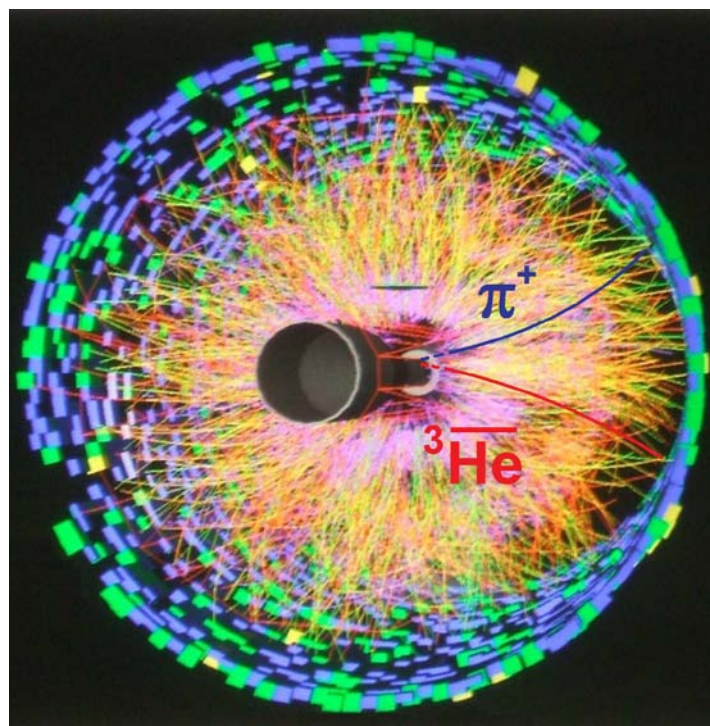
Vedci dnes dokážu vytvoriť aj jadrá, ktoré obsahujú neutrálnu časticu Λ , ktorá sa podobá na neutrón, ale je o 20% ťažšia. Častica Λ patrí do skupiny hyperónov (Σ , Ξ , Ω , Λ), ktoré boli postupne objavené v rokoch 1947-1964. Hyperóny obsahujú podivný kvark typu „s“ a niektoré z nich sú neutrálne, iné majú aj elektrický náboj. Poznámka: neutrón obsahuje kvarky (udd), protón kvarky (uud), a častica Λ kvarky (uds). Jadrá obsahujúce Λ hyperón sa nazývajú hyper-jadrá. Prvé hyper-jadro bolo pozorované v roku 1952 na fotografiách vystavených kozmickému žiareniu. Hyperjadrá sa rýchlo rozpadajú, lebo v nich obsiahnutá častica Λ je nestabilná a rozpadá sa na protón (p) a záporný pión p^- , alebo na neutrón (n) a neutrálny pión p^0) za približne 1/4 nanosekundy.



Obr. 2: Štruktúra hyper-Tritónu (vľavo) a anti-hyper-Tritónu (vpravo).

Samozrejme, existujú aj anti-hyperóny. Napríklad, v roku 1960 na jednej zo 40000 fotografií bublinovej komory (typ detektora častíc) bol spozorovaný rozpad kladne nabitých častíc, ktorú identifikovali ako anti-S hyperón obsahujúci tri antikvarky: (d'd's'). Častica anti-L obsahuje 3 antikvarky u'd's' a bola vedcami vytvorená už v roku 1958. Ku všetkým známym hyperónom (S, X, W, L) boli už nájdené (na urýchľovačoch vyrobené) anti-hyperóny.

Kedže existujú anti-hyperóny a anti-jadrá, prirodzene vzniká otázka, či môžu existovať aj anti-hyper-jadrá, teda anti-jadrá obsahujúce anti-hyperón. Od roku 2010 už vieme na takúto otázku odpovedať kladne: Experimentálna skupina STAR na urýchľovači RHIC [8] pozorovala rozpady anti-hyper-jadra obsahujúceho tri anti-častice: anti-neutrón, anti-protón a anti-lambda hyperón (n'p'L'). Takéto anti-jadro dostalo názov: „anti-hyper-Tritón“. Je to zatiaľ prvé objavené anti-hyper-jadro. Samozrejme, že vytvorené anti-jadrá (anti-hyper-Tritón a anti-Hélium4) nemajú možnosť obaliť sa pozitronmi (znázornené na Obr. 2) a zaniknú oveľa skôr, pri rozpade alebo anihilácii. Obaľovať anti-protóny pozitronmi, teda vytvárať anti-atómy dokážu spoľahlivo vedci v európskom výskumnom centre CERN [5].



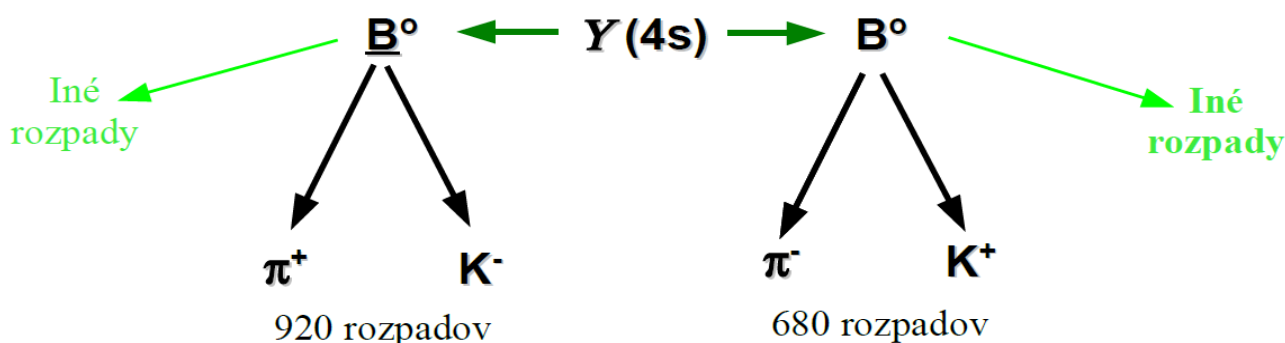
Obr. 3: Rozpad anti-hyper-Tritónu v detektore STAR.

V detektore STAR sa v roku 2010 podarilo jasne „uvidieť“ 70 rozpadov anti-hyper-Tritónu na anti-Hélium3 a kladne nabitý pión p^+ (Obr. 2). V tých istých údajoch (1 miliarda zrážok jadier zlata Au+Au) vedci identifikovali 157 rozpadov hyper-Tritónov, ktoré sa rozpadli na Hélium3 + p^- . Jadrá Hyper-Tritónu (n_pL) sú známe už desiatky rokov, avšak anti-hyper-hmota v podobe anti-hyper-Tritónu je novým objavom.

4 Prečo sú anti-jadrá zaujímavé

Je verejným tajomstvom fyzikov, že v kozmickom žiarení sa doteraz nepodarilo identifikovať anti-jadrá. Tento experimentálny fakt je natoľko dôležitý, že v Máji roku 2011 bol na obežnú dráhu okolo Zeme umiestnený veľmi drahý detektor AMS. Pomocou detektora AMS vedci študujú presné zloženie kozmického žiarenia, ktoré obsahuje 89% protónov, 10% sú jadrá hélia a zvyšné 1% tvoria ťažšie jadrá, napr. Železa, či Olova a elektróny. Anti-jadrá, napríklad anti-Hélium4 sa v kozmickom žiarení zatiaľ nepodarilo nájsť. Detektor AMS bude schopný odhaliť prímes jedného anti-jadra v miliarde pozorovaných jadier a zvyšuje tým svoju citlivosť na anti-jadrá 1000 krát oproti predchádzajúcim experimentom.

Prečo by anti-jadrá mali v kozmickom žiarení byť prítomné? Predpokladá sa, že vesmír v dávnej minulosti existoval vo veľmi hustom a horúcom stave, v ktorom dochádzalo ku vzniku a zániku častíc a antičastíc s rovnakou pravdepodobnosťou. Podobne tomu je aj na pozemských urýchľovačoch. Napríklad, pri zrážkach elektrónov s pozitronmi na urýchľovači SLAC vzniká vždy rovnako veľa hmoty a antihmoty. Absenciu jadier v kozmickom žiarení treba preto nejako vysvetliť. Toto sa doteraz fyzikom uspokojivo nedarí. Keďže anti-jadrá a anti-protóny vytvorené na urýchľovačoch sa správajú stabilne, otázka: „Kam sa teda vo vesmíre podeli anti-jadrá a anti-protóny?“ zatiaľ stále čaká na svoje vysvetlenie.



Obr. 4: Rozpady B^0 a $\bar{B}^0$ mezónov skúmaných na urýchľovači SLAC

Indikáciu, o narušení symetrie medzi hmotou a antihmotou sa podarilo nájsť pomocou častíc obsahujúcich kvarky typu „s“ a „b“. Konkrétne, ide o neutrálne K^0 a B^0 mezóny. Napríklad, B^0 mezóny (obsahujú kvark „b“) sa rozpadajú častejšie na pár častíc ($K^+ p^-$) než $\bar{B}^0$ mezóny (obsahujú anti-kvark $\bar{b}$) na pár častíc ($K^- p^+$). Asymetria (K, p) rozpadov B^0 a $\bar{B}^0$ mezónov, ktoré na urýchľovači SLAC vznikajú z častice $Y(4s)$ vždy vo dvojici, je až 26% (Obr. 4). V prípade K^0 mezónov sú podobné asymetrie oveľa menšie, ale spoľahlivo nenulové. Vedci si nie sú úplne istý, či hyper-Tritóny sa rozpadajú na (He^3, p^-) s presne rovnakou pravdepodobnosťou ako anti-hyper-Tritóny na ($\bar{He}^3, p^+$), lebo tieto jadrá obsahujú podivný „s“ kvark, ktorý je schopný narušiť symetriu medzi hmotou a antihmotou.

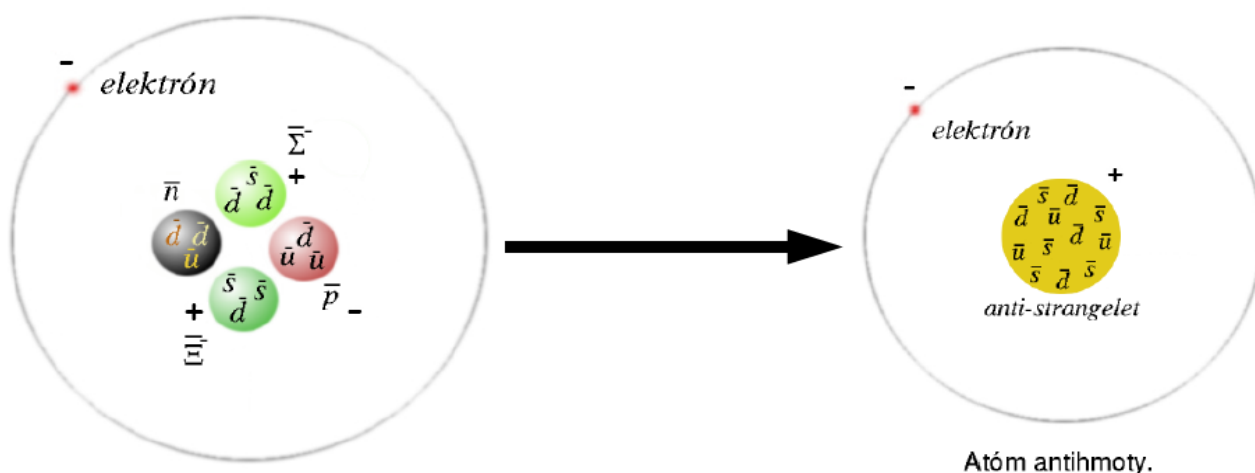
5 Strangelety, anti-hviezdy a antihmota

Je však aj možné, že anti-jadrá majú úplne rovnaké vlastnosti ako jadrá (okrem opačného elektrického náboja), vrátane gravitačnej interakcie, teda príťažlivosti. Potom, by mohla prebiehať fúzia anti-jadier, napríklad vo hviezdach zložených z anti-vodíka. A keďže vedci z výskumného centra CERN zatiaľ neodhalili žiadnu odlišnosť v spektrálnych čiarach anti-vodíka oproti vodíku, je možné, že anti-hviezdy by žiarili úplne rovnako ako hviezdy. Anti-hviezdy by sa podľa žiarenia nedali rozoznať od hviezd. V našej galaxii anti-hviezdy asi neexistujú (nepozorujeme anihilačné spektrum interakcie antiprotónov z anti-hviezd s kozmickým žiarením), a vedci usudzujú, že zhľuk galaxií, do ktorého patrí naša galaxia (Mliečna cesta) je celý z hmoty. Je ale možné, že existujú zhľuky (klastre) anti-galaxií, ktoré sú od nás veľmi vzdialené, s našou galaxiou vôbec neinteragujú a že kozmické žiarenie v takej veľkej vzdialenosti má iné zloženie. Možno sa pozeráme ďalekohľadmi na anti-galaxie, a žiarenie, ktoré emitujú je identické so žiarením hmotných galaxií.

Vedci okrem anti-jadier hľadajú v kozmickom žiarení aj podivné častice nazývané „strangelety“, ktoré sú ešte hustejšie ako jadrá a mohli vzniknúť napríklad aj kolapsom [9] hyper-jadier. Pri takomto procese sa individuálne neutróny a protóny v jadre nalepia tak blízko na seba, že vytvoria jednu kvapku obsahujúcu kvarky, ktoré predtým existovali v samostatných trojiciach: (uud) v protónoch a (ddu) v neutrónoch. Nebudeme tu popisovať proces možného vzniku strangeletu z hyper-jadra, iba pripomenieme, že v hyper-jadre sa nachádza L hyperón (uds) obsahujúci podivný kvark „s“, ktorý môže celý proces kolapsu hyper-jadra umožniť (katalyzovať). Význam strangeletov je okrem iného v tom, že zatiaľ čo hyper-jadrá sú nestabilné a v priebehu nanosekundy sa väčšina z nich rozpadne, strangelety môžu byť stabilné.

Uskladnenie antihmoty je nesmierne technologicky náročné. Na urýchľovačoch vieme stabilizovať anti-protónové alebo pozitronové zväzky iba na pár hodín a anti-vodík vo výskumnom centre CERN vedia udržať zatiaľ len na pár sekúnd. Avšak „strangelety“ by mohli poskytnúť možnosť skladovať antihmotu jednoduchým spôsobom. Pozrime sa ako: 1) Ak existujú strangelety, mali by (asi) existovať aj anti-strangelety, teda super-husté kvapky obsahujúce anti-kvarky (stabilné zhľuky antihmoty).

2) Anti-strangelety môžu byť aj kladne nabité, lebo poznáme aj také anti-hyperóny, ktoré majú kladný elektrický náboj: anti-W(s's's')⁺, anti-X (s'd's')⁺ anti-S(s'd'd')⁺. Ak sa anti-jadro obsahujúce viacero kladne nabitých anti-hyperónov transformuje do formy „strangeletu“, môže vzniknúť kladne nabitý, stabilný „anti-strangelet“ [10].



Obr. 5: Vznik kladného anti-strangeletu kolapsom kladného anti-hyperjadra

Kladný anti-strangelet sa môže obaliť obyčajným elektrónom (elektrón má záporný náboj) tak ako to prebieha v prípade obyčajných jadier (jadrá sú kladne nabité). Takto chránené (elektrónmi obalené) anti-strangelety by sa dali „ľahko“ skladovať, lebo by ich pred dotykom a anihiláciou s hmotou chránil elektrónový obal. Kladne nabité anti-strangelety by sa mohli vyskytovať napr. aj na vzdialených planétach, v kozmickom žiarení, alebo možno aj na Zemi. Pre úplnosť dodáme, že anti-jadrá sa obaľujú pozitronmi (anti-protóny majú záporný náboj), a preto pri kontakte so stenami nádoby (elektrónmi) okamžite anihilujú. Skladovať anti-atómy (anti-vodík) je veľmi ťažká úloha.

6 Odhad vytvorenia nových anti-jadier na urýchľovačoch

Aké ďalšie anti-jadrá a anti-hyper-jadrá možno vytvoriť na pozemských urýchľovačoch? Ak sú vlastnosti jadier (doba života) rovnaké ako vlastnosti anti-jadier, tak v dohľadnej budúcnosti (pomocou súčasnej technológie) asi nie je možné vytvoriť ťažšie stabilné anti-jadrá ako anti-Hélium4. Je tomu tak preto, lebo pridanie každého ďalšieho anti-protónu alebo anti-neutrónu k antijadru si vyžaduje zhruba 350x väčšiu štatistiku pokusov (zrážok jadier zlata alebo olova na urýchľovači). Príklad: v 1 miliarde zrážok jadier zlata na urýchľovači RHIC bolo doteraz pozorovaných približne 5600 jadier anti-Hélia3, ale iba 18 jadier anti-Hélia4. To by znamenalo, že doteraz bolo vytvorených 0.05 jadier anti-Hélia5 (teda žiadne), a stačilo by realizovať 20 miliárd zrážok jadier zlata na urýchľovači RHIC, pre vytvorenie jedného anti-Hélia5. Bohužiaľ, jadro Hélium-5 je tak nestabilné, že v podstate neexistuje (okamžite sa rozpadá). Ďalšie najľahšie stabilné jadro nad Héliom-4 je až Lítium-6 (tri protóny a tri neutróny). Na vytvorenie jadra anti-Lítium-6 by bolo potrebné realizovať 7000 miliárd zrážok jadier zlata Au+Au na urýchľovači RHIC, čo nie je časovo ani finančne reálne. Európsky urýchľovač LHC síce vyrába anti-jadrá efektívnejšie (má väčšiu energiu zrážok), ale potrebná štatistika pre vytvorenie jadra anti-Lítium-6 je príliš veľká: stovky miliárd zrážok Pb+Pb. Poznámka: pripravovaný experiment v európskom centre GSI (v nemeckom Darmstadte), na zariadení FAIR môže byť schopný vyrobiť už známe hyper-jadro Hélium6-LL, avšak produkcia ťažkých anti-hyper-jadier (napríklad anti-Hélia6-LL) na zariadení FAIR nie je možná [11] (nízka energia zrážok).

Jediným reálnym možným cieľom v súčasnosti je vytvorenie nového nestabilného anti-hyper-jadra anti-H4-L (nazývaného aj ako anti-hyper-Quadrón) a nového anti-hyper-jadra anti-Hélium4-L. Ich zloženie a očakávaná detekcia sú uvedené v Tabuľke 1, (p', n', L' znamenajú anti-protón, anti-neutrón, anti-L).

Tab. 1: Anti-hyper-jadrá, ktoré je možné vytvoriť na urýchľovači.

jadro	zloženie	rozpad	objav
anti-H3-L	(p', n', L')	anti-He3, p ⁺	2010 RHIC
anti-H4-L	(p', n', n', L')	anti-H3, p', p ⁺	2012 LHC ?
anti-He4-L	(p', p', n', L')	anti-He3, p', p ⁺	2012 LHC ?
anti-He5-L	(p', p', n', n', L')	anti-He4, p', p ⁺	? LHC ?

Samozrejme, že strangelety a anti-strangelety sa môžu nachádzať nielen v kozmickom žiarení, alebo na asteroidoch, ale vedci sa ich pokúšajú aj vyrobiť: na urýchľovačoch. Kladne nabité anti-strangelety je naozaj veľmi ťažké vytvoriť, lebo musia obsahovať podstatne viacej anti-kvarkov „d“ a „s“ (kladný náboj +1/3) ako anti-kvarkov typu „u“ (záporný náboj -2/3).

Záver

Objav anti-Hélia4 a anti-hyper-Tritónu v rokoch 2010-2011 otvára ľudstvu možnosť skúmať základné otázky asymetrického zastúpenia jadier a anti-jadier vo vesmíre.

Je zaujímavé, že možnosť detekcie anti-hyper-jadier anti-H4-L a anti-He4-L na urýchľovačoch RHIC a LHC nie je v aktuálnej literatúre (dostupnej autorovi) spomínaná. Najnovší článok na túto tému [11] jadrá anti-He4-L ani anti-H4-L explicitne neuvádza. Rovnako, nie je autorovi [10] známa ani publikácia ohľadom možnej skladovateľnosti kladne nabitých anti-strangeletov. Keďže proces hľadania exotických jadier a anti-jadier v experimentálnych údajoch z urýchľovačov RHIC a LHC naďalej prebieha, blízka budúcnosť nám možno čoskoro prinesie objavy nových anti-hyper-jadier a snáď aj exotických hyper-jadier.

Podakovanie

Autor je vďačný organizátorom Festivalu fyziky 2011 za pozvanie a účastníkom festivalu za ich pozornosť počas prednášky a zaujímavé otázky. Táto práca bola finančne podporovaná Slovenskou grantovou agentúrou VEGA pod projektom s číslom 1/0171/11.

Literatúra

- [1] Urey H.C., Brickwedde F.G., Murphy G.M., 1932. *A Hydrogen Isotope of Mass 2*. In: Physical Review 39, s. 164-165.
- [2] Oganessian Yu.Ts. et al., 2006. *Synthesis of the isotopes of elements 118 and 116 in the Cf-249 and Cm-245+Ca-48 fusion reactions*. In: Physical Review C 74, s. 044602.
- [3] Ywamoto A., Möller P., 1996. *Nuclear deformation and sub-barrier fusion cross-section*. In: Nuclear Physics A605, s. 334-358.
- [4] Anderson C. D., 1933. *The positive electron*. In: Physical Review 43, s. 491-494.
- [5] Baur G. et al., 1995. *Production of antihydrogen*. In: Physics Letters B368, s. 251-258.
- [6] STAR coll., 2011. *Observation of the antimatter helium-4 nucleus*. In: Nature 473, s. 353-356.
- [7] Filip P. et al., 2009. *Initial eccentricity in deformed Au+Au and U+U collisions at the BNL Relativistic heavy ion collider*. In: Physical Review C80, s. 054903.
- [8] STAR coll., 2010. *Observation of an Antimatter Hypernucleus*. In: Science 328, s. 58-62.
- [9] Bodmer A. R., 1971. *Collapsed nuclei*. In: Physical Review D 4, s. 1601-1606.
- [10] Filip P., 2010. *Ako uchovať antihmotu vo fľaši*. In: Časopis Quark 8, August 2010, s. 18-19. ISSN 1335-4000.
- [11] Andronic A. et al., 2011. *Production of light nuclei, hypernuclei and their antiparticles in relativistic nuclear collisions*. In: Physics Letters B697, s. 203-207.

Adresa autora

Mgr. Peter Filip, PhD.

Fyzikálny ústav, Slovenská akadémia vied

Dúbravská cesta 9, Bratislava 845 11

e-mail: Peter.Filip@savba.sk

PRÍNOSY A MOŽNÉ PERSPEKTÍVY PROGRAMU FÚZIA – ENERGIA BUDÚCNOSTI

Viera Haverlíková

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave

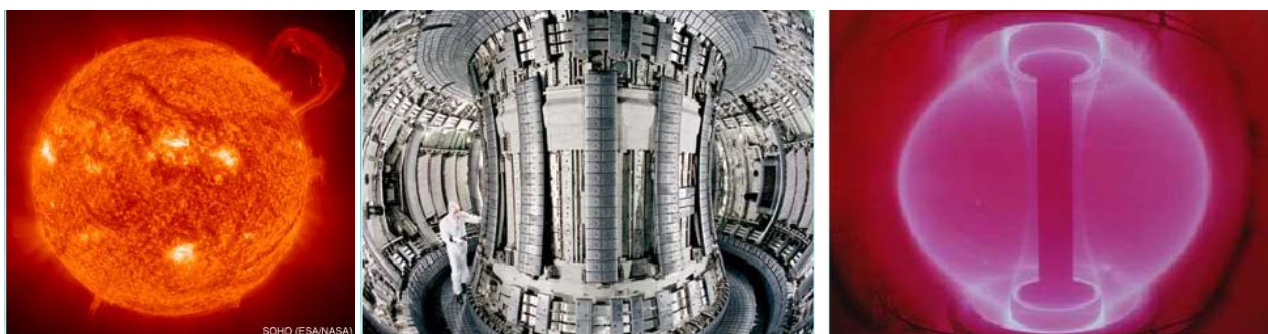
Abstrakt:

V čase od 5.1. do 18.2.2011 sa v Bratislave konala unikátna európska výstava FUSION EXPO, Fúzia – energia budúcnosti. Okrem výstavy sa školy mohli zúčastniť aj štyroch interaktívnych prezentácií alebo sa zapojiť do diskusií s vedcami. Príspevok okrem charakteristiky programu Fúzia – energia budúcnosti približuje, ako výstavu a sprievodné podujatia hodnotia učitelia a organizátori a čo môže program „Fúzia – energia budúcnosti“ ponúknuť školám do budúcnosti.

Kľúčové slová: výstava, zdroje energie, jadrová fúzia

Úvod

Dostatok a dostupnosť energetických zdrojov sú kľúčové pre rozvoj spoločnosti. Súčasné trendy naznačujú, že v priebehu 50 rokov vzrastie počet obyvateľov Zeme zo súčasných 6 miliárd na 8 až 13 miliárd. Okrem toho sa očakáva, že zároveň porastie aj priemerná spotreba energie na jedného človeka. Už teraz je v mnohých oblastiach sveta problém zabezpečiť pre obyvateľstvo cenovo dostupné a bezpečné zdroje energie šetrné k životnému prostrediu a do budúcnosti to bude ešte väčšou výzvou. Podľa očakávaní Organizácie spojených národov sa svetová spotreba energie v priebehu najbližších 50 rokov zdvojnásobí alebo až stonásobí. Výskum v oblasti získavania energie v súčasnosti prebieha vo viacerých smeroch. V oblasti získavania energie zo spaľovania fosílnych palív alebo zo štiepenia jadier ťažkých prvkov sa sústreďuje na vývoj technológií šetrnejších k životnému prostrediu. Veľká pozornosť sa tiež sústreďuje na efektívnejšie využívanie obnoviteľných zdrojov. Jedným z budúcich možných zdrojov energie je uskutočňovanie riadenej jadrovej fúzie. Jadrová fúzia znamená zlučovanie jadier ľahkých prvkov. Pri takejto reakcii vzniká jadro ťažšieho prvku a uvoľňuje sa energia. Jadrová fúzia je zdrojom energie hviezd. Energia, ktorá vzniká pri jadrovej fúzii na Slnku umožňuje život na Zemi. Dokážeme získavať energiu z riadenej fúzie na Zemi?



Obr. 1

Jadrová fúzia v pozemských podmienkach

Podmienky na dosiahnutie riadenej jadrovej fúzie, z ktorej by bolo možné získavať energiu na Zemi, nie sú jednoduché. Zatiaľ najvhodnejšou je reakcia jadier dvoch izotopov vodíka – deutéria a trícia. Pri ich zlúčení vzniká hélium a neutrón a uvoľňuje sa energia (až 80% energie je vo forme kinetickej energie neutrónu). Ako ale dosiahnuť, aby sa dve kladne nabitú jadrá napriek elektrostatickému odpudzovaniu priblížili natoľko, aby sa prejavili krátkodosahové jadrové príťažlivé sily? Riešením je zrážanie jadier atómov s veľmi vysokými rýchlosťami. To znamená

zohriatie hmoty na veľmi vysokú teplotu, kedy už jadro a elektrónový obal netvoria atóm, ale sú oddelené – vzniká plazma.

V Slnku pomáha jadrovej reakcii vysoká gravitácia. V pozemských podmienkach treba na uskutočnenie fúznej reakcie, z ktorej by bolo možné produkovať energiu, dosiahnuť teplotu rádovo 150 miliónov °C (10-krát viac ako v jadre Slnka). Takejto vysokej teplote však neodolá nádoba zo žiadneho materiálu. Ako teda možno udržať horúcu plazmu v určitom priestore? Plazma je tvorená elektricky nabitými časticami, a preto ju možno udržať vo vymedzenom priestore vhodne tvarovaným magnetickým poľom. V súčasnosti najrozšírenejšou technológiou fúzných reaktorov sú tokamaky – zariadenia, v ktorých je plazma udržiavaná pomocou zložitého magnetického poľa v priestore tvaru pneumatiky.

Výhodou deutérium-tríciovej fúznej reakcie sú obrovské zásoby a dostupnosť paliva na Zemi. V 1 m³ vody je 33 gramov deutéria a jeho ťažba nie je nákladná. Trícium je síce v prírode vzácne, ale je možné vyrábať ho priamo vo fúznej elektrárni z lítia. Predpokladaná ročná spotreba budúcej fúznej elektrárne s výkonom 1 000 MW je približne 100 kg deutéria (2 800 m³ vody) a približne 150 kg trícia (10 ton lítiovej rudy). Uhoľná elektráreň s rovnakým výkonom spotrebuje ročne približne 2,7 miliónov ton uhlia.

Dopad na životné prostredie

Podmienky, za ktorých dochádza k fúznej reakcii sú také špecifické, že akákoľvek odchýlka od nich vedie k zániku reakcie. Reťazový nárast reakcie je principiálne nemožný. Trícium, ktoré vstupuje do fúznej reakcie je síce rádioaktívne s polčasom rozpadu 13,3 roka, ale do elektrárne ho bude potrebné dodať len pri jej rozbehu: Počas prevádzky sa bude vyrábať priamo v elektrárni kontrolovane, v malých množstvách a nebude ho treba prepravovať. Priame produkty fúznej reakcie (hélium a neutróny) nie sú rádioaktívne. Neutróny však aktivujú materiály, z ktorých je reaktor vyrobený. V súčasnosti už sú vyvinuté materiály, ktorých aktivácia bude krátkodobá a po 100 rokoch budú opäť bezpečné. Fúzne elektrárne nebudú produkovať žiadne skleníkové plyny.

Program Fúzia – energia budúcnosti

S cieľom informovať obyvateľov Európy o pokroku v oblasti výskumu fúzie a predstaviť fúziu ako oblasť verejného záujmu, oblasť, o ktorej má verejnosť právo spolurozhodovať, k čomu potrebuje informácie z prvej ruky, vznikla výstava Európskej komisie s názvom FUSION EXPO. Výstava približuje pomocou textových a obrazových informácií, 3D modelov, počítačových demonštrácií, interaktívnych ilustračných experimentov a krátkeho 3D filmu princípy fúzie a projekt ITER (v súčasnosti budované experimentálne zariadenie určené na testovanie všetkých komponentov a princípov budúcej fúznej elektrárne).



Obr. 2

Výstava FUSION EXPO tvorila jadro programu Fúzia – energia budúcnosti, ktorý pripravila Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského ako zástupca Asociácie EURATOM CU. Od 5. januára do 18. februára 2011 mohla široká verejnosť v Bratislave navštíviť výstavu FUSION EXPO doplnenú o prezentáciu národného príspevku k rozvoju výskumu fúzie a pravidelné diskusné stretnutia „Opýtajte sa vedca“. Pre návštevníkov boli k dispozícii vyškolení animátori – študenti vysokých škôl najmä fyzikálnych a technických odborov. Pre organizované návštevy boli okrem výstavy a virtuálnej 3D prehliadky budúceho zariadenia ITER pripravené sprievodné programy – interaktívne prezentácie.

Interaktívne prezentácie pre školy

Školské kolektívy si mohli pri registrácii vybrať jeden alebo niekoľko z ponúkaných sprievodných programov:

1. Plazma v mikrovlnke (45 minút)

Na čo sú pri fúzii elektromagnetické vlny? Prečo svieti vypálená žiarovka v zapnutej mikrovlnke? Ako funguje plazmatická guľa? Čo má spoločné plameň, výboj a plazma?

2. Magnetická levitácia a supravodivosť (45 minút)

Sú predmety (nemagnety), ktoré sa k magnetom priťahujú. Ale sú aj také, ktoré pred magnetmi utekajú? Je možné horúcu plazmu donútiť levitovať? Čo je supravodivosť a prečo je zaujímavá pre fúzny reaktor?

3. Plazmové technológie alebo ako plazma pomáha v iných odvetviach (45 minút)

Čo je plazma a ako ju možno vyrobiť? Základné typy elektrických výbojov. Kedy sa možno plazmy dotknúť? Čo sa stane s povrchom materiálov po kontakte s plazmou? Plazmové technológie – alternatívne technológie pre budúcnosť bez poškodzovania životného prostredia.

4. Diskusná hra „Energia pre budúcnosť“ (90 minút)

Chceme, aby kvalita nášho života rástla. Odkiaľ môžeme získať energiu potrebnú na rozvoj? Aké riziká prinášajú rôzne spôsoby získavania energie? Máme právo zasahovať do energetického hospodárstva iných krajín? Máme brať ohľad na budúce generácie alebo uprednostniť aktuálne naše potreby?

Diskusná hra Energia pre budúcnosť je dostupná na portáli www.playdecide.eu



Obr. 3

Diskusné stretnutia

Okrem interaktívnych prezentácií sa študenti stredných škôl mohli zapojiť aj do diskusií so slovenskými vedcami „Opýtajte sa vedca“. Ponúknuté boli diskusie na témy:

1. Ako ide dohromady chemické modelovanie a jadrová fúzia? (prof. RNDr. Ivan Černušák, DrSc., PriF UK)

Jednou z kľúčových otázok fungovania budúceho fúzneho reaktora (tokamaku) je "výdrž" jeho stien počas jedného operačného cyklu - výroby elektrickej energie. Prečo sa vysokoteplotná plazma nemôže dotýkať stien? Prečo sa nedá dosiahnuť dokonalé oddelenie plazmy od stien? Čo spraví horúca plazma s materiálom steny tokamaku a prečo to nie je možné testovať v reáli? Aké riešenia ponúka chemické modelovanie molekulárnych procesov pri extrémnych teplotách a tlakoch?

2. Na prahu nových metód využitia jadrovej energie (prof. RNDr. Štefan Šáro, DrSc., FMFI UK)

Komerčné získavanie energie z fúznej reakcie sa dá očakávať o 50 rokov. Aké máme dovtedy možnosti? Čo nám môžu poskytnúť štiepne jadrové elektrárne? Aké sú nové prístupy k využitiu štiepných jadrových procesov?

3. Havária v Černobyle – príčiny a následky (prof. Ing. Vladimír Slugeň, DrSc., FEI STU)

Od havárie v Černobyľskej jadrovej elektrárni na Ukrajine uplynie 26.4.2011 25 rokov. Našťastie sa žiadna obdobná havária ani pred tým, ani potom neodohrala. Čo bolo príčinou tohto zlyhania, aké boli dôsledky na ľudí, životné prostredie i jadrovú energetiku?

4. Supravodivé magnety pre fúziu (doc. Ing. Fedor Gömöry, DrSc., Elektrotechnický ústav SAV)

Čo je to supravodivosť, aké problémy umožňuje riešiť? Aké supravodiče poznáme, ako sa dajú použiť v elektronike a v elektrotechnike? Na vývoji akých supravodivých zariadení sa pracuje vo svete a na Slovensku? Prečo potrebuje fúzny reaktor supravodivé magnety? Ktoré najvážnejšie problémy treba vyriešiť, aby fúzny reaktor mohol slúžiť ako zdroj energie?

5. Tokamaky COMPASS a ITER (RNDr. Radomír Pánek, PhD., ÚFP AV ČR)

V Prahe sa na výskum fúzie využíva tokamak COMPASS. Aké sú jeho výskumné úlohy? V čom je špecifický? Ako výsledky získané na COMPASSe pomôžu pri budovaní fúzneho zariadenia ITER? Fyzikálne a technologické výzvy, ktoré tokamaky prinášajú.

6. Ako pračlovek varil na plazme, až kým ho netrafla (RNDr. Michal Matejka, PhD., FMFI UK)

Je plameň plazmou? Je ionizovaný plyn vždy plazmou? Kde v prírode sa vyskytuje plazma? Ako súvisí s plazmou možno najväčší pokrok ľudstva od objavu ohňa?

Spríevodným podujatím výstavy FUSION EXPO bola aj výstava vybraných vtipov zo súťaže SCHOLA LUDUS: Obrázkový vedecký vtip 2010 – ENERGIA

Vyhodnotenie výstavy FUSION EXPO a sprievodných programov Fúzia – energia budúcnosti

Keďže cieľom programu bolo osloviť čo najširšiu verejnosť s relevantnými informáciami z prvej ruky, výstava FUSION EXPO sa konala v priestoroch nákupného centra. Do programu sa tak zapojilo veľa ľudí, ktorí by sa kvôli výstave do múzea alebo galérie nevybrali. Takto sa, idúc okolo, pristavili pri exponátoch, začítali sa do textov, započúvali do rozhovorov animátorov s inými návštevníkmi a po chvíli sami začali klásť otázky. Za necelých 7 týždňov trvania výstavy ju navštívilo 21 040 individuálnych návštevníkov, ktorí nejakým spôsobom interagovali s animátormi a s exponátmi. Okrem toho sa do programu v rámci organizovaných školských návštev zapojilo 810 žiakov základných škôl a 1 506 študentov stredných škôl. 5 školských skupín absolvovalo okrem výstavy tri zo sprievodných programov, 36 skupín absolvovalo okrem výstavy dva sprievodné programy, 23 skupín jeden sprievodný program, 2 organizované školské skupiny absolvovali len výstavu. Najväčší záujem bol o prezentáciu Plazma v mikrovlnke. Na učiteľov, ktorí absolvovali program Fúzia – energia budúcnosti so svojimi žiakmi, sme sa obrátili s prosbou o poskytnutie spätnej väzby – vyplnenie elektronického dotazníka. Svoje postoje a názory nám

poskytlo 31 učiteľov. V otázke zisťujúcej dôvod rozhodnutia navštíviť výstavu so žiakmi si učitelia mohli vybrať jednu alebo viacero zo 7 ponúkaných odpovedí, alebo doplniť vlastnú odpoveď. Prehľad odpovedí je uvedený v tabuľke 1.

Tab. 1: Dôvody rozhodnutia učiteľov navštíviť so žiakmi program Fúzia – energia budúcnosti

Odpoveď	Počet respondentov	Percentuálne zastúpenie (z 31)
Súvislosť výstavy s aktuálne preberaným učivom	7	22,6
Súvislosť sprievodných programov s aktuálne preberaným učivom	5	16,1
Súvislosť výstavy alebo sprievodných programov s nedávno preberaným učivom	5	16,1
Súvislosť výstavy alebo sprievodných programov s učivom, ktoré budem onedlho učiť	12	38,7
Príležitosť predstaviť žiakom súčasnú vedu a výskum	30	96,8
Žiaci sami iniciovali návštevu výstavy	3	9,7
Predchádzajúca návšteva výstavy (výstavu som si pozrel/a najprv sám/ sama)	3	9,7
Iné	4	12,9

Medzi „Iné“ učitelia zaraďovali súvislosť obsahu programu s projektmi, do riešenia ktorých je škola zapojená. Zaujímalo nás tiež, aký dopad mala účasť na programe Fúzia – energia budúcnosti na žiakov. Aj v tomto prípade si učitelia mohli vybrať z ponúknutých odpovedí, alebo napísať vlastnú. Odpovede učiteľov sú zhrnuté v tabuľke 2.

Tab. 2: Dopad výstavy a sprievodných programov na žiakov

Odpoveď	Počet respondentov	Percentuálne zastúpenie (z 31)
Žiaci, ktorí majú dlhodobý záujem o fyziku, sa o problematiku zaujímali, kládli doplňujúce otázky	9	29,0
Návšteva vyvolala otázky aj u žiakov, ktorí o fyziku obvyčajne nejavia záujem	19	61,3
Dopad výstavy nepresiahol čas a priestor výstavy, na správaní a záujme žiakov v škole sa nijako neprejavil	1	3,2
Žiaden, výstava ani sprievodné programy žiakov nezaujali	0	0,0
Iné	2	6,5

Medzi „Iné“ učitelia zaradili záujem o vysokoškolské štúdium jadrovej fyziky a záujem o výstavu napriek skutočnosti, že na danej strednej odbornej škole sa fyzika nevyučuje.

V dotazníku dostali učitelia priestor voľne vyjadriť aj svoje pripomienky, názory a komentáre k organizácii a obsahu programu Fúzia – energia budúcnosti.:

- „Pretože sa mi výstava a sprievodné programy páčili, bola som na výstave s tromi triedami, keby to nebolo časovo náročné, určite by som ešte išla aj s ostatnými triedami.“
- „Poďakovanie za ojedinelú akciu, lebo na Slovensku je takých ako šafranu.“

- „Zišlo by sa viac interaktívnych pokusov pre žiakov.“
- „Žiaci boli nadšení.“
- „Organizovať aj v iných mestách Slovenska.“
- „Bolo by dobre v podobných akciách pokračovať, lebo pre žiakov i nás učiteľov je to veľmi zaujímavé a motivačné. Výstava, prednáška i tvorivá dielňa s množstvom zaujímavých pokusov vzbudili u detí množstvo otázok aj nádherné očarenie vedou.“
- „Žiakom našej školy sa páčilo, že o uvedených témach mohli hovoriť so študentmi VŠ.“

CD Fúzia – alternatívna energia pre budúcnosť

V rámci programu Fúzia – energia budúcnosti bol preložený CD-rom „Fúzia – alternatívna energia pre budúcnosť“ pripravený Európskou dohodou pre výskum fúzie (EFDA). CD-rom približuje nielen princíp jadrovej fúzie, ale aj širšie súvislosti – prečo je potrebné hľadať nové zdroje energie, aké výsledky už veda v oblasti výskumu fúzie dosiahla a aké sú očakávania. Vzdelávací obsah CD je členený na šesť hlavných častí:

1. Energia poháňa svet
2. Princípy jadrovej fúzie
3. Bezpečnosť a životné prostredie
4. Vznik fúznej elektrárne
5. Budúcnosť fúzneho výskumu
6. Jadrová fúzia na obrázkoch a videách

CD-rom je voľne dostupný na stránkach <http://www.efda.org/multimedia/cdroms.htm> alebo na požiadanie u autorky tohto príspevku.

Záver

O nízkej popularite prírodných vied a fyziky zvlášť sa často diskutuje v odbornej i laickej verejnosti. Realizácia programu Fúzia – energia budúcnosti však ukázala, že verejnosť sa o problematiku zdrojov energie a otázky súčasného vedeckého a technického výskumu zaujíma. Tento záujem je však prevažne pasívny. Ľudia, až na výnimky nové informácie a odpovede na svoje otázky aktívne nevyhľadávajú. Zväčša očakávajú, že ich dostanú spracované v prehľadnej a ľahko pochopiteľnej podobe. Program Fúzia – energia budúcnosti je príkladom toho, že v popularizácii fyziky sa netreba vzdávať, je však potrebné hľadať nové cesty a prístupy k adresátom. Výstava FUSION EXPO putuje po krajinách Európskej únie. Veríme, že sa nám ju v krátkej budúcnosti podarí opätovne realizovať na Slovensku a priblížiť fúziu ako zaujímavú a perspektívnu oblasť vedy a výskumu aj obyvateľom a návštevníkom Košíc.

Adresa autora

PaedDr. Viera Haverlíková, PhD.

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Univerzita Komenského

Mlynská dolina

842 48 Bratislava

e-mail: vhaverlikova@fmph.uniba.sk

SÚŤAŽ SCHOLA LUDUS: OBRÁZKOVÝ VEDECKÝ VTIP 2010 - ENERGIA

Viera Haverlíková

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave

Abstrakt: V príspevku sú predstavené ciele 6. ročníka súťaže „SCHOLA LUDUS: Obrázkový vedecký vtip“, ktorý bol zameraný na tematickú oblasť Energia. Prezentované sú najlepšie vtipy podľa odbornej poroty a podľa laického hodnotenia.

Kľúčové slová: humor, vtip, súťaž, vzdelávanie, energia

Úvod

Vtip ako prostriedok pedagogickej komunikácie je oblasť pomerne neprebádaná. Hoci psychológovia a odborníci na komunikáciu venujú vtipu pozornosť už dlhšie, v príprave pedagógov využitie vtipu ako komunikačného prostriedku absentuje. Schopnosť vidieť vtip, porozumieť vtipu a schopnosť tvoriť k veci vtipy sú pritom jasné dôkazy porozumenia problému (Gregory, 1989). Pomocnú ruku učiteľom fyziky ponúka občianske združenie SCHOLA LUDUS, ktoré v spolupráci s Fakultou matematiky, fyziky a informatiky pripravuje súťaž Obrázkový vedecký vtip.

Cieľ a zameranie súťaže

Súťaž SCHOLA LUDUS: Obrázkový vedecký vtip nadväzuje na 5 úspešných ročníkov súťaže SCHOLA LUDUS: Obrázkový fyzikálny vtip. Šiesty ročník súťaže priniesol rozšírenie záberu z „fyzikálneho“ na „vedecký“ vtip má za cieľ podporiť komplexné vnímanie sveta okolo nás a vnímanie jednotlivých vedných odborov vo vzájomných súvislostiach. Zároveň bolo zúžené tematické zameranie súťažných vtipov. Po prvýkrát sa autori mali sústrediť na špecifickú oblasť. Vybraná bola téma energia v celej šírke jej prejavov, foriem, väzieb, súvislostí:

- premeny, prenosy, zákon zachovania, zdroje, úspory
- od energie najmenších stavebných častíc hmoty, až po energiu vesmírneho žiarenia
- od klasickej energie pohybujúceho sa telesa až po teóriu relativity
- od jednoduchých prejavov energie natiahnutej gumičky až po komplexné prejavy energie živých systémov
- od nezávislosti na zdrojoch energie až po drahú závislosť

Predmetom 6. ročníka súťaže SCHOLA LUDUS: Obrázkový vedecký vtip boli originálne obrázkové vedecké vtipy zamerané na ENERGIU doplnené slovným komentárom objasňujúcim pointu vtipu. Vtipy sa mohli týkať pochopenia prírodných - fyzikálnych, chemických, biologických procesov, fyzikálnych závislostí a/alebo zákonitostí, poznávacích prístupov a metód uplatňovaných vo vede a/alebo ich priamych aplikácií v praxi a/alebo pochopenia spoločenského významu energie ako vedeckého a technologického produktu a/alebo významu energie pre jednotlivca a pod.

Pri tvorbe vtipu sa autori mohli inšpirovať obrázkom alebo situáciou, ktorej neboli priamymi tvorcami, ale museli mu pridať vlastnú myšlienku.

Keďže vnímanie humoru je podmienené skúsenosťami a vedomosťami, aj v tomto roku prebiehala súťaž vo viacerých kategóriách, novinkou bola kategória výtvarníkov a kategória zmiešaných tímov, ktorej cieľom bolo podporiť spoločnú komunikáciu rodičov a detí, laikov a odborníkov:

- a) autori - žiaci základných škôl
- b) autori - študenti stredných škôl
- c) autori - dospelí laici

d) autori - študenti vysokých škôl a odborníci v profesionálnom vzťahu k téme

e) autori – výtvarníci, ilustrátori, karikaturisti

f) autori – zmiešaný tím

Vtipy hodnotila rovnako ako po minulé roky laická verejnosť cez on-line hlasovanie i odborná porota zložená z vedcov a odborníkov na vzdelávanie. Predmetom hodnotenia odbornej poroty je obrázok fyzikálneho vtipu a autorov pôvodný komentár. Odborná porota hodnotí najmä: invenčnosť a originalnosť prístupu autora k téme – v čom je „vtip“ a súlad medzi vnímaním obrázkového vedeckého vtipu a pôvodným komentárom autora.

Vyhodnotenie súťaže

Do súťaže bolo prihlásených celkovo 172 vtipov. Autormi 106 vtipov boli žiaci základných škôl, 62 vtipov vytvorili stredoškólači, dva vtipy do súťaže zaslali vysokoškolskí študenti a dva vtipy boli dielom zmiešaných tímov (rodiny, resp. dvojice laik a odborník).

KATEGÓRIA „ŽIACI ZÁKLADNÝCH ŠKÔL“

1. miesto podľa odbornej poroty



Domáca elektrina

Komentár autora:

S narastajúcim počtom alternatívnych zdrojov elektriny každým dňom očakávam, že na ulici uvidím situáciu, ktorú som nakreslila /samozrejme myslím to žartom :-)/. Keďže elektrina sa dá vyrobiť aj dynamom z bicykla, je len otázka času, kedy to niekto speňaží.

Katarína Straková (12 rokov), Gymnázium V. Miháliky, Sered'

2. miesto podľa odbornej poroty



Sťažnosť

Slnčné kolektory sa sťažujú, že slnečné kolektory už absorbujú toľko slnečnej energie. A čo má hovoriť samotné slnko, ktoré ju produkuje.

Ivana Kočanová (15 rokov), ZŠ Kudlovská, Humenné

3. miesto podľa odbornej poroty



Ráchel Semerádová (7 rokov), Základná škola Kuraľany

Koľko energie spotrebuješ pri športe? - A mne stačí iba tá elektrická.

V zdravom tele zdravý duch,
v počítači šum a ruch.

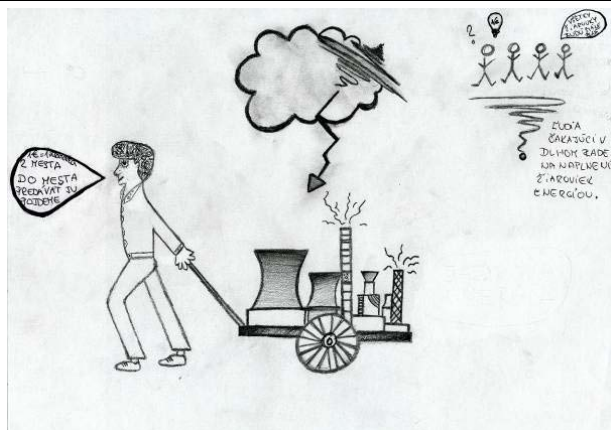
1. miesto podľa laického hodnotenia



Pokus

Laura Kupčíková, Marika Pacurová (14 a 13 rokov), Gymnázium M. Hattalu, Trstená

2. miesto podľa laického hodnotenia



Predaj energie

Energia v živote.

Ľubica Hliničanová (14 rokov), ZŠ Janka Kráľa, Liptovský Mikuláš

3. miesto podľa laického hodnotenia



Veda a filozofia

Teória je, keď všetko vieme, ale nič nefunguje.

Prax je, keď všetko funguje, ale nikto nevie prečo.

My sme spojili teóriu s praxou! Nič nefunguje a nikto nevie, prečo.

Martina Zembjaková, Mariana Garbiarová (14 rokov), Gymnázium M. Hattalu, Trstená

SPOJENÁ KATEGÓRIA „ŠTUDENTI STREDNÝCH A VYSOKÝCH ŠKÔL, ZMIEŠANÉ KOLEKTÍVY“

1. miesto podľa odbornej poroty

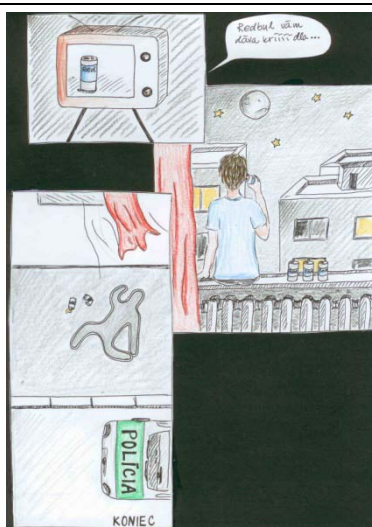


O pôvode temnej energie

Temná hmota a energia sú momentálne jednými z najhorúcejších tém fyziky. Vtip razí teóriu, že temná energia vznikla ako odpad, keď Boh stvoril svetlo. Na Boha už sa dnes až tak neverí, takže kto by mu kládol za vinu také znečisťovanie vesmíru.

Matěj Bína (23 rokov), Jihočeská univerzita České Budějovice

2. miesto podľa odbornej poroty



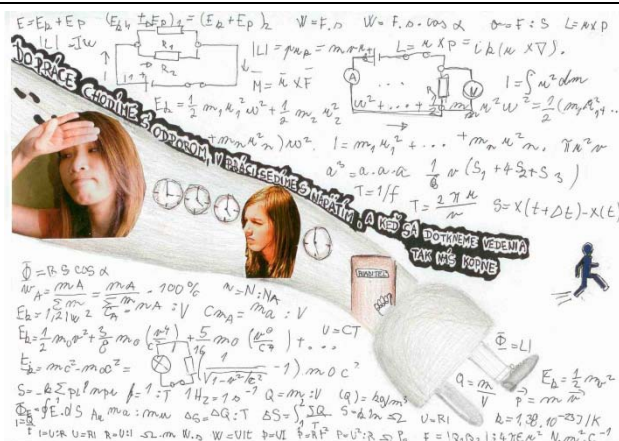
Gravitácia našťastie (nanešťastie?) stále funguje

„Redbul vám dáva krííííidla...“

Chcela som poukázať na silu reklamy, že jej nemôžeme veriť, lebo fyzikálne zákony neoklameme.

Soňa Čásárová (16 rokov), ZUŠ, Levice

3. miesto podľa odbornej poroty



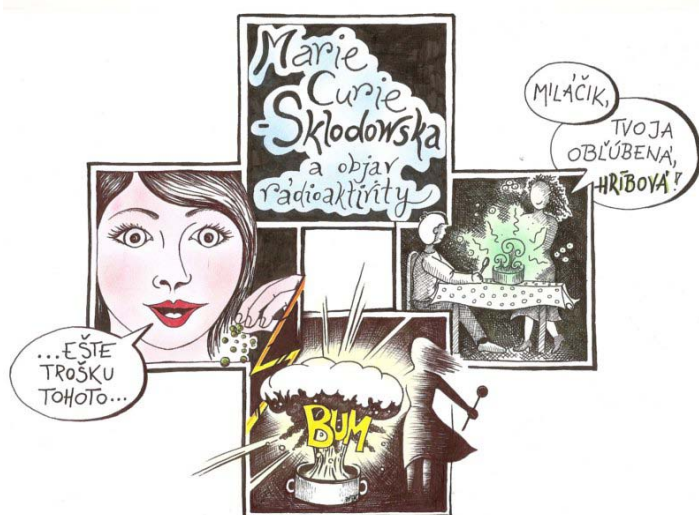
Veronika Tomová (16 rokov), SOŠ L. Bielika, Levice

Dvojzmyselnosť

„Do práce chodíme s odporom, v práci sedíme s napätím a keď sa dotkneme vedenia, tak nás kopne.“

Vyjadrila som naše nechutenstvo k práci

1. miesto podľa laického hodnotenia

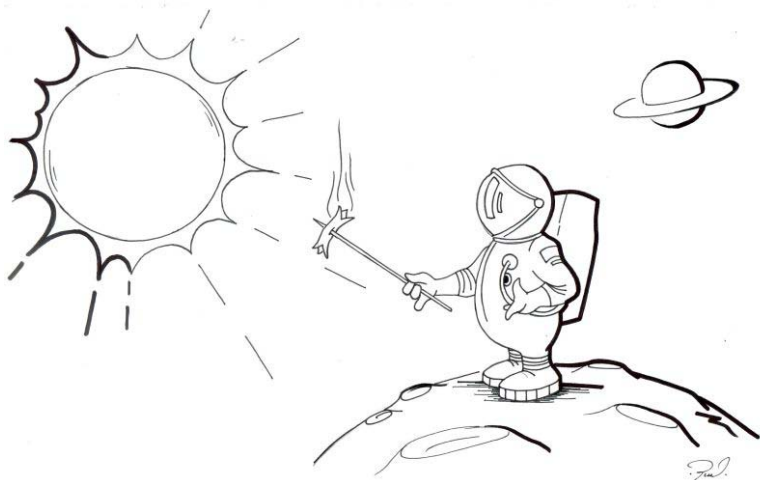


Marie Curie - Skłodowska a objav rádioaktivity

Vybrala som ju spomedzi všetkých objaviteľov, vedcov a inovátorov, lebo bola výnimočná. Nie len tým, že bola žena, ale hlavne tým, že bola svojej práci plne oddaná. Napriek nepriaznivým podmienkam dokázala popri práci myslieť aj na svoju rodinu a spolu s manželom Pierrom Curie pracovali dňom i nocou, letom, zimou na tom, v čo verili a o čom boli presvedčení. Za najväčšie objavy – rádioaktivitu a prvok rádium, bola ocenená Nobelovou cenou. Práve rádioaktivita a štiepenie jadier je najväčším prínosom vo výrobe jadrovej energie. Prácou som chcela poukázať na to, že jadro nebolo vyrobené zo dňa na deň náhodou, ale že za výrobou energie stojí oveľa viac. Energia uľahčuje a spríjemňuje náš život. Celá práca tejto výnimočnej ženy môže byť v okamihu zmarená, keď sa dostane do nepovolaných rúk a môže celý svet ohroziť v podobe atómovej bomby. Preto si vážme energiu, hľadáme bezpečnejšie spôsoby jej výroby a dávajme pozor, akým spôsobom ju využíваме.

Stela Koščíková (17 rokov), Stredná zdravotnícka škola, Moyzesova ul., Košice

2. miesto podľa laického hodnotenia

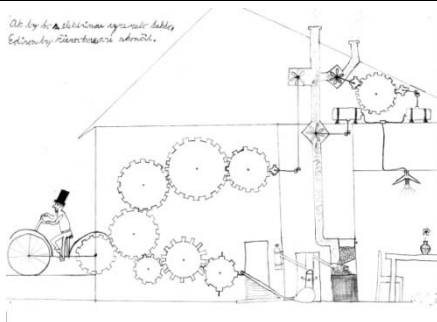


Vesmírna opekačka

Využitie slnečnej energie
netradičným spôsobom.

Pavol Tomčík (19 rokov), SOŠ dopravná, Martin - Priekopa

3. miesto podľa laického hodnotenia



Chudák Edison

Pán Edison sedí na bicykli a šliape do pedálov. Tým roztáča zadné koleso bicykla, ktoré je ozubené. Toto koleso roztáča postupne všetky ozubené kolesá. V spodnej vetve má posledné ozubené koleso na každom 2. zube vytrčajúcu oceľovú tyčku, ktorá postupne roztvára fúkač mech a keď ho uvoľní, betónový kváder ho prudko stlačí a nafúkne sa pevný gumový balón. Balón prudko vytlačí píesť a v plynovej komore dôjde k stlačeniu plynu a výbuchu. Plameň sa dostane do pece, kde sa pomaly prisypáva uhlie. Uhlie sa spaľuje a vytvára sa dym. Dym roztáča turbínu, tá roztáča kovovú trúbku na ňu pripojenú. Trúbka je pripojená na ďalšiu trúbku a tá je zavedená do transformátora, ktorý mení mechanickú energiu na elektrickú. Z transformátora vychádza kábel pripojený do krabíčky. Zatiaľ sa roztáčajú aj ozubené kolesá hornej vetvy, kým nepríde k poslednému malému ozubenému kolesu, ktoré sa hýbe rýchlo a roztáča sústavu kovových trúbiek. Tieto trúbky roztáčajú turbínu. Tá fúka dym do 2. vetvy komínu a dym roztočí 2. turbínu. Tá roztáča kovovú tyčku, potom malé ozubené koliesko, tak sa roztočí aj ďalšie malé ozubené koliesko, ktoré sa točí rýchlo a tak je energia prevádzaná do ďalšieho transformátora, ktorý mení túto energiu na elektrickú. Tá je vedená káblom do škatuľky, v ktorej sa spájajú káble z 1. a 2. vetvy do jedného kábla. Na ten je pripojená žiarovka a svieti. Ale musí niekto sedieť na bicykli a točiť pedále.

Šimon Midlik (16 rokov), Gymnázium J.A. Raymana, Prešov

Záver

Súťaž SCHOLA LUDUS: Obrázkový vedecký vtip si postupne nachádza čoraz viac priaznivcov – autorov, ale aj adresátov, ľudí, ktorí sa vtipom potešia. Už teraz sa pripravuje ďalší ročník súťaže. V roku 2011 bude zameraná na tému „Spoľahni sa na vedu“.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0395-09.

Literatúra

- [1] Gregory, R.L. 1989. *Turning minds on to science by hands-on exploration: the nature and potential of the hands-on medium*; In: Sharing Science – Issues in the development of Interactive Science and Technology Centres, London: The Nuffield Foundation, s. 1–9
- [2] Haverlíková, V. 2010. *SCHOLA LUDUS: Obrázkový fyzikálny vtip*, In: Zborník príspevkov: Tvorivý učiteľ fyziky III. Národný festival fyziky 2010, Vydala Slovenská fyzikálna spoločnosť, Bratislava, s. 126-132, ISBN 978-80-96124-9-0. 197 s.

Adresa autora

PaedDr. Viera Haverlíková, PhD.

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Univerzita Komenského

Mlynská dolina

842 48 Bratislava

e-mail: vhaverlikova@fmph.uniba.sk

ROZVOJ MANUÁLNYCH ZRUČNOSTÍ A INTELEKTUÁLNYCH SPÔSOBILOSTÍ ŠTUDENTOV POUŽITÍM VIDEOANALÝZY POHYBOV

Peter Hockicko

Katedra fyziky, Elektrotechnická fakulta, Žilinská Univerzita

Abstrakt: Súčasný stav rozvoja informačných a komunikačných technológií (IKT) umožňuje využívanie počítačov jednak v škole pri výuke, jednak pri príprave študentov na vyučovanie v domácom prostredí. Využitím voľne dostupného programu Tracker a videí vytvorených v spolupráci so študentami je možné spestriť hodiny fyziky videoanalýzou javov okolo nás. Takáto analýza aktivizuje študentov k ďalšiemu poznávaniu, rozvíja ich kľúčové kompetencie, zvlášť prírodovednú gramotnosť, učí ich využívať matematiku ako pomocný aparát fyziky. Predkladaný príspevok sa venuje videoanalýze pohybov pomocou programu Tracker realizovanej v rámci fyzikálnych seminárov.

Kľúčové slová: program Tracker, videoanalýza, rozvoj kľúčových kompetencií, IKT

Úvod

Kreatívne experimenty zahrnuté do vyučovacieho procesu, zvyšujú úroveň pochopenia a pozornosť študentov a pomáhajú ukázať prepojenie medzi fyzikálnou teóriou a každodenným životom v prírode, technike a spoločnosti [1]. Využívaním multimédií vo výučbe možno doceliť lepšie pochopenie, zapamätanie si, špecifický transfer a aktivitu žiakov už v primárnom vzdelávaní [2]. Jednou z možností, ako motivovať a aktivizovať študentov na technických vysokých školách k štúdiu fyziky a aplikovaniu poznatkov získaných zo štúdia je využitie videoklipu a jeho následná analýza v programe napr. Coach, prípadne Tracker. Určovaním kvantitatívnych údajov o prebiehajúcom deji, využitím matematickej analýzy je možné dopracovať sa k hľadaným fyzikálnym parametrom, prípadne skúmaním viacerých podobných situácií sa dopracovať k všeobecne platným fyzikálnym záverom. Využitím videoanalýzy vo vyučovacom procese možno riešiť problémové úlohy s dobre definovaným problémom (DDP) na vyšších úrovniach Bloomovej taxonómie poznávacích cieľov – na úrovni analýza, syntéza alebo hodnotenie [3].

Tracker a jeho možnosti

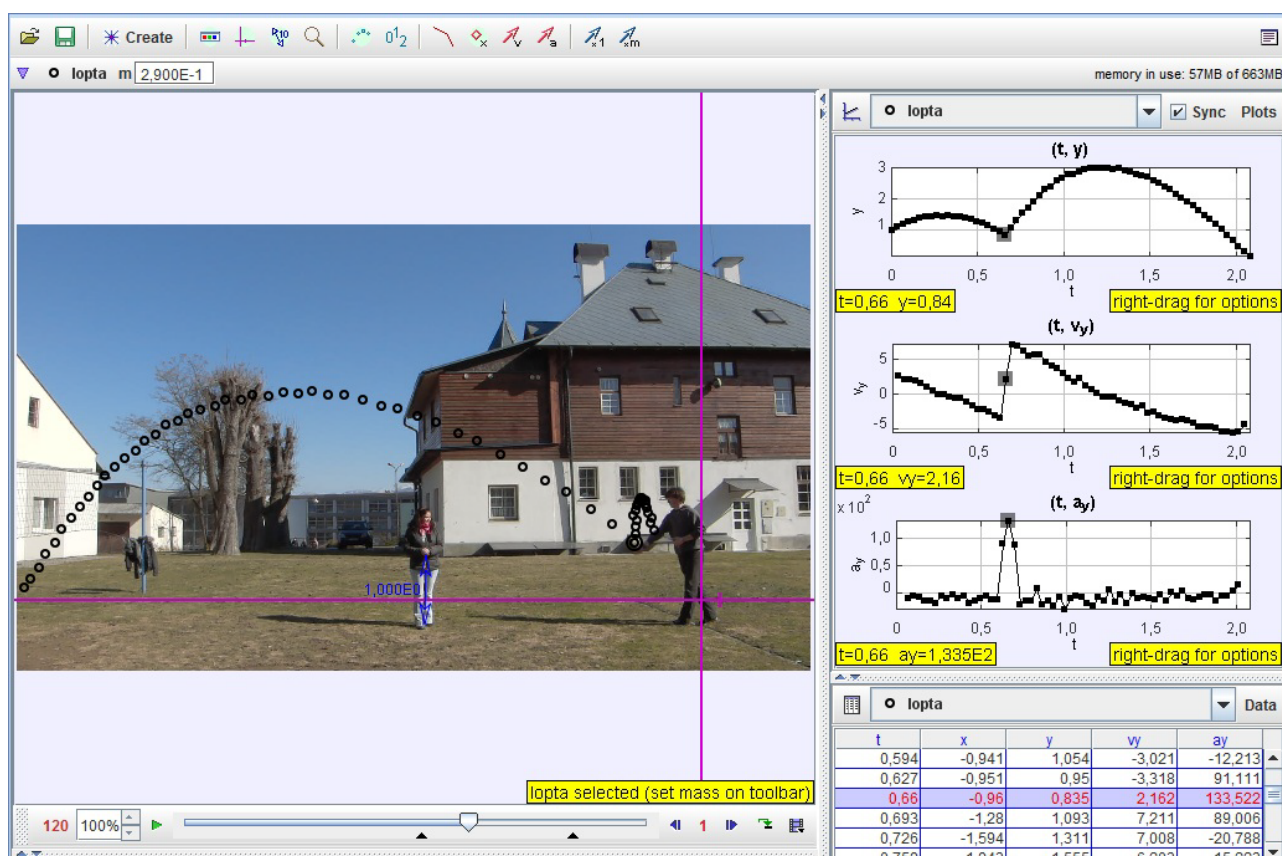
Program Tracker [4] je voľne prístupný, aby správne fungoval, vyžaduje si súčasne mať nainštalované programy Quick Time a Java. Staršie verzie (3.00, 3.10) dokázali spracovávať videá vo formáte avi a mov, novšia verzia (4.00) dokáže spracovať video súbory aj vo formáte mpg. Po vložení videa do programu, je potrebné zvoliť si súradnicovú sústavu (x, y) a označiť známu veľkosť predmetu (zvyčajne kalibračná tyč o veľkosti 1m, ale môžu to byť aj iné známe veľkosti). Pokiaľ je počet snímok videa iný ako 30/s, je potrebné to v programe zmeniť. Po zadefinovaní nového hmotného bodu (Stopy>Nový>hmotný bod) odklikávaním polohy sledovaného telesa počítač zaznamenáva do tabuľky reálnu polohu pohybujúceho sa objektu (predpokladáme pritom, že daný pohyb sa uskutočňuje v rovine x, y). Je možné taktiež využiť funkciu autotrack, kedy po označení časti obrazu program sám bude zaznamenávať polohu tohto objektu až do ukončenia deja a hodnoty ukladať do tabuľky. Na základe získaných dát je možné skúmať časové závislosti polohy, rýchlosti, zrýchlenia, hybnosti a iných veličín v čase (jednak x -ové a y -ové zložky, jednak veľkosti, program má ich preddefinovaných 22) a taktiež je možné zadefinovať ďalšie parametre (ako napr. sila, kinetická energia a ďalšie).

Pri analýze časových závislostí je možné fitovať namerané priebehy (program ponúka priamku, parabolu, exponenciálnu funkciu (preddefinovaných je 6), pričom je možné taktiež zadefinovať aj ďalšie matematické funkcie). Ďalšími zaujímavými funkciami v programe sú funkcie *slope* a *area*, pomocou ktorých je možné študentom ukázať grafický význam pojmov derivácia a integrál a ako

navzájom medzi sebou súvisia niektoré fyzikálne veličiny, napr. dráha, rýchlosť a zrýchlenie (prípadne iné). Program taktiež ponúka možnosť modelovať priebeh daného deja, k dispozícii je analytický model (zadanie rovníc pre výchylku v smere osi x a y) a dynamický model (zadanie rovníc pre silu F_x , F_y). Využívaním týchto možností programu je možné u študentov postupne rozvíjať ich kompetencie, naučiť ich pracovať s grafmi, analyzovať grafy, určovať hľadané fyzikálne parametre, aplikovať vzťahy medzi fyzikálnymi veličinami, porozumieť a osvojiť si pojmy derivácia a integrál, popisovať ľubovoľné deje pomocou matematických funkcií. Keďže program je voľne dostupný, je možné dané aktivity realizovať v tímovej práci buď v škole, alebo aj samostatne v domácom prostredí. Keďže väčšina študentov dnes vlastní mobil, fotoaparát či notebook, môžu študenti zosnímať akýkoľvek dej a následne ho použiť pre analýzu.

Praktické využitie videoanalýzy

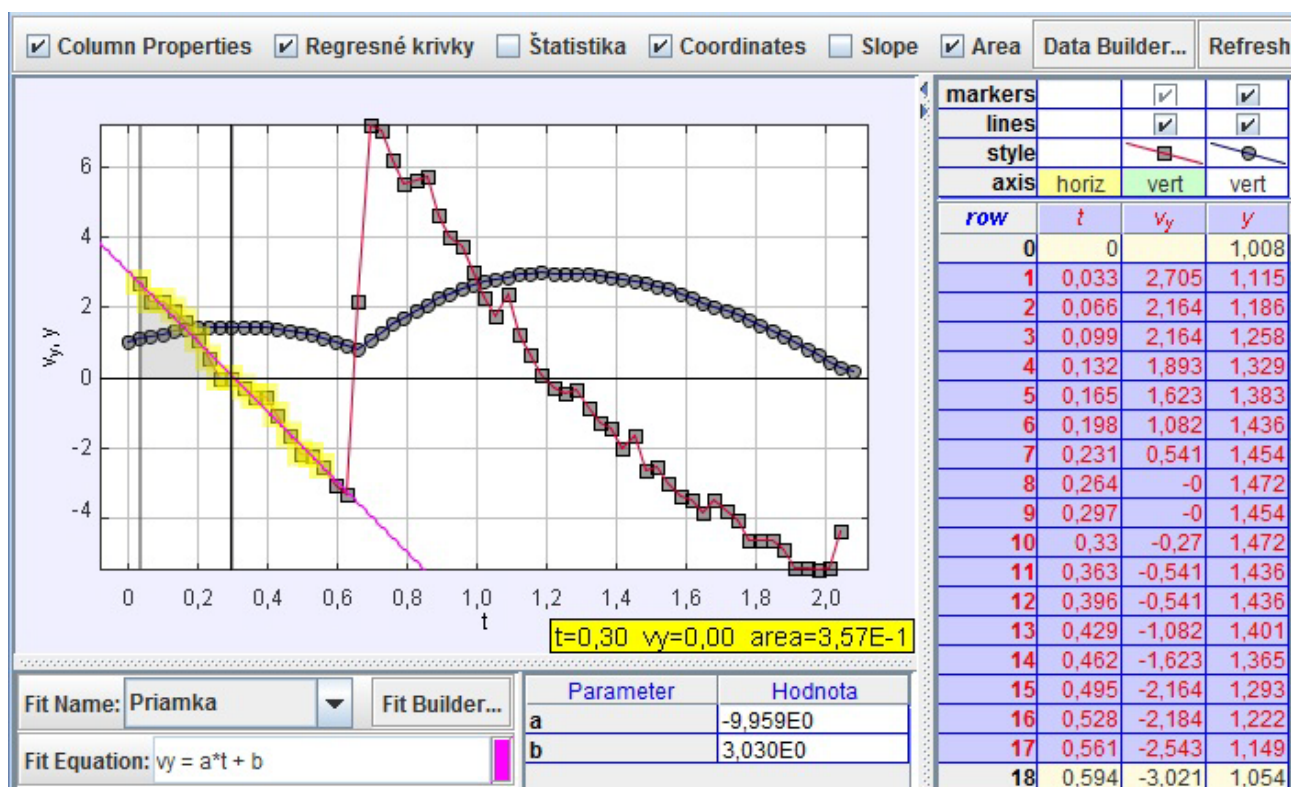
V rámci fyzikálnych seminárov je možné uskutočňovať analýzu dejov na rôznych úrovniach. V prvej časti v rámci analýz deja bolo úlohou študentov určiť zo získaných časových závislostí, o aký pohyb sa jedná (rovnomerný, nerovnomerný, rovnomerne zrýchlený, atď.). V ďalšej časti matematickou analýzou daných závislostí bolo urobené fitovanie nameraných priebehov a následne z rovníc kriviek boli určované parametre, ktoré mali fyzikálny zmysel. Využitím funkcií *slope* a *area* určovali študenti hodnoty ďalších fyzikálnych veličín (napr. z časových závislostí rýchlosti bolo možné určiť prejdenú dráhu a hodnotu okamžitého zrýchlenia). Na záver sa študenti pokúsili daný dej matematicky popísať, vytvoriť model (analytický alebo dynamický) a porovnať ho s reálnym dejom.



Obr. 1: Analýza podávania volejbalovej lopty

Ako možno vidieť z obrázku 1, program obsahuje samotný videozáznam, ktorý je možné prehrať stlačením zelenej šípky v ľavo dole, kde je možné sledovať polohu objektu v čase a zároveň

na pravej strane je možné sledovať, ako sa vyvíja okamžitá hodnota polohy, rýchlosti a zrýchlenia v smere osi y v čase (prípadne iných veličín, ktoré chceme skúmať). V pravej spodnej časti sú v tabuľke zaznamenané okamžité hodnoty skúmaných veličín (dané veličiny, ktoré chceme mať v tabuľke si možno taktiež navoliť). V ďalšej časti seminára nasledovala samotná analýza grafov, kde úlohou študentov bolo popísať matematicky daný priebeh (použiť fitovacie funkcie), a zo získaných parametrov stanoviť fyzikálne veličiny.

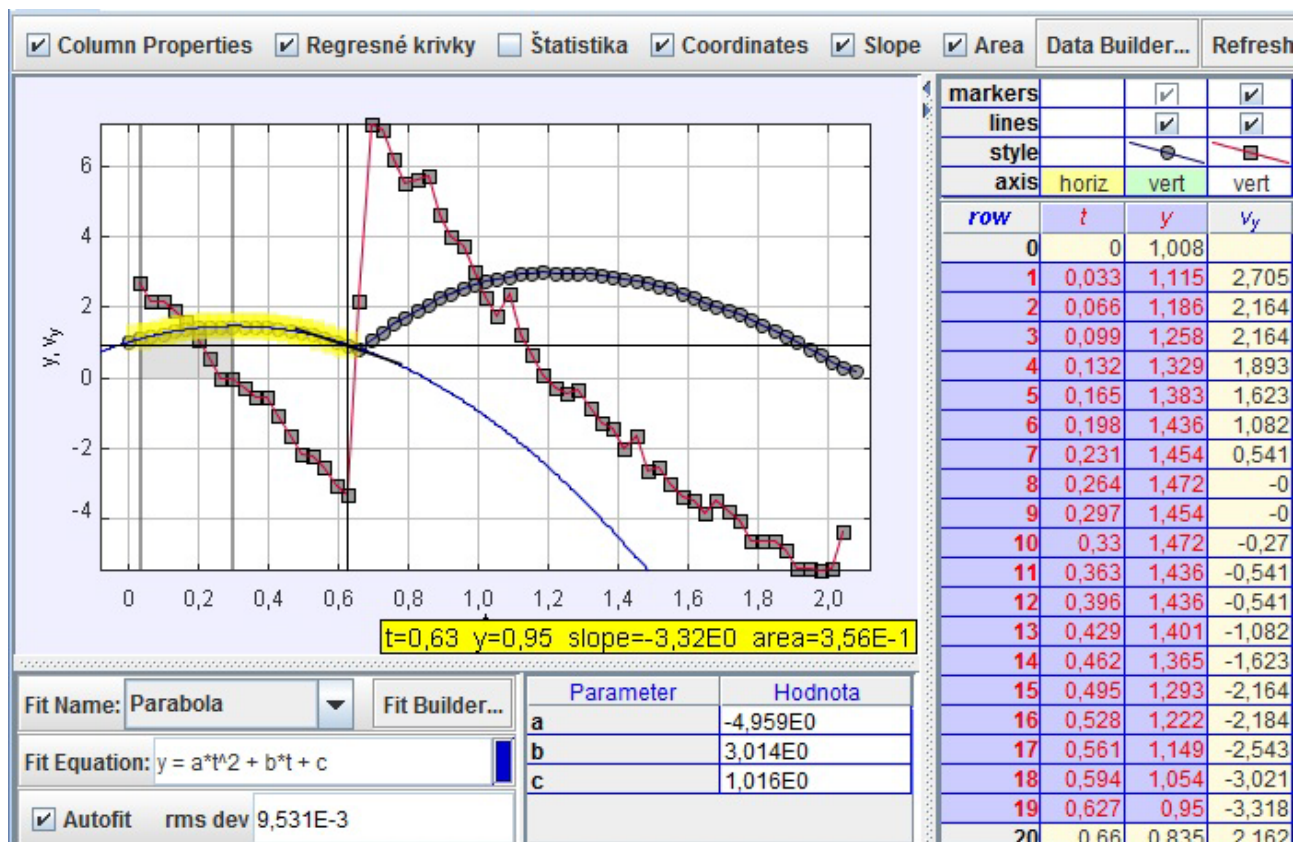


Obr. 2: Matematická analýza skúmaného deja – analýza rýchlosti lopty vo zvislom smere

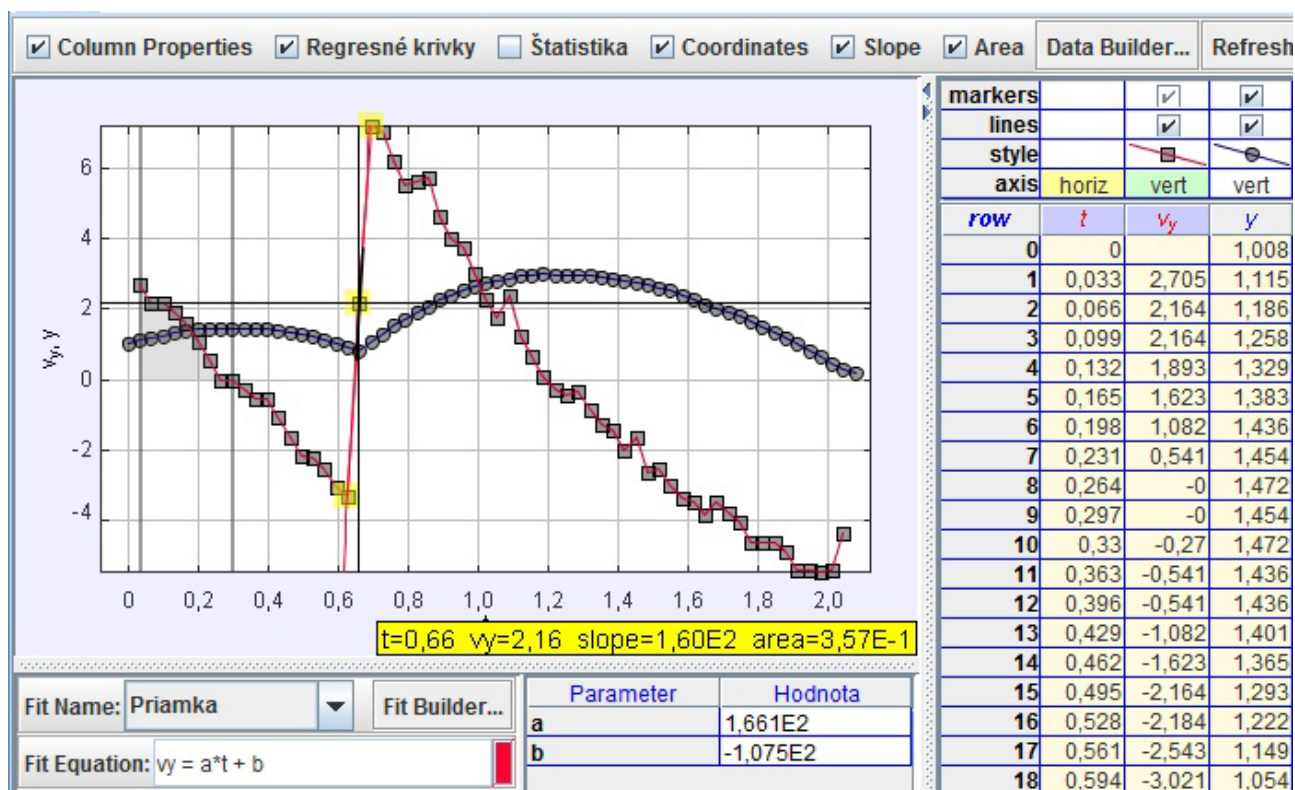
Ako možno z obrázku 2 vidieť, pre analýzy rýchlosti (štvorčeky) pred odrazom lopty bola použitá rovnica priamky, z ktorej možno usúdiť, že sa jedná o pohyb rovnomerne spomalený so zrýchlením $-9,959 \text{ m/s}^2$ (študenti by mali prísť na to, že určili hodnotu tiažového zrýchlenia na povrchu Zeme) a počiatočnou rýchlosťou v smere zvislej osi $v_{y0} = 3,03 \text{ m/s}$. Ak chceme vedieť, akú dráhu lopta prešla (vo zvislom smere) napr. od vyhodenia až po maximálnu výšku pred odpalom, použijeme na to funkciu *area*. Z obrázku možno vyčítať, že daná hodnota je $area = 0,357 \text{ m}$, čo úzko súvisí s prejdenu dráhou v časovom intervale (z tabuľky) $\Delta t = t_8 - t_1 = 0,264 \text{ s} - 0,033 \text{ s} = 0,231 \text{ s}$ ($y_8 - y_1 = 1,472 \text{ m} - 1,115 \text{ m} = 0,357 \text{ m}$). Tento poznatok možno časom po niekoľkých podobných aplikáciách pre študentov zovšeobecniť: ak určíme obsah plochy pod grafom časovej závislosti rýchlosti (v našom prípade sivý trojuholník), určíme tak dráhu (prípadne výchylku), ktorú teleso za daný časový okamih prešlo (prípadne v akej polohe sa nachádza) (čo nie je nič iné ako integrál z rýchlosti).

Na obrázku 3 je urobená analýza okamžitej výchylky vo zvislom smere (guľôčky). Aj v tomto prípade z parametrov fitovacej rovnice je možné dopracovať sa k hodnote tiažového zrýchlenia Zeme a počiatočnej rýchlosti lopty, ktorú mala v okamihu vyhodenia vo zvislom smere. Využitím funkcie *slope* bola v čase $t = 0,63 \text{ s}$ určená hodnota $-3,32$, ktorá odpovedá hodnote okamžitej rýchlosti v danom čase (z tabuľky $v_y(0,627) = -3,318 \text{ m/s}$). Aj tento poznatok je vhodné pre

študentov zovšeobecniť: ak v ktoromkoľvek čase určíme smernicu dotyčnice k časovej závislosti dráhy (výchyľky), určíme tak okamžitú rýchlosť, ktorou sa dané teleso pohybuje (derivácia dráhy).



Obr. 3: Matematická analýza skúmaného deja – analýza výchyľky lopty vo zvislom smere



Obr. 4: Matematická analýza skúmaného deja – analýza zrýchlenia lopty vo zvislom smere

Na obrázku 4 je urobená analýza rýchlosti v čase, v ktorom pôsobila na loptu sila. Z fitovania rýchlosti v danom časovom okamihu (prípadne využitím funkcie *slope*), bola určená hodnota zrýchlenia vo zvislom smere $a_y = 166 \text{ m/s}^2$. Túto hodnotu je možné porovnať s hodnotou získanou z časovej závislosti zrýchlenia vo zvislom smere (obr. 1) a následne rozvinúť so študentami diskusiu o presnosti daných meraní (chybách merania) v programe Tracker.

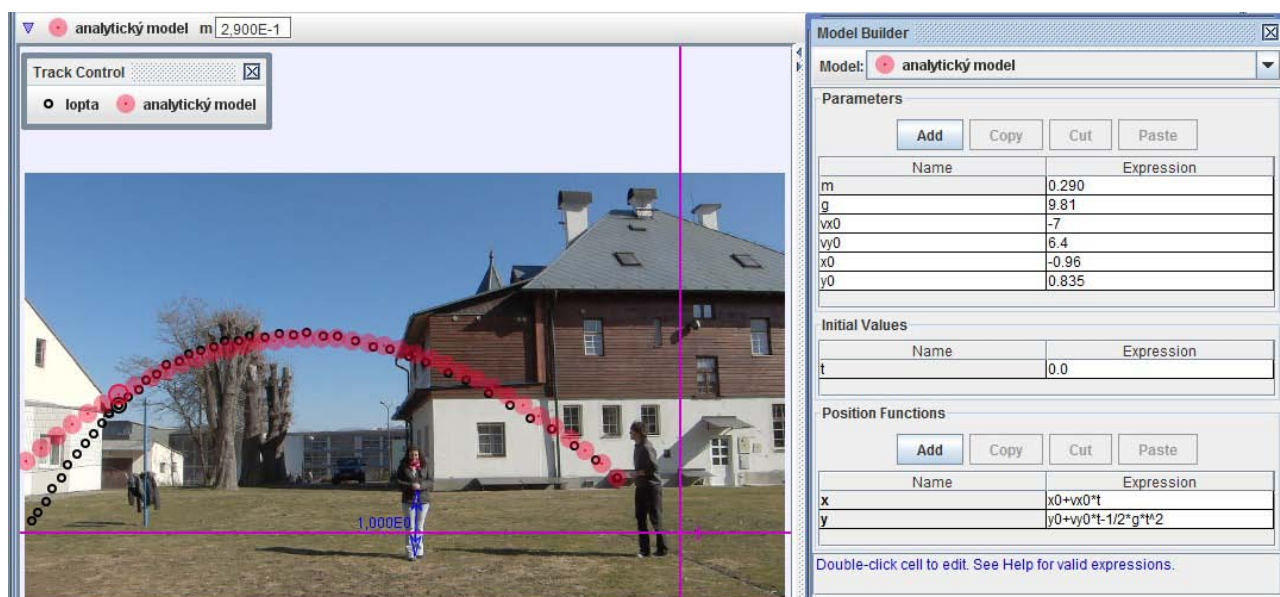
Ak poznáme veľkosť zrýchlenia v čase, kedy študent na loptu pôsobil silou a hmotnosť danej lopty, nemalo by byť pre študentov problémom určiť veľkosť pôsobiacej sily v čase odpalu lopty. Okrem využitia II. Newtonovho pohybového zákona (NPZ) v tvare $F = ma$, je tu možnosť využiť II. NPZ v tvare $F = \Delta p / \Delta t$ (prípadne $F = dp/dt$). Z analýzy hybností vo vodorovnom a zvislom smere využitím fitovania (prípadne smernice dotýčnice (*slope*)) v čase pôsobenia sily boli určené hodnoty veľkosti pôsobiacej sily v danom smere ($F_x = 40,1 \text{ N}$, $F_y = 45,3 \text{ N}$). Zo znalosti vektorového počtu môžu študenti následne určiť celkovú veľkosť vektora pôsobiacej sily (v danom prípade $F = 60,51 \text{ N}$). V ďalšej časti analýzy by stálo za úvahu podiskutovať so študentami na tému veľkosti hybnosti vo vodorovnom smere, prečo jeho hodnota klesá, keď v danom smere nepôsobí gravitačné pole Zeme.



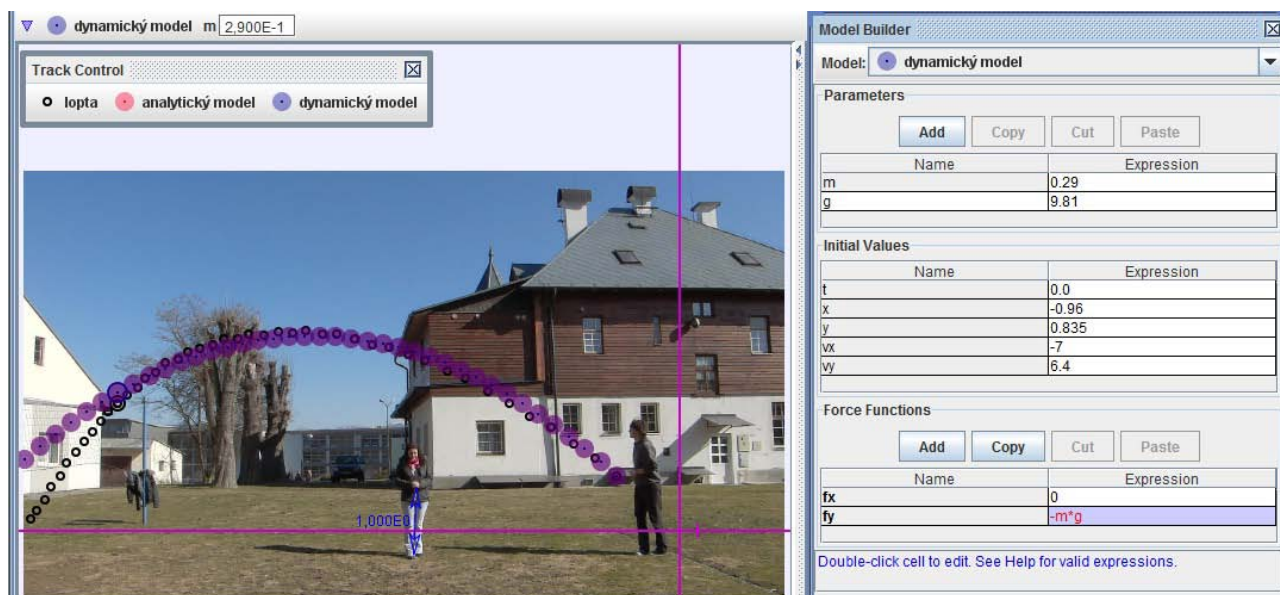
Obr.5: Matematická analýza hybnosti vo vodorovnom a zvislom smere a následné určovanie veľkosti pôsobiacej sily v daných smeroch

Po predchádzajúcich analýzách, kedy by už študenti mali poznať fyzikálne parametre pohybu, stála pred nimi úloha, namodelovať daný pohyb a porovnať ho s reálnym pohybom. Tu program ponúka dve možnosti – analytický (Obr. 6) a dynamický model (Obr. 7). V tejto časti študent môže preukázať, že rozumie pohybovým dejom a vie ich aj matematicky popísať. Zmenou jednotlivých parametrov modelu je možné spoločne uvažovať nad tým, ako by sa pohyb zmenil so zmenou daného parametra. Taktiež je možné rozvinúť diskusiu, do akej miery ovplyvňujú priebeh daného deja ďalšie okolnosti (napr. odpor prostredia, v ktorom sa dané teleso pohybuje) a kedy je možné

ich zanedbať a kedy je nutné s nimi rátať. Študenti si môžu pripraviť viacero modelov a navzájom ich porovnať, prípadne z závere hodiny rozvinúť diskusiu, koho model sa najviac priblížil reálnemu deju a do akej miery je či nie je fyzikálne správny.



Obr.6: Tvorba analytického modelu a porovnanie s reálnym dejom



Obr.7: Tvorba dynamického modelu a porovnanie s reálnym dejom

Danú prezentovanú analýzu možno považovať za komplexnú fyzikálnu úlohu, v ktorej možno rozvíjať a spájať poznatky kinematiky a dynamiky hmotného bodu, prípadne gravitačného poľa. V závislosti od toho, akým spôsobom danú úlohu študentom prezentujeme, môžeme danú úlohu považovať za problémovú úlohu s dobre definovaným problémom (DDP), kedy je jasný cieľ úlohy, ale nie je študentom daná cesta – spôsob, ako sa dopracovať k neznámych parametrom, prípadne ako problémovú úlohu s neúplne definovaným problémom (NDP), kedy nie je jasný ani cieľ ani cesta k riešeniu daného problému. Danými problémovými úlohami tak možno rozvíjať tvorivé myslenie študentov.

Všetky tieto vyššie spomínané aktivity zamerané na analýzu pohybov pomáhajú u študentov rozvíjať ich manuálne zručnosti a zároveň aj ich intelektuálne spôsobilosti, čo možno nazvať jedným slovom kompetencie. Spracovaním a analýzou informácií v grafickej, obrazovej, analytickej alebo dátovej forme rozvíjajú študenti svoje sociálne komunikačné kompetencie. Využívaním vzorcov a modelov, grafov a tabuliek na zachytenie a popísanie pozorovaných dejov, tvorbou a overovaním hypotéz študenti rozvíjajú kompetencie uplatňovať matematické myslenie a poznanie v oblasti vedy a techniky. Prácou v skupine, spoluprácou, schopnosťou akceptovať skupinové rozhodnutia študenti rozvíjajú svoje sociálne a personálne kompetencie. Tieto svoje zručnosti môžu rozvíjať nie len v škole, ale aj doma, s ohľadom na dostupnosť IKT potrebných pre realizáciu daných analýz.

Analýzy ďalších videopríkladov a samotné videopríklady možno nájsť na nasledujúcich odkazoch [5, 6].

Záver

Analýza videozáznamov v programe Tracker sa javí ako efektívna vzdelávacia činnosť, pri ktorej si študenti precvičia prácu s grafmi, naučia sa z nich získavať potrebné informácie, nachádzajú súvislosti medzi fyzikálnymi veličinami, precvičia si analytický zápis časových závislostí, snažia sa popísať prebiehajúci dej matematickými funkciami. Z reakcií samotných študentov vyplynulo, že sa im takáto aktivita páči a radi by ju využívali aj v budúcnosti na iných predmetoch.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Slovenskou grantovou agentúrou KEGA na základe zmluvy č. 075-008ŽU-4/2010.

Literatúra

- [1] KRIŠŤÁK, Ľuboš - NĚMEC, Miroslav. 2011. *Inovácia fyzikálneho vzdelávania na technickej univerzite vo Zvolene*, Zvolen: Vydavateľstvo TU, 2011. 160 s. ISBN 978-80-228-2218-3
- [2] STEBILA, J. 2011. *Research and Prediction of the Application of Multimedia Teaching Aid in Teaching Technical Education on the 2nd Level of Primary Schools*, In: *Informatics in Education*, Vol. 10, 2011, No. 1, 105 – 122. ISSN 1648-5831, dostupné na: <http://www.mii.lt/informatics_in_education/pdf/INFE182.pdf>
- [3] HOCKICKO, P. 2010. *Nontraditional Approach to Studying Science and Technology*, In: *Communications*, Volume 12, 2010, No. 3, 66-71. ISSN 1335-4205, dostupné na <http://www.uniza.sk/komunikacie/archiv/2010/3/3_2010en.pdf>
- [4] program Tracker – dostupný na <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker>>
- [5] KÚDELČÍK, Jozef - HOCKICKO, Peter. 2011. *Základy fyziky*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2011. 272 s. ISBN 978-80-554-0341-0
- [6] videopríklady <<http://hockicko.uniza.sk/Priklady/videopríklady.htm>>

Adresa autora

PaedDr. Peter Hockicko, PhD.

Katedra fyziky, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita

Univerzitná 8215/1

010 26 Žilina

<http://hockicko.uniza.sk>, <http://duef.uniza.sk>

e-mail: hockicko@fyzika.uniza.sk,

ROZVOJ KĹÚČOVÝCH KOMPETENCIÍ SO ZAMERANÍM NA POZNÁVANIE PRÍRODY

Margareta Hockicková¹, Zuzana Filová¹, Peter Hockicko²

¹ZŠ s MŠ Lisková

²Katedra fyziky, Elektrotechnická fakulta, Žilinská Univerzita

Abstrakt: *Súčasná reforma školstva priniesla výrazné zmeny vo výchovno-vzdelávacom procese aj v materských školách. Bol vytvorený štátny vzdelávací program ISCED 0, ktorý umožňuje vytvoriť špecifický školský vzdelávací program v každej materskej škole. Pedagógovia majú možnosť určiť smerovanie a obsah vo vzdelávaní detí predškolského veku. V tomto článku poukazujeme na aktivity, ktoré realizujeme v prírodovednej oblasti s deťmi v materskej škole a primárnom vzdelávaní.*

Kľúčové slová: *predškolská pedagogika, štátny vzdelávací program ISCED 0, poznávanie prírody*

Úvod

Dieťa spoznáva okolitý svet a prírodu od prvého sebauvedomenia. Stáva sa jeho súčasťou a postupne dôležitým článkom spoločnosti, ktorá okolité prostredie mení a dotvára. Prostredníctvom zážitkov a skúseností si dieťa o okolitom svete vytvára vlastné teórie, preto je už v predprimárnom vzdelávaní dôležité, aby učitelia neignorovali životné skúsenosti detí a nesnažili sa im odovzdať čo najviac „hotových“ poznatkov. Naopak, deti si vyžadujú prístup, ktorého zmyslom je podnecovať ich k vyjadrovaniu svojich predstáv a vytvárať im prostredie aktivizujúce konštrukčné procesy [1].

Materskú školu v súčasnosti môžu navštevovať deti od 2-3 rokov. Deti v tomto vývinovom štádiu majú dostatočnú schopnosť objavovať aj spoznávať nové veci, sú veľmi vnímavé, hnané akousi vnútornou silou k nájdeniu odpovede na ich často kladenú otázku: „Prečo?“

Rodinné prostredie v súčasnosti nedokáže vytvoriť dostatočné podnety k všestrannému rozvoju osobnosti dieťaťa. Deti včasnou a pravidelnou dochádzkou do predškolského zariadenia získavajú spektrum zručností a schopností k ich ďalšiemu rozvoju v nasledujúcich vývinových štádiách. Integrácia dieťaťa do kolektívu predškolského zariadenia však nenahrádza rodinnú výchovu, ale sa má stať jej doplnkom, pretože predovšetkým citová výchova v rodine je nenahraditeľná. Súčasné postavenie rodiny pracujúcich rodičov nie je v spoločnosti príliš jednoduché, no i napriek tomu mnohí rodičia dávajú príležitosť rozvoju svojho dieťaťa na detských univerzitách [2], v záujmových krúžkoch alebo iných vzdelávacích aktivitách miest a obcí [3].

Prostredie MŠ umožňuje dieťaťu prostredníctvom plánovacej činnosti pedagógov všestranne rozvíjať ich zručnosti a schopnosti. Samotné plánovanie špecifických cieľov a z nich vyplývajúcich edukačných aktivít prebieha na základe schváleného školského vzdelávacieho programu, ktorý si vypracovali pedagógovia individuálne v každej materskej škole na základe štátneho vzdelávacieho programu ISCED 0 a pokynov Ministerstva školstva Slovenskej republiky. Preto pri umiestnení svojho dieťaťa do materskej školy máme možnosť vybrať materskú školu, ktorá najviac spĺňa naše predstavy o napredovaní a rozvoji nášho dieťaťa. Naše predstavy by však mali byť v súlade so záujmami a danosťami dieťaťa, pričom rešpektujeme jeho osobnosť.

Štátny vzdelávací program s názvom Dieťa a svet a aj školský vzdelávací program je členený na 4 tematické okruhy - Ja som, Ľudia, Príroda a Kultúra. Vo výchovno- vzdelávacom procese nestoja izolovane, ale vzájomne sa prelínajú a dopĺňajú, pričom u detí rozvíjajú perцепčno-motorickú, kognitívnu a verbálne-emocionálnu oblasť. Sú prostriedkom k dosiahnutiu špecifických cieľov, prostredníctvom ktorých dieťa získava kľúčové kompetencie. Kľúčové kompetencie nerozvíjame len tým spôsobom, že dieťaťu predkladáme naše skúsenosti a vedomosti, ale predovšetkým podnecujeme deti k hľadaniu, bádaniu a nachádzaniu riešení prostredníctvom výskumných

a bádateľských metód. Rozvoj najmä kognitívnych kompetencií má priamu súvislosť s prírodovednou gramotnosťou a jej dosiahnutou úrovňou. Prostredníctvom nej dieťa tvorí otázky a nachádza odpovede v prírodovednej oblasti, ktoré ďalej spracúva a využíva v nasledovných aktivitách. Vzdelávacie štandardy určujú obsah cieľov, ktoré má dieťa na konci predškolského veku mať osvojené. Dieťa tak dosiahne predprimárne vzdelanie. Súčasťou vzdelávacích štandardov sú obsahové a výkonové štandardy (špecifické ciele). Podľa foriem a metód, ktoré pedagóg zvolí, plný špecifický cieľ v edukačných aktivitách. Počas edukačných aktivít pedagóg využíva rôzne zdroje, ktoré sú mu nápomocné k dosiahnutiu vytýčeného cieľa. Zdroje len ako obrazový materiál sú nedostatočné, neumožňujú mu priamo bádať, spoznávať a odhaľovať okolitý svet. Deti najviac zaujímajú tie oblasti, v ktorých je množstvo otázok a odpovede na ne nepoznajú. Nachádzajú množstvo nových poznatkov a súvislostí, a tým uspokojujú svoju prirodzenú túžbu hľadať a objavovať. Jednou z takýchto tém je aj vesmír. Je vhodné, keď danú tému zaradíme do výchovno-vzdelávacích aktivít ako viaceré témy týždňa, napr. Slnko, Slnčná sústava, vesmír, Svetlo a tma a pod. Nasledujúce tabuľky poukazujú na aktivity, ktoré boli realizované v materskej škole s deťmi v predškolskom veku so zameraním na poznávanie prírody a jej zákonitosti.

Tab. 1: Ciele na spoznávanie prírody – téma: Farebný svet.

Vek	5-6 rokov
Téma	Farebný svet
Spôsobilosť	Dieťa bude vedieť pomenovať a namiešať novú farbu
Cieľ	Uplatňovať na základe experimentu farebnú rozmanitosť vo výtvarných a technických produktoch
Úloha	Experimentovať s miešaním farieb, pozorovať a opísať daný jav
Forma	Individuálna
Edukačná aktivita	Fúkanie, miešanie, zapúšťanie, prekryvanie
Postup	Deti rôznou technikou a materiálom vytvárajú farby vyššie uvedenými technikami
Pomôcky	Temperové a vodové farby, plastelína, priesvitné papiere, farebné fólie



Obr. 1: Fúkanie, miešanie, zapúšťanie, prekryvanie farieb

Tab. 2: Téma: Nebezpečné predmety.

Vek	5-6 rokov
Téma	Nebezpečné predmety
Spôsobilosť	Dieťa rozlíši pojmy tupý, ostrý, oblý, horľavý, nehorľavý, jedlý, jedovatý
Cieľ	Vedieť rozlíšiť nebezpečenstvo pri manipulácii s chemikáliami, liekmi,

	nebezpečnými predmetmi a hubami
Úloha	Opísať nebezpečenstvo vyplývajúce z manipulácie s nebezpečnými predmetmi
Forma	Kolektívna, skupinová, individuálna
Edukačná aktivita	Pozorovanie videonahrávky, odôvodňovanie nebezpečných situácií, triedenie obrázkov nebezpečných predmetov, práca s pracovným listom
Postup	Deti pozorujú DVD s nebezpečnými situáciami, ktoré opisujú a odôvodňujú, triedia obrázky nebezpečných predmetov, ktoré pomenúvajú, vypracovávajú pracovný list s nebezpečnými predmetmi
Pomôcky	DVD, škatuľky a fľašky liekov, nožnice, nôž, ihla, fľašky z chemikálií, črepiny skla, pracovný list, pastelky

Tab. 3: Téma: Materiály, ktoré nás obklopujú.

Vek	5-6 rokov
Téma	Materiály, ktoré nás obklopujú
Spôsobilosť	Dieťa bude vedieť pomenovať materiál výrobku
Cieľ	Rozlíšiť a pomenovať materiály, z ktorých sú vyrobené predmety
Úloha	Pomenovať materiál aj bez zrakového vnímania
Forma	Kolektívna, skupinová, individuálna
Eduk. aktivita	Určovanie materiálu na základe hmatu a sluchu
Postup	Deti chytením predmetu v škatuli určujú, z akého materiálu je vyrobený, taktiež určujú materiál dvoch zhodných predmetov na základe vydávaného zvuku, triedia predmety podľa materiálu v pracovnom liste, vyhľadávajú a pomenovávajú kontajnery určené na separovanie, vyhľadávajú v priestore predmety na základe zvoleného materiálu, porovnávajú spôsob výroby jednotlivých materiálov
Pomôcky	Predmety z rôznych materiálov, obrázky rôznych predmetov, škatuľa, šatka, pracovný list, pastelky, separovacie koše

Tab. 4: Téma: Vlastnosti materiálov.

Vek	5-6 rokov
Téma	Vlastnosti materiálov
Spôsobilosť	Dieťa bude vedieť vymenovať vlastnosti rôznych materiálov
Cieľ	Skúmať povrch, farbu, horľavosť, teplotu, tvrdosť, pevnosť a hustotu materiálu
Úloha	Experimentovať s materiálmi
Forma	Frontálna, skupinová, individuálna
Edukačná aktivita	Pozorovanie, experimentovanie, porovnávanie a opísanie vlastností textilu, skla, dreva, plastu, kovu
Postup	Dieťa experimentuje, pozoruje, manipuluje s materiálmi: krčí, ponára do vody, napúšťa vodou, sleduje horľavosť, prikladá proti svetelnému zdroju, strihá, láme
Pomôcky	Papier, papierový pohár, plast priehľadný a nepriehľadný, plastový pohár, drevené paličky, drevený pohár, kovové pliesky, kovový pohár, handrička, textilné vrecúško

Tab.5: Téma: Nebezpečný oheň, plyn a elektrina.

Vek	5-6 rokov
Téma	Nebezpečný oheň, plyn a elektrina
Spôsobilosť	Dieťa bude poznať vlastnosti elektriny, plynu a ohňa

Cieľ	Poznať príčiny možného nebezpečenstva pri manipulácii so zápalkami, elektrospotrebičmi, elektrickými zásuvkami a plynovými spotrebičmi
Úloha	Pozorovať, opísať a zdôvodniť nebezpečenstvo vyplývajúce z manipulácie s elektrickým zariadením, zápalkami, plynovými spotrebičmi
Forma	Frontálna, skupinová, individuálna
Eduk. aktivita	Pozorovanie, opisovanie, rozhovor, kreslený príbeh nebezpečnej situácie
Postup	Deti priamo pozorujú, opisujú a hodnotia prácu pedagóga pri manipulácii so zápalkami, reakciu ohňa na horľavých látkach, opisujú obrazový materiál a hodnotia nebezpečenstvo vyplývajúce z obrázka, vyhľadávajú v priestoroch MŠ a okolí MŠ označenie elektriny a plynu, výtvarne zobrazia nebezpečnú situáciu v kreslenom príbehu
Pomôcky	Zápalky, horľavý materiál, obrázky, výkres, pastelky, značky plynu a elektriny

Tab. 6: Téma: Magnetické pole.

Vek	5-6 rokov
Téma	Magnetické pole
Spôsobilosť	Dieťa bude vedieť triediť predmety podľa vplyvu magnetického poľa
Cieľ	Vedieť manipulovať s magnetmi a inými predmetmi
Úloha	Manipulovať s magnetmi, pozorovať a opísať vzájomnú magnetickú silu, pozorovať a opísať pôsobenie magnetu na predmety z rôznych materiálov
Forma	Frontálna, skupinová, individuálna
Eduk. aktivita	Pozorovanie, opisovanie javu, hra s magnetom, triedenie predmetov
Postup	Deti sledujú demonštráciu pedagóga s magnetmi, uvedomujú si magnetickú silu, navzájom manipulujú s magnetmi, pokusom s magnetom priťahujú rôzne predmety, určujú a triedia predmety podľa ich reakcie na magnet, lepia figúrky na magnety, s ktorými hrajú futbal
Pomôcky	Magnety rôznych veľkostí, špendlíky, klince, piliny, igelitové vrečko, papier, textil, sklo, lep, papierové figúrky

Tab. 7: Téma: Dúha.

Vek	5-6 rokov
Téma	Dúha
Spôsobilosť	Deti budú vedieť vymenovať farby rozloženého bieleho svetla
Cieľ	Vedieť experimentovať s vlastnosťami farieb
Úloha	Priamo pozorovať dúhu, za pomoci vody, skla vytvoriť dúhu
Forma	Frontálna, skupinová, individuálna
Edukačná aktivita	Priame pozorovanie, manipulácia so skleneným pohárom naplneným vodou, pokus, zakresľovanie vytvorenej dúhy, miešanie farieb, určovanie, porovnávanie
Postup	Deti priamo pozorujú na oblohe dúhu, následne ju namaľujú vodovými farbami, experimentujú s pohárom naplneným vodou tak, aby naň dopadalo slnečné svetlo, vzniknutú dúhu porovnávajú s namaľovanou dúhou, hadicou rozprašujú vodu po trávniku a snažia sa vytvoriť dúhu, pričom si uvedomujú svoju pozíciu vzhľadom na vodu, dúhu a Slnko
Pomôcka	Vodové farby, štetce, výkresy, sklenené poháre s vodou, biela podložka, hadica napojená na hydrant



Obr. 2: Manipulácia so skleneným pohárom naplneným vodou a hľadanie dúhy

Tab. 8: Téma: Skupenstvá vody.

Vek	5-6 rokov
Téma	Skupenstvá vody
Spôsobilosť	Deti budú vedieť aké skupenstvá má voda za určitých podmienok
Cieľ	Poznať a opísať prírodné javy ovplyvnené počasím
Úloha	Vyhľadať, vytvoriť a opísať pevné, plynné, kvapalné skupenstvo vody
Forma	Frontálna, skupinová, individuálna
Edukačná aktivita	Vyhľadávanie skupenstiev vody v prírode, ich pomenovanie, pokus, vytváranie jednotlivých skupenstiev za pomoci varu, zmrazovania, topenia, porovnávanie ich vlastností
Postup	Deti v prírode vyhľadávajú a pomenovávajú skupenstvá vody, následne sa ich snažia vytvoriť nalieváním vody do misiek, nechajú pôsobiť na mraze, topením vytvoria kvapalné skupenstvo, pozorujú vyparovanie vody pri vare, ktorú spätne ochladzujú na kvapalné skupenstvo (dážď), vzájomne porovávajú vlastnosti v jednotlivých skupenstvách (priehľadnosť, farba, tvrdosť, kvapalnosť, vôňu, objem...)
Pomôcky	Voda, misky, rýchlovarná kanvica, pokrievka, kyvadlová váha

Tab.9: Téma: Rozpustnosť- sedimentácia.

Vek	5-6 rokov
Téma	Rozpustnosť- sedimentácia
Spôsobilosť	Deti budú vedieť určiť, ktoré látky sa rozpúšťajú a usadzujú vo vode
Cieľ	Vnímať a určiť rôzne vlastnosti materiálu
Úloha	Pozorovať pohyb častíc vo vode, určiť, ktorý je rozpustný alebo sa usádza
Forma	Frontálna, skupinová, individuálna
Eduk. aktivita	Pozorovanie, určovanie, triedenie, pokus, zakreslenie pokusu
Postup	Deti naplnia 11 pohárov vodou, postupne do každého pohára nasypú inú látku, zamiešajú a pozorujú rozpustnosť danej látky, následne pokus zakreslia, na záver triedia dané látky podľa rozpustnosti
Pomôcky	Múka, cukor, soľ, farba, piesok, hlina, mak, šumienka, čaj, rozpustná a mletá zrnková káva, výkres, pastelky, vareška

Tab. 10: Téma: Vesmír.

Vek	5-6 rokov
Téma	Vesmír
Spôsobilosť	Deti budú poznať dôvod striedania dňa a noci
Cieľ	Vedieť sa orientovať v časových vzťahoch

Úloha	Deti sa budú hrať hru Slnko, Mesiac a Zem
Forma	Frontálna
Eduk. aktivita	Pohybová hra, pozorovanie, výtvarné vyjadrenie, rozhovor
Postup	Deti budú pozorovať pohyb Slnka na oblohe, slovne vyjadrí svoje predstavy o pohybe Slnka, na základe pozorovania modelu Slnko, Zem a Mesiac a slovného výkladu pedagóga si uvedomia reálne pohyby vesmírnych telies a ich vplyv na striedanie dňa a noci, tento poznatok si potvrdia aj sledovaním DVD k danej téme, pohybom vlastného tela znázornia pohyb vesmírnych telies hrou na Slnko, Mesiac a Zem, výtvarne vyjadrí deň a noc.
Pomôcky	Model Slnka, Mesiaca a Zeme, DVD vesmíru, encyklopédia vesmíru, obrazový materiál vesmíru, modelovacia hmota

Tab. 11: Téma: Svetlo z Mesiaca.

Vek	5-6 rokov
Téma	Svetlo z Mesiaca
Spôsobilosť	Deti budú poznať pôvod mesačného svitu
Cieľ	Vyjadriť výtvarne predstavy o Mesiaci
Úloha	Odraziť slnečné svetlo na dané miesto za pomoci zrkadla
Forma	Frontálna, individuálna
Edukačná aktivita	Experimentovanie so zrkadlom, odrážanie svetla, počúvanie s porozumením, výtvarné vyjadrenie predstáv o Mesiaci
Postup	Deti priamo pozorujú mesačný svit a slovne vyjadrujú svoje predstavy o mesačnom svetle, experimentujú so zrkadlom tak, aby slnečné svetlo odrazili zrkadlom na stenu, na základe slovného vysvetlenia pedagóga sa snažia predstaviť a odôvodniť pôvod mesačného svitu
Pomôcky	Obrazový materiál vesmíru, encyklopédia vesmíru, model Slnka, Zeme a Mesiaca, zrkadielka, výkres, vodové farby, plastelína



Obr. 3: Experimentovanie so sklom, zrkadlom, odraz od mobilu

Záver

Deti najviac zaujímajú tie oblasti, v ktorých je množstvo otázok a odpovede na ne nepoznajú. Nachádzajú množstvo nových poznatkov a súvislostí, a tým uspokojujú svoju prirodzenú túžbu hľadať a objavovať. Aby dieťa dosiahlo vyššiu úroveň prírodovednej gramotnosti, je nutné, aby pedagógovia na MŠ zaraďovali tematiku z prírodovednej oblasti čo možno najčastejšie. Je taktiež potrebné, aby samotní pedagógovia vytvárali podmienky pre tvorivý rozvoj prírodovednej

gramotnosti. Prieskumy po realizácii Žilinskej detskej univerzity ukázali, že ak by si deti v primárnom vzdelávaní mali vybrať medzi prednáškami, videosimuláciami, hrami a experimentmi, takmer 50% z nich by si zvolilo experimenty [2]. Ďalšie prieskumy ukázali, že deti, ktoré sa zapájajú do mimoškolských aktivít prejavujú vyšší záujem o získavanie nových poznatkov, čo sa priaznivo odzrkadľuje aj v rozvoji ich osobností [3]. Využívanie experimentov a poznávacích aktivít vo vyučovaní od najnižších stupňov vzdelávacieho systému predstavuje inovatívnu a stimulujúcu cestu zasväcovania do vedy už od útleho detstva.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Slovenskou grantovou agentúrou KEGA na základe zmluvy č. 002KU-4/2011

Literatúra

- [1] ROCHOVSKÁ, Ivana. 2011. *Využívanie bádateľských aktivít v materskej škole*. Ružomberok: Verbum 2011. 72 s. ISBN 978-80-8084-666-4
- [2] HOCKICKO, P. – TARJÁNYIOVÁ, G. 2010. *The Role of Children's Universities in Increasing the Interest in Studying Science and Technology*. In: Holbrook, J., Rannikmäe, M., Soobard, R., Cavas, B., Kim, M.: *Proceedings of the 3rd Word conference on science and technology education ICASE 2010 Innovation in science and technology education: research, policy, practise*, University of Tartu, Estonia, 2010, s. 259 -264. ISBN 978-9985-4-0607-6
- [3] HOCKICKO, P. – HOCKICKOVÁ, M. 2010. *Rozvoj kognitívnych kompetencií detí predškolského a mladšieho školského veku*. In: Rochovská, I., Akimjaková, B.: *Zborník z II. medzinárodnej vedeckej konferencie Tradície a inovácie vo výchove a vzdelávaní modernej generácie učiteľov IV*. Ružomberok: Verbum, 2010, s. 103-109, ISBN 978-80-8084-617-6

Adresa autorov

PaedDr. Margareta Hockicková, Mgr. Zuzana Filová
ZŠ s MŠ Lisková
Pod Chočom 112
034 81 Lisková
e-mail: margaretahockickova@post.sk

PaedDr. Peter Hockicko, PhD.
Katedra fyziky, Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
<http://hockicko.uniza.sk>, <http://duef.uniza.sk>
e-mail: hockicko@fyzika.uniza.sk,

POZNATKY Z VÝJAZDOVÝCH FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH PREZENTÁCIÍ

Oľga Holá

Ústav fyzikálnej chémie a chemickej fyziky FCHPT STU, Bratislava

Abstrakt: V rámci riešenia projektu APVV LPP „Fyzika a chémia v našom živote dnes a zajtra“ uskutočňujeme prednáškovo-experimentálne výjazdy na stredné školy. Ponúkli sme doteraz 11 rozpracovaných tém, ktorými sme oslovili učiteľov fyziky a chémie na rôznych stredných školách a podľa ich záujmu sme realizovali prvé výjazdy. V príspevku chceme informovať o obsahu a forme týchto prezentácií, ako aj o prvých skúsenostiach z realizovaných akcií.

Kľúčové slová: popularizácia vedy, veda hrou, prednáškovo-experimentálne turné

Úvod

V dôsledku znižovania výmery hodín prírodovedných predmetov na stredných školách, ako aj averzie k týmto predmetom v spoločnosti všeobecne, je potrebné hľadať nové formy „výučby“. Musíme sa snažiť prekonať nechúť a naopak vzbudiť záujem mladých ľudí o prírodné vedy a techniku. V rámci riešenia projektu APVV: „Fyzika a chémia v našom živote dnes a zajtra“ hľadáme nové formy vzdelávania mladej generácie v oblasti prírodných a technických vied. Aplikáciou myšlienky „veda hrou“ sa snažíme prekonať nechúť, ba niekedy až odpor k fyzike a naopak podnietiť záujem mládeže o svet prírody okolo nás. Súčasne s popularizáciou známych prírodných javov, snažíme sa aj o transfer novších vedecko-technických poznatkov. Hlavným cieľom a konečným efektom je zvýšenie motivácie a záujmu mladých ľudí o prírodné a technické vedy.

1. Forma transferu informácií

Riešenie nášho projektu uskutočňujeme rôznymi formami. Jednou z nich je realizácia prednáškovo – experimentálnych výjazdov na stredné školy. V prípravnej fáze sme pripravili bloky ponúkaných tém a vytvorili sme celkový scenár takýchto prezentácií. Bolo potrebné k jednotlivým témam pripraviť vhodné demonštrácie, jednoduché pokusy a experimenty. Takisto sme dotvárali našu videofilmotéku vytvorením ďalších nových filmov a videoklipov k jednotlivým blokom. V súčasnosti máme k dispozícii nasledovnú vlastnú videofilmotéku z oblasti fyziky, chémie (Tab.1) a využitia ionizujúceho žiarenia (Tab.2):

Tab 1. Videá z fyziky a chémie

Fyzika a chémia
1. Pohybová rovnica
2. Vrh
3. Zotrvačné sily
4. Hry s tekutinami
5. Elektrostatické pole
6. Magnetizmus
7. Naše Slnko
8. Odraz a interferencia
9. Optická mriežka
10. Chemické reakcie známe, neznáme?

Súčasne boli vytipované aj niektoré animácie, resp. videoklipy z internetu. V ďalšej etape sme oslovili listom učiteľov stredných škôl s ponúkanými témami. Na základe ich odozvy sme pripravili predbežný harmonogram plánu výjazdov.

Tab 2. Videá z aplikácií ionizujúceho žiarenia

Ionizujúce žiarenie
1. Rádioaktivita 2. Ožarovňa 3. Rtg lúče a rtg difraktometer 4. Dni radiačnej ochrany 5. Protónový synchrotrón v Ružomberku 6. Využitie rtg lúčov v lekárskej diagnostike 7. Moderné zobrazovacie techniky v rádiológii a v nukleárnej medicíne 8. Nukleárna medicína – otvorené žiariče v diagnostike a terapii 9. Ionizujúce žiarenie a radiačná ochrana v medicíne

V ďalšom texte uvádzame ponúkané témy výjazdových prezentácií. Väčšina prezentácií pozostáva z 1 alebo 2 prednášok, spracovaných v powerpointe, z (1 – 3) filmov, resp. klipov, animácií a súboru demo – pokusov, fyzikálnych hračiek a jednoduchých experimentov. Realizácia každej z uvedených tém vyžaduje časovú dotáciu (2 – 3) vyučovacie hodiny.

1. téma **Pohyby v prírode a príčina pohybov**

- Prednáška: **Čo je to pohyb a kedy vzniká, aké pohyby poznáme?**
- Film: **Pohybová rovnica**
- Film: **Vrhy**
- Prednáška: **Zotrvačné sily**
- Film: **Zotrvačné sily**
- Demonštrácie: pokusy na naklonenej rovine, vrhy – „strielanie“, „čašnícka ekvilibristika“

2. téma **Kvapalina v pokoji a v pohybe**

- Prednáška: **Aplikácie** Pascalovho, Archimedovho zákona. Bernoulliho rovnica v bežnom živote.
- Film: **Hry s tekutinami, Bernoulliho rovnica,**
- Demonštrácie: Hry s kvapalinou, hydrostatický paradox, hydrodynamický paradox, výtok kvapaliny

3. téma **Slnko a optické klamy**

- Film **Naše Slnko**
- Demonštrácie: Lom, Totálny odraz. Optické klamy

4. téma **Svetlo – energia budúcnosti?**

- Prednáška: **O pôvode svetla a jeho vlastnostiach**
- Prednáška: **O výskume materiálov pre fotovoltaiiku**
- Demonštrácie: Vznik vlnenia. Difrakcia a rozklad svetla, fotočlánok.

5. téma **Magnetické javy v prírode a využitie silných magnetov**

- Film: **Magnetizmus**
- Demonštrácia: Jednoduché pokusy s magnetmi. Levitácia. Magnetické hračky.
- Prednáška: **Využitie silných magnetov** – MRI, cyklotróny, synchrotróny.

6. téma **Magnetizmus a chémia**

- Prednáška: **O pôvode magnetizmu**
- Prednáška: **Využitie NMR a EPR techník v chemickom výskume a medicíne**
- Demonštrácie: Magnetické polia v okolí vodičov s pretekajúcim elektrickým prúdom.

7. téma **Rádioaktivita – strašiak ľudstva alebo náš súputník**

- Film **Rádioaktivita**
- Prednáška **Rádioaktivita okolo nás** Demonštrácie: Dozimetria.

8. téma **Röntgenové žiarenie**

- Prednáška **Vznik röntgenového žiarenia a jeho využitie**
- Využitie vo vede: film **Rtg difraktometer**
- Využitie v medicíne: film **Rtg v diagnostike**

9. téma **Moderná fyzika a chémia v medicíne**

- Prednáška **Poznáte princípy činnosti CT, MRI, ultrazvuku, PET –ky**
- Film **Moderné zobrazovacie techniky v rádiológii a v nukleárnej medicíne**
- Prednáška: **Čo sú to rádiofarmaká?**
- Film **Nukleárna medicína – otvorené žiariče v diagnostike a terapii**

10. téma **Chemické reakcie známe – neznáme**

- Prednáška: **Čo sú to chemické reakcie?**
- Film: **Chemické reakcie známe, neznáme?**
- Demonštrácie: Príklady na reakcie s farebnými zmenami, oscilačné reakcie.
- Termometrická titrácia (Coach lab)

11. téma **Spôsoby izolácie aromatických látok**

- Prednáška: **Separačné techniky prírodných látok**
- Demonštrácia základných separačných techník
- Ukážky prírodných aróm a vonných látok

2. Realizácia výjazdových prezentácií



Obr. 1 Powerpointová časť prezentácie

Na základe osobných kontaktov, získaných napríklad aj na predošlých ročníkoch národného festivalu fyziky „Tvorivý učiteľ“, ako aj na základe odozvy na ponukový list - sme koncom minulého kalendárneho roku 2010 a najmä začiatkom tohto roku 2011 - doposiaľ zrealizovali celkove 20 prednášok na gymnáziách z rôznych kútov Slovenska od Bratislavy až po Košice. Na týchto prednáškovo-experimentálnych výjazdoch boli prezentované témy 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11 (podľa požiadaviek stredných škôl). Powerpointovú prednášku sme dopĺňali jednoduchými pokusmi, dávali sme kolovať fyzikálne hračky a pod. Každú prednášku sme kombinovali s našimi videofilmami alebo krátkymi videoklipmi z internetu. Na obr.1 je záber z takejto powerpointovej časti prezentácie, ktorá sa konala počas „Týždňa vedy a techniky na Slovensku“ v Prírodovednom múzeu v Bratislave. Zúčastnili sa na nej dve gymnaziálne triedy ako aj triedy z odbornej elektrotechnickej školy. V druhej časti prezentácií alebo priebežne sme realizovali jednoduché pokusy a demonštrácie. V záverečnej časti akcií sa študenti mohli sami „pohrať s experimentom“.



Obr. 2 Jednoduché experimenty z fyziky

Na nasledovných fotografiách sú niektoré z experimentov, do ktorých sa zapojila väčšina zúčastnených študentov. Na obr. 2 ide o demonštráciu vzniku stojatého vlnenia a na obr. 3 ide o jednoduché chemické pokusy.



Obr.3 Jednoduché experimenty z chémie

Každá naša prezentácia bola ukončená vyhodnotením súťaže, súťažné otázky dostali študenti na začiatku prezentácií. Tým sme dosiahli jednak udržanie pozornosti počas celej akcie, jednak sme získali spätnú väzbu, do akej miery študenti danú problematiku zvládli. Na obr. 4 vidieť zaujatie študentov pri zodpovedaní súťažných otázok.



Obr.4 Riešenie súťažných otázok

Vyhodnotenie súťaže a symbolické vecné odmeny víťazom – študentov potešili a prispeli k celkovej výbornej atmosfére na týchto podujatiach (obr.5).



Obr. 5 Odovzdávanie cien víťazom

Záver

Radi by sme v našich aktivitách pokračovali a preto sa aj týmto príspevkom obraciame na pedagógov - záujemcov zo stredných škôl, pokiaľ majú záujem o takúto formu „vyučovania“, môžu nás kontaktovať prostredníctvom uvedenej mailovej adresy. Naša forma prezentácie je napríklad vhodná po odučení určitých tematických celkov ako zopakovanie tejto stredoškolskej látky a naviac s dodatkom informácií z novších oblastí výskumu.

PodĎakovanie

Táto práca je podporovaná Agentúrou APVV na základe zmluvy č.LPP-0230-09.

Adresa autora

Doc. RNDr. Oľga Holá, PhD.

Ústav fyzikálnej chémie a chemickej fyziky FCHPT STU

Radlinského 9

812 37 Bratislava

e-mail: olga.hola@stuba.sk

ŽIACKE VIDEOMERANIA BRZDNÝCH DRÁH AUTOMOBILU

Peter Horváth

KTFDF FMFI UK Bratislava

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Bratislava

Abstrakt: Obsahom príspevku je opis metodiky, žiackej aktivity videomerania brzdnych dráh auta. Aktivita bola motivovaná snahou zvýšiť povedomie žiakov o dopravnej bezpečnosti, konkrétne dôležitosťou dodržiavať primeranú a dovolenú rýchlosť. Druhou motiváciou bolo poukázať na zlé žiacke predstavy o vzdialenostiach, pričom touto aktivitou sa snažíme, aby žiaci nadobudli reálnejšie predstavy. Nezanedbateľná je aj motivačná funkcia, keď na vyučovacej hodine analyzujeme so žiakmi situácie z reálneho života a veríme, že fyzikálne poznatky získané počas hodiny môžu prispieť k slušnejšiemu správaniu sa žiakov, keď si sadnú za volant. Obsahovo ide o prierezovú tému, môže byť realizovaná aj na cvičení zameranom na ochranu človeka a prírody.

Kľúčové slová: videomeranie, žiacka aktivita, spracovanie meraní, brzdná dráha, dopravná bezpečnosť

Úvod

Videomeraním nazývame také meranie, pri ktorom využívame videozáznam. Z neho, posúvaním záznamu po jednotlivých snímkach, zisťujeme časovú závislosť polohy, rýchlosti, prípadne zrýchlenia pohybu. Výsledkom videomerania býva graf závislosti spomenutých kinematických veličín od času. Videomerania môžeme uskutočňovať buď z vopred pripravených videonahrávok, alebo môžeme priamo na vyučovacej hodine nasnímať vlastné nahrávky a tieto potom analyzovať. Analyzovať svoje vlastné nahrávky býva pre žiakov motivujúce, treba však počítať s časom na samotné nasnímanie a prípadné spracovanie nasnímaných nahrávok. Fotoaparáty, prípadne kamery, s ktorými sa dajú nahrávať pre videomerania vhodné nahrávky sú už dnes cenovo dostupné.

Spracovanie merania prebieha po prenesení nahrávky do počítača. Nahrávku je niekedy vhodné pred samotným vyhodnotením merania upraviť. Pod úpravou rozumieme najmä odstránenie nepotrebných častí záznamu, obyčajne z jeho začiatku a konca, a prípadnú konverziu, preformátovanie záznamu na formát vhodný pre videoanalýzu. Na samotnú videoanalýzu môžeme použiť rôzne programy. Ak nahráme napríklad pád loptičky s pozadím pokreslenej tabule (napríklad Horváth, Šedivý 2006), môžeme analýzu uskutočniť jednoduchým spôsobom, zaznamenávaním polohy loptičky na samotné pozadie. Nepotrebujeme špeciálny softvér, stačí nám prehliadač videa, kde môžeme záznam sledovať po jednotlivých obrázkoch. Na tento typ spracovania sa osvedčil napríklad program Quick Time Player.

Ak chceme ako výsledok videoanalýzy mať priamo na obrazovke zobrazené grafy závislostí polohy, prípadne rýchlosti od času, potrebujeme vhodný softvér. V ňom potom naznačujeme pomocou myši okamžitú polohu telesa na jednotlivých snímkach videa. Medzi naznačenými polohami telesa tak ubehol vždy rovnaký časový interval. Zo všetkých programov umožňujúcich takéto videomerania spomenieme Vianu, Easyvid, Coach 6 a čoraz populárnejší Tracker.

Informácie a námety na videomerania môžete nájsť aj v prácach našich kolegov z Košíc (Ješková, Kíreš 2005), ale aj u Lepila (Lepil 2005), pekné námety na videomeranie nájdete aj u Mirka Jílka (Jílek 2004). Návod na prácu s Coach nájdete napríklad u Demkanina (Demkanin 2006). Videomeranie voľného pádu, vrhov a kmitov bolo predmetom školení pre učiteľov na seminári na Smrekovici (Horváth, Šedivý 2006), a na seminári Šoltésve dni 2006 (Horváth, Šedivý 2007). Návod bol prezentovaný aj v rámci didaktického internetového vysielania (fyzikus.fmph.uniba.sk/vysielanie).

Na konferencii v Smoleniciach sme realizovali videomerania vo voľne dostupnom a kvalitnom programe Tracker. Je priateľský na ovládanie a obsahuje aj bohaté nástroje na spracovanie

a analýzu mechanických pohybov. Informácie a námety na merania v programe Tracker môžete nájsť napríklad aj v práci Ivana Duľu (Duľa 2009).

Žiacke predstavy o brzdných dráhach auta

Mnohí zo žiakov začínajú šoférovať veľmi mladí. Jednou z častých príčin vážnych a žiaľ mnohokrát tragických nehôd mladých ľudí je aj vysoká rýchlosť, ktorá nezodpovedá ich vodičským schopnostiam a skúsenostiam. V poisťovniach majú informácie o nehodovosti mladých ľudí, a z toho dôvodu jedna z poisťovní pristúpila k tomu, že neuzatvára poisťky s vodičmi mladšími ako 24 rokov (<https://poistenie.csob.sk/pzp/Strana2a.aspx>). Z našej skúsenosti vyplýva, že u väčšiny našich žiakov abscentuje dobrá predstava o vzdialenostiach potrebných na zabrzdenie auta z rôznej rýchlosti. Túto skutočnosť dokladujú aj nami zadané dva krátke testy, ktoré sa týkali zistenia žiackych predstáv o závislosti brzdné dráhy auta od jeho počiatočnej rýchlosti. Pýtali sme sa 17 – 19 ročných žiakov (štvrtý ročník 5-ročného gymnázia). Žiaci mali do tabuľky vyplniť, aká je brzdná dráha auta z rôznych počiatočných rýchlostí. Zaujímala nás „čistá“ brzdná dráha, bez uváženia reakčného času vodiča.

Anketu vyplnilo spolu 17 žiakov, z nich 9 uvádzali výsledky výrazne nižšie, ako sú v skutočnosti. Výrazné odchýlky boli najmä pri brzdných dráhach z vysokých počiatočných rýchlostí. Ich predstava bola, že z rýchlosti 80 km/h zabrzdia na dráhe 10 – 20 metrov.

Tab 1: Úvodná tabuľka pre žiakov, zisťujeme ich predstavy o brzdných dráhach.

Počiatočná rýchlosť	Brzdná dráha v metroch
20 km/h	m
40 km/h	m
60 km/h	m
80 km/h	m
100 km/h	m
50 km/h	m

Tab 2: Druhá tabuľka na zisťovanie žiackych predstáv o brzdných dráhach

Počiatočná rýchlosť	Brzdná dráha v metroch
20 km/h	m
40 km/h	8 m
60 km/h	m
80 km/h	m
100 km/h	m
50 km/h	m

Druhý zadaný test bol veľmi podobný. Žiakom sme uviedli, že brzdná dráha z rýchlosti 40 km/h je 8 metrov. Úloha žiakov bola doplniť zvyšné brzdné dráhy v tabuľke.

Test opäť vyplnilo tých istých 17 žiakov. Z výsledkov vyplýva, že väčšina našich žiakov má o brzdné dráhe predstavu, že závisí od počiatočnej rýchlosti lineárne. Takéto odpovede boli identifikované u 14 žiakov. Z nich trinásti opäť uviedli výrazne kratšie brzdné dráhy z vyšších počiatočných rýchlostí.

Meranie brzdnéj dráhy auta

Pri našej konkrétnej aktivite s meraním závislosti brzdnéj dráhy automobilu od jeho počiatočnej rýchlosti využijeme súbor videonahrávok, ktoré boli pripravené ako súčasť diplomovej práce Andreja Karlubíka (Karlubík 2010). Diplomant pripravil nahrávky na vodorovnej ceste na letisku. Nahraté boli brzdenia auta z piatich rôznych počiatočných rýchlostí, od 20 km/h do 100 km/h. Tieto rýchlosti boli odmerané (odhadnuté) tachometrom auta (počiatočné rýchlosti odmerané pomocou videomerania vychádzajú nižšie). Snahou vodiča automobilu bolo začať s brzdením vždy na tom istom mieste, záber kamery začínal práve na tomto mieste. Šírka záberu bola zvolená tak, aby sa do záberu zmestila celá brzdná dráha z najvyššej rýchlosti. Samotnú analýzu záznamu sme realizovali vo voľne dostupnom programe Tracker.

Pred realizáciou samotného merania, čiže ešte pred označovaním okamžitej polohy auta na jednotlivých snímkach, je nutné meranie pripraviť. Príprava merania je obsahom bodov 1 až 5. Šiestym bodom je samotné meranie, označovanie polohy telesa na jednotlivých snímkach. Postupujeme podľa nasledovných bodov:

1. Ohraničenie videosekvencie na analýzu;
2. Výber počtu záberov na analýzu, krokovanie;
3. Definícia súradnicovej sústavy;
4. Definícia mierky, v našom prípade pomocou rozmerov auta;
5. Definícia objektu na analýzu, v našom prípade zadáme, že analyzujeme jeden (hmotný) bod;
6. Meranie, označovanie polohy telesa na snímkach.

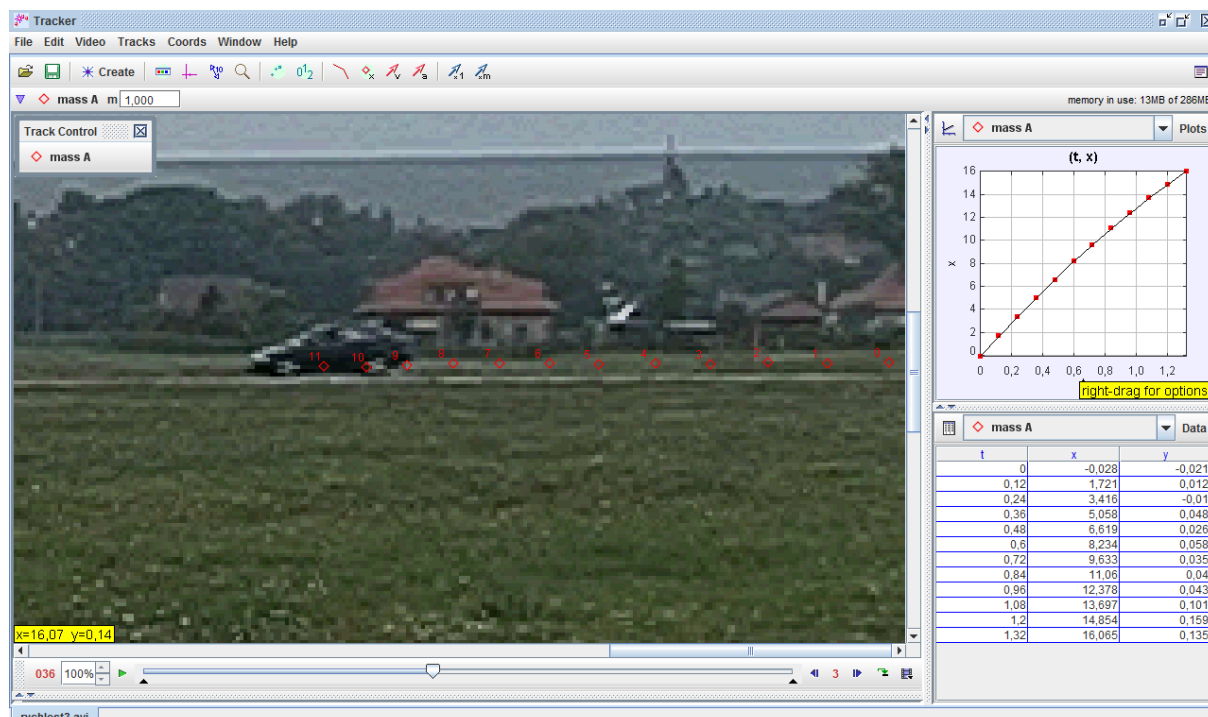
ŠKODA Octavia 1.6 LX

sedan, P, M5

Cena	3 500,00 €	(105 441,00 Sk)
Najazdené km	178000 km	
Výrobené	5/1999	
Uvedené do prevádzky	5/1999	
Výkon	55 kW / 75 PS	
Palivo	Benzín	
Pohon kolies	Predných kolies	
Prevodovka	Manuál (5 st.)	
Druh karosérie	Sedan	
Objem valcov	1598 cm ³	
Počet dverí	5	
Farba	modrá	
Pneumatiky	195/60 R15	
Počet predch. majiteľov	2	
Maximálna rýchlosť	172 km/hod.	
Spotreba v meste	10.80 l	
Spotreba kombinovaná	7.60 l	
Spotreba mimo mesta	5.80 l	
Rozmery (d/š/v)	4511 x 1731 x 1429 mm	
Aktualizované	01.04.2010 08:11:44	

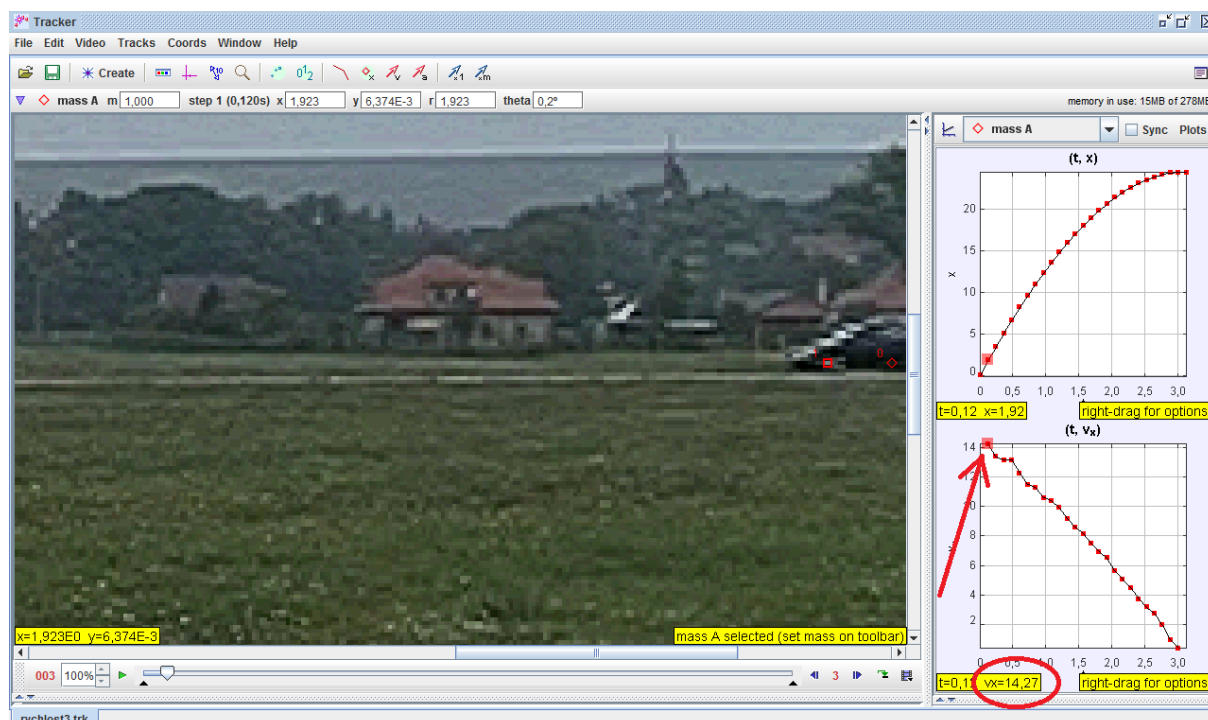
Obr 1: Z údajov o aute môžeme zistiť jeho dĺžku a tento rozmer využiť na kalibráciu mierky pri videomeraní.
Dĺžka auta je približne 4,5 metra.

Podmienky inštalácie a spôsob inštalácie programu Tracker, ako aj podrobný návod na videomeranie brzdných dráh v programe Tracker si môžete stiahnuť napríklad zo stránky konferencie „Šoltésove dni 2010“, <http://fyzikus.fmph.uniba.sk/typo/index.php?id=575>.

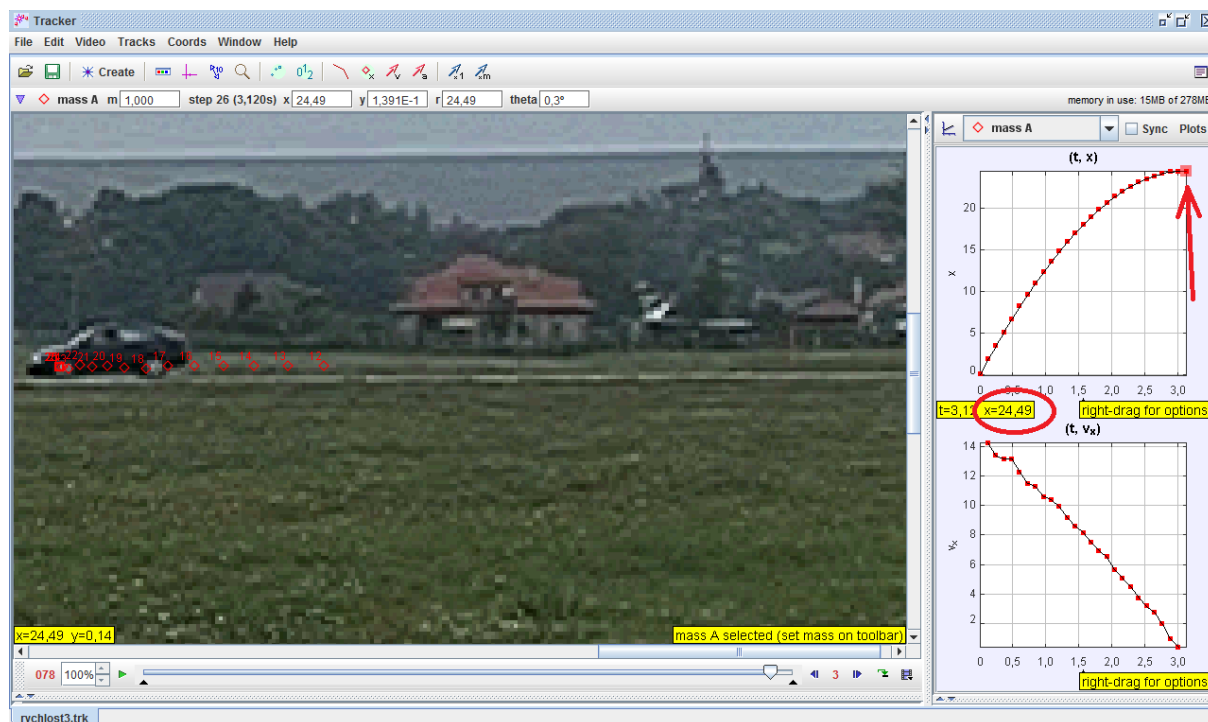


Obr 2: Spracovávanie merania v programe Tracker

K dispozícii máme päť nahrávok, na každej z nich je iná počiatočná rýchlosť automobilu. Úlohou žiakov je (v skupinách) pre každú z piatich pripravených nahrávok zvlášť uskutočniť videomeranie a zobraziť grafy závislostí polohy a rýchlosti od času.



Obr 3: Zo závislosti rýchlosti automobilu od času zistíme jeho počiatočnú rýchlosť, v našom prípade je počiatočná rýchlosť automobilu približne $14,3 \text{ m.s}^{-1}$.



Obr 4: Zo závislosti polohy automobilu od času zistíme jeho brzdnú dráhu, v našom prípade je brzdná dráha automobilu približne 24,5 m.

Z grafu závislosti polohy od času potom majú vyčítať celkovú brzdnú dráhu auta, z grafu závislosti rýchlosti od času majú vyčítať počiatočnú rýchlosť auta.

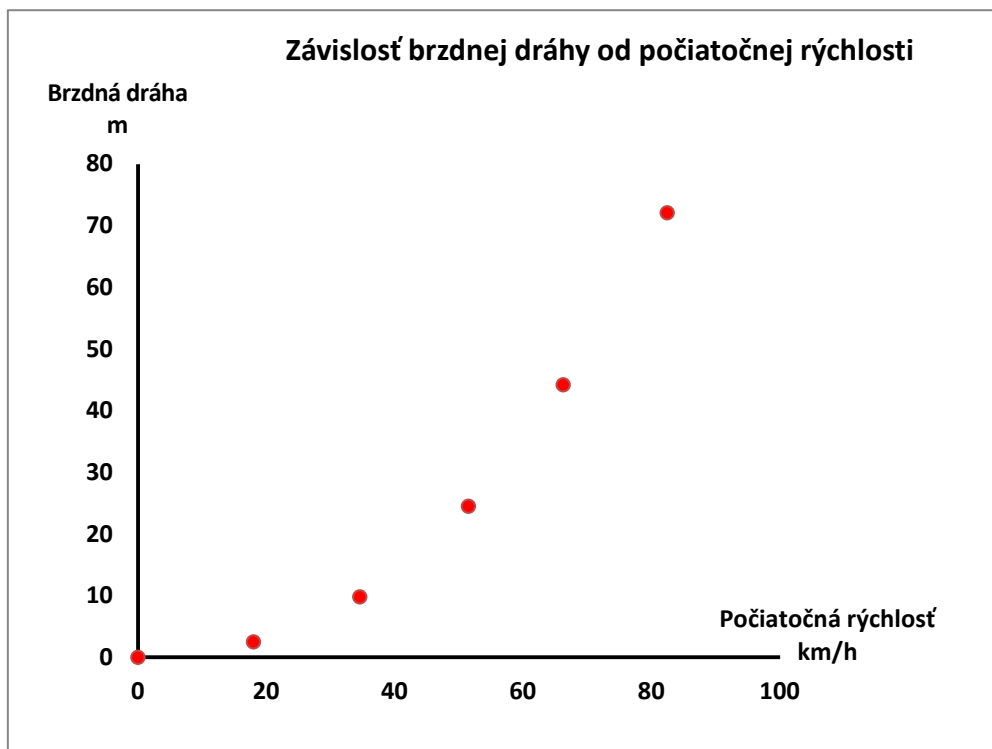
Z jednotlivých, čiastkových výsledkov majú žiaci za úlohu zostaviť tabuľku závislosti brzdnéj dráhy od počiatočnej rýchlosti. V prvom stĺpci tabuľky je počiatočná rýchlosť v m.s^{-1} , do druhého stĺpca zapisujú rýchlosť v jednotke zaužívanej v doprave, teda v km.h^{-1} , do tretieho stĺpca zaznamenávajú hodnoty brzdných dráh v metroch. Z takto pripravených hodnôt majú zostrojiť graf závislosti brzdnéj dráhy auta od jeho počiatočnej rýchlosti.

Pri diskusii so žiakmi sa zameriame na nelineárnu, kvadratickú závislosť brzdnéj dráhy od počiatočnej rýchlosti. Výsledok, kvadratickú závislosť sme mohli očakávať. Vyplýva zo vzťahu pre kinetickú energiu. Ak predpokladáme konštantnú brzdnú silu, vychádza nám, že závislosť brzdnéj dráhy od počiatočnej rýchlosti by mala byť kvadratická.

Takisto zdôrazníme hodnoty brzdných dráh auta z rôznych rýchlostí. Upozorníme, že namerané máme čisté brzdné dráhy, bez uváženia reakčného času vodiča. Najväčší dôraz kladieme na dôležitosť dodržiavať bezpečnú povolenú rýchlosť. Aj z grafu krásne vidno, že ak ideme na úseku kde je povolená rýchlosť 40 km.h^{-1} rýchlosťou 60 km.h^{-1} , naša (čistá) brzdná dráha je viac než dvojnásobná oproti brzdnéj dráhe z povolenej rýchlosti.

Tab 3: Tabuľka s nameranými hodnotami počiatočných rýchlostí a brzdných dráh auta.

Počiatočná rýchlosť m/s	Počiatočná rýchlosť km/h	Brzdná dráha m
0	0	0
5	18	2,5
9,6	34,56	9,8
14,3	51,48	24,5
18,4	66,24	44,2
22,9	82,44	72,1



Obrázok 4: Grafické spracovanie výsledkov merania, závislosť brzdné dráhy auta od jeho počiatočnej rýchlosti.

Záver

Aktivita je navrhnutá ako žiacky experiment. Pri jej realizácii sú žiaci nútení hľadať informácie z textu, zaoberajú sa získavaním a spracovaním dát z meraní, analyzujú dáta z priebehu grafov, nasleduje syntéza dát a vysvetlenie priebehu závislosti brzdné dráhy od počiatočnej rýchlosti.

Aktivitu je možné realizovať nielen na hodinách fyziky, ale môže byť súčasťou kurzu ochrany človeka a prírody. Podobnú aktivitu by bolo možné realizovať aj s bicyklom, keď môžeme závislosť brzdné dráhy bicykla od počiatočnej rýchlosti realizovať priamo v teréne.

Podakovanie

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu APVV LPP 0251-09 „Prírodné vedy v školských vzdelávacích programoch“, z ktorého boli hrazené aj náklady spojené s účasťou na konferencii Tvorivý učiteľ fyziky 2011 v Smoleniciach. Ďakujem taktiež Miroslavovi Šedivému za technickú pomoc pri príprave uvedenej aktivity.

Literatúra

DEMKANIN, P. 2006. *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. Bratislava: FMFI UK, 2006.

DUĽA, I. 2009. *Možnosti využitia programu Tracker na hodinách fyziky*. In: Zborník z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky, Smolenice 2009. s. 35-39, dostupné na: <http://sfs.sav.sk/smolenice/prispevky.htm>

HORVÁTH, P., ŠEDIVÝ, M. 2006. *Analýza mechanického pohybu videomeraním*. In: Horváth, P. (ed.): Zborník príspevkov „Aktivity vo vyučovaní fyziky“, Smrekovica, 6.-8.9.2006. Bratislava: Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2006. s. 69-77.

- HORVÁTH, P., ŠEDIVÝ, M. 2007. *Videomeranie tiažového zrýchlenia*. In: Horváth, P. (ed.): Zborník príspevkov „Šoltésove dni 2006“, Bratislava, 6.-7.12.2006. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2007, s. 31-38.
- JEŠKOVÁ, Z., KIREŠ M. 2005. *Videomerania fyzikálnych javov v prostredí IP COACH*. In: Zelenický, Ľ. (ed.): Zborník z konferencie DIDFYZ 2004 Informačno – komunikačné technológie vo vyučovaní fyziky, Račkova dolina 13. – 16. 10. 2004. Nitra : FPV UKF a JSMF, 2005, s. 202-207.
- JÍLEK, M. 2004. *Několik nápadu nejen z kroužku fyziky*. In Svobodová, J., Sládek, P. (ed.): Sborník z konference Veletrh nápadu učitelu fyziky 9, svazek druhý. Brno : Paido, 2004, s. 50-51.
- KARLUBÍK, A. 2010. *Videomerania vo vyučovaní fyziky, diplomová práca*. Bratislava : FMFI UK 2010.
- LEPIL, O. 2005. *K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky*. In: Zelenický, Ľ. (ed.): Zborník z konferencie DIDFYZ 2004 Informačno – komunikačné technológie vo vyučovaní fyziky, Račkova dolina 13. – 16. 10. 2004. Nitra : FPV UKF a JSMF, 2005, s. 5-10.

<https://poistenie.csob.sk/pzp/Strana2a.aspx>

<http://fyzikus.fmph.uniba.sk/typo/index.php?id=575>

Adresa autora

PaedDr. Peter Horváth, PhD.

Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK

Mlynská dolina F1

842 48 Bratislava 4

e-mail: horvath@fmph.uniba.sk

VPLYV HRY ENERGIA PRE BUDÚCNOSŤ NA POSTOJE ŽIAKOV K VYUŽÍVANIU RÔZNYCH ZDROJOV ENERGIE

Jana Horváthová

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave

Abstrakt: V príspevku sú zhrnuté postoje žiakov k otázkam využívania rôznych zdrojov energie a zmeny týchto postojov zisťované počas realizácie hry Energia pre budúcnosť počas výstavy Fusion Expo 2011 v Avion Shopping Park Bratislava. Diskusná hra „Energia pre budúcnosť“ bola vytvorená formátom PlayDecide a vznikla s cieľom podporiť diskusiu o využívaní rôznych zdrojoch energie. Hra je určená žiakom vyššieho sekundárneho vzdelávania. V rámci hry si žiaci vyberajú z ponúkaných informácií a problémov, diskutujú o nich a zaujímajú postoje, učia sa zmysluplne stavať k lokálnym i globálnym záležitostiam týkajúcich sa témy hry. V príspevku sú porovnané postoje žiakov k 4 ponúknutým stanoviskám o perspektívach využívania rôznych zdrojov energie pred hrou a po jej skončení.

Kľúčové slová: diskusná hra PlayDecide, zdroje energie, postoje

Úvod

Počas výstavy Fusion Expo, Fúzia – energia budúcnosti, ktorá sa konala od 5.1.2011 – 18.2.2011 v Avion, Shopping Park, mali žiaci možnosť absolvovať diskusnú hru Energia pre budúcnosť, ako jeden so sprievodných programov.

Diskusná hra nastoľuje otázky využívania rôznych zdrojov energie, rizík, ktoré prinášajú rôzne spôsoby získavania energie. V hre sú obsiahnuté informácie týkajúce sa zdrojov energie, jej využitia ako i dopadu na životné prostredie.

Diskusná hra Energia pre budúcnosť bola vytvorená formátom PlayDecide, ktorý vznikol adaptovaním hier Democs v rokoch 2004 – 2008 (FUND MANUAL, 2009).

Hra Energia pre budúcnosť

Hra prebieha v 4 – 6 členných skupinách. Celá hra trvá 80 – 90 minút, čo sú dve vyučovacie hodiny. Každý žiak má k dispozícii hrací plán, ktorý obsahuje krátky úvod do problematiky, usmernenia hry, priebeh hry a priestor pre uloženie kariet, ktoré si žiaci postupne vyberajú. Priebeh hry možno rozdeliť na 3 časti:

1. Získavanie informácií
2. Diskusia
3. Zdieľanie skupinového výsledku

Celkom na záver hra ponúka 4 stanoviská k téme hry, ku ktorým má každý diskutujúci vyjadriť svoj postoj. Ak žiaci/hráči chcú, môžu si k ponúknutým stanoviskám doplniť svoje vlastné.

V hre Energia pre budúcnosť sú žiakom navrhnuté / ponúknuté 4 záverečné stanoviská, pričom žiaci si môžu vytvoriť ďalšie:

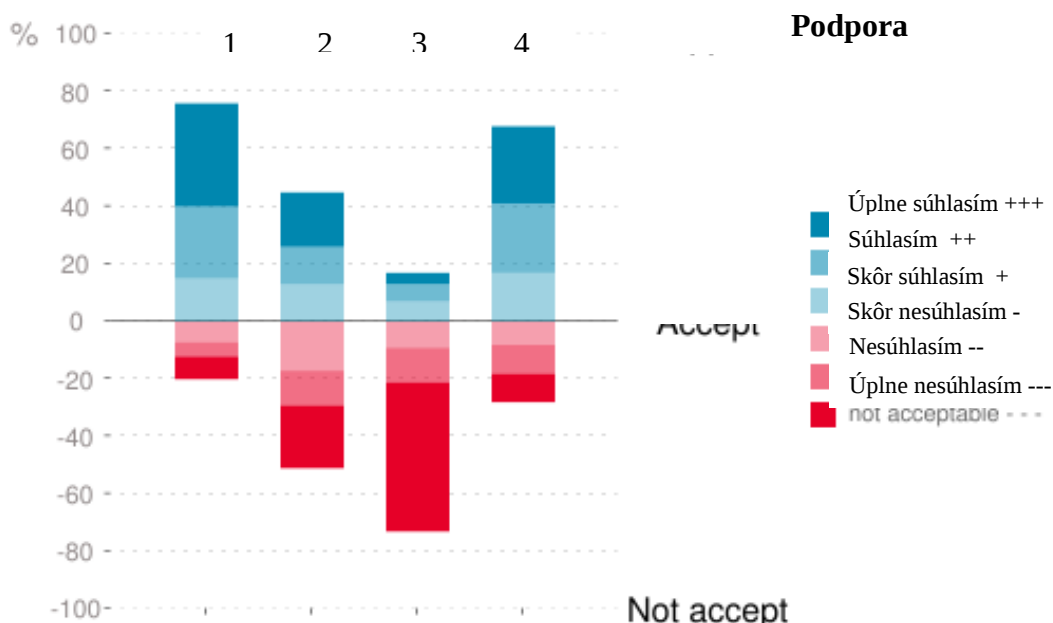
1. Som za vhodnú kombináciu jadrovej energie, vodnej energie a alternatívnych zdrojov. Myslím, že sa to dá globálne akceptovať.
2. Som zásadne proti jadrovej energii. Je škodlivá a nebezpečná. Financie by sa mali prioritne investovať do rozvoja alternatívnych zdrojov.
3. Vyčerpanie energetických zdrojov je mi ukradnuté, netýka sa ma. Na čo sa tým zapodievať, aj tak ide iba o biznis.

4. Rozhodne by sme mali investovať do výskumu a vývoja jadrovej energie a termojadrovej fúzie. Obnoviteľné zdroje majú síce svoj určitý potenciál, no z hľadiska nosného prvku elektroenergetickej sústavy sú neprijateľné.

Postoje žiakov k 4 stanoviskám

Žiaci sa ku každému stanovisku vyjadrovali na 6 stupňovej škále. Hlasovania sa mohli žiaci zdržať. V grafe 1 sú uvedené výsledky v %, pričom hlasovalo 365 žiakov.

Graf 1: Výsledky hlasovania 365 žiakov k stanoviskám hry Energia pre budúcnosť



Z grafu možno vidieť, že žiaci sú na základe získaných informácií v prvej fáze a prediskutovaní rôznych tém vo fáze druhej za vhodnú kombináciu jadrovej energie a obnoviteľných zdrojov. Vo výraznej miere sú za investovanie do výskumu a vývoja jadrovej energie a termojadrovej fúzie.

Pozitívne vnímame postoj žiakov a silný nesúhlas so stanoviskom 3 a teda, že žiakom nie je ľahostajné vyčerpanie energetických zdrojov.

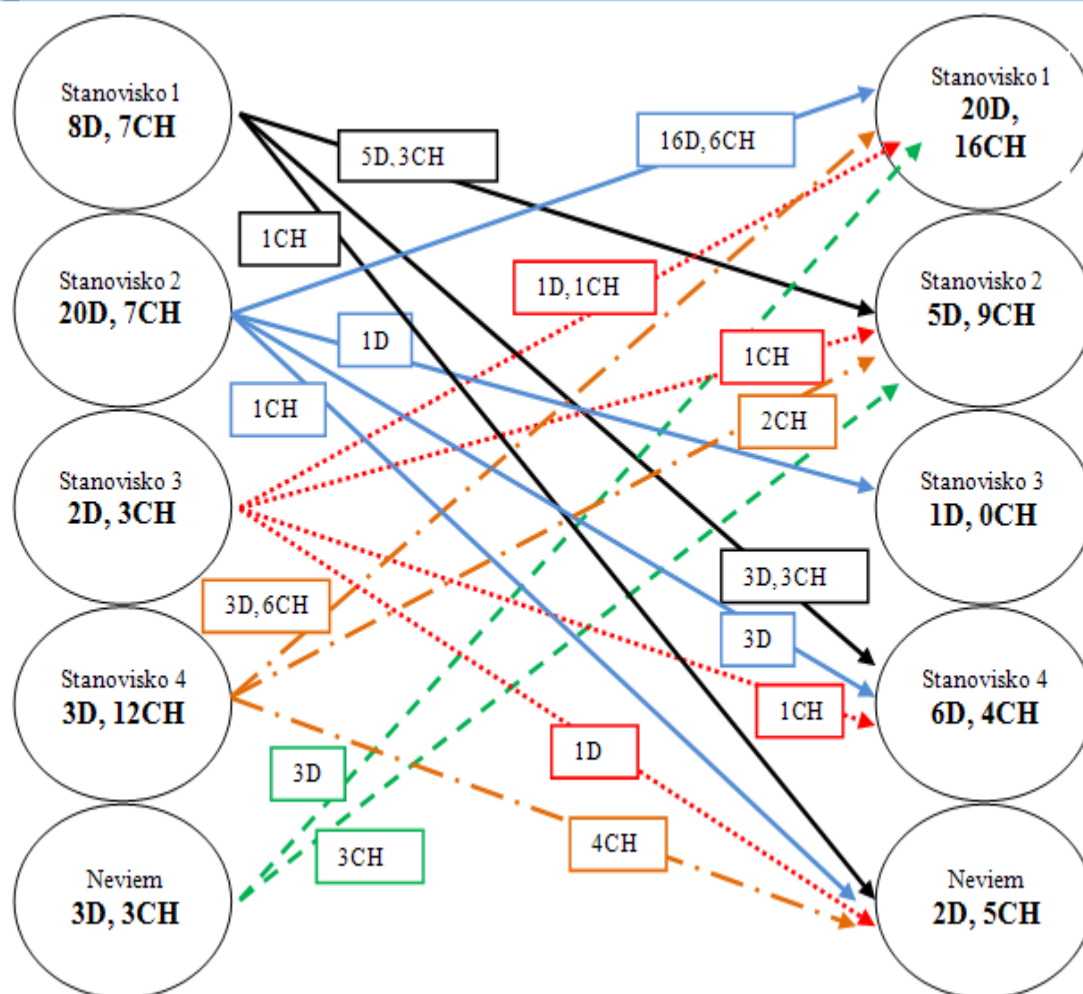
Okrem záverečných postojov žiakov nás zaujímala prípadná zmena postojov žiakov. Preto sme pred začiatkom samotnej hry rozdali žiakom jednoduchý hlasovací lístok, v ktorom mali zaškrtnúť len jedno z uvedených 4 stanovísk - stanovisko, s ktorým sú najviac stotožnení (novinár robí prieskum a chce vedieť...). Mali možnosť zaškrtnúť aj „neviem“. Po skončení diskusnej hry mali žiaci opäť zaškrtnúť jedno stanovisko, pre ktoré by sa rozhodli (Tab. 1). Celkovo sa do prieskumu zapojilo 220 respondentov – 107 chlapcov a 113 dievčat. K zmene názorov došlo u 32 chlapcov (29,90 %) a u 36 dievčat (31,86%), čo znamená, že svoj názor zmenilo 30,91% respondentov. Z toho 12 respondentov sa pred hrou nevedelo rozhodnúť pre žiadne zo štyroch uvedených stanovísk, po hre sa počet respondentov zvýšil na 13.

Tab. 1: Postoje respondentov pred a po diskusnej hre.

Stanovisko	dievčatá		chlapci		Spolu	
	pred	po	pred	po	Pred	Po
1	32	47	35	41	67	88
2	57	42	17	19	74	61
3	3	2	6	3	9	5
4	14	17	44	36	58	53
neviem	7	5	5	8	12	13
	113	113	107	107	220	220

U dievčat môžeme pred hrou i po nej pozorovať silnejšie zastúpenie postoja proti využívaniu jadrovej energie. Sú viac naklonené k obnoviteľným zdrojom a kombinácii jadrovej energie s obnoviteľnými zdrojmi. U chlapcov má, naopak, najsilnejšie zastúpenie postoj využívania a rozvoja jadrovej energie a jadrovej fúzie ako i jej využívanie kombinácie s obnoviteľnými zdrojmi.

V diagrame sú naznačené zmeny postojov u chlapcov i dievčat (D – dievča, CH - chlapec) pred a po hre. Ľavá strana zobrazuje postoje pred hrou, pravá strana postoje po hre.



Najväčšie zmeny sme zaznamenali u stanovísk 1 a 2. Pri stanovisku 1 sme zaznamenali najväčší nárast respondentov, pridalo sa 34 respondentov (15 odstúpilo). Zo stanoviska 2 odstúpilo 24

žiacov z 27. K zmene postojov došlo najmä smerom z nevyužívania jadrovej energie na jej využívanie v kombinácii s obnoviteľnými zdrojmi.

Svoje stanovisko nezmenilo 152 respondentov, čo je presne 69,09% (Tab. 2).

Tab. 2 Počty respondentov – rovnaké stanovisko pred i po hre

Stanovisko	dievčatá	chlapci	Spolu
1	24	28	52
2	37	10	47
3	1	3	4
4	11	32	43
neviem	4	2	6
Spolu			152

Záver

Ukázalo sa, že žiacke postoje k stanoviskám hry Energia pre budúcnosť, sa menia. Takmer u 1/3 respondentov, ktorí absolvovali hru, zmenila po hre svoj názor. Možno teda predpokladať, že informácie získavané počas hry ako i samotná diskusia formujú názory žiakov na diskutovanú tému.

Žiaci sú za vhodnú kombináciu jadrovej energie a obnoviteľných zdrojov, ako i za investovanie financií do výskumu a vývoja jadrovej energie a termojadrovej fúzie. Otázkou zostáva, či by sa ich postoje zmenili po súčasných udalostiach v Japonsku.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0395-09 a Centrom vedecko-technických informácií SR Národným centrom pre popularizáciu vedy a techniky v spoločnosti.

Literatúra

1. FUND MANUAL Version 4.2. 2009. Dostupné po registrovaní užívateľa na www.playdecide.eu

Adresa autora

Mgr. Jana Horváthová

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského

Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky

Mlynská dolina

842 48 Bratislava

e-mail: horvathova.jana@gmail.com

K MOŽNOSTIAM VYUŽITIA ON-LINE DATABÁZ EXPERIMENTÁLNYCH AKTIVÍT PRÍRODOVEDNÉHO CHARAKTERU

Martin Hruška , Miriam Spodniaková Pfefferová, Stanislav Holec

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici

Abstrakt: Príspevok prináša informácie o web-portáloch vytvorených na pracovisku autorov. Prvým predstaveným je portál Integrovaná prírodoveda v experimentoch poskytujúci návody na realizáciu počítačom podporovaných experimentov. Druhý portál s názvom Virtuálne laboratórium fyziky – on-line databáza experimentov prírodovedného charakteru obsahuje rôzne druhy experimentálnych aktivít rozdelených do viacerých kategórií. Vybrané experimentálne aktivity sú spracované formou videozáznamov, prístupných v on-line režime a doplnené o metodické návody na ich použitie. Okrem videozáznamov sú k dispozícii aj návody na ďalšie experimentálne aktivity, realizované s podporou, aj bez podpory počítača. Obidva portály sú určené najmä pre žiakov základnej a strednej školy, ale sú vhodné aj na použitie počas prípravy budúcich učiteľov fyziky.

Kľúčové slová: virtuálne laboratórium fyziky, videoexperiment, počítačom podporovaný experiment.

Úvod

Aj keď sa v poslednom období moderné vyučovacie metódy, využívajúce empirické poznávanie žiakov stávajú podstatnou súčasťou vyučovania nielen fyziky, ale aj ostatných prírodovedných predmetov, ešte stále existuje na Slovensku značné percento škôl, kde sa žiaci s takto realizovanými experimentálnymi aktivitami prakticky vôbec nestretávajú.

Pritom zvýšená potreba dôslednejšieho využívania nových prístupov vo vyučovaní prírodovedných predmetov úzko súvisí napr. so zisteniami medzinárodného testovania prírodovednej gramotnosti pätnásťročných žiakov PISA. Ako uvádzajú národné správy PISA 2006 a 2009 (Národná správa OECD PISA SK, 2006, 2009), prípadne naznačujú príležitostné prieskumy názorov žiakov základných škôl na prírodovedné vzdelávanie (Tarjániová – Hockicko, 2009), prírodovedná gramotnosť našich pätnásťročných žiakov je štatisticky významne nižšia, ako priemer krajín OECD. Navyše – z hľadiska dosiahnutej úrovne prírodovednej gramotnosti – takmer jedna pätina slovenských žiakov ukončí povinnú školskú dochádzku bez toho, aby nadobudli aspoň základnú úroveň prírodovednej gramotnosti, čo sa môže negatívne prejaviť aj v ich nasledujúcom živote.

Pracovisko autorov príspevku sa výučbe prírodovedných predmetov na základných a stredných školách, ako aj problematike prípravy budúcich učiteľov prírodovedných predmetov, venuje pomerne dlhé obdobie. V poslednom desaťročí dominujú iniciatívy zdôrazňujúce vzájomnú prepojenosť prírodných vied jednak v obsahovej, ale najmä v metodickkej oblasti. V rámci medzinárodných i domácich grantových projektov sa hľadajú možnosti, ako vo vyučovaní prírodovedných predmetov preniesť dôraz od zhromažďovania a reprodukovania teoretických poznatkov k podstate prírodovedného poznávania: k využívaniu rozličných výskumných metód a postupov, tvorbe hypotéz, ich overovaniu, získavaniu a interpretácii dát, formulovaniu záverov a pod. Úsilie prezentovať prírodné vedy prostredníctvom experimentálnej činnosti s dôrazom na samostatné bádateľské aktivity žiakov sa zameriava najmä na tvorbu učebných textov a experimentálnych aktivít. Súborné učebných materiálov, ktoré boli v tejto súvislosti na pracovisku autorov vytvorené (napr. Holec a kol., 2004; Holec a kol., 2008), obsahujú popri integrácii poznatkov a metód fyziky, chémie, biológie a geografie aj integráciu rozličných vyučovacích metód a prostriedkov (reálnych počítačom podporovaných experimentov, simulácií, animácií a videosekvencií). Matematická a pojmová náročnosť týchto materiálov bola zvolená tak, aby sa jednotlivé experimentálne aktivity mohli využívať nielen pri príprave budúcich učiteľov fyziky, ale aj v rámci vyučovania prírodovedných predmetov na úrovni nižšieho a vyššieho sekundárneho vzdelávania.

V nasledujúcej časti príspevku sa podrobnejšie zameriavame na najvýznamnejšie výstupy grantových schém riešených na pracovisku autorov – portály *Integrovaná prírodoveda v experimentoch* a *Virtuálne laboratórium fyziky*.

1 Integrovaná prírodoveda v experimentoch

Snahy o vytvorenie portálu, kde budú dostupné rôzne experimentálne aktivity pre učiteľov, žiakov, ale aj pre širokú verejnosť so záujmom o prírodné vedy, úzko súviseli s čiastkovými cieľmi projektov ComLab-SciTech a ComLab2, ktoré boli riešené na pracovisku autorov v rokoch 2001 – 2004 a 2005 – 2007. V rámci spomínaného projektu ComLab-SciTech vznikol portál *Integrovaná prírodoveda v experimentoch* (aj s anglickou mutáciou) (http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/Integrovana_prirodoveda). Vzhľadom na zameranie projektu vznikol súbor počítačom podporovaných experimentov, ktoré sú na portáli k dispozícii vo forme návodov, a to v dvoch podobách – žiacky pracovný list a metodický návod pre učiteľa obsahujúci námety na použitie experimentu na vyučovaní. Štruktúra týchto pracovných listov vychádza zo snahy aktivizovať žiaka v najväčšej možnej miere tak, aby sa priamo podieľal na získavaní nových poznatkov. Navrhnutá štruktúra korešponduje s etapami realizácie heuristického experimentu a dôraz sa pri nej kladie na súvis daného fyzikálneho javu s prírodou a praxou. Možnosť vybrať si medzi návodmi pre žiaka a učiteľa je prístupná hneď na úvodnej stránke portálu (Obr. 1).



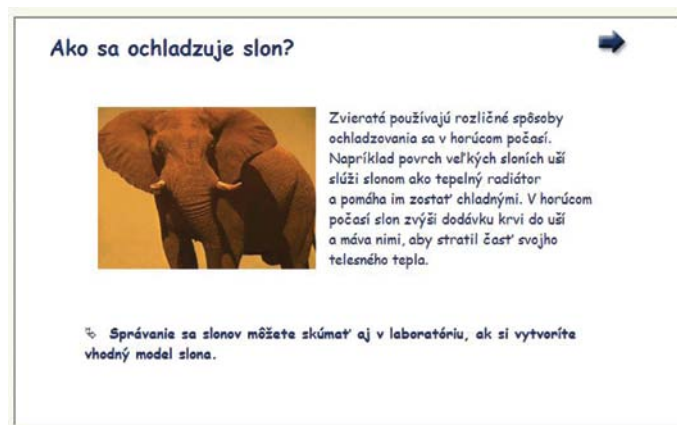
Obr. 1 Úvodná obrazovka portálu *Integrovaná prírodoveda v experimentoch*

Vytvorené návody na experimentálne aktivity sú rozdelené do jednotlivých tematických celkov. Okrem fyzikálnych oblastí, ktoré sú súčasťou školskej fyziky, ako sú mechanika, molekulová fyzika a termodynamika, elektrina a magnetizmus a pod., boli na portál zaradené aj prierezové témy – *Životné prostredie* a *Život v prírode* (Obr. 2).



Obr.2 Ukážka jednotlivých tematických oblastí

V dvoch posledných tematických oblastiach sú zaradené experimenty, ktoré v sebe spájajú poznatky fyziky, biológie a chémie. Jednotlivé experimentálne aktivity sú uvedené vybranými reálnymi situáciami zo života, pri ktorých vysvetlení sa uplatňujú fyzikálne zákony s využitím medzipredmetových vzťahov.



Obr. 3 Ukážka experimentálnej aktivity z tematickej oblasti *Život v prírode*

Za nevýhodu vytvoreného portálu môžeme považovať fakt, že obsahuje len počítačom podporované experimenty, ktoré ešte stále nie je možné na mnohých školách realizovať vzhľadom na nedostatočné technické vybavenie. Pri vybraných experimentálnych aktivitách však nie je použitie počítača nevyhnutné, takže ich realizácia na vyučovaní je možná aj v prípade nedostatočného technického vybavenia.

2 Virtuálne laboratórium fyziky

Web-portál *Virtuálne laboratórium fyziky* (<http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/FyzLab/>) vznikol v rámci projektu KEGA s názvom *Virtuálne laboratórium fyziky – on-line databáza experimentov prírodovedného charakteru*, ktorý nadväzuje na výsledky projektu KEGA s názvom *Tvorba videozáznamov školských pokusov z fyziky pre základné a stredné školy*, rovnako riešeného na pracovisku autorov.

Cieľom web-portálu je sprístupniť komplexnú databázu experimentov prírodovedného charakteru, určených najmä pre žiakov stredných a základných škôl, ako aj pre metodickú prípravu budúcich i praktizujúcich učiteľov fyziky. Na portáli bude možné nájsť rôzne druhy experimentov, či už to budú reálne experimenty prezentované formou videozáznamov, návody na jednoduché experimenty, resp. experimenty realizované s počítačovou podporou alebo simulované experimenty.

Experimenty prezentované formou videozáznamov budú prístupné v on-line režime, a ich prostredníctvom sa budú môcť žiaci oboznamovať so skúmaným javom aj v prípade, ak školské laboratórium nie je prispôbené na realizáciu vybraného typu experimentu. Takýmto spôsobom je možné žiakom priblížiť aj témy, s ktorými by sa oboznamovali len teoreticky bez možnosti konfrontácie získaných poznatkov s reálnym experimentom. V prípade potreby bude možné vybraný videozáznam experimentu stiahnuť z portálu do počítača a použiť ho priamo na vyučovaní aj v učebni bez internetového pripojenia.

V prípade, ak je školské laboratórium dobre vybavené, môžu na vyučovaní poslužiť návody na experimenty (bez alebo s počítačovou podporou), a pomocou nich si môžu žiaci sami vybraný experiment zrealizovať.

Ak realizácia experimentu nie je dostačujúca na vysvetlenie daného fyzikálneho problému, resp. realizácia v laboratóriu nie je možná z objektívnych dôvodov (nebezpečné alebo dlhotrvajúce experimenty, prípadne je potrebné použiť náročné technické vybavenie), v takom prípade je možné využiť aj súbor simulácií. Ich prostredníctvom si môžu žiaci prehlbovať, resp. dopĺňať svoje vedomosti získané pomocou reálneho experimentu alebo skúmať situácie, ktoré nie je možné uskutočniť v podmienkach školského laboratória (napr. pohyb telies v radiálnom gravitačnom poli a pod.).

V snahe poskytnúť spomenutým cieľovým skupinám čo najväčšiu podporu pri implementácii vybraných experimentov do vyučovacieho procesu, budú pre každý experiment (reálny aj simulovaný) pripravené metodické návody pre učiteľa, ako aj pracovné listy pre žiaka. Štruktúra bola vytvorená a overená v rámci spomínaného medzinárodného projektu ComLab (Holec a kol., 2004).

Okrem on-line verzie portálu je plánované aj sprístupnenie vytvorenej databázy experimentov na DVD nosiči a vydanie metodických návodov a žiackych pracovných listov v tlačenej podobe.

V nasledujúcej časti príspevku sa budeme podrobnejšie venovať štruktúre pripravovaného web-portálu.

2.1 Štruktúra pripravovaného web-portálu

Ako už bolo naznačené vyššie, portál bude obsahovať niekoľko druhov experimentov, čomu zodpovedá aj jeho navrhnutá štruktúra. Obsah portálu je rozdelený do niekoľkých základných kategórií: *Videoexperimenty*, *Simulácie*, *Zaujímavé experimentálne úlohy*, *Fyzikálne hry* a *Užitočné odkazy*.



Obr. 4 Ukážka pripravovaného web-portálu

Hlavnú časť web-portálu tvoria experimenty prezentované formou videozáznamov – časť *Videoexperimenty*, ktoré sú prístupné v on-line režime (Obr. 4). Videozáznamy sa prehrávajú v jednoduchom prehrávači priamo na stránke bez nutnosti použitia externého prehrávača. Keďže je videozáznam spúšťaný priamo cez internetový prehliadač, v niektorých prípadoch je potrebné povoliť prehrávanie videa na webovských stránkach.

Videoexperimenty sú kvôli lepšej orientácii rozdelené do niekoľkých tematických oblastí: *mechanika*, *mechanika tekutín*, *molekulová fyzika a termodynamika*, *elektrina a magnetizmus*, *optika* a *akustika*. Obsah jednotlivých kapitol sa postupne dopĺňa a aktualizuje.

Okrem spomenutých videoexperimentov sú neoddeliteľnou súčasťou portálu aj viaceré doplnkové aktivity začlenené do nasledujúcich kategórií. Ich úlohou je najmä doplniť informácie získané prostredníctvom reálnych experimentov a v neposlednom rade aj spestriť vyučovanie fyziky.

Kategória *Zaujímavé experimentálne úlohy* bude obsahovať rôzne problémové úlohy, ktorých riešenie budú žiaci hľadať prostredníctvom experimentu. Experimenty bude možné realizovať aj v domácich podmienkach, resp. v podmienkach školského laboratória s využitím jednoduchých pomôcok. K jednotlivým experimentálnym aktivitám budú pripravené metodické listy pre učiteľa a pracovné listy pre žiaka.

Časť *Simulácie* je určená pre simulácie, ktoré budú dopĺňať reálne experimenty, resp. simulácie takých fyzikálnych javov, ktoré nie je možné z rôznych dôvodov skúmať v školských podmienkach. K dispozícii bude aj videozáznam priebehu jednotlivých simulácií, kde bude názorne predvedená práca s danou simuláciou.

V časti *Užitočné odkazy* budú sústredené odkazy na stránky s fyzikálnym obsahom, zaujímavým najmä z pohľadu jeho využitia na vyučovaní fyziky.

Kategória *Fyzikálne hry* bude obsahovať zaujímavé úlohy, ktoré je možné využiť najmä pri fixácii učiva s danou fyzikálnou tematikou.

2.2 Ukážka experimentálnej aktivity

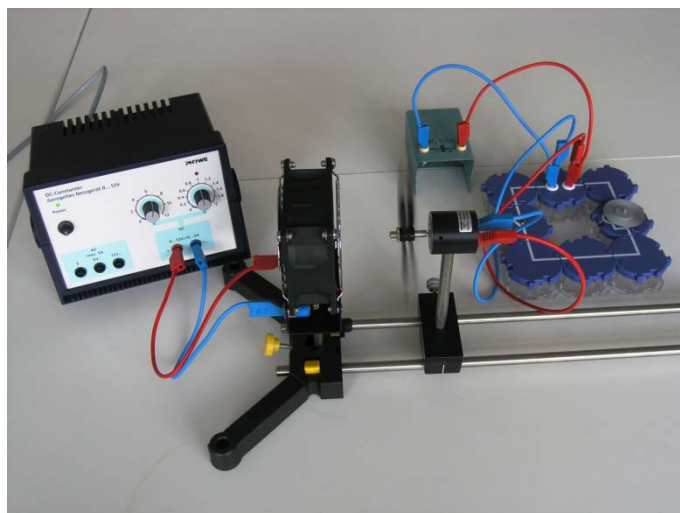
V nasledujúcej časti príspevku prinášame v skrátenej forme príklad experimentálnej aktivity.

Názov experimentu: Ako postaviť veternú elektrárňu?

Zameranie experimentu: Demonštrovať premenu veternej energie na elektrickú energiu a poukázať na možnosti jej uloženia.

Pomôcky: Jednosmerný zdroj napätia (do 12 V), 12 V ventilátor, veterná turbína (poskytované napätie do 3 V), 1,5 V žiarovka, kondenzátor s vysokou kapacitou (1 F, 5,5 V), 1,2 V NiMH akumulátor, stopky, stojany, vodiče.

Realizácia experimentu: Pomôcky potrebné na realizáciu experimentu usporiadame podľa Obr. 5. Ventilátor pripojíme ku zdroju napätia a veternú turbínu pripojíme ku kondenzátoru (pozor na správnu polaritu) cez prepínač (ku kondenzátoru môžeme pripojiť napr. voltmeter, prípadne aj ampérmetr, aby sme sledovali jeho nabíjanie či vybíjanie). Následne napätie na zdroji zvýšime na 10 – 12 V a sledujeme, ako sa roztočí veterná turbína. Prepne prepínač tak, aby sa kondenzátor začal nabíjať, spustíme stopky a približne minútu sledujeme pomocou voltmetra a ampérmetra jeho nabíjanie. Po minúte zastavíme ventilátor a odpojíme kondenzátor od veternej turbíny. Následne ho môžeme vybiť buď pomocou elektrického motorčeka, prípadne cez veternú turbínu, pričom opäť sledujeme pomocou stopiek čas, za ktorý sa kondenzátor vybije, ako aj priebeh napätia a prúdu v obvode pri jeho vybíjaní. Experiment môžeme podobným spôsobom realizovať aj s využitím NiMH akumulátora.



Obr. 5 Nabíjanie kondenzátora pomocou veternej turbíny.

Vyhodnotenie experimentu: Elektrickú energiu môžeme vyrobiť napríklad pomocou veternej turbíny s využitím javu elektromagnetickej indukcie. Značné množstvo vyrobenej elektrickej energie sa však stráca vtedy, ak ju chceme uskladniť. Ak nabitý vysokokapacitný kondenzátor, prípadne akumulátor vybijeme prostredníctvom veternej turbíny (turbína sa roztočí a bude fungovať ako elektromotor, nie ako generátor elektrickej energie), z porovnania času nabíjania a vybíjania môžeme odhadnúť, aké percento vyrobenej elektrickej energie sa v skutočnosti uložilo do kondenzátora, či akumulátora. Napríklad pri nabíjaní lítium-iónového akumulátora sa spotrebuje až 1,2-1,5 násobok energie potrebnej na nabitie, pretože časť dodanej elektrickej energie sa mení na teplo. Vysokokapacitné kondenzátory sa od akumulátorov líšia najmä tým, že dokážu uvoľniť nahromadenú elektrickú energiu vo veľkých dávkach a veľmi rýchlo. Takéto kondenzátory umožnia zostrojiť hybridné autá s oveľa väčšou akceleráciou, budú sa lepšie dobíjať energiou pri používaní brzd v elektrických autách, umožnia používať zlepšené lasery a pod.

2.3 Použitie web-portálu na vyučovaní

Vzhľadom k snahe podporiť experimentálnu činnosť žiakov a ich aktívne poznávanie, obsahuje každý experiment prvky *interaktivity* v tom zmysle, že na začiatku žiak dostane za úlohu vyriešiť nejaký „práve objavený“ problém, resp. v úvode bude žiakovi predstavená určitá reálna situácia zo života s fyzikálnym pozadím. Úlohou žiakov je prostredníctvom experimentu nájsť riešenie problému alebo vysvetlenie reálnej situácie. Na ceste „aktívneho poznávania“ môžu žiaci používať už spomenuté žiacke pracovné listy obsahujúce informácie potrebné na nájdenie riešenia problému – návody na uskutočnenie vlastného experimentu, doplnkové aktivity vo forme úloh a pod. Obsah pracovných listov je prispôsobený jednotlivým typom experimentov. Vzhľadom k snahe spájať teoretické informácie s reálnymi situáciami je neoddeliteľnou súčasťou žiackych pracovných listov aj časť s názvom *Súvis so životom prírodou a praxou*, kde žiaci (a nepochybne aj učitelia) nájdu doplnkové informácie o výskyte skúmaného fyzikálneho javu v praxi.

S cieľom podporiť pri aktívnom poznávaní žiakov úlohu učiteľa, sú k dispozícii *metodické návody pre učiteľa*. Úlohou návodov je nielen priniesť informácie zamerané na možnosti využitia experimentu na vyučovaní, ale aj návody na realizáciu reálneho experimentu priamo na hodine fyziky a taktiež upozorniť učiteľa na potenciálne problémy, ktoré môžu nastať v prípade realizácie reálneho experimentu v rámci vyučovania.

Záver

Hlavnou motiváciou, ktorá stála za realizáciou všetkých spomínaných aktivít, bola snaha autorov poskytnúť učiteľom prírodovedných predmetov na úrovni nižšieho a vyššieho sekundárneho vzdelávania také učebné materiály, v ktorých by sa spájali poznatky viacerých prírodných vied, a zároveň by sa využívali aktívne vzdelávacie postupy a moderné vyučovacie metódy.

Ako už bolo uvedené, vytvorené učebné materiály sú dostupné prostredníctvom webovej stránky katedry fyziky FPV UMB v Banskej Bystrici. Skúsenosti autorov ukazujú, že pre učiteľov prírodovedných predmetov na základných i stredných školách sú vhodnou pomôckou či aspoň zdrojom inšpirácie, ako učiť žiakov prírodné vedy aktívne a pútavou formou s dôrazom na moderné vyučovacie postupy, ako sú napr. bádateľské metódy vyučovania. Vhodné využitie prezentovaných aktivít v rámci vyučovacieho procesu poskytuje žiakom príležitosť pre rozvoj celého radu zručností, ktoré sú nutnou podmienkou pre rozvíjanie prírodovednej gramotnosti.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA 3/7086/09 s názvom *Virtuálne laboratórium fyziky – on-line databáza experimentov prírodovedného charakteru*.

Literatúra

HOLEC, S. a kol. 2004. *Integrovaná prírodoveda v experimentoch*. 1. vyd. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB, Medzinárodný projekt Leonardo da Vinci II N°. SI 143008 Computerised Laboratory in Science and Technology Teaching, 2004. 216 s. ISBN 80-8055-902-3

HOLEC, S. a kol. 2008. *Prírodné vedy - integrovaný prístup*. 1. vyd. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB, projekt KEGA 3/3153/05, 2008. 350 s. ISBN 978-80-8083-563-7

Národná správa OECD PISA SK 2006.,

http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie/pisa2006nsprava.pdf

Národná správa OECD PISA SK 2009.

http://www.nucem.sk/documents/27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie/Narodna_sprava_Slovensko_PISA_2009.pdf

TARJÁNYIOVÁ, G. – HOCKICKO, P. 2009. *Formovanie fyzikálneho povedomia detí už od prvých ročníkov základnej školy*. In: *Vyučovanie fyziky vo svetle nových poznatkov vedy* (Zborník abstraktov a príspevkov z XVI. Medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2008). FPV UKF, JSMF, Nitra, 2009. ISBN 978-80-8094-496-4

Adresa autora

Mgr. Martin Hruška, PhD.,

PaedDr. Miriam Spodniaková Pfefferová, PhD.,

prof. RNDr. Stanislav Holec, PhD.,

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

e-mail: martin.hruska@umb.sk

e-mail: miriam.spodniakova@umb.sk

e-mail: stanislav.holec@umb.sk

MONITOROVANIE RADIAČNEJ SITUÁCIE MESTA TRNAVY A JEHO OKOLIA

Štefan Húšťava

Stavebná fakulta STU Bratislava

Abstrakt: V práci sú analyzované príspevky jednotlivých zložiek zdrojov prírodného radiačného pozadia Trnavy a jej okolia. Kozmické žiarenie, prírodné rádionuklidy vo vzduchu, v horninách a pôde. Hlavne kozmogénne rádionuklidy, primordiálne a technogénne. Sú charakterizované veličiny pre meranie prírodného pozadia ako dávka a príkon dávkového ekvivalentu žiarenia gama. Prístrojové vybavenie a spôsob a metodika merania. Meracie body v Trnave a jej okolí. Záverom sú vyhodnotené výsledky merania.

Kľúčové slová: radiačné monitorovanie zložiek pozadia, proporcionálne detektory merania, aktivita a dávka rádioaktívneho žiarenia, biologické účinky rádioaktívneho žiarenia.

Úvod

Pri rôznej výrobnej činnosti a spracovateľských technológiách v jadrovom výskume, energetike aj v zdravotníctve môže dôjsť k zvýšeniu úrovne žiarenia prírodného pozadia, alebo aj k úniku umelých rádionuklidov. Pri kontrole stavu rádioaktivity životného prostredia treba vykonať analýzu vplyvu prírodného pozadia na meranie možného úniku umelých rádionuklidov. Pri meraniach prírodného pozadia treba najprv vykonať analýzu príspevku jednotlivých pozadových zdrojov pri meraní žiarenia v životnom prostredí. Vzhľadom na dostupnosť meracích prístrojov a možností zamerali sme sa na meranie žiarenia gama najmä plynovými detektormi. Pre väčšinu oblastí všetkých kontinentov úroveň prírodného γ - žiarenia obyčajne spadá do intervalu 70 – 110 nSv/h (Sv – jednotka dávkového ekvivalentu). Asi 80% - 90% tohto žiarenia tvorí terestriálna zložka, 10 – 15% zložka kozmického žiarenia a asi 2 – 3% pochádza zo vzduchu. Terestriálnu zložku v podstate tvoria ^{40}K , ^{87}Rb , ^{220}Ra , ^{232}Th a prírodný urán. Kozmické žiarenie tu zastupuje jeho sekundárna zložka, tvorená vysokoenergetickými mióňmi a ich sekundárnymi časticami fotónmi. Človekom vytváraná umelá rádioaktivita za normálnych podmienok významnejšou mierou neprispieva k rádioaktivite prírodného prostredia. Merania prírodného pozadia žiarenia gama boli vykonané s presne kalibrovanou meracou sondou na metrologické účely. Sonda obsahuje proporcionálny detektor s veľmi širokým rozsahom merania a nízkym prahom detekcie. Inteligentná sonda je hermeticky vodotesne uzavretá a odoláva akýmkoľvek podmienkam počasia, v priebehu celého roka, aby bolo možné vykonávať dlhodobé merania v stabilne volenom meracom bode. Inteligentnosť sondy spočíva vtom, že má vlastnú pamäť a je pripojiteľná na PC cez RS prechod 232/485. Komunikácia sondy (meranie, prenos údajov, vyhodnotenie merania, riadenie merania, a i.) s osobným počítačom prebieha pomocou komunikačného protokolu a softvéru inštalovaného v osobnom počítači a inteligentnej sonde. Jadrové zariadenia môžu mať značný vplyv na životné prostredie, hlavne v prípade nejakej havárie, kedy môže dôjsť k úniku rádionuklidov do životného prostredia. Uniknuté rádionuklidy sa stávajú zdrojom žiarenia, ktoré treba monitorovať pomocou vhodných detektorov.

1. Analýza jednotlivých príspevkov žiarenia k radiačnému pozadiu

Obyvatelia zemegule sú neustále vystavovaní ionizujúcemu žiareniu, ktoré nazývame **radiačné pozadie**. Jeho zdrojmi sú: kozmické žiarenie, kozmogénne, primordiálne a technogénne rádionuklidy vo vzduchu, horninách, vode a pôde.

Kozmické žiarenie – tvorené hlavne vysokoenergetickými protónmi ($\sim 10^{19}$ eV), jadrami He a v malom množstve ťažkými jadrami. Pri interakcii týchto častíc so vzduchom vzniká sekundárne

vysokoenergetické žiarenie, ktoré tvoria mezóny, neutróny, protóny mäkkšie žiarenie gama. Efektívny dávkový ekvivalent od kozmického žiarenia sa odhaduje na hodnotu asi 0,3 mSv za rok.

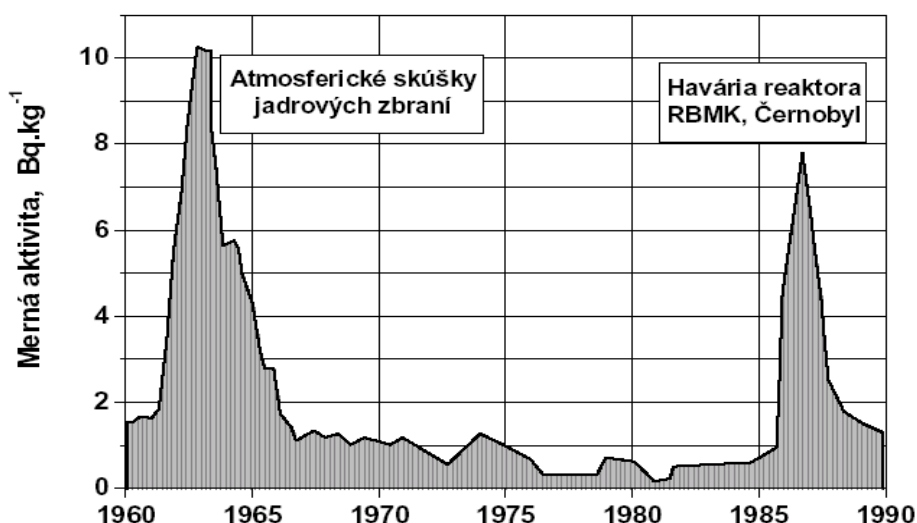
Pôvodné primordiálne rádionuklidy – nachádzajú sa na zemi od jej vzniku. Sem patria s polčasom premeny väčším ako 10^8 rokov prvky ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th a ^{235}Np sú východzími prvkami tzv. rozpadových radov, v ktorých vznikajú sekundárne primordiálne rádionuklidy. Najrozšírenejším primordiálnym rádionuklidom je ^{40}K , ktorý nie je členom rozpadových radov. V prírodnom draslíku sa nachádza 0,017% tohto izotopu. Aktivita draslíka sa v rôznych potravinách pohybuje na úrovni desiatok až stoviek Bq.kg^{-1} .

Kozmogénne rádionuklidy – vznikajú interakciou kozmického žiarenia v horninách, vode a pôde. Takými hlavnými zástupcami sú ^3T , ^7Be , ^{10}Be , ^{14}C , ^{22}Na , ^{32}Si , ^{32}P , ^{33}P , ^{35}S , ^{36}Cl , ^{39}Cl .

Technogénne rádionuklidy – nachádzajú sa hlavne v stavebných materiáloch, umelých hnojivách, ktoré môžu obsahovať zvýšenú hladinu rádionuklidov uránového a tórového rozpadového radu. K nim treba prirátavať aj účinok prírodných rádionuklidov (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{40}K), ktoré sa nachádzajú v úletoch tepelných elektrární spaľujúcich fosílnu palivá. Technogénne pozadie zvyšujú aj materiály svietiacich farieb, používané v ciferníkoch rôznych prístrojov (rádionuklidy ^{226}Ra , ^{147}Pm , ^3T), štartéry v svietidlách, tyristory (rádionuklidy ^{87}Kr , ^{147}Pm , ^{232}Th), hlásiče požiarov (^{241}Am) a iné. Podstatnú časť technogénneho pozadia tvoria tvoria stavebné materiály. Dávkový príkon v tehlových a betónových budovách dosahuje 0,055 až 0,085 $\mu\text{Gy.hod}^{-1}$, v drevených 0,060 $\mu\text{Gy.hod}^{-1}$. Čím sú stavby mohutnejšie, tým je človek viac chránený pred žiarením pochádzajúcim z pôdy a vzduchu, avšak zvyšuje sa vplyv žiarenia zo stavebných materiálov. Kritérium vhodnosti použitia stavebných materiálov stanovuje vyhláška č. 406/1992 Zb., ako aj stavebný zákon SR požiadavkou neprekročenia 120 Bq.kg^{-1} hmotnostnej aktivity ^{226}Ra . Dá sa povedať, že dávka, ktorú spôsobujú prirodzené rádionuklidy je asi o 30% nižšia na voľnom priestranstve ako v budovách.

Posúdiť vplyv umelých hnojív je veľmi obtiažne, lebo tento vplyv je značne závislý o množstva použitého umelého hnojiva. Podľa odhadov veľkosť dávkového ekvivalentu od umelých hnojív je 7,5 μSv za rok. Technogénne rádionuklidy prispievajú do celkového radiačného pozadia hodnotou cca 1,05 mSv za rok.

Globálny rádioaktívny spad – je dôsledok skúšok jadrových zbraní a v našich oblastiach aj havária jadrového reaktora v Černobyle. Dominujú tu rádionuklidy (^{90}Sr , ^{137}Cs), ktoré spôsobujú vnútorné ožiarovanie a (^{137}Cs) spôsobuje vonkajšie ožiarovanie. Príspevok globálneho rádioaktívneho spadu k ročnému dávkovému ekvivalentu sa odhaduje na 20 μSv za rok.



Obr. 1 Priebeh mernej rádioaktivity spadu v rokoch 1960 až 1990.

2. Charakteristika veličín pre meranie žiarenia gama prírodného pozadia

Aktivita

Základnou jednotkou aktivity je recipročná sekunda 1 s^{-1} . Táto jednotka sa nazýva becquerel (Bq) a platí: $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$

Absorbovaná dávka

V každom bode pre každé ionizačné žiarenie predstavuje podiel strednej odovzdanej energie $d\bar{\varepsilon}$ látke v objemom elemente dV s hmotnosťou dm .

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$$

Jednotkou dávky je 1 joule na 1 kilogram = 1 J.kg^{-1} . Názov tejto jednotky je gray (Gy). $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$

V minulosti bol jednotkou dávky 1 rad (z anglického „radiation absorbed dose“). $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$

Pojem dávka je veľmi všeobecný. Používa sa v súvislosti s ľubovoľným žiarením i absorbátorom, t. j. ožarovaným objektom. Okrem iného závisí aj od ožarovaného materiálu, preto sa kvôli spresneniu spravidla uvádza aj látka, o ktorú ide. Napr.: D_{vz} – vzduch

Keďže biologické účinky žiarenia do značnej miery závisia od energie, ktorú organizmus absorboval, môže byť absorbovaná dávka určitou mierou na posudzovanie stupňa poškodenia organizmu v dôsledku rádioaktívneho žiarenia. Požívanie tejto veličiny je výhodné, pretože množstvo absorbovanej energie je merateľné napr. kalorimetrickými metódami.

Pri posúdení biologických účinkov žiarenia je potrebné poznať nielen množstvo od neho absorbovanej energie, ale aj druh tohto žiarenia, pretože rovnaká dávka od rozličných druhov žiarenia má rozličné biologické účinky.

Absorbovaná dávka teda popisuje iba energetické účinky žiarenia a pri posúdení biologických účinkov ju treba uvažovať iba orientačne.

Príkon absorbovanej dávky

Označovaný tiež ako dávkový príkon. Vyjadruje prírastok absorbovanej dávky dD za časový interval dt .

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt}$$

Jednotkou je 1 joule za 1 sekundu na 1 kilogram = 1 Gy.s^{-1} .

Dávkový ekvivalent

Používa sa na vyjadrenie rôznych biologických účinkov rozličných ionizujúcich žiarení a ožiarovania za rozličných podmienok. Veličina je definovaná ako súčin absorbovanej dávky D a faktora kvality Q , ktorý zohľadňuje biologické účinky a je definovaný pre rozličné podmienky a druhy žiarenia.

$$H = D.Q$$

Keďže Q je bezrozmerná veličina, jednotkou je $1 \text{ Gy} \cdot \text{kg}^{-1}$ a nazýva sa sievert (Sv).

Pre väčšinu oblastí všetkých kontinentov úroveň príkonu dávkového ekvivalentu prírodného žiarenia γ obyčajne spadá do intervalu $70 - 110 \text{ nSv} \cdot \text{h}^{-1}$. Asi 80% – 90% tohto žiarenia predstavuje jeho terestriálna zložka, ktorú tvoria ^{40}K , ^{87}Rb , ^{220}Ra , ^{232}Th a prírodný urán resp. ich dcérske produkty. Zložka kozmického žiarenia tvorí asi 10% – 15% a 2% – 3% tvorí žiarenie zo vzduchu. Umelá rádioaktivita vytváraná človekom za normálnych podmienok neprispieva významnejšou mierou k aktivite prírodného prostredia. Pre úplnosť ešte dodávame, že časová zmena dávkového ekvivalentu sa nazýva príkon dávkového ekvivalentu.

3. Prístrojové vybavenie

Sonda pri meraní komunikuje s osobným počítačom a ukladá namerané údaje pomocou komunikačného softvéru Bittsens SL 1.7 do pamäte počítača.

Technické údaje sondy

Napájanie: jednosmerné napätie 12 V (10,5 V – 13,8 V); prúd 100 mA

Merací rozsah: $10 \text{ nSv} \cdot \text{h}^{-1} - 10 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$

Chyba merania: $\pm 10\% \leq 1 \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$

$\pm 15\% \geq 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$

Energetický rozsah: $60 \text{ keV} - 3 \text{ MeV} \leq 10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$

$100 \text{ keV} - 3 \text{ MeV} \geq 10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$

(kalibrované pri 1,3 MeV)

Energetická závislosť: $\pm 20\%$ v porovnaní s ^{60}Co (obr. 11) alebo

$\pm 25\%$ v porovnaní s ^{137}Cs (obr. 12)

Teplotný rozsah: -30°C až $+60^\circ\text{C}$

Teplotná závislosť: $\pm 3\% \leq 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$

$\pm 15\% \geq 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$

Rozmery: priemer 76 mm; dĺžka 500 mm

Hmotnosť: približne 2,5 kg

Sonda poskytuje ďalšie možnosti využitia ako:

- Senzor v monitorovacej sieti pre včasné varovanie systémov ochrany širokej oblasti.
- Nemocničné kontrolné zariadenie pri liečbe rádiovou terapiou.
- Meracia jednotka vo vedeckých inštitúciách a výskumných centrách.
- Jednotka dlhodobého dohľadu v pohraničných oblastiach, na letiskách, vlakových staniciach a palubách lietadiel.
- Meracia jednotka v súkromnom sektore a v protiatómových krytoch.

3. Prípravné práce a výsledky merania

Bola zostavená kompletná meracia trasa – inteligentná sonda s proporcionálnym detektorom a komunikácia inteligentnej sondy s PC pomocou softveru. Meraciu trasu s meracím systémom bolo treba urobiť na mobilnú verziu a to využitím napájania celej meracej trasy (inteligentná sonda RS 03 s proporcionálnym detektorom – komunikačný protokol – softver - PC). Boli vybratí nasledujúce meracie body v Trnave a okolí. Bolo vykonaných 10 jednominútových meraní

v každom meracom bode a z toho bol urobený 10 minútový priemer príkonu dávkového ekvivalentu v nasledujúcich meracích miestach:

1. Zberné suroviny Trnava na Bulharskej ulici – Príkon dávkového ekvivalentu 77,1 nSv/h
2. Orešanská cesta, pivovar - Príkon dávkového ekvivalentu 82,3 nSv/h
3. Parkovisko PSA - Automobilová výroba Príkon dávkového ekvivalentu 73,2 nSv/h
4. Sachs – TAZ - Príkon dávkového ekvivalentu 87,6 nSv/h
5. Sídliisko Prednádražie – parkovisko pri poliklinike na Starohájskej Príkon dávkového ekvivalentu 78,7 nSv/h
6. Sídliisko Vodáreň – parkovisko Tesco - Príkon dávkového ekvivalentu 84,4 nSv/h
7. Kameňolom firmy ALAS Slovakia s. r. o. v Trstíne - Príkon dávkového ekvivalentu 59,5 nSv/h

Záver

Celá meracia aparátúra a meracia trasa bola zapožičaná z firmy Bitt Technology – A , Rakúsko. Merania v jednotlivých meracích bodoch boli vykonané v mesiaci november 2008. Možno konštatovať, že úroveň radiácie v Trnave a jej okolí je v úplnom poriadku a nepresahuje úroveň 80 až 100 nSv/h čo zodpovedá prirodzenej radiácii prírodného pozadia životného prostredia. Sonda je certifikovaná Typovou skúškou v Slovenskom metrologickom ústave v Bratislave č. certifikátu 44/01 – 001 platnou do roku 2011

Literatúra

- [1] HÚŠŤAVA, Š. 2008. Metrológia rádioaktívneho žiarenia. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*, Trnava
- [2] HÚŠŤAVA, Š. 2007. Dlhodobé kontinuálne pozorovanie príkonu dávkového ekvivalentu prírodného pozadia žiarenia gama, Konferencia 9. *Banskoštiavnické dni 2007, Súčasné úlohy Environmentalistiky a Rádioenvironmentalistiky*, Banská Štiavnica
- [3] HÚŠŤAVA, Š – HALADA, L. 2008. Monitoring of Radioactivity in Environment by Proportional Detector RS 03, The Natural Radiation Environment 8th International Symposium (NRE VIII) Buzios, Rio de Janiero, Brazil 7. – 12. October 2007 , AIP Conference Proceedings issued by American Institut of Physics Melville, New York, ISBN 978-0-7354-0559-2, ISSN 0094-243X.
- [4] Manual for Proportional Detectors of Firm Bitt Technology Austria, Spillern 2009

Adresa autora

Doc. RNDr. Štefan Húšťava, PhD.

Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta

Radlinského 11

813 68 Bratislava

e-mail: shustava@hotmail.com

1. Ilustračné fotografie z meracích bodov 1. a 7.



A) Ukážkové foto z merania pred vchodom do Zberných surovín Závod Trnava



B) Ukážkové foto z merania v kameňolome firmy ALAS Slovakia s. r. o. v Trstíne

ANALÝZA A RIEŠENIE NIEKTORÝCH FYZIKÁLNYCH PROBLÉMOV PRI BUDOVANÍ AERODYNAMICKÉHO TUNELU STU BRATISLAVA

Štefan Húšťava, Anton Puškár

Stavebná fakulta STU Bratislava

Abstrakt: Práca sa zaoberá analýzou základných meraných parametrov a fyzikálnych veličín pri spúšťaní veterného tunela s medznou vrstvou. Sú popísané vlastnosti základných meraných veličín potrebných na prevádzku veterného tunela s atmosférickou medznou vrstvou. V závere je zhrnutý význam, užitočnosť a možnosti využitia veterného tunela.

Kľúčové slová: aerodynamický tunel, medzná vrstva, meranie tlaku a prietoku, simulácia medznej vrstvy, fyzikálne modelovanie, kritériá podobnosti.

Úvod

Na území Slovenska doteraz nie je možnosť laboratórneho overovania aerodynamických vlastností budov. Preto sa na Stavebnej fakulte STU rozhodlo o výstavbe aerodynamického tunela. Pri jeho návrhu boli prizvaní odborníci z VZLU, a.s. Praha [1]. Bolo treba pripraviť zoznam aplikačných meracích metód pre veterný tunel s medznou vrstvou (BLWT- Boundary Layer Wind Tunnel). Bude treba navrhnuť meráciu techniku a meráciu metodiku používanú pri meraniach vo vetrených tuneloch.

Všetky merané veličiny sú dnes pomocou vhodných prevodníkov menené na elektrickú veličinu a tá je ďalej spracovaná pomocou A/D prevodníkov inštalovaných v počítači. Pre komunikáciu s A/D prevodníkmi a pre prípravu tzv. „Virtuálnych meracích prístrojov“ je vhodné použiť k tomu určené programovacie rozhranie.

Stavebné normy obsahujú časť zaťaženia stavieb vetrom. Norma popisuje zaťaženie stavieb štandardných tvarov a do určitých výšok. Pokiaľ sa architekt či projektant od štandardných rozmerov či výšok odchýli je vhodné pre stanovenie tlakových koeficientov na plášti objektu použiť veterný tunel so simulovanou atmosférickou medznou vrstvou (BLWT). Pri dodržaní základných podmienok fyzikálneho modelovania takého problému možno dostať verné rozloženie stredných tlakov na fasáde objektov. S ohľadom na odozvu meracej linky možno sledovať aj dynamické tlakové javy odohrávajúce sa v oblastiach oddeľovania sa prúdenia prípadne v úplavoch za detailmi budov. Pri modelovaní projektovaných objektov a stávajúcej zástavby možno sledovať vývoj veternej situácie v úrovni chodcov tzv. veternú pohodu chodcov. Tieto tlakové merania sú zvládnuté rutinne v aplikácii BLWT.

1 Zber dát a základné merané veličiny

Zber dát sa dnes vykonáva výhradne s využitím počítačov. Merané fyzikálne veličiny sú pomocou vhodných prevodníkov snímané ako veličiny elektrické. Signál z prevodníkov, ak je analógový, je digitalizovaný pomocou meracích kariet a ďalej ukladaný na disku počítača. Takto získaný signál je ďalej spracovaný na základe fyzikálnych zákonov a predchádzajúcich kalibrácií je potom rekonštruovaný meraný priebeh fyzikálnej veličiny. Moderné meracie karty obsahujú obvykle analógové vstupy, analógové výstupy, digitálne vstupy a výstupy. . Zoznam základných meraných veličín:

Tlak vzduchu: statický a dynamický tlak prúdiaceho vzduchu v rozsahu cca 0 – 2,5 kPa

Rýchlosť prúdenia vzduchu: v rozsahu 0 až do rýchlosti cca 40 m/s

Koncentráciu stopujúceho plynu: v rádoch ppm.

2 Základné pravidlá fyzikálneho modelovania v BLWT

Fyzikálne modelovanie v oblasti veterného inžinierstva a využitia veterných tunelov BLWT so simulovanou atmosférickou medznou vrstvou zahŕňa predovšetkým kritériá podobnosti pri modelovaní.

2.1 Mierka modelovania

Je nutné skúmané dielo zmenšiť v mierke, ktoré bude približne odpovedať mierke simulácie atmosférickej medznej vrstvy (AMV). Simulácia realizovaná v BLWT je založená na prúdení vzduchu nad drsným povrchom. Jedná sa o rovnomernú drsnosť, ktorá generuje turbulentnú medznú vrstvu s príslušnými parametrami pozdĺž zložky vektora rýchlosti, intenzity turbulencie, charakteristických rozmerov vírov a existencie inerciálnej podoblasti pri rozpade vírov. Všetky tieto parametre sú pre reálnou atmosféru stanovené a tabelované pre štandardné drsnosti terénu. Pomer hodnôt simulácie a reálnej atmosférickej medznej vrstvy tak určuje mierka modelovanej medznej vrstvy.

Použitie rovnomernej drsnosti pre vytvorenie simulácie určitej kategórie terénu posluží k modelovaniu takzvaného vzdialeného poľa. Teda oblasti značne vzdialené od premeriavaného objektu. Pre prípravu metodík a výskum obecných fyzikálnych princípov v atmosférickej medznej vrstve je takáto simulácia dostatočná. Prípady kedy sa jedná o premeranie objektu projektovaného v konkrétnom mieste, je nutné zohľadniť jeho blízke okolie. Ak sa jedná o zástavbu je treba ju modelovať v dostatočnom dosahu. Modelovanie okolia zástavby vyžaduje dodržanie relevantnej geometrickej podobnosti topografie okolitého terénu včítane zástavby. V tomto prípade je možné aj i výraznejšie sa odchýliť od mierky simulácie [2], [3].

Mierka modelu by mala byť volená aj s ohľadom na merateľnosť sledovaných parametrov. Model by mal byť vyrobiteľný a relatívne ľahko osaditeľný tlakovými odbermi.

2.2 Kritériá podobnosti

Kritériá podobnosti sú dané bezrozmernými číslami, rovnosť ktorých pre model aj pre dielo zaručuje prenositeľnosť výsledkov medzi simuláciou a reálnou situáciou. Myslíme hlavne na nasledujúce čísla Reynoldsovo číslo Re vyjadruje pomer zotrvačných síl a síl viskózneho trenia, Froudeovo číslo Fr vyjadruje pomer zotrvačných síl a tiažových síl, Rosbiho číslo Ro

Vyjadruje vplyv pôsobenia zemskej rotácie a Strouhalovo číslo St na využívanie časovej mierky medzi simuláciou a reálnou situáciou pri sledovaní dynamických javov atmosférickej medznej vrstve.

3 Základné merané fyzikálne veličiny v BLWT

3.1 Tlak vzduchu

V prípade aplikácií v BLWT budeme vždy hovoriť o tlakovom rozdieli meranom v sledovaných miestach. Statický tlak vnútri kanálu veterného tunela bude meraný oproti atmosférickému tlaku v jeho okolí, tlak na modeloch bude meraný proti statickému tlaku vnútri veterného tunelu, dynamický tlak prúdiaceho média je rozdiel tlaku celkového a statického v mieste merania. Barometrický tlak spolu s okolitou teplotou vstupuje pri prevádzke veterného tunela do výpočtov na mieste hustoty vzduchu, ktorá vyplýva zo stavovej rovnice a je daná vzťahom

$$\rho = \frac{p}{RT},$$

kde ρ je hustota vzduchu, p je barometrický tlak, r je univerzálna plynová konštanta (pre vzduch $r = 287,056 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$) T je termodynamická teplota v okolí.

Statický tlak p_{stat} [$\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$] – obecné sa jedná o tlak spôsobený len tiažou vzduchového stĺpca. Veterný tunel typu BLWT navrhnutý STU Bratislava je z princípu tunel podtlakový. Pokiaľ bude tunel mimo prevádzky bude statický tlak v tuneli zhodný s barometrickým tlakom v okolí. Pokiaľ sa tunel rozbehne statický tlak sa zníži na úkor nárastu tlaku dynamického. Statický tlak v prúde vzduchu sa meria pomocou statických tlakových odberov, podrobnejšie popísané napr. v [2]. Zjednodušene je tlakový odber statického tlaku umiestnený kolmo k prúdniciam. Takéto meranie statického tlaku je zaťažené určitou neistotou merania, lebo pri prúde vzduchu okolo odberu môže dochádzať k pohybu vzduchu vnútri odberu. Geometria a poloha statických tlakových odberov môže túto neistotu merania zväčšiť aj zmenšiť.

V prípade Prandtlovej sondy (Pitot statická trubica) je to zaistené vhodným tvarovaním hlavice tejto sondy a umiestnením statických odberov dostatočne ďaleko od jej čela.

V prípade kontroly zaťaženie stien kanálu veterného tunela je toto zabezpečené umiestnením statických odberov do stien kanála.

Pokiaľ treba stanoviť statický tlak v mieste modelu je treba použiť špeciálne sondy pre meranie statického tlaku, alebo tiež Prandtlovu trubicu, ktorá statický odber obsahuje. Každá zo sond má svoje výhody i nevýhody. Pre meranie v mieste modelu v BLWT sa javí ako najvhodnejšia disková sonda s dostatočne veľkým priemerom disku. Teória tlakových sond a závislosti chyby merania na ich geometrii sú dobre popísané v [2].

Dynamický tlak q [$\text{kg.m}^{-1}.\text{s}^{-2}$] – je popísaný ako kinetická energia objemovej jednotky prúdiaceho vzduchu

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2$$

Jedná sa o statický tlak spotrebovaný na uvedenie do pohybu objemovej jednotky vzduchu s hustotou ρ na rýchlosť v . Možno potom písať:

$$q = p_{\text{celk}} - p_{\text{stat}}$$

kde p_{celk} je celkový tlak prúdiaceho vzduchu v mieste merania a p_{stat} je statický tlak v mieste merania. Z uvedeného vyplýva, že zvyšovanie dynamického tlaku sa deje na úkor tlaku statického.

Základný postup merania tlaku: odber tlaku (príslušný senzor), tlaková cesta, prevodník tlaku na elektrickú veličinu (alebo priame meranie klasickými analógovými senzormi), analógovo-digitálny prevodník, spracovanie signálu v PC.

3.2 Rýchlosť prúdiaceho vzduchu

Počas prevádzky BLWT je nutné merať rýchlostné profily, ktoré dávajú informáciu o charaktere a kvalite simulovanej medznej vrstvy. Aplikácie vhodné pre BLWT niekedy vyžadujú stanovenie prúdových polí v okolí projektovaných objektov prípadne meranie rýchlosti vetra v relevantných miestach v okolí objektov.

Simulácia atmosférickej medznej vrstvy vyžaduje zachovanie podobnosti v troch základných parametroch. Jedná sa o profil strednej hodnoty pozdĺžnej zložky vektoru rýchlosti vetra. Profil intenzity turbulencie tejto zložky a spektrálnu hustotu vírov obsiahnutých v generovanom prúde vzduchu.

Najvhodnejším prostriedkom pre kontrolu spomenutých parametrov je tzv. anemometer so žhavenými elementmi - drôtikmi. Pre BLWT sa jedná o žhavené drôtičky obvykle o priemere do 5 μ m HWA (Hot Wire Anemometer) [4], [5].

3.3 Koncentrácia emisií

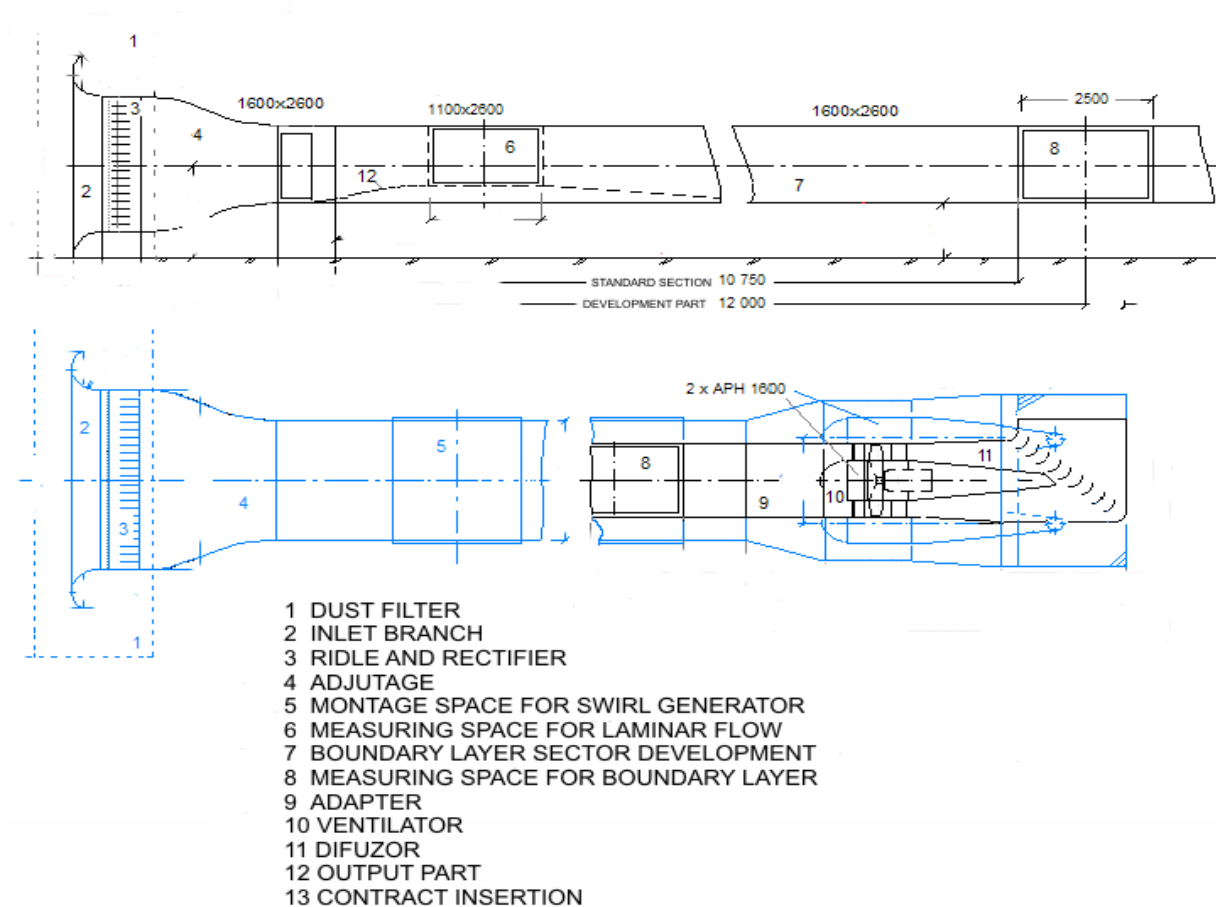
BLWT je dobre využiteľný pre štúdie rozptylu emisií nad konkrétnou topografiou a z rôznych typov zdrojov.

Tieto merania sa vykonávajú na základe detekcie stopovacieho plynu vypúšťaného do simulovanej atmosférickej medznej vrstvy v mieste predpokladaného zdroja emisií. Voľba stopovacieho plynu súvisí s voľbou detektoru.

Vhodným prostriedkom pre meranie rozptylu emisií v BLWT sa ukázal tzv. plamenný ionizačný detektor (Flame Ionization Detector FID), ktorý spaľovaním vzorku vzduchu dotovaného uhľovodíkom mení vodivosť medzi elektródami snímača úmerne množstvu uhľovodíkovej dotácie.

Odber plynu býva vykonávaný tenkými kapilármi, prípadne hadičkami zo sledovaných oblastí, odberová cesta slúži k doprave vzorku plynu do spaľovacej komôrky FID-u, čerpadlo je súčasťou odberovej cesty. Plamenný ionizačný detektor mení koncentráciu stopovacieho plynu na elektrickú veličinu meranú pomocou elektrometru, signál je ďalej digitalizovaný a vedený k ďalšiemu spracovaniu na disku PC.

Základný postup merania koncentrácií: odber plynu (príslušný senzor), odberová cesta, čerpadlo, plamenný ionizačný detektor, voltmeter, prevodník na elektrickú veličinu (analogovo-digitálny prevodník), spracovanie signálu v PC.



Obr. 1. Náčrt veterného tunela s atmosférickou medznou vrstvou [1].

Záver

Na obr. 1. vidieť náčrt budovaného tunela BLWT s dvomi meracími priestormi pre laminárne a turbulentné prúdenie, v laboratóriách Stavebnej fakulty STU Bratislava. Vybudovaním aerodynamického tunela v priestoroch Stavebnej fakulty STU v Bratislave bude možné overovať náročné konštrukcie pozemných ako aj inžinierskych stavieb, pričom sa úroveň vedeckých poznatkov v tejto oblasti zásadne posunie ďalej. Pri uvedení do chodu BLWT tunela bude treba postupne zaviesť metodiku a techniku merania vyššie uvedených základných veličín nutných na základné prevádzkovanie tunela. Ďalej bude treba vybrať vhodné prístrojové vybavenie a namerané výsledky softvérove vyhodnotiť pomocou PC.

Literatúra

- [1] JIRSÁK, Milan. 2010. *Aerodynamický návrh větrního tunelu pro STU Bratislava*, Praha, 2010
- [2] ŠOCH, P – VRÁTNÝ, J. 1987 *Experimentální metody v mechanice tekutin I*, ČVUT, Praha
- [3] BEDNAŘ, J, - ZIKMUNDA, O. 1985. *Fyzika mezní vrstvy atmosféry*, ACADEMIA, Praha
- [4] SCHICHTLING, H – GERSTEN, K. 2000. *Boundary Layer Theory*, Springer
- [5] BRUNN, H. 1995. *Hot-Wire Anemometry*, Oxford University Press, Oxford, New York

Adresa autorov

Doc. RNDr. Štefan Húšťava, PhD.

Prof. Ing. Anton Puškár

Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta

Radlinského 11

813 68 Bratislava

e-mail: shustava@hotmail.com

e-mail: anton.puskar@stuba.sk

LABORATÓRIUM ZEM

Sergej Il'kovič

Katedra fyziky, matematiky a techniky, FHPV PU v Prešove

Abstrakt: *Príspevok sa venuje interdisciplinárnym vzťahom viacerých oblastí, pričom zjednocujúcim motívom je medzinárodná hra Geocaching. Hlavným prínosom sú metodické pokyny k tvorbe GPS-orientovaných hier a ukážka hry s fyzikálnou tematikou využitím nadstavby Wherigo, ktorú je možné hrať v reálnom prostredí.*

Kľúčové slová: *GPS, Geocaching, Wherigo, Fyzikálna hra, Mimoškolská činnosť*

Úvod

Smerovanie a ciele prírodovedného vzdelávania sa v posledných rokoch výrazne modifikovali, čoho reakciou bola školská reforma, ktorá sa začala realizovať v školskom roku 2008/09. Žiaľ, jej implementácia priniesla so sebou mnohé problémy, ktoré nie je možné vyriešiť v krátkom čase. Za najväčší problém považujem reálnu redukciu hodín prírodovedných predmetov a absenciu praxou overených učebníc. Okrem toho, v porovnaní s minulosťou k výraznej redukcii požiadaviek nedošlo, čo núti učiteľov k povrchnosti a vypúšťaniu niektorých činností. Vzhľadom na časovú náročnosť prípravy najviac trpí experimentálna zložka, čo je mimoriadne znepokojujúce. Na jednej strane má síce učiteľ možnosť presunúť časť učiva do voliteľných predmetov, ale vzhľadom na neobľúbenosť prírodovedných predmetov takéto predmety nemajú šancu uspieť v konkurencii s humanitnými predmetmi. Ďalšou možnosťou je viesť prírodovedné krúžky, kde väčšiu šancu uspieť majú širokospektrálne krúžky s výrazným interdisciplinárnym rozmerom.

Pri výbere krúžku s prírodovednou tematikou som sa riadil týmito kritériami:

1. priaznivý osobný vzťah k problematike
2. atraktívna činnosť pre žiakov
3. interdisciplinárne hľadisko
4. pohybová činnosť a využitie počítača

V prípravnej fáze som sa oboznámil s medzinárodnou hrou Geocaching, ktorá sa mi stala koníčkom a po niekoľkých mesiacoch som našiel hneď niekoľko spôsobov využitia tejto hry vo vyučovacom procese či už v rámci školy, alebo v mimoškolskej činnosti.

Čo je Geocaching

Na vytvorenie predstavy o Geocachingu by som stručne charakterizoval základnú myšlienku, históriu a princíp tejto hry.

Základom fungovania Geocachingu je GPS (global positioning system), ktorého začiatky siahajú do 60-tych rokov, bol vybudovaný a spustený Americkou a v súčasnosti ho tvorí 24 družíc, ktoré okrem polohy (zemepisná dĺžka a šírka, ale i nadmorská výška) poskytujú aj údaj o presnom čase.

Dňa 25.3.1990 bola aktivovaná tzv. selektívna dostupnosť (Selective Availability), čo spôsobovalo zámerné znepresnenie určenia polohy pre neautorizovaných užívateľov vďaka zanášaniam umelej chyby do rádiového kódu. Táto selektívna dostupnosť bola 1.4.2000 zrušená, takže presnosť sa výrazne zvýšila.

Od tohto okamihu sa prakticky datuje aj vznik hry Geocaching. Jej princípom je hľadanie schránok (skrýši – z angl. cache) v teréne pomocou GPS zariadenia, pomocou súradníc umiestnených na internete. Pri hľadaní sa väčšinou používajú turistické prijímače GPS, ale dnes sa začínajú presadzovať aj iné prijímače, napríklad v mobilných telefónoch vreckových počítačoch a podobne.

Jednou zo základných myšlienok je umiestňovanie skrýši na miestach, ktoré sú historicky, kultúrne, geograficky, geologicky, komerčne, turisticky, alebo inak zaujímavé. Pre každú skrýšu existuje stručný popis na internete, kde sa možno dozvedieť informácie o danom mieste. Každý registrovaný hráč Geocachingu má právo nielen hľadať skrýše, ale ich aj zakladať, pričom na túto činnosť sa vzťahujú osobitné podmienky.

Obsah skrýše tvorí schránka (najlepšie vodotesná, ktorá dobre odoláva poveternostným podmienkam), v ktorej sa nachádza zápisník (logbook), drobné predmety na výmenu prípadne tzv. trackovateľné predmety.

Každá skrýša sa vyznačuje dvomi atribútmi: veľkosťou a typom. Veľkosť skrýše sa udáva od micro (veľkosť puzdra na fotografický film) po large (niekoľkolitrové nádoby). Existuje niekoľko typov skrýši, pričom neustále vznikajú nové. Typy skrýši sa odlišujú ikonou, ktoré môžu byť zobrazené na podkladovej mape (napríklad Google Maps).

Základné typy skrýši sú:

- tradičná – schránka je umiestnená presne na súradniciach uvedených na stránke
- multi – schránka je umiestnená v poslednom stanovišti, reťazca pomocných skrýši (tzv. stages)
- mystery – nájdenie súradníc skrýše je spojené s riešením nejakej úlohy, hádanky, rébusu
- webcam – uvedené súradnice privedú hľadača pred webkameru, pričom k odloveniu skrýše je potrebné poslať svoju fotku z webkamery
- letterbox – skrýša navyše obsahuje pečiatku
- virtual – odlovenie skrýše je spojené so zistením nejakej informácie na mieste s uvedenými súradnicami
- earthcache – geografická obdoba virtuálnej skrýše
- event – v naznačený čas sa na súradniciach sa uskutoční stretnutie hľadačov
- CITO (Cache In Trash Out Event) – stretnutie hľadačov spojené s vyčistením a uprataním prostredia
- WiG (Wherigo) – hľadanie skrýše hraním hry

Na stránke www.geocaching.com sa nachádzajú informácie o všetkých skrýšach, ale i o nálezoch hľadačov, ktoré sa evidujú aj elektronicky, čím získava hľadač štatistiku svojich nálezov. Veľmi užitočnou črtou týchto stránok je výpis názorov a reakcií predošlých hľadačov, ktorí sa môžu podeliť o skúsenosti s hľadaním skrýše, ale i so zaujímavými a úsmevnými zážitkami počas hľadania. Niekedy si však treba dať pozor na to, aby sme ďalším hľadačom nevyzradili toho až príliš veľa.

Nadstavba Wherigo

Pre účely prírodovedného krúžku som založil skrýšu typu Wherigo, ktorej súčasťou je naprogramovaná hra v podobe modulu (cartridge) pre kompatibilné zariadenia. Tematicky sa hra zameriava na základné poznatky o jednoduchých strojoch a ich aplikácii v prostredí mestského sídliska.

Internetová adresa skrýše s názvom „Jednoduché stroje“ (Simple Machines) je http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=c2e9bc19-8302-4199-988a-18d06f913876

a k tejto stránke sa viaže odkaz na stránku, kde si možno stiahnuť súbor modulu. Pre hranie hry si stačí nakopírovať modul do kompatibilného zariadenia a spustiť ho. Všetko ostatné závisí od šikovností a vedomostí hráča.

Existujú dva typy kompatibilných zariadení:

- turistické navigátory s predinštalovaným Wherigo
- PPC (vreckové počítače) s nainštalovanou aplikáciou Wherigo

V súčasnosti je možné používať Wherigo aj iných systémoch (napríklad Android, alebo Symbian), ktoré vyžadujú emulátor.

Princíp hry:

Hra obsahuje 4 sekcie a to:

LOCATIONS V tejto sekcii sa Vám vždy zobrazí miesto, kam sa máte dostať, prípadne ste sa už dostali. Na každom mieste máte ponuku info, kde sa môžete niečo zaujímavé dozvedieť a ak sa dostanete do zóny, dozviete sa, akú úlohu treba vyriešiť.

YOU SEE Niekedy na danom mieste uvidíte nejaké objekty, s ktorými treba pracovať tak, aby ste zadanú úlohu vyriešili.

INVENTORY Väčšinou sa tam vyskytujú položky, ktoré môžete cestou zobrať, ale v tomto prípade budete tu mať iba položku uloženia hry a na konci hry sa Vám objaví odomykací kód (CODE), ktorý budete potrebovať pri uzavretí hry na stránke wherigo.com.

TASK Tu sa Vám postupne budú zobrazovať úlohy, ako aj ich štádium riešenia



Obr. 1: Hra na mobilnom zariadení

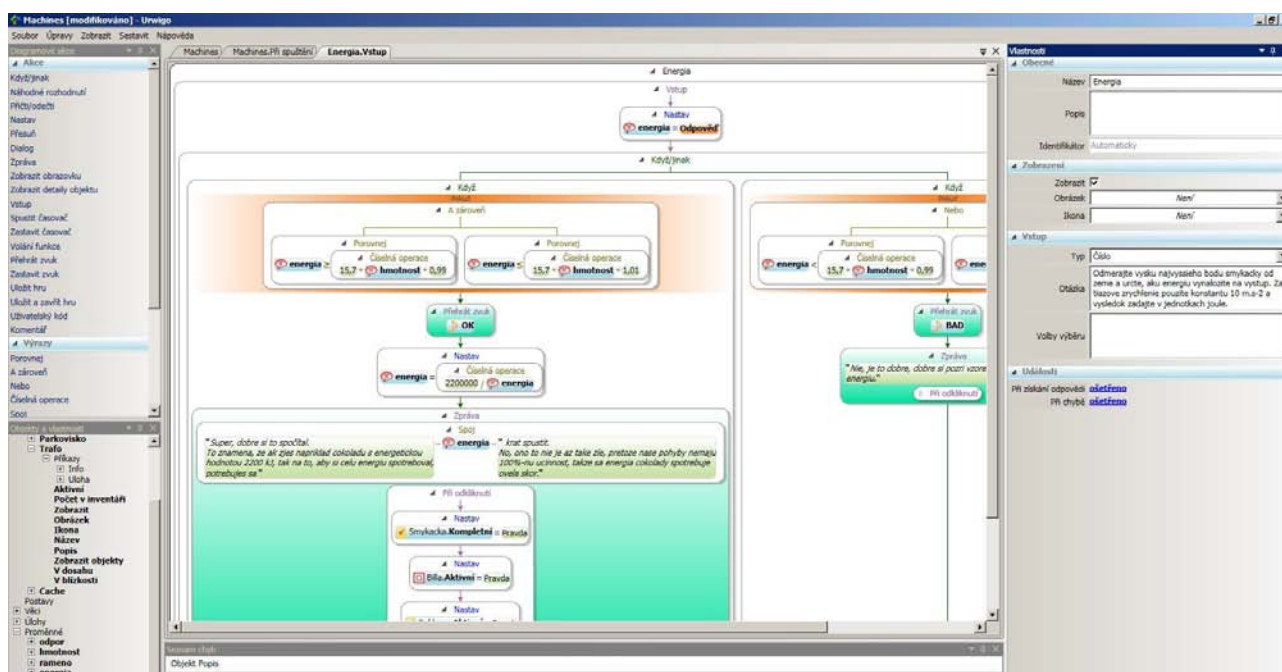
Wherigo builder

K vytvoreniu hry potrebujeme mať na počítači nainštalovaný program Wherigo builder (voľne stiahnuteľný zo stránky www.wherigo.com), ktorý predstavuje editor objektového programovacieho jazyka LUA. Okrem neho existuje niekoľko ďalších verzií tohto programu. Ja som si vďaka kvalitnému spracovaniu, rozšíreným možnostiam, a príjemnému vzhľadu vybral program

Nezanedbateľnou výhodou programu Urwigo je prítomnosť matematických funkcií, čo robí z GPS zariadenia veľmi slušnú kalkulačku s rôznymi možnosťami, napríklad merania času, prípadne stopiek. Tieto funkcie možno využiť pri tvorbe hier s prírodovednou tematikou.

Úlohou hľadača je:

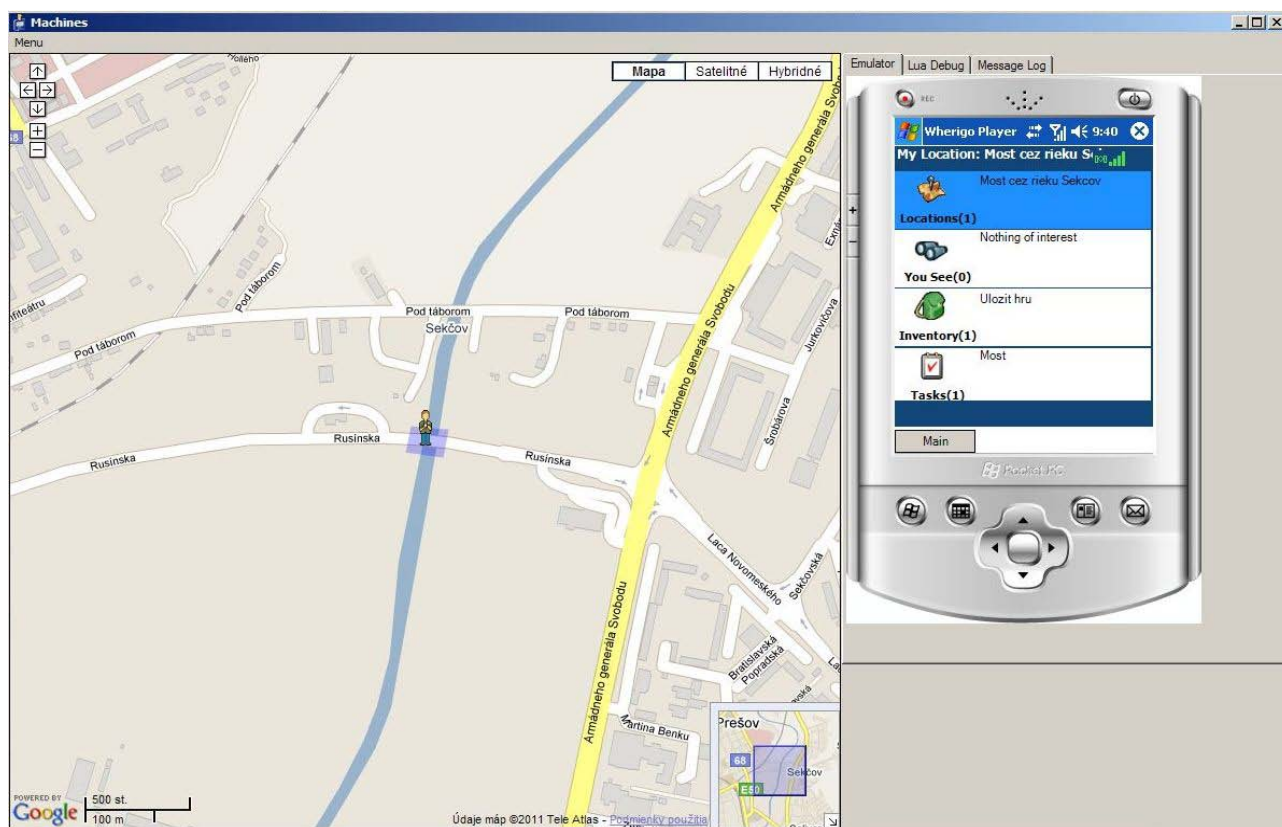
1. zadať svoju hmotnosť (ako vstupný údaj cez klávesnicu GPS zariadenia)
2. zmerať výšku šmýkačky
3. vypočítať zmenu potenciálnej energie, pri výstupe na vrchol šmýkačky



Obr. 2: Pracovné prostredie programu Urwigo

Potenciálna energia sa vypočíta zo vzťahu $E_p = mgh$.

Na to, aby program fungoval správne, je potrebné odladiť ho. Bolo by to dosť nepraktické, aby sme pri každom ladení šli do terénu, a preto na tieto účely slúži emulátor hry (Obr. 3)



Obr. 3: Emulátor Wherigo

Po odladení hry v emulátore musíme spraviť posledný krok smerujúci k sprístupneniu hry širokej verejnosti hľadačov. Tento proces sa nazýva kompilácia a predstavuje preloženie kódu programu v LUA do strojového kódu kompatibilného zariadenia, pričom máme na výber z dvoch spomínaných typov zariadení. Urwigo builder navyše ponúka možnosť zabezpečenia hry pred hraním hry v emulátore, čo núti hľadačov ísť do terénu a hru si zahrať reálne. Nakoniec hru (skompilovaný súbor) nakopírujeme na server hry Wherigo, odkiaľ si ho hľadači budú môcť stiahnuť.

Koniec hry je väčšinou spojený s nájdením samotnej schránky, ku ktorej hľadača po úspešnom odohraní hry nasmeruje GPS zariadenie. Niektoré hry vyžadujú pre úspešné ukončenie hry zadanie ochranného kódu na internetovej stránke, ktorý je na konci hry vygenerovaný.

Záver

Hlavným cieľom príspevku bolo priblížiť možnosti hry Geocaching a jej nadstavby Wherigo a naznačiť oblasti využitia pre vzdelávacie účely. V článku sú vysvetlené základné pojmy a popísané sú niektoré postupy spojené s programovaním modulu. Aj keď je problematika tvorby programov oveľa širšia a vyžaduje znalosti daného programovacieho jazyka, programátorské prostredie programu Urwigo je veľmi prívetivé a nevyžaduje znalosti cudzieho jazyka. Týmto spôsobom môže šikovný učiteľ pripraviť aj iné terénne úlohy, ktoré nemusia mať súvis s Geocachingom.

Pri hraní hier tohto typu žiaci okrem pohybu na čerstvom vzduchu si majú možnosť buď získať vedomosti, alebo si ich upevniť a prehliť. Žiaci si zároveň zvyšujú svoje kompetencie v oblasti IT, nakoľko hranie tejto hry vyžaduje použitie počítača. Okrem toho, žiaci môžu hľadať aj iné tematické skrýše, čo môže rozšíriť ich obzor aj z iných oblastí.

Literatúra

Internetové stránky Ministerstva školstva: Školská reforma [citované 13. máj 2011]

Dostupné na: < <http://www.minedu.sk/index.php?lang=sk&rootId=2837>>

ŠEBEŇ, V., ŠEBEŇOVÁ, I., 2007: Záujmová činnosť žiakov v podmienkach súčasnej školy. In: Sborník XX. Didmatech 2007. Díl II. Mezinárodní vědecká konferenci, Pedagogická fakulta UP v Olomouci. Olomouc, Votobia, 2007.s. 692-696, ISBN 80-7220-296-0.

Internetové stránky Geocaching: Geocaching [citované 13. máj 2011]

Dostupné na: < <http://www.geocaching.com>>

Internetové stránky Geocaching: Geocaching [citované 13. máj 2011]

Dostupné na: < <http://www.wherigo.com>>

Adresa autora

RNDr. Sergej Il'kovič, PhD.

Katedra fyziky, matematiky a techniky, Fakulty humanitných a prírodných vied

Prešovskej univerzity v Prešove

17. novembra 1, 081 16 Prešov

e-mail: ilkovic@unipo.sk

PRACOVNÉ ZOŠITY Z FYZIKY PRE ZÁKLADNÉ ŠKOLY A NIŽŠIE ROČNÍKY GYMNÁZIÍ S OSEMROČNÝM ŠTÚDIOM

Peter Kelecsényi

Štátny pedagogický ústav Bratislava

Abstrakt: Príspevok sa venuje vybraným problémom súčasného vyučovania fyziky na našich základných školách a nižších ročníkoch gymnázií s osemročným štúdiom. Zameriava sa na charakteristiku série pracovných zošitov z fyziky. Ponúka ich charakteristiku, zdôrazňuje ich prednosti a navrhuje možnosti ich využitia na vyučovacej hodine aj v domácej príprave.

Kľúčové slová: vyučovanie fyziky, pracovný zošit, rozvíjanie prírodovednej gramotnosti, žiacke kompetencie a ich rozvoj, medzinárodné testovania.

Úvod

V dnešných časoch obľúbenosť fyziky medzi žiakmi základných aj stredných škôl nie je veľmi vysoká. Určite je tento stav spôsobený aj náročnosťou predmetu, ale najmä metódami a formami práce na vyučovacích hodinách. Žiaci zohrávajú najčastejšie len úlohu pozorovateľov, sú minimálne vtiahnutí do procesu. Pútavá učebná pomôcka (napríklad pracovný zošit) v tomto smere dokáže veľa zmeniť k lepšiemu.

Určité zmeny vo vyučovaní fyziky v základnej škole sa stali nevyhnutnosťou. Predovšetkým je potrebné všestranne rozvíjať myslenie žiaka. Mali by sme ho viesť k „napodobňovaniu“ systému práce a činností vedca, učiť ho postupovať podľa stratégie: najprv sformulovať problém, vysloviť hypotézu, potom zrealizovať pokusy a merania a nakoniec spracovať, posúdiť a interpretovať získané výsledky. Jadrom vyučovacej hodiny by malo byť maximum praktických žiackych aktivít s efektívnym využitím prostriedkov informačno-komunikačných technológií. Podarilo by sa tak nielen odstraňovať priepasť medzi novými životnými potrebami žiaka a fungovaním školy, ale aj plniť hlavný cieľ hodín fyziky – rozvíjať prírodovednú gramotnosť žiakov. Tú OECD definuje takto: „Sú to individuálne poznatky a schopnosti využívať tieto poznatky pri identifikovaní otázok, pri získavaní nových poznatkov, pri vysvetľovaní javov z oblasti prírodných vied, pri vyvodzovaní záverov založených na dôkazoch, pochopenie charakteristických vlastností prírodných vied ako formy ľudského poznania a bádania, uvedomenie si ako prírodné vedy a technológie tvarujú materiálne, intelektuálne a kultúrne prostredie a ochota vstupovať do problémov súvisiacich s prírodnými vedami ako mysliaci občan.“

Nový obsah prírodovedného vzdelávania by mal podporovať intelektuálny rozvoj žiaka k samostatnému mysleniu i konaniu a podnecovať jeho túžbu po poznaní. Pri výbere tém je potrebné dbať aj na zachovanie prirodzenej hravosti detí a podnecovať ich k samostatnému bádaniu. Zmena v učebných osnovách sa prejavuje najmä v tom, že sa upúšťa od početných faktov a terminológie z mnohých tém v prospech štúdia viac do hĺbky a len menšieho množstva základných pojmov. Treba klásť dôraz na také rozčlenenie učiva, aby bolo možné vedome stavať na predošlých skúsenostiach a prepojiť nové chápanie s už existujúcimi vedomosťami. Tvorba nových vedomostí môže vyplývať z osobnej účasti na javoch v prírode, zo zážitkov zámerne organizovaných a sprostredkovaných inou osobou alebo z vnútorného spájania informácií už uložených v pamäti. Nový prístup k vyučovaniu prírodných vied dôsledne buduje – konštruje vedomosti žiakov na ich predchádzajúcej skúsenosti, teda zohľadňuje konštruktivistickú pedagogickú teóriu. Za dôležitejšie než samotný obsah sa považuje vzťah spoločnosti aj jednotlivca k vede ako takej a základné pochopenie metód, ktoré využíva.

Aby bolo vyučovanie fyziky počas základnej školy efektívne, mal by žiak, ktorý s týmto predmetom začína, byť už dostatočne zrelý. V prvom rade by mala byť na požadovanej úrovni jeho čitateľská gramotnosť. Nie je tajomstvom, že v posledných rokoch majú naši šiestaci stále väčšie problémy s čítaním odborného náučného textu. Nejde ani tak o nezvládnutú techniku čítania, ale najmä slabnúcu schopnosť čítať s porozumením. Preto sú títo žiaci následne odkázaní len na vysvetlenie učiteľa a sú takmer neschopní samostatnej domácej prípravy a získavania informácií z textových zdrojov. Podobne klesajúcu tendenciu má aj úroveň matematickej gramotnosti žiakov ZŠ. Najväčšie problémy spôsobujú desatinné čísla, narábanie so zlomkami, algebra a úprava výrazov (vyjadrenie neznámej veličiny zo vzťahu). Prejavujú sa hlavne pri riešení kvantitatívnych výpočtových úloh, pri ktorom majú veľké ťažkosti s aplikáciou matematických zručností do fyziky. Takto sa pre niektorých stávajú neriešiteľnými príklady, ktoré ešte pred niekoľkými rokmi spoľahlivo zvládli takmer všetci žiaci. Počas fyzikálneho vzdelávania by mal žiak získať aj správne pracovné a študijné návyky, čo mu pomôže rozvíjať jeho osobnosť. Aj v splnení týchto cieľov môže pracovný zošit pomôcť.

Kompetencie, gramotnosť

V učebných predmetoch vzdelávacej oblasti Človek a príroda je nevyhnutnou podmienkou efektívneho rozvíjania špecifických predmetových kompetencií (predovšetkým prírodovednej) čitateľská a matematická gramotnosť žiakov základných škôl na dostatočnej úrovni. Pod pojmom gramotnosť sa pre potreby medzinárodných testovaní rozumie schopnosť žiaka aplikovať získané vedomosti a zručnosti a prezentovať svoje názory a postoje.

Čitateľská gramotnosť reprezentuje schopnosť úplného porozumenia písaným textom, ich používanie pri rozvoji vlastných vedomostí, schopností a cieľov a pri podieľaní sa na živote spoločnosti.

Matematická gramotnosť zahŕňa používanie matematiky v rôznych situáciách, v ktorých sa žiaci môžu stretnúť v bežnom živote. Nesleduje teda len ovládanie základných matematických zručností na istej minimálnej úrovni.

Pod prírodovednou gramotnosťou sa rozumie schopnosť zo známych dôkazov a informácií vyvodzovať prirodzené a vhodné závery, tvrdenia iných posudzovať na základe predložených dôkazov, schopnosť odlišovať osobné názory od objektívnych tvrdení podložených dôkazmi. Inak povedané je to schopnosť používať vedecké poznatky, identifikovať otázky a vyvodzovať dôkazmi podložené závery pre pochopenie a tvorbu rozhodnutí o svete prírody a zmenách, ktoré v ňom v dôsledku ľudskej aktivity nastali. Patrí medzi základné kľúčové kompetencie.

V kontexte gramotnosti ako spracovania textových informácií sa začal používať pojem funkčná gramotnosť (Gavora, 2002). Funkčná gramotnosť je schopnosť používať tlačенý a písaný materiál na splnenie širokých potrieb človeka doma, pri voľnočasových aktivitách, v zamestnaní a podobne. Je to vlastne spracovanie informácií uvedených v texte a ich použitie na riešenie istej životnej situácie.

Celoplošné testovania a výkony našich žiakov v prírodovedných predmetoch

Slovensko sa do celoplošných testovaní zapojilo na začiatku deväťdesiatych rokov. Napokon o ich výsledkoch sa na stránkach časopisu už neraz písalo. Stručne zhrnieme, v čom boli zaznamenané nízke výkony našich žiakov.

V roku 1995 sa Slovensko zúčastnilo testovania TIMSS, v ktorom sa zisťovala úroveň vedomostí a zručností trinásťročných a štrnásťročných žiakov v matematike a prírodovedných predmetoch. Úlohy v teste boli zamerané na matematiku, fyziku, chémiu, zemepis, prírodopis, životné

prostredie a na základy prírodných vied a objavovania. Položky testovali nielen vedomosti, ale aj kompetencie používať rutinné a komplexné procedúry, skúmať a riešiť problémy, komunikovať a zdôvodňovať. Zúčastnených 7121 žiakov predstavuje reprezentatívny výber. Spomedzi 45 krajín sme sa umiestnili na 8. mieste, nad medzinárodným priemerom bodového skóre (pozri tabuľku 1). Už vtedy sa ale ukázalo, že naši žiaci zlyhávajú v úlohách s voľne zadanými problémami a nedokážu hľadať netradičné metódy riešenia. V opakovanom testovaní TIMSS-R v roku 1999 s podobným zameraním úloh ako v roku 1995 sa Slovensko ešte stále umiestnilo celkom dobre. Medzinárodný priemer bodov získaných z úloh prírodovedných predmetov bol 488. Slovensko dosiahlo priemer 535 bodov, čím sa umiestnilo v celkovom poradí na 10. mieste spolu s Fínskom. Testovania sa zúčastnilo 38 krajín, z nich 26 absolvovalo testovanie aj v roku 1995. Do slovenského výberu bolo celkovo zaradených 115 základných škôl a 30 gymnázií s osemročným štúdiom, spolu 3 497 našich žiakov. Testovaní boli štrnásťroční žiaci 8. ročníkov a kvarty gymnázií s osemročným štúdiom.

Ak sa pozrieme na výsledky testovania v jednotlivých prírodovedných predmetoch, tak vo všetkých okrem fyziky sa zaznamenal oproti testovaniu z roku 1995 progres. Priemerná úspešnosť v úlohách z fyziky v roku 1995 bola 65 %, kým v roku 1999 už iba 62 %, čo znamená štatisticky významný pokles úspešnosti (TIMSS 2000, s. 113). Neuspokojivé výsledky dosiahli naši žiaci v úlohách zameraných na ekológiu, na pochopenie podstaty prírodných vied a na objavovanie poznatkov (17. miesto). Tu vidíme to kľúčové miesto, kde decízna sféra mala dať priestor na zmenu koncepcie vyučovania fyziky, prípadne aj ďalších prírodovedných predmetov. Mala pristúpiť k reforme fyzikálneho, ak nie celkom prírodovedného vzdelávania.

Aj ďalšie medzinárodné testovanie PISA je obrazom nášho spôsobu vzdelávania. Pod prírodovednou gramotnosťou sa v testovaní rozumela schopnosť používať vedecké poznatky, identifikovať otázky a vyvodzovať dôkazmi podložené závery pre pochopenie a tvorbu rozhodnutí o svete prírody a zmenách, ktoré v nej nastali v dôsledku ľudskej aktivity. Testovania sa v roku 2003 zúčastnilo 7 346 pätnásťročných žiakov z 281 škôl všetkých typov. Výsledky našich žiakov preukázali silnú závislosť od nízkej úrovne čitateľskej gramotnosti, ktorá bola tiež predmetom testovania. V tomto testovaní sme sa umiestnili medzi krajinami, ktorých priemerný výkon sa štatisticky významne neodlišoval od OECD priemeru. Spomedzi 40 krajín sme so skóre 495 bodov obsadili 20. miesto. Najlepšie Fínsko dosiahlo v prírodovednej gramotnosti 548 bodov. Opakovaného testovania PISA sa v roku 2006 zúčastnilo 4 731 pätnásťročných žiakov zo 189 škôl všetkých typov. Zameranie testu a úlohy boli podobné ako v testovaní z roku 2003, naše výsledky však o niečo horšie, klesli do podpriemernej skupiny zúčastnených štátov. Z 57 zapojených krajín sme obsadili 35. miesto s počtom 488 bodov. Najlepšie Fínsko dosiahlo priemerné bodové skóre 563 bodov. Horšie ako Slovensko sa umiestnilo ešte 27 krajín.

Charakteristika zošitov

Pri listovaní v zošitoch zrejme, že autori si dali za cieľ vytvoriť učebnú pomôcku, ktorá pomôže rozvíjať kľúčové kompetencie žiaka. Dôraz je kladený na poznávanie v oblasti vedy a techniky, uplatňovanie matematického a logického myslenia, používanie informačno-komunikačných technológií, schopnosť odhalenia, sformulovania a riešenia problémov, modelovanie skutočných javov, ale aj na rozvoj sociálnych, personálnych, občianskych, pracovných a komunikačných zručností. Všetky stratégie vzdelávania rešpektujú princípy konštruktivismu, čiže nové poznatky sa budujú na doterajších skúsenostiach žiaka, čím sa jeho aktívna poznávacía činnosť stáva dominantnou formou vzdelávania. Realizuje sa najčastejšie ako skupinová práca s následnou prezentáciou výsledkov a záverečnou diskusiou. Značne sa zmenšilo množstvo poznatkov, ktoré sú zaradené do textu len z dôvodu informovanosti žiakov. Naopak sa posilnila úloha poznatkov ako prostriedku na rozvíjanie prírodovedných kompetencií. Snahou je vychovať zo žiaka integrálnu

osobnosť, ktorá porozumie podstate prírodných javov a procesov, ktoré patria k všeobecnému vzdelaniu.

Moderná učebná pomôcka by mala podporovať samostatnú aktivitu študentov, poskytnúť podnety na skupinovú prácu, námety na projekty, rozvíjať tvorivosť, neustále zdôrazňovať spätosť fyziky s každodenným životom. Je potrebné vo väčšej miere zdôrazniť experimentálny charakter predmetu. V súčasných učebniciach uvedené laboratórne práce počítali s centrálnou dodávkou učebných pomôcok, takže sú relatívne náročné nielen časovo, ale aj materiálne. Pri uskutočnenom radikálnom znížení hodinovej dotácie fyziky a často katastrofálnom vybavení školských odborných učební musia v budúcnosti dominovať jednoduchšie pokusy, ktoré ale nestrácajú atraktivitu a zároveň plnia svoj účel.

Séria pracovných zošitov poskytuje priestor na precvičenie a utvrdenie osvojených vedomostí a pomáha rozvíjať kompetencie žiakov v oblasti prírodných vied. Množstvo príkladov, zaujímavých tvorivých úloh, testov a jednoduchých pokusov zvyšuje atraktivnosť hodín fyziky aj domácu prípravu žiakov. Poslúži nielen počas spoločnej práce na vyučovacej hodine, ale aj pri samostatnej domácej príprave.

Zošity tvoria pracovné dvojstrany s rozmanitými prvkami zvyšujúcimi efektivitu vyučovania. Vo vnútri nájdeme okrem priestoru na poznámky úlohy na pochopenie a upevnenie učiva, texty na zdokonalenie čítania s porozumením, doplňovačky, krížovky a iné hry, obrázky, tabuľky a grafy aj opakovacie strany.

Výhody práce s pracovnými zošitmi možno zhrnúť do 4 bodov:

- sú v súlade s učebnicami a ŠVP, odporúča ich aj Ministerstvo školstva, výskumu, vedy a športu,
- pomáhajú žiakom ľahšie zvládnuť preberané učivo,
- autori ich neustále vylepšujú podľa pripomienok učiteľov,
- sú k dispozícii aj v interaktívnej digitálnej podobe.

Pracovné zošity tematicky pokrývajú celý rozsah Štátneho vzdelávacieho programu. V šiestackom sú spracované témy Vlastnosti látok, Správanie telies v kvapalinách a plynch, v siedmackom zošite Teplota, Skúmanie premien skupenstva látok, Teplo, v ôsmackom zošite Svetlo, Sila a pohyb, Práca a energia.

V zošitoch nájdeme rôznorodé typy úloh:

- testové úlohy s výberom správnej odpovede,
- úlohy s rozhodnutím o pravdivosti: ÁNO / NIE,
- doplňovacie úlohy s voľbou správneho významu v tvrdení,
- úlohy na usporiadanie v správnom poradí podľa určitého kritéria,
- úlohy na doplnenie správneho výsledku alebo záveru ,
- úlohy s krátkou jednoslovnou odpoveďou,
- priradovanie,
- porovnávanie,
- čítanie s porozumením,
- grafické úlohy,
- praktické aktivity,
- merania, ich spracovanie a vyhodnotenie,
- hľadanie informácií z rôznych vhodných zdrojov.

Grafické spracovanie využíva dve farby – čiernu a modrú. Obrázky sú názorné, použitie tabuliek a grafov vhodne obohacuje text. Použitá terminológia je správna, zodpovedá požiadavkám súčasnej odbornej verejnosti. Publikácia dáva množstvo podnetov k tomu, aby žiak nadobudol nové poznatky, spresnil a doplnil si vedomosti. Nájde sa v nej dostatok námetov na experimentálnu činnosť, ktorú možno uskutočniť na vyučovacej hodine. Takýmto spôsobom je možné overiť si, či poznatky nadobudnuté štúdiom zodpovedajú skutočnostiam z bežného života.

Záver

Podľa vyjadrenia recenzentov je štruktúra zošitov prehľadná, výber a označenie tematických celkov korešponduje s učebnicami. Zošity nadväzujú na schválené učebnice fyziky používané na základných školách a nižšom stupni gymnázií s osemročným štúdiom a vhodne ich dopĺňajú. Pozitívom je variabilita úloh – okrem klasických aj tajničky, tabuľky na vyplňanie, ošesmerovky, výber správnej odpovede, vysvetlenie javu alebo pokusu... Zošity sú veľmi dobre graficky spracované. Obrázky sú názorné, použitie tabuliek a grafov vhodne dopĺňa text. Ich pozitívom je pestrosť a variabilita úloh.

Pracovné zošity vydáva MAPA Slovakia Plus, s. r. o. Ich autormi sú Mgr. Peter Kelecsényi, doc. RNDr. Viera Lapitková, PhD., Mgr. Milada Maťašovská a Mgr. Monika Moťovská. Podrobnejšie informácie a objednávanie je možné s využitím internetového obchodu na www.mapaslovakia.sk.

Literatúra

GAVORA, P.: *Gramotnosť: vývin modelov, reflexia praxe a výskumu*. In: Pedagogika – roč. 52, č. 2 (2002), s. 171 – 181.

LAPITKOVÁ, V. DEMKANIN, P. KELECSÉNYI, P.: *Reformné kroky vo vyučovaní fyziky na základnej škole a gymnáziu*. In: Pedagogické spektrum 2/2008 Bratislava : ŠPÚ, 2008. ročník XVII, ISSN 1335-5589

OECD: *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy*, PISA 2006

PISA: *Prírodné vedy 2006*, Bratislava: ŠPÚ, 2008, ISBN 978-80-89225-42-2

Adresa autora

Mgr. Peter Kelecsényi

Štátny pedagogický ústav

Pluhová 8

PO BOX 26

83000 Bratislava

e-mail: peter.kelecsenyi@statpedu.sk

ŠKOLSKÝ VÝSKUMNÝ PROJEKT

Marián Kireš, Mária Nováková

Oddelenie didaktiky fyziky Ústav Fyzikálnych vied PF UPJŠ v Košiciach

Abstrakt: Autori predstavujú myšlienku školského výskumného projektu, pravidlá jeho realizácie a merateľné výstupy. V príspevku je predstavená metodika školského výskumného projektu ako záujmovej aktivity smerujúcej k samostatnej vedeckej práci študentov pod vedením učiteľa fyziky. Uvedené sú námety so stručnými anotáciami vo forme zadania projektov. Výstupom projektov majú byť ukážky netradičných školských experimentov, žiackych meraní, pozorovaní, demonštrácií javov v bežnom živote a pod., ktoré bude možné následne využívať pri inovácii vyučovania fyziky na základnej alebo strednej škole. V príspevku sú predstavené námety na skúmania: prečo kolabuje plechovka, prečo sa padajúci komín láme na časti.

Kľúčové slová: vedecká gramotnosť študenta, fyzikálny experiment, objaviteľské metódy v prírodovednom vzdelávaní, školský vedecký projekt.

Úvod

V rámci ideí kurikulárnej transformácie bol otvorený široký priestor na rozvíjanie tvorivého prístupu vo vzdelávaní, deklarovala sa potreba aktívneho poznávania a ústrednou postavou vzdelávacieho procesu sa má stať žiak. V rámci výučby fyziky je potrebné klásť dôraz na aktivity, ktoré sú zamerané na činnosti vedúce ku konštrukcii nových poznatkov [1]. Z pohľadu nárokov a požadovaných výstupov práce učiteľov a študentov je vhodné za odporúčanú minimálnu úroveň považovať úlohy vymedzené v dokumente: Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky [2]. Pre potreby našej práce v oblasti školských výskumných projektov sme sa ťažiskovo zamerali na základné oblasti vedomostí a zručností, ktoré má žiak získať pomocou experimentov [2]: Žiak je schopný:

- Určiť a sformulovať úlohu.
- Jasne sformulovať hypotézu, určiť podstatné premenné, načrtnúť postup práce s použitím vhodných pomôcok, materiálu a spôsob získavania a zaznamenávania nameraných hodnôt.
- Uvádzať jednotky a odchýlky merania.
- Spracovávať a analyzovať namerané hodnoty.
- Urobiť vierohodný záver s vysvetlením; kde je to vhodné, výsledky porovnať s hodnotami v tabuľkách. Zhodnotiť postup práce (vrátane pomôcok a materiálu), jeho slabé miesta alebo chyby a navrhnúť zmeny vo všetkých oblastiach na skvalitnenie merania.
- Pracovať so širokým súborom technických pomôcok a používať ich v zmysle bezpečnostných predpisov. Dodržiavať inštrukcie.
- Pracovať v kolektíve: byť preň príspevkom, dokázať prijať prácu a nápady iného a povzbudiť ostatných k práci.
- Prístupovať k experimentom, výskumom, projektom a riešeniam problémov s motiváciou, výdržou a etickým správaním a s ohľadom na ich vplyv na životné prostredie.
- Pracovať s internetom a ďalšími prostriedkami IKT.

Iste môžeme len súhlasiť s takto vymedzenými vedomosťami a zručnosťami. Druhou stranou mince z pohľadu výučby fyziky je však drastické zníženie počtu vyučovacích hodín, nedostatočná príprava základných pedagogických dokumentov, chýbajúca príprava a systematická podpora práce učiteľov, nevyhovujúce materiálo-technické vybavenie škôl a pod.. Kde a ako má vyučujúci vytvoriť reálny priestor na získanie potrebných vedomostí a najmä zručností svojich žiakov?

Nakoľko ide o požiadavky kladené na maturantov z fyziky, možnou cestou je maximálne využitie rozsahu disponibilných hodín v 3. a 4. ročníku. Aby však vedenia škôl boli naklonené otváraniu potrebného počtu seminárov, je potrebné pre štúdium fyziky v rámci disponibilných hodín získať spravidla minimálne 12 študentov. K tejto neľahkej úlohe ponúkame systematickú pomoc vo forme zaškolenia a práce učiteľov s netradičnými školskými experimentmi, pozorovaniami, meraniami, skúmaniami a objavovaniami v rámci aktivít projektu Science on Stage Europe a Veda na scéne Slovensko.

1 Interaktívne vzdelávacie aktivity

Vychádzame zo skúseností, že pri aj napriek veľkej obľube, ktorej sa tešia školské experimenty, dostávame sa v dnešnej dobe vzhľadom k obrovskej informačnej explózii do situácie, keď už len pomerne ťažko žiakov oslovíme klasickým ("učebnicovým") experimentom. Dôvodov je viacero:

- spracovanie zadania experimentálnej úlohy je málo atraktívne, je dané spravidla čisto fyzikálne,
- prevažuje riadené skúmanie s vopred danými pomôckami, krokmi a očakávanými výsledkami, chýba priestor pre vlastné riešenia, originálny prístup,
- rokmi sa opakujúci rovnaký problém nie je pre žiaka výzvou, jeho výsledky už boli mnohokrát spracované,
- úzko časovo ohraničené riešenie problému nevytvára u žiaka priestor pre postupnú systematickú prácu vedca.

Na motiváciu využívame v školských podmienkach neznáme fyzikálne problémy, ktoré majú z pohľadu študenta prekvapivý priebeh, výsledok alebo sú využiteľné v bežných životných situáciách. Inšpiráciou sú v rámci medzinárodných Science on Stage festivalov prezentované experimenty, ktoré boli vybrané zo širokej kolekcie nápadov. Výber motivačných experimentov však podmieňujeme možnosťou praktickej realizácie rôznych vzdelávacích aktivít:

- **interaktívnej demonštrácie**, pri ktorej je žiak aktivizovaný a formuje svoje vedomosti od prvotných predstáv smerom k fyzikálne správne chápaniu problémov,
- **objaviteľskej aktivity**, pri ktorej žiak postupne objavuje, spoznáva a chápe podstatu fyzikálnych vlastností objektov a priebehu dejov,
- **školského výskumného projektu**, pri ktorom žiak skúma relevantné faktory ovplyvňujúce fyzikálne javy, formuluje a následne overuje vlastné vedecké hypotézy a vyhodnocuje a kriticky hodnotí získané experimentálne výsledky.

2 Námety na interaktívne vzdelávacie aktivity

Pod interaktivitou vzdelávacích aktivít chápeme okamžitú spätnú väzbu pre žiaka ako odozvu na jeho uvažovanie, konanie, správne či nesprávne rozhodovanie, ktorá pozitívne koriguje jeho poznávací proces. Za cieľ si kladieme, aby:

- žiak bol pri poznávaní aktívny, podnecoval a ovplyvňoval etapy poznávacieho procesu,
- žiak mal priestor pre vlastný originálny prístup k riešeniu, bola podporovaná jeho tvorivosť, samostatnosť, zodpovednosť,

- sme u žiakov vytvárali personalizovanú vzdelávaciu potrebu,
- sa s aktivitami spájal poznávací zážitok, jedinečnosť, originalnosť,
- žiak cítil potrebu pochopiť podstatu objavovaného,
- bola dosiahnutá trvácnosť vedomostí, rozvinutie experimentálnych zručností.

Uvádzame vybrané príklady fyzikálnych problémov rozdelených a odporúčaných podľa jednotlivých kategórií interaktívnych vzdelávacích aktivít.

Interaktívna demonštrácia

Valiace sa kolesá

Pomocou troch skrutiek s maticami a dvoch CD vytvoríme koleso. Skrutky ležia na kružnici. Týmto spôsobom vytvoríme niekoľko kolies, ktoré sa od seba líšia polohou skrutiek od osi otáčania. Skúmajte spoločné a rozdielne vlastnosti kolies po ich roztočení.

Lenivý magnet

Neodýmový magnet spustíme cez neferomagnetickú vodivú rúrku a pozorujeme jeho pohyb. Rúrku s padajúcim magnetom položíme na váhy. Vysvetlite svoje pozorovanie. Ozrejmite vplyv relevantných faktorov na rýchlosť magnetu padajúceho v rúrke.

Zubná kefka

Jeden koniec gumeného vlákna upevníme na elektrickú zubnú kefku, druhý koniec na stojan. Zapneme zubnú kefku, ktorá vibruje s určitou frekvenciou. Vysvetlite vznik stojatého vlnenia a určte rýchlosť šírenia v gumenom vlákne.

Objaviteľská aktivita

Archimedove váhy

Do nádoby s vodou vložíme predmet, príp. ďalšiu nádobu. Obe nádoby musia mať vyznačenú stupnicu. Porovnajte objem vytlačenej kvapaliny s hmotnosťou plávajúceho predmetu. Skúmajte objem vytlačenej kvapaliny pridávaním predmetov známych i neznámych hmotností. Do vnútornej nádoby nalejte kvapalinu (rôznu od vody) a zistite jej hustotu.

Váženie vzduchu

Do vzduchotesne uzavretej nádoby stáleho tvaru dofukujeme známe množstvo vzduchu. Hmotnosť rovnomerne dofukovanej nádoby zaznamenávame do grafu. Navrhните spôsob zistenia objemu dofukovaného vzduchu. Porovnajte vplyv rozmerov nádoby a materiálu, z ktorého je nádoba vyrobená na presnosť merania.

Mariottova nádoba

Mariottova nádoba slúži na udržanie stálej výtokovej rýchlosti kvapaliny. Horný otvor nádoby s vodou uzavrieme gumenou rukavicou tak, aby prsty smerovali k hladine vody. Pozorujte a vysvetlite správanie gumenej rukavice počas vytekania kvapaliny z bočného otvoru nádoby. Ozrejmite výšku h , ktorá má vplyv na výtokovú rýchlosť kvapaliny.

Školský výskumný projekt

Archimedova skrutka

Na vytvorenie Archimedovej skrutky potrebujeme valec, okolo ktorého pravidelne omotáme hadičku. Takto pripravenú Archimedovu skrutku vložíme do nádržky s vodou. Točením valca naberaťme do hadičky vodu. Týmto spôsobom sa snažíme prečerpať vodu z nádržky do vyššie položenej nádoby. Ozrejmite vplyv relevantných parametrov na objem prečerpanej vody.

Magnetické delo

Rad rovnakých ocelových guľôčok ležiacich v nemagnetickom kanáliku obsahuje silný magnet. Ak ďalšia ocelová guľôčka narazí do poslednej guľôčky v rade, guľôčka na opačnej strane sa prekvapujúco rýchlo rozbehne. Optimalizujte pozíciu magnetu medzi guľôčkami tak, aby ste dosiahli čo najväčší efekt.

Kapilarita

A zasunieme veľmi tenkú rúrku (kapiláru) do kvapaliny, pozorujeme, že hladina kvapaliny v rúrke sa dvíha až sa ustáli na vyššej úrovni ako je hladina kvapaliny v nádobe. Vyšetrite pohyb hladiny kvapaliny v tenkej rúrke. Opíšte dynamiku a kinematiku pohybu kvapaliny v kapiláre a zhodnoťte ho z energetického hľadiska.

3 Aké sú naše očakávania od realizácie školských výskumných projektov

Ako z odborného, tak didaktického hľadiska patrí školský výskumný projekt k najnáročnejším interaktívnym vzdelávacím aktivitám. Jeho realizáciu spravidla s malou skupinou žiakov učiteľ len usmerňuje, odborne koriguje a technicky zabezpečuje. Skupinová práca žiakov na otvorenom výskumnom probléme vytvára obrovský priestor pre systematickú a komplexnú prácu žiakov. Učiteľ dbá, aby formovanie systematického prístupu nasledovalo podľa základných krokov:

- pozorovanie javu,
- formulovanie hypotéz,
- prvotné meranie,
- návrh systému meraní,
- tvorba modelu, matematického opisu,
- zber, spracovanie a vyhodnotenie nameraných údajov,
- porovnanie modelu a experimentálnych výsledkov,
- konfrontácia hypotéz,
- formulácia záverov.

Pre žiakovo aktívne fyzikálne poznávanie a rozvíjanie fyzikálneho myslenia a experimentálnych zručností je nevyhnutné, aby bola jeho činnosť usmernená a zameraná na:

- porozumenie významu základných pojmov,
- podrobný opis fyzikálneho problému,
- formuláciu otázok a výskumných hypotéz,
- spracovanie a vyhodnocovanie priebežných informácií,
- pochopenie príčinných súvislostí,
- formulovanie vlastných záverov,
- prezentovanie výsledkov a obhájenie vlastného prístupu k spracovaniu úlohy.

Z pohľadu zadávateľov školských výskumných projektov je ponúknutá odborná pomoc vo forme súboru publikácií a odkazov na relevantné informačné zdroje. Ku každému projektu je pridelený zo skupiny riešiteľov projektu konzultant, ktorý v prípade potreby odborne konzultuje priebeh a výsledky riešenia projektu. Nakoľko si uvedomujeme neuspokojivú situáciu v materiálo-technickom vybavení, grantovým systémom ponúkame možnosť získať podporu na nákup potrebného vybavenia vo výške približne 200€. O podporu sa môže učiteľov so svojimi žiakmi uchádzať zaslaním vyplneného stručného grantového formulára, kde špecifikuje riešený školský výskumný projekt a potrebné náklady spojené s jeho technickým zabezpečením. Všetky podporené projekty je nutné prezentovať formou posteru na regionálnej prehliadke, ktoré sa budú konať na vybraných stredných školách. Riešitelia najlepších projektov budú mať možnosť prezentovať svoju prácu na národnej prehliadke počas festivalu fyziky Tvorivý učiteľ fyziky v Smoleniciach.

V ďalšom predstavujeme stručnú fyzikálnu interpretáciu vybraných problémov pre školské výskumné projekty.

4 Ako rýchlo a prečo kolabuje plechovka?

Do prázdnej plechovky nalejme malé množstvo vody. Uchyťme plechovku do klieští a zohrievajme nad plameňom kahana. Vodu v plechovke privedieme do varu a krátko udržujeme vo vare. Cez otvor v plechovke uniká vodná para. Odstavme plechovku od plameňa a ponorme ju prevrátenú hore dnom do nádoby so studenou vodou. Pozorujeme prudké zmrštenie plechovky sprevádzané silnou akustickou ranou.

Podrobne uvedený jav detailnejšiemu teoretickému rozboru. Uvažujme kovovú plechovku s vnútorným objemom V a plochou otvoru S . V nádobe na chladenie použijeme vodu s teplotou 0°C . Tlak nasýtených vodných pár nad vodnou hladinou studenej vody je 611 Pa . Tlak vodných pár pri vare vody v otvorenej plechovke je rádovo 10^5 Pa . V okamihu dotyku otvoru plechovky s povrchom vody preto nenastáva odparovanie studenej vody do plechovky. Jediným prebiehajúcim javom, je kondenzácia vodných pár vnútri plechovky.

Označme si: N – počet molekúl vodných pár v plechovke, R_m – mólová plynová konštanta, M – mólová hmotnosť vodných pár, T – termodynamická teplota vodných pár, potom z kinetickej teórie plynov pre počet molekúl, ktoré prejdú cez jednotku plochy za jednotku času dostávame:

$$J = \frac{N}{V} \sqrt{\frac{R_m T}{2\pi M}} \quad (1)$$

Každá molekula vodnej pary, ktorá sa dotkne vodnej hladiny kondenzuje. Pokles počtu molekúl vodnej pary môžeme vyjadriť:

$$dN = -JSdt \quad (2)$$

Pokles počtu molekúl vodnej pary k pôvodnému množstvu molekúl môžeme po dosadení (1) do (2) vyjadriť:

$$\frac{dN}{N} = -\frac{S}{V} \sqrt{\frac{R_m T}{2\pi M}} dt \quad (3)$$

Objem, v ktorom sa molekuly vodnej pary nachádzajú je konštantný a pri prudkej kondenzácii môžeme za konštantnú považovať aj teplotu vodných pár. Počet molekúl vodných pár určuje tlak vodných pár v nádobe.

$$\frac{dP}{P} = -\frac{S}{V} \sqrt{\frac{R_m T}{2\pi M}} dt \quad (4)$$

Ak hodnotu pôvodného tlaku vodných pár označíme p_0 , pri riešení rovnice (4) dostávame:

$$p = p_0 \exp \left[-\frac{S}{V} \sqrt{\frac{R_m T}{2\pi M}} t \right] \quad (5)$$

Ak zavedieme charakteristický čas reakcie t_c :

$$t_c = -\frac{V}{S} \sqrt{\frac{2\pi M}{R_m T}} \quad (6)$$

dostávame:

$$p = p_0 \exp \left[-\frac{t}{t_c} \right] \quad (7)$$

Použitím reálnych hodnôt: objem plechovky $V = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$, veľkosť otvoru v plechovke $A = 3,34 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, teplota vodných pár $T = 373,15\text{ K}$, $R_m = 8,31\text{ J/mol.K}$, $M = 0,018\text{ kg/mol}$ pre charakteristický čas reakcie dostávame hodnotu:

$$t_c = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Tlak v plechovke poklesne na 0,7% pôvodného tlaku približne za $5 t_c$, čo je 36 ms. Hovoríme o implózii, ktorá je vyvolaná kontaktom vodných pár s vodnou hladinou cez otvor v plechovke.

Prekvapujúce pre žiakov bude zistenie, že celý dej prebehne cez plochu malého otvoru na plechovke, pričom nie je nutné celú plechovku ponárať do studenej vody.

5 Prečo sa padajúci komín láme na časti?

Pri odstrelé nevyužívaných komínov je počas ich pádu možné pozorovať, že sa pri istom uhle naklonenia lámu na časti (Obr. 1 a). Ak si v laboratórnych podmienkach zostavíme vežu z navzájom sa držiacej lego kociek a necháme ju padať, môžeme pozorovať obdobný jav. Ozrejmíte fyzikálnu príčinu lomu komína počas pádu a vyšetríte faktory, ktoré ho ovplyvňujú.

Pri teoretickom rozbere javu nahradíme homogénny komín dvoma tuhými nehmotnými tyčami ab a bc (Obr. 1 b), ktoré majú v bodoch a a b dve rovnako veľké závažia reprezentujúce hmotnosť častí ab, bc.

Ak je homogénna tyč naklonená, pôsobia v bodoch a, b zložky tiaže v smere kolmom k osi tyče. Pretože hmotnosti v bodoch a, b sú rovnako veľké, zložky tiažovej sily F_b a F_c sú rovnako veľké a zároveň sú kolmé na spojnicu ac. Ak je dĺžka $ab = bc = l$, potom momenty otáčania, ktorými zložky gravitačnej sily otáčajú spojnicu ac okolo bodu a sú $M_b = lF_b$ a $M_c = 2lF_c$. Pretože pre veľkosti síl platí: $F_c = F_b$, dostávame:

$$M_c = 2M_b. \quad (8)$$

Ak hmotnosť každej z častí ab, bc je m , momenty zotrvačnosti vzhľadom na bod a sú:

$$I_b = ml^2 \text{ a } I_c = 4ml^2,$$

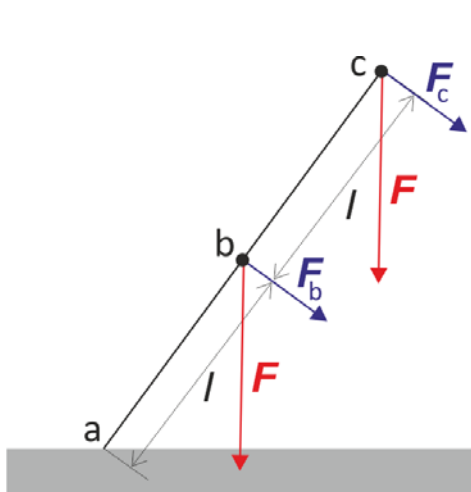
potom:

$$I_c = 4I_b \quad (9).$$

Ak ε je uhlové zrýchlenie rotujúcej tyče, z pohybovej rovnice: $M = I\varepsilon$ a z rovníc (8) a (9) dostávame:

$$\varepsilon_b = 2\varepsilon_c. \quad (10)$$

Vzhľadom na uvedené veľkosti uhlových zrýchlení vyplýva, že hmotnosť v bode b nadobúda uhlovú rýchlosť väčšiu ako v bode c. Komín sa počas pádu (rotácie okolo základne) ohýba a následne láme, ako je na obrázku 1 vľavo.



Obr.1a, b, c Padajúci komín. Tyčový model komína. Padajúca veža kociek, pevne spojených k základni.

V školských podmienkach ľahko zostrojíme vežu z kociek (Obr. 1 c), ktorej päta je upevnené o základňu a kocky majú medzi sebou aspoň minimálnu väzbu (napr. kocky lego). Sledujte pohyb a lom veže z kociek pre rôzne vysoké veže (rôzny počet kociek) a pre rôzne rozmery kociek. Určte uhol, pri ktorom nastáva lom za daných parametrov veže. Formulujte závery svojich pozorovaní a meraní.

Záver

Našou snahou je podnietiť učiteľov fyziky k realizácii interaktívnych demonštrácií, objaviteľských aktivít a školských výskumných projektov, na realizáciu ktorých budú využívané námety s podujatí Science o Stage, resp. podobné námety s motivačnými prvkami. Veríme, že sa nám podarí nadchnúť skupinu učiteľov pre netradičné prístupňovanie a objavovanie fyzikálnych problémov.

Podakovanie

Práca vznikla pri riešení projektu APVV LPP-0223-09: Veda na scéne Slovensko a projektu 7. rámcového programu Establish (No. 244749).

Literatúra

- [1] Štátny vzdelávací program Fyzika, príloha ISCED 3, Štátny pedagogický ústav, máj 2009, Bratislava <dostupné on-line: http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/vzdelavacie_oblasti/fyzika_isced3.pdf, citované 30.5.2011>
- [2] Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky, Štátny pedagogický ústav, Bratislava 2011, <dostupné on-line: http://www.statpedu.sk/files/documents/katalog%20cielovych%20poziadaviek/fyzika_cp.pdf, citované 30.8.2011>
- [3] J.E. Stewart, J.E.: The collapsing can revisited, The Physics Teacher, 29, 144 (March 1991)
- [4] Gratton, L. M., Oss, S.: An extension of the imploding can demonstration, The Physics Teacher, 44, 269 – 271, (May 2006)
- [5] Mohazzabi, P.: The Physics of the Imploding Can Experiment, The Physics Teacher, 48, 289 – 291, (May 2010)
- [6] Calza, G., Gratton, L., M., Lopez-Arias, T., Oss, S.: Measuring Air Density in the Introductory Lab, The Physics Teacher, 48, 189 – 190, (March 2010)

Adresa autorov

doc. RNDr. Marián Kireš, PhD., Mgr. Mária Nováková

ODF UFV PF UPJŠ

Park Angelinum 9, 040 01 Košice

e-mail: marian.kires@upjs.sk, novakova.majka@gmail.com

VYUŽITIE DIDAKTICKÝCH HIER PRI FIXÁCII FYZIKÁLNYCH POJMOV V STREDOŠKOLSKEJ FYZIKE

Katarína Krišková, Jana Raganová

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Abstrakt: Príspevok predstavuje jednu z metód aktívneho vyučovania – didaktické hry založené na hľadaní vzťahov medzi rôznymi druhmi fyzikálnych pojmov. Vytvorené didaktické hry vychádzajú z obsahu a cieľov štátneho vzdelávacieho programu z fyziky pre úroveň ISCED 3A a tematicky sú zamerané na jednotlivé celky učebnice Fyzika pre 1. ročník gymnázia (Koubek a i., 2010). Ide najmä o skladanie rôznych geometrických obrazcov a hry vyžadujúce priradovanie dvojíc navzájom si zodpovedajúcich pojmov, ktoré môžu poslúžiť predovšetkým v etape precvičovania, opakovania a upevňovania poznatkov v závere tematických celkov. Metodické postupy pre zaradenie jednotlivých hier do vyučovania využívajú pravidlá niektorých známych spoločenských hier (napr. bingo, domino apod.) a sú navrhnuté tak, aby podnecovali prirodzenú hravosť a súťaživosť žiakov. Možno ich teda zaradiť do vyučovania vo forme súťaže jednotlivcov, dvojíc alebo i väčších skupín žiakov.

Kľúčové slová: fyzika, aktívne učenie sa, didaktická hra, 1. ročník gymnázií

Úvod

V ostatnom čase sa veľa hovorí o tom, ako zmeniť a vylepšiť vyučovací proces tak, aby boli spokojní nielen učitelia, ale aj žiaci. Práve žiaci sa neraz sťažujú na jednotvárnosť a stereotyp vo vyučovaní. Chceli by zažiť niečo nové, ako len sedieť v laviciach, počúvať výklad učiteľa, či písať si poznámky. Ani učiteľom, ktorým záleží na tom, aké vedomosti si žiak z ich hodiny odnesie, táto problematika nie je ľahostajná.

Pre tých, ktorí by súčasný stav vyučovania chceli zmeniť, existuje viacero možností. Jednou z nich je využívanie metód aktívneho učenia sa. Pri aktívnom učení sa si žiak sám vytvára súbor vedomostí. Ak chce teda nejaké vedomosti získať, musí sa aktívne podieľať na činnostiach prebiehajúcich na hodinách. Práve aktívna účasť žiakov je jedným zo základných znakov metód aktívneho učenia sa, ktoré bližšie charakterizujeme v nasledujúcej časti.

Medzi metódy aktívneho učenia sa, ktoré sa len zriedka využívajú na stredných školách, patria didaktické hry. Táto metóda má potenciál efektívne využiť prirodzenú hravosť a súťaživosť učiacich sa všetkých vekových kategórií, stredoškolákov nevynímajúc. Nazdávame sa, že jej širšie zaradenie do vyučovacieho procesu by mohlo napomôcť zatriaktívneniu a väčšej obľúbenosti fyziky u žiakov stredných škôl. Pre potreby vyučovacej praxe sme preto vytvorili súbor didaktických hier, ktoré predstavíme v ďalších častiach príspevku.

1 Aktívne učenie sa

Aktívne učenie sa je spôsob učenia sa, pri ktorom sa vyžaduje aktívna účasť žiakov. Pri tomto type učenia sa žiak neprijíma informácie len pasívne, ale aktívne sa zúčastňuje na vytvorení svojho systému vedomostí, zručností a návykov. Žiakovi nie sú vedomosti podávané učiteľom, ale si ich sám konštruje. Aktívne učenie sa si vyžaduje žiakovu účasť, ktorá môže byť fyzická, ale vždy musí byť mentálna. Pri aktívnom učení sa teda žiak musí plne vnímať, čo mu je poskytnuté, podávané informácie a materiály spracovať na vlastnej úrovni pochopenia, a vyvodiť závery v podobe vedomostí, ktoré zatriedí do svojho systému vedomostí.

Činnosť žiakov a učiteľa pri aktívnom učení sa charakterizujú Bentley a Watts (1995, s. 14 – 16) takto:

- Žiaci počas vyučovania aktívne robia, myslia, rozprávajú.
- Žiaci interagujú so svojimi spolužiakmi.
- Žiaci okamžite dostávajú spätnú väzbu.

- Žiaci na seba berú zodpovednosť za svoje vedomosti.
- Učiteľ sa stáva prostredníkom, pomocníkom pri vytváraní vedomostí.

Aktívne učenie sa má pozitívny vplyv na žiakov, ako aj na vyučovací proces. Pretože pri tomto type učenia sa si žiak sám vytvára systém vedomostí a zručností, vyznačuje sa takto vytvorený systém väčšou stálosťou. Pri správnom uplatnení aktívneho učenia sa žiak nadobúda operatívne vedomosti, v ktorých nie je zahrnutá len znalosť faktov, ale aj pochopenie príčin ich existencie, a ich následné uplatnenie. Toto sa odráža aj vo výsledkoch žiakov. Rôzne výskumy, ktoré sa zaoberali využívaním metód aktívneho učenia sa vo vyučovacom procese, potvrdili, že výsledky žiakov sa zlepšili.

Ďalšou nemenej podstatnou charakteristikou aktívneho učenia sa je zlepšenie komunikačných a interpersonálnych zručností žiakov. Pri aktívnom učení sa žiaci komunikujú so svojimi spolužiakmi, vyjadrujú svoje myšlienky a návrhy na riešenie daného problému. Žiaci sa pritom učia komunikovať v rôznych situáciách, diskutovať na danú tému a pohotovo reagovať. Taktiež rozvíjajú schopnosti spolupráce v menších či väčších skupinách. V rámci skupín každý žiak nachádza svoje miesto.

1.1 Metódy aktívneho učenia sa

Metódy aktívneho učenia môžeme definovať ako „postupy, ktorých podstatu tvorí aktívny a tvorivý prístup všetkých účastníkov výchovno-vzdelávacieho procesu“ (Ďurič, 1997, s. 24). Metódy aktívneho učenia sa podporujú rozvoj schopností a zručností žiakov. Žiaci sa pri týchto metódach učia robiť rozhodnutia, byť zodpovedným za svoju prácu, pracovať v skupinách, riešiť rôzne problémy. Žiaci si osvojujú jednotlivé zručnosti a schopnosti len pri aktívnej účasti.

Predpokladom úspešného použitia metód aktívneho učenia sa sú určité vedomosti žiakov v učive, pri ktorom tieto metódy chceme využiť. Žiaci teda vychádzajú z im známych faktov a vedomostí, ktoré modifikujú a aplikujú na daný problém. Na základe už osvojených vedomostí žiaci vytvárajú nové, pre nich neznáme vedomosti, ktoré prostredníctvom metód aktívneho učenia sa majú objaviť a následne ich začleniť do systému vedomostí.

Pre učiteľa využitie metód aktívneho učenia sa znamená najmä prechod od direktívneho riadenia k postaveniu prostredníka a pomocníka. Učiteľ už nie je dominantnou osobou v triede. V stredobode pozornosti sú žiaci a ich aktivita.

Pri metódach aktívneho učenia sa žiaci využívajú rôzne pomôcky a vhodné učebné materiály. Medzi takéto materiály patria najmä pracovné listy, kartičky, rôzne druhy pomôcok a. i. Učiteľ by mal mať pripravené dostatočné množstvo pomôcok, s ktorými bude na hodine pracovať.

K metódam aktívneho učenia sa možno zaradiť rôzne metódy. Medzi najznámejšie patria: brainstorming (búrka mozgov), pojmové mapovanie, diskusia v skupine, aktívne písanie, hranie rolí, riešenie problémov a bádanie, simulácie, exkurzie, hry a pod.

1.1.1 Didaktické hry

Didaktickú hru možno definovať ako hru prebiehajúcu vo výchovno-vzdelávacom procese (Laszlo – Škvarková, 2009). Tak ako klasické hry je aj didaktická hra spojená so súťažením. Didaktická hra má navyše určené výchovno-vzdelávacie ciele.

Didaktická hra žiakov motivuje, svojou súťaživosťou rozvíja aktívnu činnosť žiakov, tvorivosť a samostatnosť. Ak žiaci súťažia v skupinách, prostredníctvom didaktických hier sa učia kooperácii, komunikácii a ďalším zručnostiam, ktoré sú pre ich budúci život potrebné.

Každá didaktická hra má svoje pravidlá. Učiteľ sa môže do hry aktívne zapojiť, alebo zostať len pozorovateľom. V závere musí učiteľ hru so žiakmi vyhodnotiť a prediskutovať.

2 Vytvorené didaktické hry určené na opakovanie fyziky

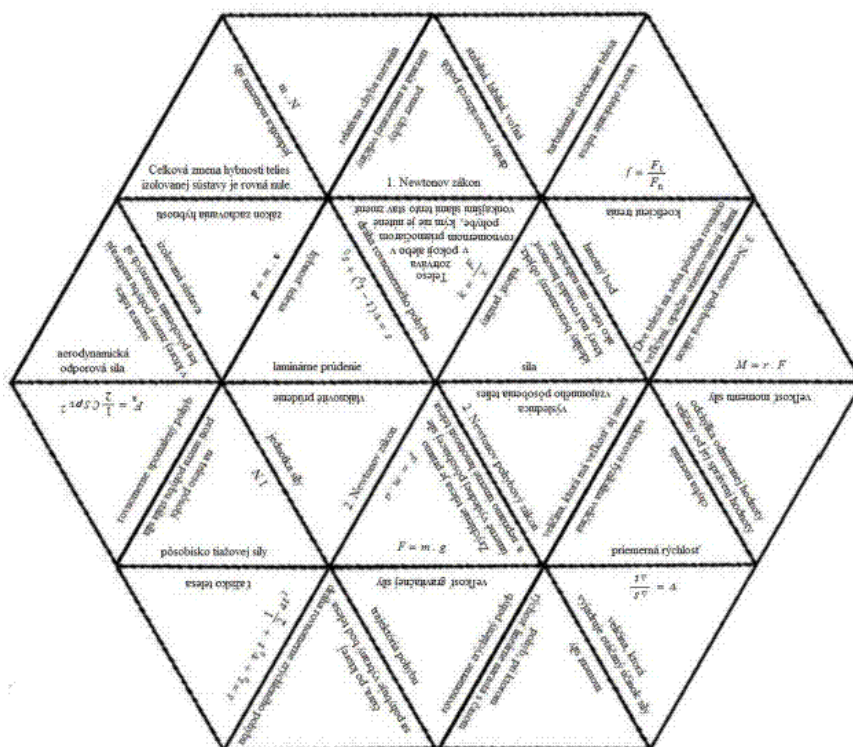
Hravosť je prirodzenou vlastnosťou žiakov, ktorú sme sa pokúsili využiť pri vytvorení pomôcky pre učiteľov fyziky: súboru návrhov na didaktické hry, ktorých hlavným cieľom je opakovanie vedomostí z jednotlivých oblastí fyziky strednej školy. Inšpiráciou pre vytvorenie týchto hier boli námety zo zahraničných materiálov pre učiteľov (*Science learning centres: Resource collections*). Snažili sme sa tieto námety ďalej rozvinúť a prispôbiť obsahu a vzdelávacím cieľom stredoškolskej fyziky na Slovensku. Zamerali sme sa pritom na hry, ktorých cieľom je zopakovať si vedomosti a zručnosti nadobudnuté počas vyučovania. Každá z hier sa preto zameriava na určitú vybranú oblasť stredoškolskej fyziky, s dôrazom na fyziku 1. ročníka štvorročných gymnázií. Vytvorené hry obsahovo úzko súvisia s jednotlivými témami, ktoré sa v prvom ročníku preberajú. Sú vypracované na základe Štátneho vzdelávacieho programu ISCED 3a a učebnice Fyzika pre 1. ročník gymnázií (Koubek – Lapitková – Demkanin, 2009).

Základným princípom vytvorených hier je hľadanie vzťahov medzi rôznymi druhmi fyzikálnych pojmov.

2.1 Fyzikálny trojuholník, Kinematický kosoštvorec, Mechanický šesťuholník

V hrách Fyzikálny trojuholník, Kinematický kosoštvorec a Mechanický šesťuholník (obr. 1) je úlohou žiakov poskladať geometrický útvar. Základná stavebná časť hry má tvar rovnostranného trojuholníka. Každá strana základného trojuholníka obsahuje jeden výrok, prislúchajúci výrok sa nachádza na druhom trojuholníku. Úlohou žiakov je nájsť prislúchajúce dvojice a spojiť strany trojuholníkov, na ktorých sú tieto dvojice, dohromady. Takto žiaci postupne vytvárajú geometrický obrazec. Priradovanie dvojíc je jednoznačné, teda nemôže nastať situácia, kedy by sa dali priradiť k jednému pojmu dva rôzne výroky. Z jednej sady možno vytvoriť len jeden obrazec.

Tieto hry sa môžu hrať v skupinách alebo samostatne. Cieľom hry je čo najrýchlejšie a správne poskladať obrazec, ktorého tvar je vopred daný.



Obr. 1: Mechanický šesťuholník

Fyzikálny trojuholník je obsahovo zameraný na pojmy a definície z kapitoly Pozorovanie, meranie, experiment (Koubek – Lapitková – Demkanin, 2009). Vytvorili sme 18 dvojíc pojmov zameraných na teoretické vedomosti a zručnosti z danej oblasti.

Kinematický kosoštvorec obsahuje 21 prislúchajúcich si dvojíc. Obsahovo je zameraný na časť kinematika. Vybrané dvojice opisujú základné pojmy, rozdelenie pohybov a fyzikálne veličiny, ktoré opisujú pohyb telies (dráha, rýchlosť, zrýchlenie).

Šesťuholník obsahuje 30 dvojíc. Tematické a obsahové zameranie dvojíc sme vyberali na základe celku Sila a pohyb v učebnici Fyzika pre 1. ročníka gymnázií (Koubek – Lapitková – Demkanin, 2009).

2.2 Dynamické domino, Elektromagnetické domino

Dominá, ktoré sme vytvorili, neobsahujú čísla, ale fyzikálne pojmy a vzťahy. Cieľom takto pozmenenej hry je priradiť k sebe výroky, ktoré navzájom súvisia. Takto spojené „kocky“ domina vytvoria pás. Po úprave základných útvarov sme vytvorili aj tzv. domino do kruhu, kde, ako už aj názov napovedá, spojené kocky vytvoria kruh – presnejšie medzikružie.

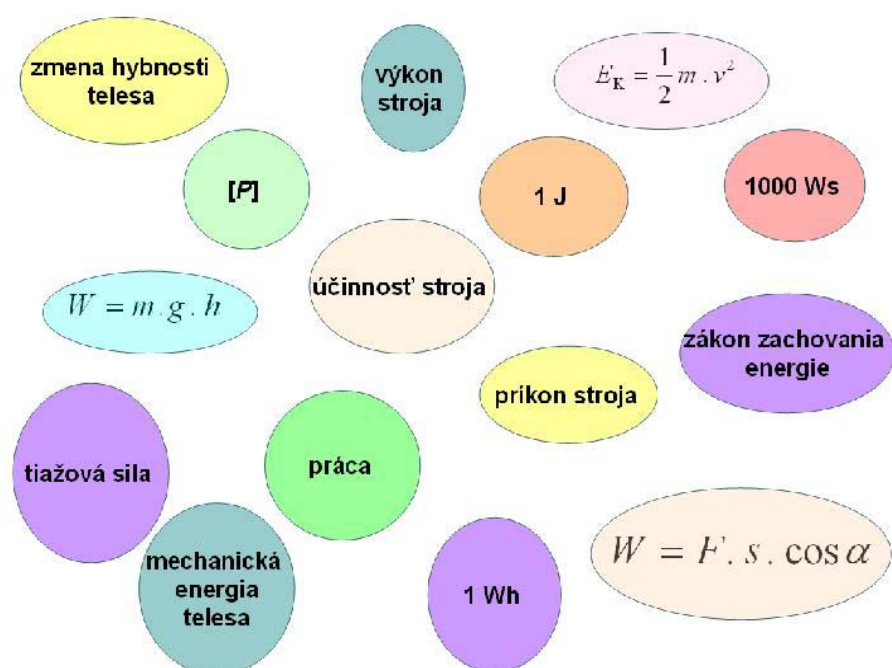
Elektromagnetické domino obsahuje 35 dvojíc. Nakoľko táto hra nie je obmedzená počtom prislúchajúcich dvojíc, dá sa ľahko transformovať na hru s väčším, či menším počtom dvojíc, a to pridaním alebo odobratím kociek domina. Nami vytvorené domino obsahovo pokrýva tematický celok Elektrina a magnetizmus. Hra obsahuje len základné poznatky z danej oblasti, s ktorými sa žiaci 1. ročníka stretli.

Dynamické domino je hra, pri ktorej sa spojením jednotlivých častí vytvorí kruh. Navrhovaná hra obsahuje 32 dvojíc. Téma danej hry je dynamika. Jedna z podmienok realizácie tejto hry je dostatočne veľký priestor.

2.3 Bingo, Kreslené pohyby

Hra, ktorú sme nazvali Bingo, vychádza z rovnomennej hry, ktorá je rozšírená najmä v západoeurópskych krajinách a v Amerike. Cieľom tejto hry je na vopred pripravených zoznamoch čísel označiť to číslo, ktoré bolo vyžrebované.

Podobný princíp má aj navrhovaná hra. Z vytvorených dvojíc sa prvá časť zobrazí (obr. 2).



Obr. 2: Prvá časť pojmov z hry Bingo

Žiaci si vyberú určený počet výrokov a zapíšu si ich do vopred pripravenej tabuľky. Následne sa prečíta druhá časť z dvojíc. Úlohou žiakov je označiť pojem, ktorý si zvolili, ak bol prečítaný výrok prislúchajúci danému pojmu. Vyhráva ten žiak, ktorý bude mať označené všetky ním zvolené pojmy, ktoré boli prečítané. Vtedy žiak zakričí: „Bingo!“.

V hre sa pokračuje ďalej, až kým sa neprečítajú všetky výroky z prislúchajúcich dvojíc. Ak sa prihlási ďalší žiak so všetkými správne označenými pojmami, taktiež sa počíta za víťaza.

Hra je tematický a obsahovo zameraná na poznatky z kapitoly Energia okolo nás (Koubek – Lapitková – Demkanin, 2009).

V hre nazvanej Kreslené pohyby je cieľom priradiť správny graf k rovnici, ktorá graf popisuje. Žiaci dostanú sadu 21 kartičiek. Sedem kartičiek obsahuje rovnice, ktoré vyjadrujú rôzne druhy pohybov (rovnomerný pohyb, rovnomerne zrýchlený pohyb, rovnomerne spomalený pohyb) s rôznymi počiatočnými podmienkami. Na ďalších siedmich kartičkách sú zobrazené grafy závislosti dráhy od času pre pohyby vyjadrené rovnicami. Posledných sedem kartičiek obsahuje zobrazenie závislosti rýchlosti od času pre jednotlivé pohyby. Úlohou žiakov je správne priradiť trojicu: rovnica pohybu, jej grafická závislosť dráhy od času a grafická závislosť rýchlosti od času.

3 Overenie navrhnutých hier počas vyučovacieho procesu

Navrhnuté hry sme overovali v dvoch fázach. Prvá fáza sa realizovala počas vyučovania didaktiky fyziky v 3. ročníku bakalárskeho stupňa študijného programu učiteľstvo akademických predmetov v kombinácii s fyzikou.

Následne sme testovali navrhnuté hry v rámci pedagogickej praxe v I. C triede Gymnázia Andreja Sládkoviča v Banskej Bystrici (obr. 3). Na hodine fyziky sme overili tri hry – Bingo, Kreslené pohyby a Dynamické domino.



Obr. 3: Atmosféra v triede pri overovaní hry Kreslené pohyby

V závere hodiny žiaci vyplnili dotazník, zadáním ktorého sme sa snažili získať spätnú väzbu od žiakov, teda zistiť, či sa žiakom realizované aktivity páčili, a ako ich vnímali.

Dotazník sa zameriaval na aktivity, ktoré boli na hodine fyziky realizované. Žiaci v dotazníku vyjadrovali svoj názor na aktivity ako celok. Dotazník vyplnilo 14 žiakov, ktorí boli prítomní na hodine. Dotazník obsahoval 5 položiek. Výsledky dotazníkov môžeme zhrnúť do niekoľkých bodov:

- Žiakom sa zdali aktivity celkovo náročné, ale zaujímavé a zrozumiteľné.
- Žiaci sa vyjadrili, že aktivity boli časovo dlhé, čo však mohlo byť spôsobené, tým, že všetky tri aktivity sme realizovali počas jednej vyučovacej hodiny.
- Žiaci sa s podobnými aktivitami zatiaľ nestretli.
- Žiaci sa vyjadrili, že by na hodinách fyziky podobné aktivity občas uvítali.
- Žiakom sa najviac páčila hra Bingo, najmenej sa im páčila hra Kreslené grafy.

Záver

Všetky predstavené hry sú voľne prístupné na stránke Virtuálne laboratórium fyziky Katedry fyziky Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici (<<http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/>>). Po stiahnutí príslušného súboru stačí danú hru vytlačiť a rozstrihať na základné časti.

Navrhované hry môžu využiť učitelia fyziky stredných škôl hlavne v etape precvičovania, opakovania a upevňovania poznatkov v závere tematických celkov. V budúcnosti by sme chceli tieto hry doplniť o nové hry obsahovo zamerané na fyziku vyšších ročníkov gymnázia.

Literatúra

BENTLEY, D., WATTS, M. (eds.). 1995. *Learning and teaching in school science: Practical alternatives*. Buckingham : Open University Press, 1995.

ŽURÍČ, L. et al. 1997. *Pedagogická psychológia: Terminologický a výkladový slovník*. Bratislava : Media Trade – SPN, 1997, s. 24.

KOUBEK, V., LAPITKOVÁ, V., DEMKANIN, P. 2009. *Fyzika pre 1. ročník gymnázií*. 1. vydanie. Prievidza : Patria I., spol. s r. o., 2009.

LASZLO, K., ŠKVARKOVÁ, Z. 2009. *Didaktika*. Banská Bystrica : Pedagogická fakulta Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2009.

Science learning centres: Resource collections [online]. Dostupné na internete: <<https://www.sciencelearningcentres.org.uk/resources>>.

Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie [online]. [cit. 2011-05-24]. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/gymnazia/isced3_spu_uprava.pdf>.

Virtuálne laboratórium fyziky [online]. Dostupné na internete: <<http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/FyzLab/>>.

Adresa autorov

Katarína Krišková, RNDr. Jana Raganová, PhD.

Katedra fyziky, FPV, UMB Banská Bystrica

Tajovského 40

974 01 Banská Bystrica

e-mail: katarina.kri@gmail.com, janka.raganova@umb.sk

EXPERIMENTÁLNA VÝUČBA V ELEMENTÁRNYM PRÍRODOVEDNOM VZDELÁVANÍ V PROJEKTE VODNÁ ENERGIA

Jana Krížová

ZŠ Sama Cambela, Slovenská Ľupča

Abstrakt: V príspevku sú prezentované možnosti zatraktívnenia jednoduchého fyzikálneho učiva na 1. stupni ZŠ, ktoré je možné uplatniť prostredníctvom experimentálnej metódy. Bližšie špecifikujeme problematiku vodnej energie, ako aj možnosti praktickej aplikácie tohto pomerne abstraktného pojmu do povedomia žiakov.

Kľúčové slová: projekt, experimentálna výučba, vodná energia

Úvod

Prírodovedné poznávanie je prvou „vedeckou“ skúsenosťou človeka. Je empirické a až neskôr nadobúda formálny teoretický rámec. Prírodoveda je experimentálna veda, priamo spätá s poznávaním materiálneho sveta. Najúčinnější cestou poznávania je cesta, ktorá sa opiera o praktickú skúsenosť, o empiriu, experiment a praktickú aplikáciu [1]. Univerzálnosť procesov prírodovedného poznávania je taká, že je možné naučiť každého človeka, aby ich používal na svojej úrovni v každodennom živote [2].

Súčasťou prírodovedného poznávania je aj poznanie fyzikálnych javov a zákonitostí, ktoré je aktuálne aj v súčasnosti, v dobe rýchleho vedeckého pokroku a intenzívneho rozvoja moderných technológií [3]. Avšak už samotné pomenovanie fyzikálny jav vzbudzuje u mnohých ľudí rešpekt, či obavu, nezáujem. Je všeobecne známe, že samotný predmet fyzika sa vo vyšších ročníkoch na ZŠ neteší veľkej obľube. Prečo to takto je? Kde hľadať príčinu? Možno v samotnej výchove a vzdelávaní na 1. stupni ZŠ, kde je potrebné už od malička viesť žiakov k záujmu o poznanie zákonov prírody a tým aj elementárnej fyziky a chémie. Získať záujem žiakov a najmä podnietiť ich v činnosti je častokrát tá najzložitejšia vec v edukačnom procese. Nie je problém niečo mechanicky nacvičiť, namemorovať, vyskúšať. Problém je vzbudiť záujem, vysvetliť, presvedčiť a motivovať. To sa však nie vždy dá tradičným - formatívnym prístupom ku vzdelávaniu.

Naopak, je potrebné hľadať také metódy a formy, ktoré žiakov zaktivizujú, zatraktívnia vyučovanie fyzikálnej problematiky a najmä umožnia pochopiť pomerne abstraktné učivo. Za najvhodnejší prostriedok v tomto smere považujeme jednoduchý fyzikálny experiment, ktorý oživuje vyučovací proces, robí ho príťažlivejším, zaujímavejším a zároveň ponúka nahliadnutie do zákonov prírody.

Jednoduchý fyzikálny experiment

Experimentom sa zvykne nazývať metóda poznania, pri ktorej na získanie určitého poznatku je potrebná praktická činnosť. Spolu s pozorovaním a meraním patrí experiment medzi empirické metódy poznania. Experimentálne získané nové informácie o svete sa fyzika usiluje teoreticky zdôvodniť a potom začleniť do svojho poznatkového systému, preto apelujeme na jeho význam v elementárnom vzdelávaní.

Experimentálne poznatky, ktoré sprostredkuje školská fyzika, sú už vo fyzikálnej vede dlhšiu dobu známe. Preto do školského vyučovania vstupuje fyzikálny experiment spravidla ako modelový experiment. Charakteristickým znakom, ktorým sa experiment odlišuje od pozorovania javu, je zásah experimentátora do objektu, ktorý skúma. Vychádzajúc z uvedeného je našim cieľom pomocou experimentov vzbudiť v žiakoch záujem o fyzikálne a chemické princípy, ktoré nás obklopujú v dennom živote najmä z oblasti prírody, ale aj techniky.

Jednoduchým experimentom spravidla označujeme taký experiment, ktorý je možné z pohľadu dostupnosti potrebných pomôcok ľahko uskutočniť [4]. V praxi sa častokrát stretávame s rôznymi efektnými experimentmi, ktoré však nie je možné kvôli dostupnosti potrebných pomôcok uskutočniť. Preto sa zameriavame na také experimenty, ktoré nevyžadujú ťažko dostupné pomôcky.

Energia v elementárnom prírodovednom vzdelávaní

Pochopenie princípů fungovania energie a jej náležitého využívania je hybnou silou pokroku ľudstva. Na 1. stupni ZŠ sa s uvedenou problematikou stretávame v rámci predmetu prírodoveda a tematickej oblasti Človek a technika. Ciele pre túto oblasť vzdelávania vychádzajú zo všeobecných požiadaviek vedecko-technickej gramotnosti i zo všeobecných cieľov elementárneho vzdelávania. V tejto vzdelávacej oblasti môžeme uvažovať z hľadiska troch navzájom prepojených komponentov: 1. výchova vzťahu k technike (hodnoty, postoje), 2. výchova o technike (vedomosti), 3. výchova prostredníctvom techniky (skúsenosti, pracovné činnosti, zručnosti) [5]. V oblasti Človek a technika na elementárnom stupni nejde len o vedomosti a zručnosti, ale hlavne o podporu dynamických a procesuálnych momentov ako je aplikácia poznatkov, schopnosť využívať vlastné skúsenosti, rozvoj kreativity a schopnosť riešiť problémy, ochota hľadania nových riešení, aktivita, potreba poznávať nové.

Tematicky pre oblasť energie sa upriamuje pozornosť na veternú, vodnú a tepelnú energiu čo samo navádza na využitie vhodných názorných metód a experimentu. Pojem energia je pomerne abstraktný a to by malo byť impulzom pre aplikáciu experimentu, prostredníctvom ktorého sa uvedené problematika stane pre žiakov pochopiteľná a jasná.

Projekt Vodná energia

V projekte Vodná energia určenom pre žiakov 4. ročníka ZŠ sme spojili komponent experimentálnej edukácie s regionálnym aspektom. Nakoľko je aj ZŠ Sama Cambela v Slovenskej Ľupči súčasťou Združenia škôl s rozšíreným vyučovaním regionálnej výchovy, model integrácie tejto problematiky sa nám javil ako veľmi vhodný.

Problematicu vodnej energie sme žiakom sprostredkovali na ukážke vybranej vodohospodárskej energetickej sústavy, ktorá sa nachádza pri obciach Motyčky, Dolný Jelenec a Staré Hory. Ako motiváciu pre žiakov sme zvolili postavičky Pata a Mata a ich príbeh o využívaní elektrickej energie.

Názov: Vodná energia

Cieľ: Žiak si zopakuje vedomosti o vzniku elektrickej energie, bezpečnosti pri jej využívaní, obsluhu a praktickom význame pre život človeka. Nové vedomosti získa o spôsobe výroby elektrickej energie vo vodnej elektrárni a zároveň o zásadách bezpečnosti pri zaobchádzaní s elektrickým prúdom. Vie pracovať podľa návodu, samostatne si zorganizovať vlastnú činnosť a uskutočniť objektívnu autokorekciu pomocou kariet.

Kompetencie: Žiak si vytvára komplexný pohľad na technické a spoločenské javy v regióne, plánuje prácu do jednotlivých krokov a v spolupráci s ostatnými žiakmi v skupine si naplánuje pracovnú činnosť.

Medzipredmetový vzťah: pracovné vyučovanie

Pomôcky: text o vodných elektrárnach pre učiteľa, postup výroby vodnej turbíny

Všeobecná charakteristika a zámer projektu: Aktivitami v tomto projekte sa zameriavame na zopakovanie vedomostí a zručností žiakov z časti elektrická energia. Našou snahou je rozšíriť vedomosti žiakov o výrobe elektrickej energie vo vodných elektrárnach a zároveň ich

oboznámiť s vodnou elektrárnou Motyčky, ktorá sa nachádza v blízkosti mesta Banská Bystrica. Zároveň praktickou činnosťou a názorným spôsobom poukazujeme na spôsob výroby elektrickej energie. Z dôvodu nebezpečenstva pri neopatrnom zaobchádzaní s elektrickými spotrebičmi považujeme za dôležité zopakovať, ale aj rozšíriť vedomosti žiakov o zásadách bezpečnosti pri zaobchádzaní s elektrickým prúdom, na ktoré sa tiež upriamujeme v tomto projekte. Praktickou činnosťou žiakov je naším cieľom rozšíriť ich schopnosti práce podľa návodu, riadenie samostatnej činnosti a autokorekciu pomocou kariet.

Popis:

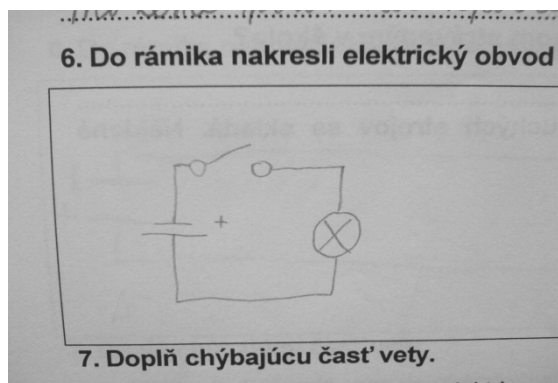
1. Žiakom sme do skupín rozdali obrázky rôznych typov vzniku energie a zároveň obrázky, ktoré do tejto problematiky nepatria. Úlohou žiakov bolo obrázky správne zoradiť a vytvoriť diagram vzniku elektrickej energie. Po skončení práce žiaci v skupinách odôvodnili svoju činnosť. Po skončení činnosti sme viedli diskusiu k vybraným obrázkom (aké zdroje energie poznajú, skadiaľ ich poznajú, akým spôsobom vzniká elektrická energia, ktorú čerpajú vo svojich domácnostiach a i.).
2. Následne sme žiakov oboznámili s minulosťou, súčasnosťou elektrárne a s jej funkciou pre obyvateľov Banskej Bystrice a okolia.
3. Po oboznámení s existenciou vodnej elektrárne v blízkosti ich bydliska, sme žiakov vysvetlili hlavné princípy fungovania vodnej elektrárne Motyčky.
4. Tvorba vodných turbín. Žiaci si ich vytvárali samostatne podľa postupu práce, pričom mali možnosť výberu z dvoch postupov i dvoch materiálov určených na výrobu našej vodnej turbíny. Zatiaľ sme v triede vytvorili „vodnú nádrž“ (lavór alebo vedro s vodou) a prichystali si nejakú vhodnú nádobu – napr. pohár. Po vyhotovení „vodných turbín“ sme so žiakmi zisťovať odpovede na nasledujúce otázky:
 1. Zmení sa rýchlosť otáčania, ak bude lopatiek viac?
 2. Zmení sa rýchlosť otáčania, ak budú lopatky väčšie?
 3. Zmení sa rýchlosť otáčania, ak sa zmení výška padania vody?
 4. Zmení sa rýchlosť otáčania, ak sa zmení miesto dopadu vody na koleso?
 5. Na ktorú časť lopatiek musí dopadať prúd vody, aby sa koleso točilo čo najrýchlejšie?
 6. Zmení sa rýchlosť otáčania, ak bude prierez prúdu väčší?
5. Po uvedenej aktivite sme vznik energie pretransformovali ku spotrebiteľovi a žiaci samostatne zostrojili podľa nákresu elektrický obvod, ktorý zakreslili pomocou schematických značiek. Pri kontrole ich činnosti sme spoločne upozornili na chyby.
6. V závere projektu sme zhodnotili činnosť žiakov a vytvorili „ponaučenie“ z projektu: Elektrina je dobrým pomocníkom, ale treba vedieť s ňou zaobchádzať.

Vyhodnotenie projektu

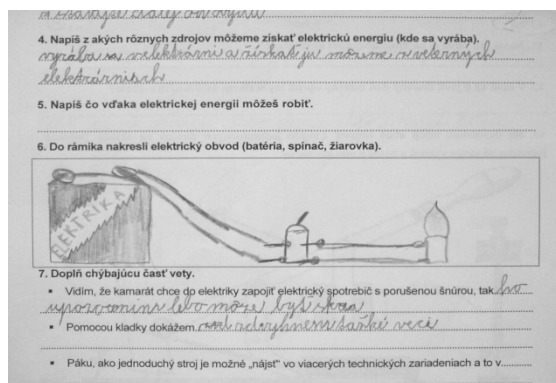
Nákresy žiakov sme hodnotili ako správne alebo nesprávne. Vyhodnotenie odpovedí prezentuje tabuľka 1

Tab. 1 Percentuálne vyhodnotenie správnosti nákresu elektrického obvodu

	správne	nesprávne	neuviedli
A 1 kontrolná skupina	55 %	37 %	8 %
B 1 experimentálna skupina	69 %	26 %	5 %



Obr. 1 Správny náčrt elektrického obvodu



Obr. 2 Nesprávny náčrt elektrického obvodu

Z tabuľky 1 je zrejmé, že odpovede žiakov v kontrolnej a experimentálnej skupine predstavujú rozdiel 14 %, čo považujeme za úspech projektu.

Z pozorovania sme dospeli k názoru, že žiaci v sledovaných triedach neprichádzajú často do kontaktu s autokorekciou, pretože reagovali neprimerane na autokorektívny druh kontroly pracovného listu. Na základe uvedeného odporúčame uvedený spôsob samokontroly žiakov využívať častejšie. Vyhodnotením uvedenej aktivity (pracovných listov) možno konštatovať 84 % úspešnosť žiakov.



Obr. 3 Príprava na tvorbu diagramu vzniku elektrickej energie



Obr. 4 Vyhodnotenie a prezentácia diagramov



Obr. 5 Tvorba vodných turbín



Obr. 6 Vytvorené turbíny



Obr. 7 Zisťovanie odlišností v činnosti turbín

Na základe uvedeného možno konštatovať, že žiakov najviac zaujali experimentálne aktivity. Pozitívne hodnotíme i tvorbu postupného diagramu od vzniku elektrickej energie po spotrebiteľa (zdroj, elektrárňu, vedenie, spotrebiteľ), pri ktorej sme si uvedomili, že až tu dostali deti impulz, ako sa elektrická energia dostane k nim napr. do domácností (viď obr. 3 – 6). Na príklade

regionálneho prvku v ich blízkosti si uvedomili, proces, ktorý sme považovali za samozrejmé, že ovládajú.

Uvedený projekt je súčasťou viacerých projektov orientovaných na uplatnenie jednoduchého fyzikálneho učiva do elementárneho prírodovedného vzdelávania. Uvedené projekty boli overené (na vzorke 349 žiakov) a zároveň sa do súčasnosti overujú a upravujú na viacerých ZŠ v banskobystrickom okrese z dôvodu zatraktívniť a inovovať problematiku prírodovedného vzdelávania na elementárnom stupni škôl.

Záver

Žiakov uvedené experimenty zaujali, v mnohom naučili a presvedčili. Veríme, že uvedená činnosť nadobudla svoj zmysel a výsledky sa odrazia v záujme žiakov o fyziku a fyzikálne zákony vo vyšších ročníkoch. Takýmto spôsobom sme sa snažili položiť základnú „tehličku“ v otázkach prírodovedného poznávania, ale aj samostatnej experimentálnej činnosti.

Považujeme za potrebné viesť žiakov smerom k aktívnemu poznávaniu prírody od útleho detstva, pretože vtedy je čas nato, aby si vytvorili kladný vzťah k predmetnej problematike.

Použitá literatúra

1. ČÁP, I. Prírodovedné vzdelávanie pre 21. storočie. 2006. In. Šebeň, V., Parma, L., Burger, Z., Šterbáková, K. (eds.) *Učiteľ prírodovedných predmetov na začiatku 21. storočia*. Zborník z medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie. Prešov : Prešovská univerzita, 2006. s. 11-19. ISBN 80-8068-462-6
2. LEPILOVÁ, O. 2006. Integrovaný model prírodovedného vzdelávania. In. Kol.: *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání*. Olomouc : Přírodovědecká fakulta UP, 2006. s. 61-66. ISBN 80-244-1258-6
3. BANÍK, I. 2006. *Fyzikálne pokusy pre domáce objavovanie*. In. Trendy vo vzdelávaní 2006. Mezinárodní vědecko-odborná konference. Olomouc : Votobia, s. 369 – 470, 2006. ISBN 80-7220-260-X
4. ONDEROVÁ, L., KIREŠ, M., JEŠKOVÁ, Z., DEGRO, J. 2004. Jednoduchý fyzikálny experiment a jeho miesto vo vyučovaní fyziky. Košice : UPJŠ, 2004. ISBN 80-7096-580-6
5. KOŽUCHOVÁ, M. 2008. [online]. 2007. [cit. 12.4.2011]. <http://www.fhpbv.unipo.sk/ktechv/inedutech2008/kniznica/pdf_doc/5.pdf>

Adresa autora

PaedDr. Jana Krížová, PhD.

ZŠ Sama Cambela

Školská 14

976 13 Slovenská Ľupča

e-mail: krizova.janka@gmail.com

ŠKODIA NÁM MOBILNÉ TELEFÓNY? (PROJEKT „FYZIKA OČAMI FYZIKOV“)

František Kundracik

Katedra experimentálnej fyziky, FMFI UK v Bratislave

Abstrakt: Cieľom projektu „Fyzika očami fyzikov“, ktorý podporila Agentúra na podporu výskumu a vývoja, je formou prednášok na stredných školách priniesť žiakom netradičný pohľad na aktuálne dianie nielen vo fyzike, ale aj okolo nás. Príkladom je prednáška „Škodí nám mobilné telefóny?“, ktorej cieľom je ukázať žiakom potrebu kritického myslenia a využitia stredoškolských vedomostí pri analýze informácií prinášaných médiami.

Kľúčové slová: mobilný telefón, ohrievanie tkaniva, poškodenie zdravia, mikrovlnové žiarenie

Úvod

V médiách sa pravidelne objavujú informácie o podozreniach, že používanie mobilných telefónov môže poškodiť zdravie. Najčastejšie býva používanie mobilných telefónov spájané so vznikom nádorových ochorení mozgu. Ako priama analógia sa používa porovnanie žiarenia mobilného telefónu so žiarením mikrovlnovej rúry (ohrievanie mozgu). Na Internete nechýbajú ani videá dokumentujúce uvarenie vajíčka alebo prípravu pukancov pomocou mikrovlnového žiarenia z mobilných telefónov. Cieľom prednášky je analyzovať tieto informácie z pohľadu pre stredoškolského študenta bežných vedomostí z fyziky, biológie a chémie.

1. Ionizujúce a neionizujúce žiarenie, elektrický prúd vyvolaný elektromagnetickým žiarením

Ako prvú informáciu v prednáške predkladáme rozdelenie elektromagnetického žiarenia na ionizujúce a neionizujúce, pričom hranicou je blízka ultrafialová oblasť. Žiarenie s vyššou frekvenciou môže vyvolať roztrhnutie chemických väzieb a vyvolať neželané chemické reakcie v bunkách vrátane poškodenia genetickej informácie. Preto sa pri opaľovaní používajú ochranné krémy blokujúce ultrafialové žiarenie. Mobilné telefóny pracujú na frekvenciách 1-3 GHz, čo je asi 1000-krát menšia frekvencia (a teda aj energia), než je potrebná na narušenie chemických väzieb. Preto priame poškodenie genetickej informácie žiarením mobilného telefónu nie je možné.

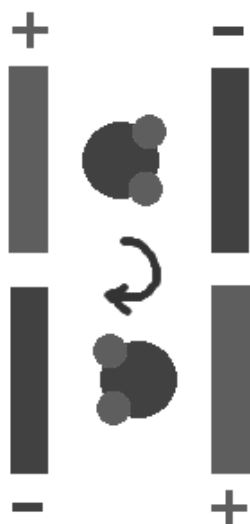
Zaujímavou otázkou je aj fyziologický účinok elektrického prúdu, ktorý je vyvolaný elektromagnetickým poľom vyžarovaným mobilným telefónom. Žiaci vedia, že prechod elektrického prúdu telom môže vyvolať poškodenie buniek, popálenie alebo aj elektrolýzu telových tekutín. Prúd s frekvenciou okolo 2 GHz je však „iný“. Žiakom jednoduchým výpočtom umožníme získať predstavu, ako takýto prúd vyzerá. K tomu treba z chémie a biológie vedieť, že ľudské telo pozostáva prevažne z vody, v ktorej sú rozpustené soli, najmä NaCl. Fyziologický roztok má koncentráciu asi 0,15 mol/l, čo predstavuje koncentráciu $0,15 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$ iónov v litri, čiže asi 10^{26} iónov v m^3 . Keďže ióny sodíka aj chlóru sú jednomocné a elementárny náboj má hodnotu $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, v každom m^3 ľudského tela sa nachádza pohybu schopný náboj $1,6 \cdot 10^7 \text{ C}$, čo je obrovská hodnota. Predstavme si teraz, že telom necháme pretekať veľký prúd 1 A/mm^2 , čiže 10^6 A/m^2 . Za jednu polperiódu 2 GHz signálu (10^{-9} s) teda každým m^2 povrchu tela prejde náboj $1,6 \text{ A/m}^2 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 10^{-3} \text{ C/m}^2$. O koľko sa museli posunúť ióny v tele, aby vytvorili takýto prúd? Výpočet je jednoduchý: $(10^{-3} \text{ C/m}^2) / (1,6 \cdot 10^7 \text{ C/m}^3) = 6 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Ak si uvedomíme, že typická vzdialenosť medzi atómami je 10^{-10} m , Počas jednej polperiódy sa ióny sotva pohnú z miesta a potom sa už začnú pohybovať opačným smerom. Vysokofrekvenčný prúd teda pripomína skôr chvenie iónov (obr.1), než ich priamočiary pohyb. Preto takto sa pohybujúce ióny nemôžu ani poškodiť bunkové steny (neprechádzajú cez ne) a ani nemôžu spôsobiť elektrolýzu. To je dobre známe aj z pokusov s Teslovým transformátorom.



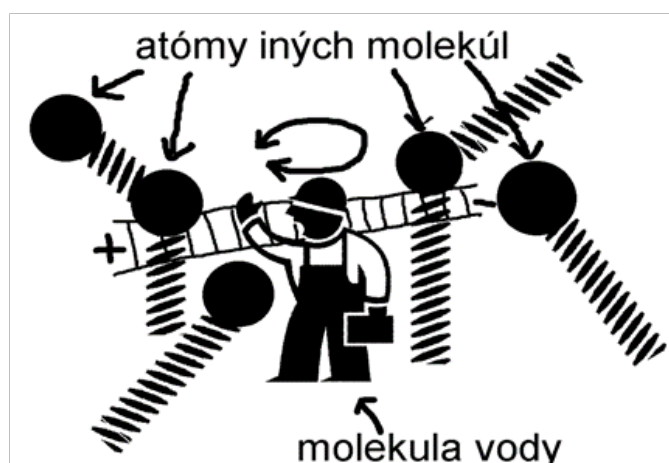
Obr. 1. Vysokofrekvenčný prúd vyvoláva iba chvenie iónov v ľudskom tele

2. Ohrievanie mikrovlnovým žiarením

Aký efekt žiarenia mobilu na ľudské telo vlastne zostáva? Je to ohrievanie na podobnom princípe, ako funguje mikrovlnová rúra. Molekuly vody sú totiž nesymetrické, kladne nabitý ión vodíka (obr.2) sú umiestnené na jednej strane molekuly a záporne nabitý kyslík na strane druhej. V elektrickom poli sa molekuly vody otočia tak, aby záporná strana molekuly smerovala ku kladnej elektróde a kladná strana molekuly ku zápornej elektróde. Premenné elektrické pole z mobilného telefónu spôsobuje nepretržité otáčanie molekúl vody, ktoré narážajú do okolitých molekúl (obr.3), a tým ich ohrievajú.



Obr.2. Otáčanie molekúl vplyvom premenného elektrického poľa



Obr.3. Otáčajúca sa molekula vody naráža do okolitých molekúl a tým ich ohrieva

Môžeme si teda pri telefonovaní uvariť mozog rovnako, ako sa dá uvariť jedlo v mikrovlnovej rúre? Na Internete sa totiž dajú nájsť aj ilustračné videozáznamy, kde vajíčko umiestnené v blízkosti mobilného telefónu sa po chvíľke telefonovania uvarí. V tejto časti prednášky sú žiaci adresovaní na kalorimetrickú rovnicu. GSM mobilný telefón dokáže vyžiariť najviac 2 W (inak by neprešiel schvaľovaním), z čoho iba malá časť sa dostane do mozgu, zvyšok je vyžiarený do okolia a hlavne k stanici mobilného operátora. Nech sa do vajíčka dostane z mobilného telefónu povedzme 0,8 W energie, ktorá sa premení na teplo. Potom stačí napísať kalorimetrickú rovnicu:

$$P \cdot t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

kde $m = 0,05$ kg je odhad hmotnosti vajíčka, $c = 4\,180$ J/kg/K je odhad jeho mernej tepelnej kapacity (voda), $t = 1\,800$ s je doba ohrievania vajíčka (pol hodiny), $P = 0,8$ W je výkon pohltý vo vajíčku. Po dosadení dostávame, že po pol hodine je ohriatie vajíčka $t_2 - t_1 = 6,8$ °C. Vidíme, že uvarenie vajíčka mobilným telefónom nie je možné, na zrazenie bielkovín treba zvýšiť teplotu aspoň o 40 °C. V kalorimetrickej rovnici sme navyše zanedbali straty tepla do okolia, takže rýchlosť ohrievania vajíčka bude ešte nižšia než 0,2 °C/min vychádzajúca z rovnice. Nemožnosť uvariť vajíčko mobilom sa na prednáške aj demonštruje názorným experimentom.

Žiakov potom upozorníme na tzv. SAR-index z dokumentácie mobilných telefónov, ktorý hovorí, koľko z vyžiarenej energie sa pohltí v mozgu, a býva typicky 0,2 – 2 W/kg. Napriek tomu predstava ohrievania mozgu s výkonom povedzme 2 W nie je príjemná. Preto žiakov nasmerujeme na vedomosti z biológie, odkiaľ vedia, že na nie príliš namáhavé prežitie dňa potrebujú prijať (jedlom) energiu asi 10 kJ, ktorá sa prevažne premení na teplo. Naše telo teda produkuje tepelný výkon asi 10 kJ / 24 hod = 120 W. Z toho takmer tretina (40 W) sa spotrebuje v mozgu. Ak sa niekto chytil rozsvietenou 40 W žiarovky, možno sa aj popálil. Pritom v našom mozgu takáto „žiarovka“ svieti nepretržite. Ako to, že si nepopálime mozog? Mozog je husto popretkávaný cievami, ktoré mu privádzajú živiny a energiu. Krv sa v mozgu zároveň ohrieva a ohriata odchádza z mozgu preč do celého tela, čím sa organizmus ohrieva a musí sa chladiť (napríklad potením). Pri náročnej duševnej činnosti (napríklad pri učení) výkon mozgu výrazne stúpe a krv ho musí viesť ochladiť – inak by sme si pri učení mozog uvarili. Preto pridanie tepelného výkonu okolo 1 W od mobilného telefónu nemôže spôsobiť významné ohriatie mozgu.

Úplne absurdne potom pôsobia videozáznamy z Internetu, kde sa pomocou niekoľkých mobilných telefónov pripravujú pukance. Väčšina žiakov totiž dobre vie, že v mikrovlnovej rúre s výkonom 1 000 W trvá aspoň pol minúty, kým vypukne prvý pukaneček. Aj štyri mobilné telefóny majú iba malý výkon najviac 8 W, z čoho sa v pukancoch pohltí nepatrná časť (sú malé), povedzme 0,1 W. Obyčajnou trojčlenkou (zanedbáme ochladzovanie kukuričiek) dostávame, že na vypuknutie pukancu by sme museli čakať asi 100 hodín a nie zopár sekúnd, ako je na videozáznamoch. Žiaci sa potom názorne dozvedia, ako sa takéto videá vyrábajú (falšujú). Zároveň žiakom vysvetlíme, prečo sa tieto videá na Internete objavili – boli súčasťou reklamnej kampane výrobcu hands-free súprav.

3. Iné (netepelné) účinky mikrovlnového žiarenia?

Napriek vyššie uvedenému sú ľudia v otázke škodlivosti mobilných telefónov opatrní. Biológovia robia pokusy s rastom bunkových kultúr v prítomnosti a bez prítomnosti mikrovlnového žiarenia. Hoci väčšina pokusov je negatívna, v niektorých experimentoch boli pozorované veľmi malé zmeny napríklad v zložení bunkových tekutín. To v princípe nemusí byť ani škodlivé, veď napríklad nahrievanie tkaniva infračervenými lampami a následne vyvolané zmeny v bunkách sa už dlho

používajú na liečenie. Napriek tomu je namieste opatrnosť a v pokusoch treba pokračovať, kým sa o škodlivosti alebo neškodnosti mobilných telefónov definitívne nerozhodne. Pre žiakov je zaujímavá informácia, že pri rozhodovaní narážame na typickú ťažkosť s biologickými systémami – sú veľmi zložité a vplýva na ne veľa faktorov. Predstavme si, že chceme rozhodnúť, či používanie mobilných telefónov môže spôsobiť nárast počtu nádorových ochorení mozgu. Zdanlivo stačí, ak sa každého prijatého pacienta spýtame, koľko hodín denne telefonoval mobilným telefónom, a prípady rozdelíme do dvoch priečinkov: veľa a málo. Vznik nádorového ochorenia však môže byť vyvolaný aj znečistením životného prostredia. Preto by sme sa mali pacientov spýtať, či pochádzajú z priemyselnej, alebo vidieckej oblasti. Teda prípady budeme triediť do štyroch priečinkov obsahujúcich všetky kombinácie týchto dvoch faktorov. A čo genetická predispozícia? Mali nádorové ochorenie aj rodičia pacienta v čase, keď mobilné telefóny neexistovali? Z akej sociálnej skupiny pacient pochádza (vplyv stravovania a hygieny)? Každý z týchto faktorov počet priečinkov zdvojnásobí. Pri analyzovaní iba 10 faktorov je počet potrebných priečinkov asi 1 000. Ak máme rozhodnúť, v ktorom priečinku je prípadov významne viac, musíme v každom z nich nazbierať aspoň 100 prípadov. Musíme teda preanalyzovať údaje o státisícoch pacientov. Nádorové ochorenia mozgu sú však (našťastie) pomerne zriedkavé a prípadný vplyv mobilných telefónov natoľko malý, že musíme čakať dosť dlho, kým získame údaje od potrebného počtu pacientov. Na základe predbežných výsledkov testov bude treba na definitívne rozhodnutie čakať asi 20 - 30 rokov. Dovtedy médiá pravidelne zverejňujú výsledky dielčích (obvykle jednofaktorových) testov, ktoré sú často úplne protichodné (čo je prirodzené).

Záver

Projekt „Fyzika očami fyzikov“ umožňuje vzdelávanie žiakov atraktívnym a menej bežným spôsobom. Ak sa chcete do projektu zapojiť, navštívte stránky <http://www.physics.sk>, kde nájdete podrobnejšie informácie.

Podakovanie

Projekt „Fyzika očami fyzikov“ a tento príspevok podporila Agentúra pre podporu výskumu a vývoja, číslo projektu LPP-0084-09.

Literatúra

KUNDRACIK, František. 2004. *Detská univerzita aj pre dospelých*. 1.vyd. Bratislava: PEREX, a.s., 2004. kap. 3. Prečo je v mikrovlnke teplo?, s.29-35. ISBN 80-967105-6-7.

ICNIRP. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, <http://www.icnirp.de/>

Adresa autora

Doc. RNDr. František Kundracik, CSc.

Katedra experimentálnej fyziky

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského

Mlynská dolina F2

842 48 Bratislava

e-mail: kundracik@fmph.uniba.sk

INTERAKTÍVNA DEMONŠTRÁCIA A MERANIE ČASOVÉHO PRIEBEHU SÍL AKCIE A REAKCIE POMOCOU DIGITÁLNYCH VÁH

Mária Nováková, Marián Kireš

Oddelenie didaktiky fyziky, ÚFV PF UPJŠ v Košiciach

Abstrakt: V príspevku je predstavený súbor vzdelávacích aktivít realizovaných metódou interaktívnych demonštrácií. Využívaný je časový záznam z digitálnych váh pripojených k počítaču slúžiaci na prezentáciu a merania veľkosti a časového priebehu síl akcie a reakcie. Podrobne je fyzikálne a metodicky rozpracovaná ukážka pozorovania a merania pádu neodýmového magnetu vo vodivej trubici. Využitý je časový záznam z digitálnych váh, ktorý je porovnávaný s videomerným záznamom reálneho deja pri páde magnetu v rôznych trubicach. Meranie je spracované do podoby žiackeho výskumného projektu.

Kľúčové slová: Newtonove pohybové zákony, tiaž, padajúca reťaz, lenivý magnet, interaktívna demonštrácia

Úvod

Newtonove zákony patria medzi základné piliere fyziky, od ktorých sa odvíja porozumenie ďalších poznatkov a súvislostí. Stabilná štruktúra navzájom prepojených fyzikálnych pojmov sa nemôže budovať bez pochopenia týchto základných princípov. V nasledujúcom texte sú ukážky zamerané na Newtonove pohybové zákony, pri ktorých je využívaný časový záznam z digitálnych váh a senzora sily pripojených k počítaču. Ukážky sú spracované do podoby interaktívnych demonštrácií. Podstatou tejto metódy je postupnosť 8 krokov, ktoré sa dodržia pri každom realizovanom experimente:

1. Učiteľ popíše experiment a realizuje ho pred triedou bez použitia počítača.
2. Žiaci zaznamenávajú svoje individuálne predpovede.
3. Žiaci diskutujú o experimente a svojich predpovediach s najbližšími susedmi.
4. Učiteľ zisťuje v triede žiacke predpovede.
5. Žiaci zaznamenávajú konečné predpovede, ktoré mohli na základe diskusií modifikovať. Predpoved'ové hárkky sú pozbierané, učiteľ odpovede nehodnotí.
6. Učiteľ realizuje meranie (zvyčajne pomocou počítača v grafickej podobe), ktoré prezentuje pred celou triedou napr. prostredníctvom dataprojektora (alebo interaktívnej tabule).
7. Žiaci popisujú výsledky a diskutujú o nich. Výsledky zaznamenávajú do výsledkových hárkkov, ktoré si zoberú so sebou.
8. Učiteľ so žiakmi diskutuje o analogických fyzikálnych situáciách.

Priebeh vyučovania je vhodné realizovať formou interaktívnej demonštrácie v prípade, ak učiteľ nemá dostatok pomôcok pre skupiny žiakov. Okrem jednej sady pomôcok k realizácii experimentu, potrebuje nástroje na snímanie potrebných veličín pomocou počítača (prevodník, senzory, príp. softvér na videoanalýzu), počítač a dataprojektor k prezentovaniu pred celou triedou.

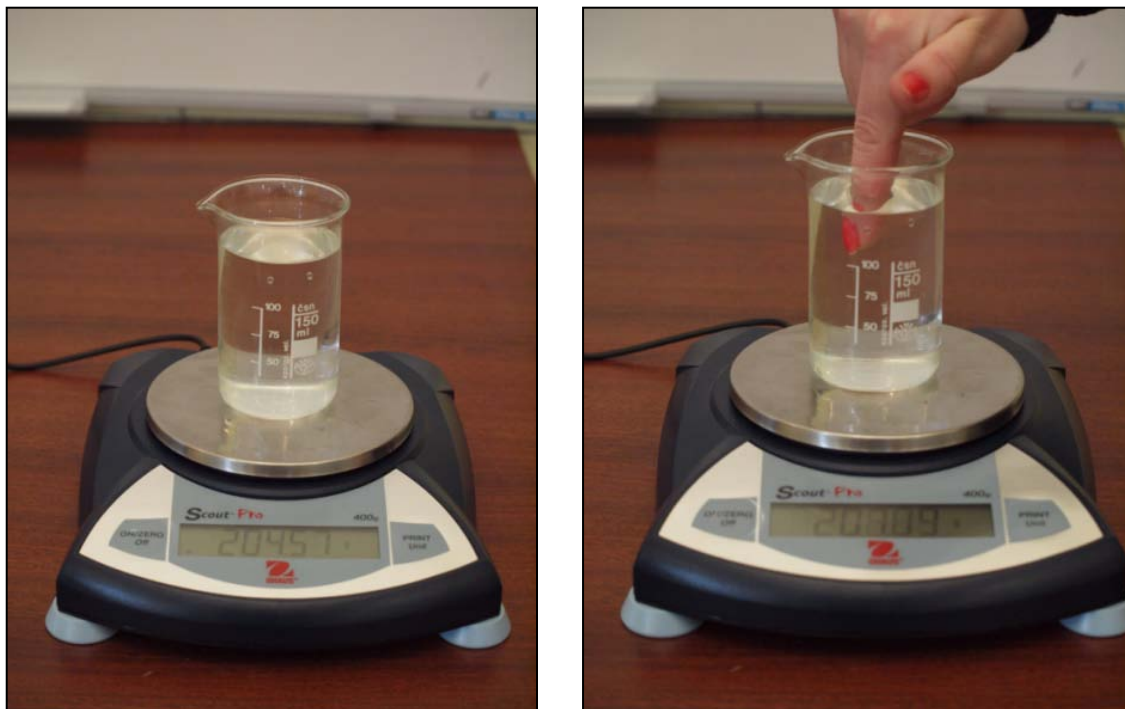
1. Akcia a reakcia

Tretí Newtonov zákon je pre mnohých študentov ťažko pochopiteľný. Nevedia si reálne predstaviť pôsobisko a účinok síl akcie a reakcie. Prečo sa dve rovnako veľké sily opačného smeru navzájom nerušia? Dve autá pri čelnej zrážke (podľa 3. Newtonovho zákona) na seba pôsobia rovnako veľkou silou. Prečo je deformačný účinok rôzny? Ako je možné, že veľkosť síl akcie a reakcie je rovnaká, ale pozorovaný účinok je rôzny?

Bez logického pochopenia študenti zákon akcie a reakcie len memorujú a v nových problémových situáciách svoje naučené vedomosti nevedia využiť. Zapamätané poznatky rýchlo zabúdajú,

v mysliach im ostávajú mylné predstavy, nejasnosti. S touto súvislosťou mnohí študenti vnímajú fyziku ako predmet plný poučiek a vzorcov, ktoré nemajú žiadny súvis s praktickou aplikáciou, poznatky nie sú využiteľné pri nových úlohách, príp. v iných predmetoch.

Nasledujúce ukážky (akcia a reakcia, lenivý magnet) sú zamerané na názornejšie vysvetlenie tretieho Newtonovho zákona. V prvej ukážke je zákon akcie a reakcie vysvetlený na princípe merania hmotnosti pomocou digitálnych váh v súvislosti s veľkosťou vztlakovej sily.



Obr.1: Akcia a reakcia

Na digitálne váhy položíme nádobu s vodou a odmeriame jej hmotnosť. Túto pôvodnú hodnotu porovnáme s hmotnosťou nádoby, do ktorej ponoríme prst.

Učiteľ predvedie experiment žiakom tak, aby nevideli výsledné hodnoty.

Priebeh interaktívnej demonštrácie

Žiaci zaznamenajú svoje individuálne predpovede na otázky:

- Čo sa stane, ak do nádoby s vodou ponorím prst? Akú hodnotu ukážu digitálne váhy v porovnaní s pôvodným stavom (hmotnosť nádoby s vodou)?

Učiteľ usmerňuje diskusiu otázkami:

- Akým princípom meriame hmotnosť na digitálnych váhach?

Pri vážení na miskú váh (v gravitačnom poli Zeme) pôsobí teleso svojou tiažou v zmysle fyzikálnej definície $G = m_T g = \rho_T V_T g$, kde m_T je hmotnosť telesa a g je gravitačné zrýchlenie. Tiaž je tlaková sila, ktorou teleso v gravitačnom poli zeme pôsobí na podložku, pôsobisko tiaže je na dotykovej ploche telesa s podložkou.

Nádoba s vodou pôsobí na miskú váh svojou tiažou. Ponorený prst nie je v kontakte so stenami nádoby, preto na miskú váh nepôsobí svojou tiažou priamo.

- Rozoberme si situáciu po ponorení prsta do nádoby s vodou:

Keďže prst nie je v kontakte so stenami nádoby, svojou tiažou nepôsobí na miskú váh priamo. Smerom nahor na prst pôsobí vztlaková sila (akcia). Podľa tretieho Newtonovho zákona preto musí vzniknúť smerom nadol reakcia rovnako veľkej sily (pôsobiacej na dno nádoby). Na miskú váh potom pôsobí okrem tiaže nádoby s vodou aj tlaková sila rovná veľkosti vztlakovej sily pôsobiacej na prst. Váhy ukážu väčšiu hodnotu v porovnaní s pôvodným stavom.

Čím hlbšie ponoríme prst, tým bude vztlaková sila väčšia a váhy ukážu vyššiu hodnotu.

2. Lenivý magnet

Princíp merania hmotnosti na digitálnych váhach využijeme aj pri experimente Lenivý magnet. Interaktívne meranie hmotnosti vodivej rúrky, cez ktorú padá neodýmový magnet, prepája vedomosti o treťom Newtonovom zákone z nižšieho ročníka strednej školy s elektromagnetizmom vo vyššom ročníku. Jednoduchý experiment a ľahko dostupné pomôcky ozrejmuje zložitý pojem elektromagnetická indukcia a Lenzov zákon, pričom tieto vedomosti slúžia k zopakovaniu a lepšiemu pochopeniu zákona akcie a reakcie. Počas fixácie vedomostí v podobe analýzy videomerania sa žiaci môžu presvedčiť o konštantnej rýchlosti magnetu v rúrke a porovnať rýchlosť pádu v závislosti od materiálu rúrky a hmotnosti magnetu.

Priebeh interaktívnej demonštrácie

Učiteľ predvedie žiakom experiment: spustí neodýmový magnet cez vertikálne položenú vodivú rúrku.

Žiaci zaznamenajú svoje individuálne predpovede na otázky:

- Akou rýchlosťou padá magnet cez neferomagnetickú vodivú rúrku? Zaznačte graf závislosti dráhy na čase padajúceho magnetu.
- Čo myslíte, akú hodnotu budú ukazovať digitálne váhy, ak na ňu položíme rúrku, cez ktorú padá magnet?

Učiteľ usmerňuje diskusiu otázkami:

- Čo sa stane, ak pustím magnet v gravitačnom poli Zeme?
Magnet spustíme cez nevodivú rúrku (sklenenú, plastovú a pod.). Keďže sa nachádzame v gravitačnom poli Zeme, magnet bude padať voľným pádom.
- Čo značí, že rúrka je vodivá? Aké pole vzniká v okolí vodiča s prúdom?
- Ako vplýva (nestacionárne) magnetické pole magnetu na rúrku?
- Popremýšľajte, aké podmienky musia byť splnené, aby sa v rúrke indukovalo napätie. Ako sa nazýva tento zákon?
- Vyjadrite vlastnými slovami znenie Lenzovho zákona. Opíšte vplyv tohto zákona na náš prípad.

Vplyvom elektromagnetickej indukcie vznikajú v rúrke indukované prúdy. Z Lenzovho zákona vieme, že indukovaný prúd v uzavretom obvode pôsobí svojimi účinkami proti zmene, ktorá ho vyvolala. Magnetická sila teda spomaľuje magnet a svojimi účinkami kompenzuje tiažovú silu magnetu ($G = mg$). Preto magnet padá v rúrke konštantnou rýchlosťou. Jeho zrýchlenie je nulové, a preto aj výsledná sila pôsobiaca na magnet je rovná nule (prvý Newtonov zákon).

- Čo sa stane, ak položíme magnet s rúrkou na váhy?

- Dotýka sa padajúci magnet priamo stien rúrky? Má jeho tiaž vplyv na výslednú hodnotu tejto sústavy? Prečo?
- Aké sily pôsobia na magnet a rúrku?

Uvažujeme, že padajúci magnet nie je v kontakte so stenami rúrky, preto svojou tiažou nepôsobí priamo na miskú váh.

Na obrázku 2 vľavo sú znázornené dve sily, ktoré pôsobia na magnet – tiažová sila mg a magnetická sila F_m , ktorá ho „nadľahčuje“. Rúrka vyvíja smerom nahor magnetickú silu F'_m pôsobiacu na magnet, ktorá vyplýva z Lenzovho zákona (očakávame, že jej veľkosť je rovná tiaži magnetu mg , ktorý padá konštantnou rýchlosťou). Podľa tretieho Newtonovho zákona preto musí vznikať smerom nadol reakcia rovnako veľkej sily pôsobiacej na rúrku. Potom má na miskú váh účinok sila:

$$F'_m = mg \quad (1)$$

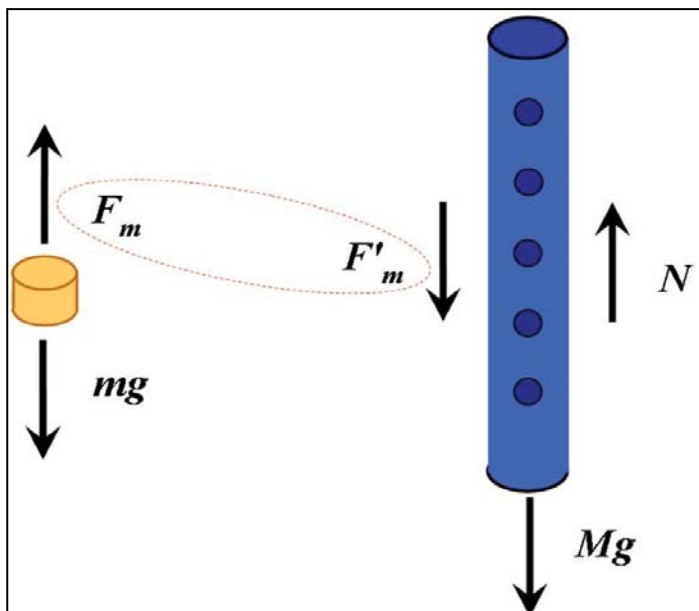
kde m je hmotnosť magnetu a g je gravitačné zrýchlenie.

Sily pôsobiace na rúrku sú znázornené na obrázku 2 vpravo – tiažová sila Mg , normálová sila misky váh N a vyššie spomenutá reakcia na magnetickú silu F'_m . Veľkosť výslednej sily, ktorou táto sústava pôsobí na miskú váh je:

$$N = Mg + F'_m = Mg + F_m = Mg + mg \quad (2)$$

kde M je hmotnosť rúrky, m hmotnosť magnetu a g gravitačné zrýchlenie.

Druhý krok ($N = Mg + F_m$) vychádza z tretieho Newtonovho zákona a tretí krok ($N = Mg + mg$) z popisu k rovnici (1). Digitálne váhy by potom mali ukazovať výslednú tiažovú silu sústavy ako súčet veľkosti tiaže rúrky a tiaže magnetu.



Obr.2: Sily pôsobiace na sústavu: kovová rúrka a magnet v prípade, ak magnet padá cez rúrku konštantnou rýchlosťou.



Obr.3: Aparatúra na meranie hmotnosti sústavy: digitálne váhy, kovová rúrka a neodýmový magnet

Na presvedčivejšie znázornenie konštantnej rýchlosti magnetu padajúceho v kovovej rúrke sme použili rúrku s otvormi. Cez ne je možné pozorovať rovnomerný pohyb magnetu.

3. Padajúca reťaz

Pri poslednom experimente využijeme opäť poznatky o princípe merania hmotnosti. Vzhľadom na požiadavku merania (vysoká frekvencia zaznamenávaných údajov) je vhodné použiť časový záznam zo senzora sily pripojeného k počítaču.

Priebeh a vysvetlenie fyzikálnej podstaty experimentu padajúca reťaz využíva predovšetkým druhý Newtonov zákon. Skúmaním veľkosti sily, ktorou pôsobia jednotlivé elementy reťaze pri voľnom páde na podložku prináša zaujímavé závery.

Priebeh interaktívnej demonštrácie

Učiteľ predvedie žiakom experiment: spustí vertikálne visiacu reťaz, pričom jej koniec sa dotýka senzora sily pripojeného k počítaču. Reťaz má dĺžku L a hmotnosť M .

Žiaci zaznamenávajú svoje individuálne predpovede na otázky:

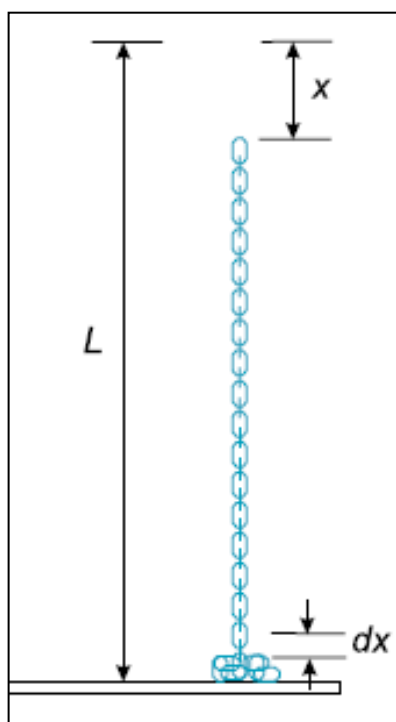
- Môžeme vypočítať veľkosť sily pri náraze?
- Zaznačte graf závislosti dráhy reťaze na čase.
- Zaznačte graf závislosti hmotnosti reťaze na čase.

Učiteľ usmerňuje diskusiu otázkami:

- Porozmýšľajte, ako vypočítame výslednú silu, ktorou pôsobí reťaz na stôl / senzor sily?

Pri dopade každý element reťaze udiera do stola. Silu, ktorou pôsobí reťaz na stôl, vypočítame ako funkciu vzdialenosti x , o ktorú sa horná časť reťaze posunula pri páde (viď obrázok 6).

Výsledná sila pôsobiaca na stôl sa rovná súčtu veľkosti sily (F_1) potrebnej k zastaveniu elementov reťaze a tiaže (F_2) časti reťaze, ktorá už leží na stole.



Obr.6: Reťaz celkovej dĺžky L (hmotnosti M), ktorá sa pri voľnom páde posunula o vzdialenosť x . Dĺžkový element dx (hmotnosti dm) je zastavený nárazom do stola.



Obr.7: Aparatúra na meranie tiaže padajúcej reťaze

- Ako vypočítame silu potrebnú na zastavenie elementov reťaze?

Uvažujeme, že reťaz je zložená z elementov:

$$dm = \frac{M}{L} dx, \text{ kde } dx \text{ je dĺžkový element.} \quad (1)$$

Sila potrebná na zastavenie elementov reťaze je rovná:

$$F_1 = \frac{dp}{dt} = v \frac{dm}{dt}. \quad (2)$$

$$\text{Kombináciou rovníc (1) a (2) získame: } F_1 = v \frac{M}{L} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{M}{L} v^2. \quad (3)$$

Reťaz padá voľným pádom, preto rýchlosť pri poklese reťaze o vzdialenosť x (ale najmä rýchlosť dĺžkového elementu pri náraze) je daný vzťahom: $v^2 = 2gx$.

$$\text{Potom: } F_1 = \frac{M}{L} (2gx) = 2Mg \frac{x}{L}. \quad (4)$$

- Ako vypočítame veľkosť sily, ktorou pôsobí časť reťaze ležiacej na stole / senzore sily?

Časť reťaze už leží v pokoji na stole a pôsobí silou, ktorá je rovná jej tiaži:

$$F_2 = Mg \frac{x}{L} \quad (5)$$

$$\text{Takže veľkosť výslednej sily je (4)+(5): } F = F_1 + F_2 = 3Mg \frac{x}{L}. \quad (6)$$

Môžeme si všimnúť, že v okamihu $x=L$ (celá reťaz dopadla), výsledná sila dosiahne trojnásobok hmotnosti reťaze.

- V grafickej závislosti uvažujeme závislosť hmotnosti reťaze na čase. Môžeme upraviť teoretickú predikciu (rovniciu 6)?

Pre uľahčenie testovania teoretickej predikcie použijeme kinematickú substitúciu (vzdialenosť x , o ktorú sa posunie reťaz pri voľnom páde): $x = \frac{1}{2} gt^2$.

$$\text{Potom môžeme veľkosť výslednej sily (6) vyjadriť: } F = \frac{3Mg^2 t^2}{2L} \quad (7)$$

Zo vzťahu vidíme, že sila je kvadratickou funkciou času. Maximálna veľkosť pôsobiacej sily, rovná trojnásobku veľkosti tiaže reťaze v kľude, nastáva pri dopade posledného elementu (v okamihu $x=L$). Akonáhle sa posledný element dostáva do stavu pokoja, veľkosť sily sa samozrejme vráti na hodnotu hmotnosti celej reťaze.

V závere si môžu žiaci overiť svoje predikcie závislosti dráhy reťaze na čase pomocou videomerania. Učiteľ diskutuje so žiakmi o priebehu grafu.

Záver

Pevne veríme, že v texte popísané ukážky interaktívnych demonštrácií Newtonových pohybových zákonov prispievajú ku skvalitneniu výučby a k zaujímavejšiemu vysvetleniu fyzikálnych zákonitostí, ale aj k trvalejším poznatkom študentov.

Literatúra

- [1] BERG, W. H. 1998. Force Exerted by a Falling Chain. In *The Physics Teacher*. Január 1998, vol. 36, p. 44-45.
- [2] FELDMAN, G. 2011. Dramatic (and Simple!) Demonstration of Newton`s Third Law. In *The Physics Teacher*. Február 2011, vol. 49, p. 103-105.
- [3] JEŠKOVÁ, Z. a kol. 2010. Aktívne poznávanie s prostriedkami počítačom podporovaného laboratória. In: *Fyzika pre stredné školy, Učebný materiál – modul 3*. Košice : elfa, s.r.o., 2010. ISBN 978-80-8086-146-9. s. 27-28.

PodĎakovanie

Práca vznikla pri riešení projektu APVV LPP-0223-09: Veda na scéne Slovensko a projektu 7. rámcového programu Establish (No. 244749).

Adresa autora

Mgr. Mária Nováková, doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.

ODF UFV PF UPJŠ

Angelinum 9, 041 54 Košice

e-mail: novakova.majka@gmail.com, marian.kires@upjs.sk

FYZIKA ZAUJÍMAVO

Ľudmila Onderová¹, Jozef Ondera²

¹Oddelenie didaktiky fyziky, ÚFV PF UPJŠ Košice

²Dubnický technologický inštitút, Dubnica nad Váhom

Abstrakt: V príspevku sú prezentované dva spôsoby, pomocou ktorých možno sprístupniť fyziku žiakom zaujímavým spôsobom a podporiť tak ich motiváciu a vzťah k tomuto vyučovaciemu predmetu.

Kľúčové slová: jednoduchý experiment, vyučovanie fyziky, aktívne poznávanie

Úvod

Experimenty a experimentovanie majú vo vyučovaní fyziky nezastupiteľnú úlohu. Môžu slúžiť ako na demonštráciu fyzikálnych javov, tak ako vhodná motivácia. Zároveň však môžu vyvolať diskusiu k zaujímavým problémom. Rovnako experimenty uvedené v prvej časti príspevku môžu byť prezentované formou problémových úloh s otázkou Prečo?, resp. Vysvetlite!. Jednoduchosť použitých pomôcok umožňuje aj študentom zrealizovať si uvedené pokusy samostatne a aktívne rozmyšľať nad fyzikálnym zdôvodnením predvádzaných experimentov.

Splnenie zámerov štátneho vzdelávacieho programu [1], si vyžaduje zásadné zmeny už na úrovni základnej školy – nižšieho sekundárneho vzdelania. Ciele tohto vzdelávania sa majú dosahovať metódami „učenia sa činnosťou“, pri ktorom na základe svojich reálnych znalostí žiak získava skúsenosti praktickým uplatňovaním svojich poznatkov a objavovaním nových postupov a možností. V druhej časti príspevku preto predstavujeme ciele a prvé výsledky projektu APVV, cieľom ktorého je prostredníctvom interaktívnych aktivít z fyziky priblížiť žiakom základnej školy podstatu a krásu vedeckého bádania.

Tajomné kinder vajíčko

Cez kinder vajíčko je prevlečená tenká niť alebo silon, na jednom konci ktorej je umiestnená oceľová guľička a na druhom konci guľička drevená. Umiestnime záves do zvislej polohy tak, že v ruke držíme oceľovú guľičku. Pozorujeme, že kinder vajíčko sklzáne po niti dole k drevenej guľičke. Experiment zopakujeme tak, že vymeníme polohu guľičiek, teda oceľová guľička sa nachádza dole a záves držíme za drevenú guľičku. Pozorujeme, že tentokrát sa kinder vajíčko nepohybuje, ostane stáť na závese. Čo je ukryté vnútri kinder vajíčka? *Vo vnútri kinder vajíčka je ohnutá plastová hadička, cez ktorú prechádza niť. Ak je na spodnej strane nite ľahká drevená guľička, niť sa nenapína a v bodoch dotyku s plastovou trubičkou nevzniká veľké trenie, vajíčko sa môže pohybovať. Ak sa ale dole bude nachádzať oceľová guľička, niť sa napína a pritláča k trubičke, čím sa výrazne zvyšujú sily trenia, až natoľko, že udržia kinder vajíčko v danej polohe.*

Proti prúdu

Do dlhšieho odmerného valca, s priemerom o málo väčším ako priemer kinder vajíčka pustíme prázdne kinder vajíčko. Kinder vajíčko spadne na dno valca. Keď začneme do valca nalievať vodu, kinder vajíčko začne stúpať. Celý odmerný valec naplníme vodou, uzavrieme rukou a otočíme. Položíme žiakom otázku: Čo sa bude diať s vajíčkom po jeho odkrytí? Napriek ich očakávaniu, že vajíčko vypadne, po otočení valca pozorujeme, že z trubice začne vytekať voda, no kinder vajíčko nevypadne, ale začne stúpať proti prúdu (Obr.1). Ako môžeme vysvetliť správanie kinder vajíčka? *Aby sme vysvetlili správanie kinder vajíčka musíme si uvedomiť, že vo vzduchu rovnako ako vo vode pôsobí na telesá vztlaková sila, ktorej význam sa prejaví po prevrátení trubice. Spodný okraj kinder vajíčka sa nachádza vo vzduchu a tlak v tomto bode je preto rovný atmosférickému tlaku. Tlak*

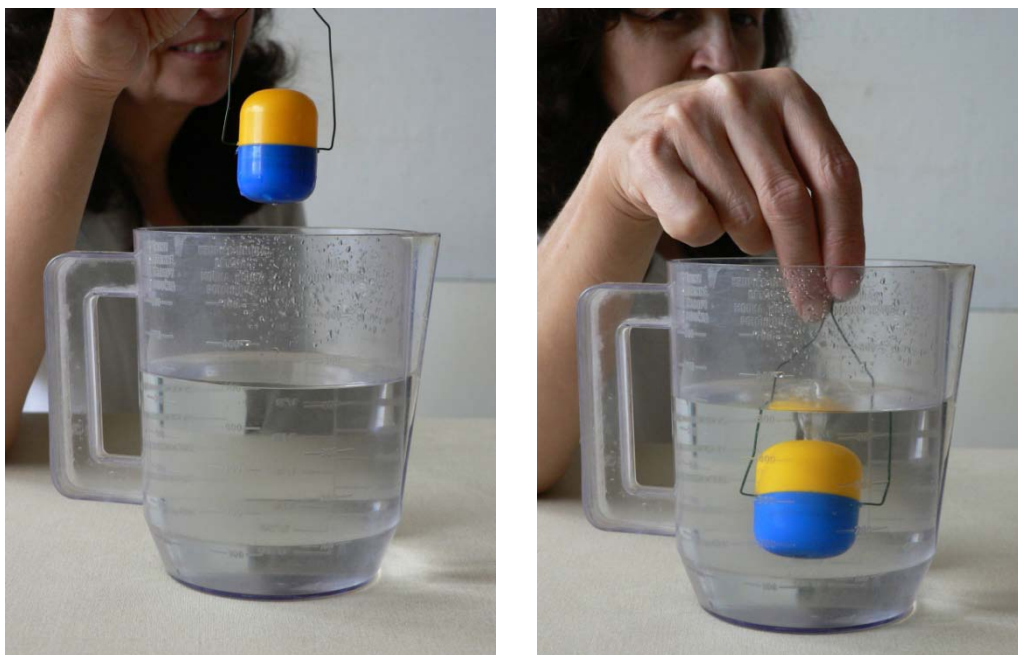
na opačnom hornom konci vajíčka bude menší ako atmosférický tlak o hodnotu p_{gh} , kde h je výška stĺpca kvapaliny popri stenách kinder vajíčka hustota kvapaliny. Ak kinder vajíčko budeme považovať za valec, ktorého priemer základne je S a výška H potom podmienka stúpania kinder vajíčka bude: $\rho_k g H S \leq p_{gh} S$, kde ρ_k predstavuje priemernú hmotnosť kinder vajíčka. Ak predpokladáme, že $H=h$, teda, že bočné steny kinder vajíčka sú plne ponorené vo vode, stačí aby $\rho_k < \rho$, čo je v našom prípade splnené a preto vajíčko v kvapaline bude stúpať hore.



Obr.1: Proti prúdu

Prevracajúce sa kinder vajíčko

Dvojfarebné kinder vajíčko je na obidvoch koncoch prevrátené a v strede upevnené do závesu z drôtu. Držíme vajíčko za záves a pozorujeme, ktorá časť vajíčka sa nachádza hore v prípade, že je na vzduchu. Aj po vychýlení z rovnováhy sa vajíčko na vzduchu ustáli v rovnakej polohe. Následne ponoríme kinder vajíčko do vody. Voda vnikne do vajíčka a kinder vajíčko sa po chvíli prevráti, to znamená, že hore bude opačná inofarebná časť vajíčka. Po vytiahnutí vajíčka z vody, začne z neho voda vytekať a po chvíli sa opäť prevráti do polohy v akej bolo na vzduchu (Obr.2). Čo spôsobuje takéto správanie kinder vajíčka? Na vzduchu sa nachádza kinder vajíčko v rovnovážnej polohe stálej, teda jeho ťažisko sa nachádza pod osou otáčania, prechádzajúcou cez body závesu. Preto pri vychýlení z rovnovážnej polohy moment tiažovej sily vzhľadom na os otáčania spôsobí jeho prevrátenie do pôvodnej polohy. Ak chceme dosiahnuť posun ťažiska pod osu otáčania, znamená to, že musíme do spodnej časti upevniť nejaké teleso. Keď ponoríme kinder vajíčko do vody, začne sa naplňať vodou (o čom svedčia unikajúce bubliny vzduchu) a to spôsobí, že pôvodne rovnovážna poloha stála sa stane vratkou a vajíčko sa prevráti. Pri ponorení do vody naň totiž začne pôsobiť aj vztlaková sila s pôsobiskom v ťažisku ponorenej časti telesa. Preto, aby sa kinder vajíčko prevrátilo pôsobisko vztlakovej sily musí byť pod osou otáčania a navyše moment otáčania spôsobený touto silou musí byť väčší, ako moment otáčania vyvolaný silou tiažovou. Preto musíme do spodnej časti kinder vajíčka umiestniť teleso, ktorého priemerná hustota je menšia ako hustota vody, napr. kúsok polystyrénu. Tým, že sa bude vznášať vo vode zabezpečí obrátenie vajíčka okolo osi.



Obr. 2: Prevracajúce sa kinder vajíčko

Ako určiť hmotnosť cukríka, alebo hydrostatické váhy po domácky

Žiakom dáme za úlohu určiť doma hmotnosť cukríka pomocou nasledujúcich pomôcok: nádoby s odmernou stupnicou na meranie objemu, nádoby, ktorú môžeme ponoriť do tejto nádoby, aby v nej mohla plávať a balíčka cukríkov. Môžeme im aj napovedať, predvedením jednej možnosti realizácie. Do dojčenskej fľaše s odmernou stupnicou ponoríme vhodnú nádobu napr. tubu od liekov, do ktorej postupne vkladáme cukríky. Ako pomocou takéhoto zariadenia určíme hmotnosť jedného cukríka? *Tuba ponorená vo fľaši pláva, teda tiažová sila je kompenzovaná vztlakovou silou: $Mg = \rho V_0 g$, kde M je hmotnosť tuby, V_0 objem jej ponorenej časti a ρ hustota kvapaliny. Ak vložíme do vnútra tuby n cukríkov, hmotnosť každého z nich je m , potom musí platiť: $(M + nm)g = \rho(V_0 + \Delta V)g$, kde ΔV predstavuje zmenu objemu ponorenej časti skúmavky, resp. rozdiel medzi hodnotami objemu vody odmeranými odmernou nádobou pri prázdnej tube a pri tube naplnenej cukríkmi. Pre hmotnosť jedného cukríka dostaneme: $m = \frac{\rho \Delta V}{n}$. So žiakmi môžeme ďalej diskutovať o chybe merania objemu, ktorá ovplyvňuje presnosť výsledku a tiež o tom, ako možno zvýšiť presnosť merania hmotnosti touto metódou.*

Zázračný pohár

V ruke držíme pohár a začneme doň nalievať vodu z druhého pohára naplneného takmer rovnakým objemom vody, ako objem pohára. Sledujeme, že voda z pohára dlho nevyteká. Začne vytekať, až keď doň prelejeme väčšinu objemu vody z plného pohára. Po skončení vytekania vody, zistíme, že pohár ostane prakticky prázdny, o čom sa presvedčíme po vyliatí malého zvyšku vody, ktorý v nej ostal. Čo sa nachádza vnútri pohára? *Vnútri pohára sa nachádza jednoduché zariadenie – sifón – zohnutá trubička s dvomi ramenami nerovnakej dĺžky. Jedno rameno trubičky je upevnené v otvore na dne pohára, druhé rameno sa nachádza v malej výške nad dnom. Keď začneme nalievať vodu do pohára, táto postupne cez tento otvor vypĺňa aj zohnutú trubičku. Akonáhle sa úroveň vody dostane nad úroveň ohybu trubičky, voda začne súvisle vytekať z pohára, až pokiaľ jej hladina neklesne pod úroveň konca ohnutej trubičky. Rozdielnosť tlakov na dvoch stranách otvoru (na jednej strane atmosférický tlak, na strane druhej atmosférický + hydrostatický tlak) zapríčiňuje vytekanie vody z pohára.*



Obr. 3: Zázračný pohár

Projekt Nebojte sa fyziky

Od septembra 2009 realizujeme projekt APVV *Interaktívne aktivity pre sprístupňovanie fyziky žiakom ZŠ, ich učiteľom a širokej verejnosti*, ktorého hlavným cieľom je prostredníctvom interaktívnych aktivít z fyziky priblížiť podstatu a krásu vedeckého bádania už žiakom základných škôl. V rámci riešenia projektu sme spracovali súbor námetov na aktivity realizované metódami aktívneho poznávania, t. j. učenia sa formou objavov, ktoré poskytnú žiakom ZŠ priestor na ich vlastné bádateľské aktivity a projekty, v podobe pracovných listov pre žiakov a metodického listu pre učiteľov. Tieto aktivity umožňujú žiakom realizovať ich veku primerané bádania na vedeckých zariadeniach a prístrojoch ÚEF SAV, aktivity v laboratóriách ÚFV PF UPJŠ ako aj projekty zamerané na environmentálny prístup k životnému prostrediu. Aktivity sú zamerané na samostatné experimentovanie, napr. aktivita *Ako skáče lopta, čo dokážu dve?* Po motivačnom experimente, ktorý uvedie žiakov do problematiky žiaci realizujú v skupinkách samostatné bádania, ktoré im umožňujú odpovedať na nasledovné otázky: Ako závisí výška výstupu loptičky po odraze od tvrdosti podložky? Ako závisí výška výstupu loptičky po odraze od vlastností loptičky? Ako závisí výška výstupu loptičky po odraze od výšky, z ktorej padá? Žiaci realizujú samostatne potrebné merania a formulujú závery z týchto meraní. Výsledná formulácia záverov je diskutovaná aj s učiteľom. Po ukončení práce skupín, tieto prezentujú svoje zistenia pred celou triedou a v kolektíve triedy sa sformuluje záver, prečo loptička nevyskočí do rovnakej výšky z akej bola spustená. V druhej fáze tejto aktivity skúmajú žiaci pád dvoch, príp. viacerých loptičiek umiestnených na seba.

V aktivite *Dokážeme odvážiť vzduch* žiaci pomocou jednoduchých pomôcok ako sú bicyklová pumpa, odmerný valec, nádoba s vodou, lopta a digitálne váhy na základe grafickej prezentácie výsledkov merania experimentálne určia hustotu vzduchu. V tejto aktivite sa žiaci učia čítať a interpretovať graf a zovšeobecnenie poznatku o vzťahu medzi nameranými veličinami zostáva v rovine interpretácie grafu.

Pri aktivite *Tajomstvo čiernej skrinky* sa žiaci oboznamujú s metódou čiernej skrinky, ktorá patrí medzi základné bádateľské metódy. Žiaci majú možnosť formulovať hypotézy a overovať ich

správnosť realizáciou experimentu. To im umožňuje odhaliť obsah uzavretých skriniek bez ich otvorenia a zároveň preveriť si a upevniť svoje vedomosti o elektrických obvodoch (obr.4).



Obr. 4: Aktivita – Hustota vzduchu a Tajomstvo čiernej skrinky

Ďalšie aktivity v súlade so zavádzaním moderných metód do vyučovania sú zamerané na využitie IKT. V rámci aktivity **Skúmajme pohyby okolo nás** žiaci skúmajú videozáznamy pohybov z každodenného života a oboznamujú sa tak s ich charakteristikami a grafickou prezentáciou. Aktivita **Ako dýchame, alebo dýchanie z pohľadu fyziky a biológie** poskytuje žiakovi sériu počítačom podporovaných experimentov zameraných na dýchanie človeka. Pri aktivite ako dýchame si žiaci najprv pomocou jednoduchých pomôcok vytvoria model pľúc, následne modelujú dýchanie človeka a pomocou počítačom podporovaného experimentu merajú tlak pri nádychu a výdychu v prípade modelu a v skutočnosti (Obr. 5). V rámci tejto aktivity žiaci pomerajú aký podtlak dokážu vyvinúť pri pití vody so slamkou, ako hlboko by dokázali dýchať za pomoci šnorchla, či aká je frekvencia ich dýchania v pokoji a po fyzickej aktivite.



Obr. 5: Modelovanie dýchania

Tieto aktivity približujú fyziku k problémom každodenného života a dokazujú, že s fyzikou sa stretávame všade okolo nás. Systém aktivít **Ako funguje veda a tento svet** predstavuje systém navzájom nadväzujúcich aktivít, pri realizácii ktorých žiaci v úlohe vedcov pomocou dostupného modelovacieho softvéru VnR vytvárajú vlastné modely, interpretujú ich, robia predpovede a pozorovania, skúmajú vzájomné súvislosti. Táto aktivita ich zároveň učí zdieľať nápady a názory, učiť sa z vlastných chýb a učiť sa navzájom. Žiaci sa postupom : **Pozoruj – Modeluj – Predpovedaj – Over – Vysvetli** učia pochopiť a vysvetliť rôzne deje z každodenného života. Veľký priestor na samostatné bádania poskytuje aj projektové vyučovanie, preto sme medzi nami spracované aktivity zaradili námety na projekty s environmentálnou problematikou, v rámci ktorých žiaci

realizujú **Meranie účinnosti spotrebiča pri varení čaju, Skúmanie spotreby elektrickej energie v domácnosti**, či meranie hluku v škole a jej okolí. Pri týchto aktivitách sa žiaci prostredníctvom vlastných skúmaní oboznamujú so skutočnou spotrebou energie v ich domácnosti ale aj s možnosťou jej šetrenia. Rovnako zistenia týkajúce sa hluku a jeho pôsobenia na zdravie človeka sú pre nich často krát prekvapivé. Vzhľadom na to, že spoluriešiteľským pracoviskom v projekte je ÚEF SAV, žiaci majú možnosť dostať sa aj do vedeckých laboratórií tohto pracoviska, kde sa napr. oboznamujú so silovými účinkami magnetického poľa, s magnetickou separáciou a jej využitím v praxi ale majú aj možnosť pracovať na špičkovej vedeckej aparatúre, zariadení MPMS, ktoré umožňuje meranie magnetizácie v rozsahu teplôt 1.8 K až 400 K v magnetických poliach s indukciou až do 5 T a zažiť tak prácu vedcov na vedeckom pracovisku. Počas aktivity žiaci vykonávajú samostatnú experimentálnu činnosť, ktorej obsahom je príprava vzoriek na meranie, vloženie vzorky do zariadenia a jej vycentrovanie, programovanie sekvencie na zber dát a ich zobrazenie. V rámci doteraz realizovaných aktivít sme sa stretli so záujmom zo strany žiakov, ktorí aktívne pracovali a spontánne vyjadrovali radosť z dosiahnutých výsledkov.

Záver

Námety na experimenty, uvedené v prvej časti príspevku, dokumentujú, že mnohé zaujímavé pokusy je jednoduché zrealizovať a veríme, že poslúžia učiteľom nielen ako námety pre spestrenie vyučovania, ale aj ako inšpirácia pre vlastné experimentovanie, aby sa fyzika ich žiakom páčila. Rovnako veríme, že interaktívne aktivity, uvedené v druhej časti príspevku, prispievajú k rozvoju schopnosti žiakov tvorivo a kriticky riešiť problémy, identifikovať problémy, analyzovať ich, navrhovať riešenia, overovať ich a učiť sa z nich. Budeme radi ak ich prostredníctvom zvýšime ich motiváciu, prírodovednú gramotnosť a pozitívny vzťah k budúcej vedeckej kariére.

Podakovanie

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu APVV – LPP-0124-09 Interaktívne aktivity pre sprístupňovanie fyziky žiakom ZŠ, ich učiteľom a širokej verejnosti.

Literatúra

- [1] Štátny vzdelávací program FYZIKA - materiály dostupné na stránke ŠPÚ http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/iscsed2/vzdelavacie_oblasti/fyzika_iscsed2.pdf [citované 24.5.2011]
- [2] ONDEROVÁ, Ľ. 2008. *Niekoľko nápadov na vyučovanie fyziky*. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, Sborník z konference Plzeň, 2008, s.133-138, ISBN 9788070437285
- [3] ONDEROVÁ, Ľ. 2010. *Interaktívne aktivity z fyziky ako prostriedok rozvoja kľúčových kompetencií*. In: Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Integrácia teórie a praxe didaktiky ako determinant kvality modernej školy, Košice, UPJŠ, 2010, str. 369 -372, ISBN 978-80-7097-843-6

Adresa autora

RNDr. Ľudmila Onderová, PhD.

Oddelenie didaktiky fyziky

Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ

Park Angelinum 9

040 01 Košice

e-mail: ludmila.onderova@upjs.sk

Z FYZIKÁLNEJ KUCHYNE GYMNÁZIA PÚCHOV

Mária Pastorková
Gymnázium Púchov

Abstrakt: Príspevok obsahuje experimenty, ilustrujúce teplotnú dĺžkovú rozťažnosť pevných látok a izochorický dej s ideálnym plynom, realizované pomocou meracieho systému COACH 6. Opisy pokusov sú doplnené grafmi závislosti fyzikálnych veličín. Experimenty tohto druhu dávajú žiakom možnosť aplikovať teoretické poznatky pri jeho príprave, realizácii a modelovaní, analyzovať namerané hodnoty, grafy, prispôbovať meracie rozsahy senzorov pre získanie optimálnych výsledkov, zovšeobecňovať závery svojej práce. Posledný pokus s nenewtonovskou kvapalinou je veľmi vhodný pre motiváciu žiakov, odporúčame ho použiť na úvod vyučovania tematického celku o štruktúre a vlastnostiach kvapalín v druhom ročníku.

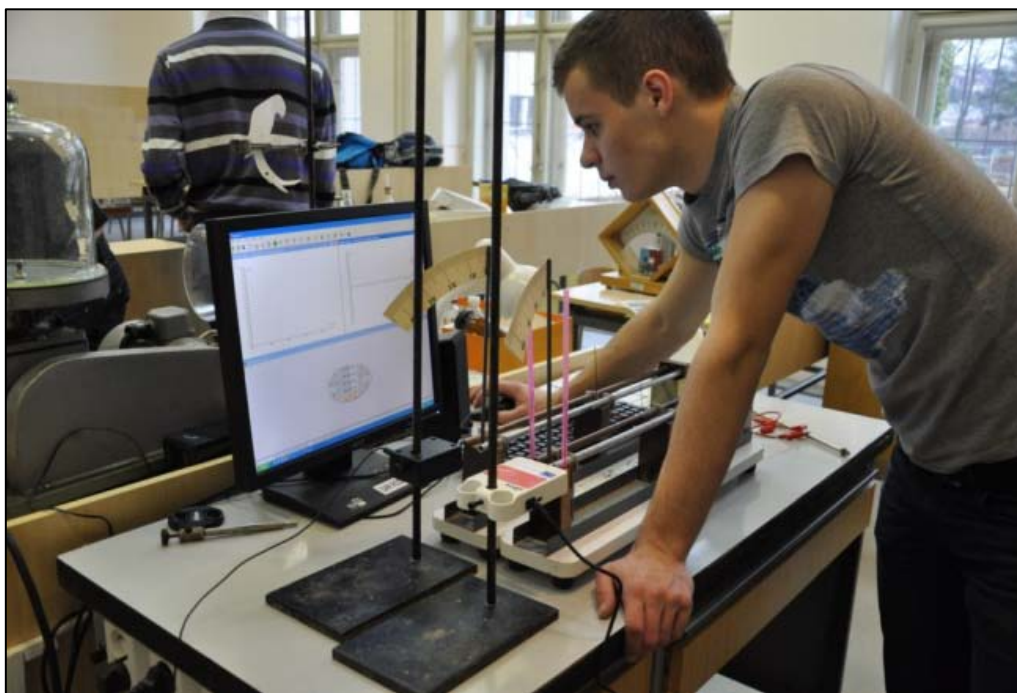
Kľúčové slová: merací systém CoachLab, dilatácia, izochorický dej, nenewtonovská kvapalina,

Úvod

Prevládajúcou vyučovacou metódou v gymnáziách je obvykle výklad učiva. Žiaci získavajú množstvo informácií, ktoré si nevedia dobre pospájať a uplatňovať v bežnom živote. Fyzika ako experimentálna veda sa musí učiť pomocou pokusov, lebo odhaľovanie prírodných zákonitostí napĺňa prirodzenú ľudskú túžbu porozumieť procesom, ktoré tvoria podstatu živej a neživej prírody. Zároveň dochádza k rozvoju logického myslenia, schopnosti predvídať dopad určitých činností a k získavaniu praktických zručností, ktoré človek potrebuje celý život.

1. Demonštrácia teplotnej dĺžkovej rozťažnosti pevných látok v systéme Coach

Teplotnú dĺžkovú rozťažnosť pevných látok zvykneme demonštrovať pomocou zariadenia nazvaného dilatometer, ktorý má v zbierkach asi každá škola. Predĺženie zohrievanej kovovej tyče sa prenáša pákovým prevodníkom na ukazovateľa. Pohyb ukazovateľov nie vždy dokazoval, čo sme predpokladali, preto nám napadlo využiť pri realizácii pokusu merací systém Coach 6.

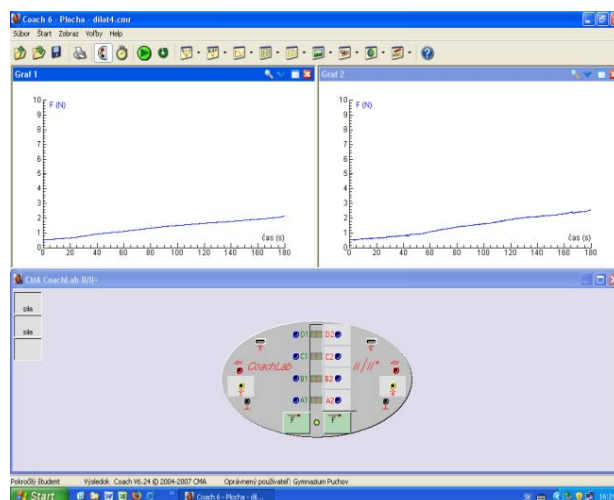


Obr.1: Vizualizácia experimentu

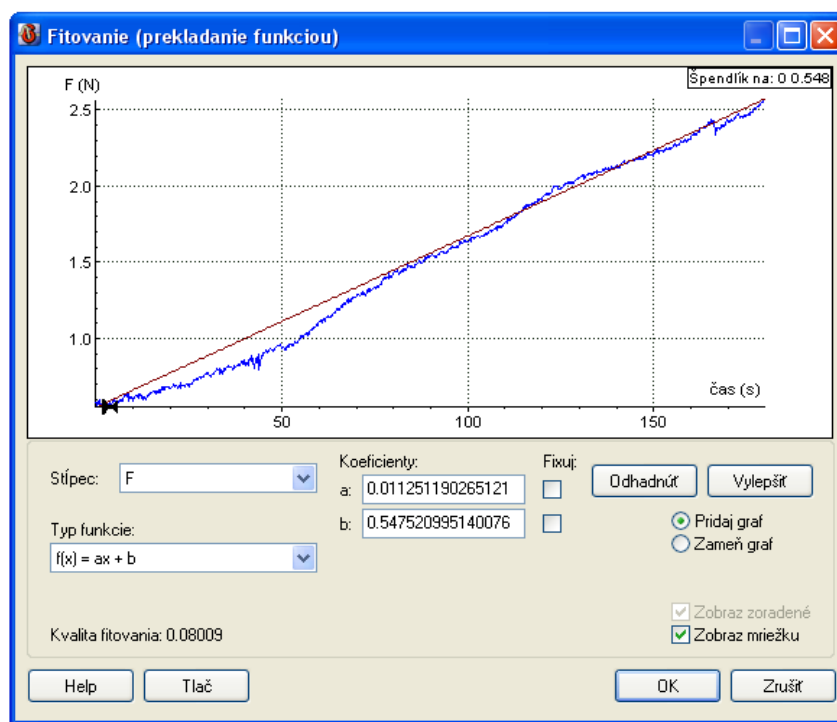
Dilatometer obsahuje dve rovnako dlhé tyče, jedna je z hliníka a druhá z medi. Konce oboch tyčí sme opreli o senzory sily. Senzory sme spojili s interfejsom Coach –lab II+ a ten s počítačom. Zvolili sme graf závislosti tlakovej sily, spôsobenej zväčšovaním dĺžky tyčí, od času. Interval sily sme zvolili (0 – 2,5)N a čas 200 sekúnd. Pripojením dilatometra k zdroju napätia veľkosti 12 V dochádza k zohrievaniu oboch kovových tyčí, k zvyšovaniu ich vnútornej energie a rastu väzbovej vzdialenosti medzi časticami kryštalickej mriežky kovu. Hovoríme, že nastalo predĺženie tyčí o Δl . Ak bola začiatočná dĺžka tyčí l_1 a po určitom čase veľkosti l , nastalo predĺženie o $\Delta l = l - l_1$. Predĺženie tyčí závisí od začiatočnej dĺžky l_1 , od teplotnej zmeny Δt a od druhu materiálu. Túto vlastnosť vyjadruje súčiniteľ teplotnej dĺžkovej rozťažnosti α . Hliník má $\alpha = 22,2 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ a med $\alpha = 16,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, preto predpokladáme, že hliníková tyč sa predĺži viac a bude viac tlačiť na senzor sily. Závislosť tlakovej sily hliníkovej a medenej tyče od času vyjadrujú obrázky 3 a 4.



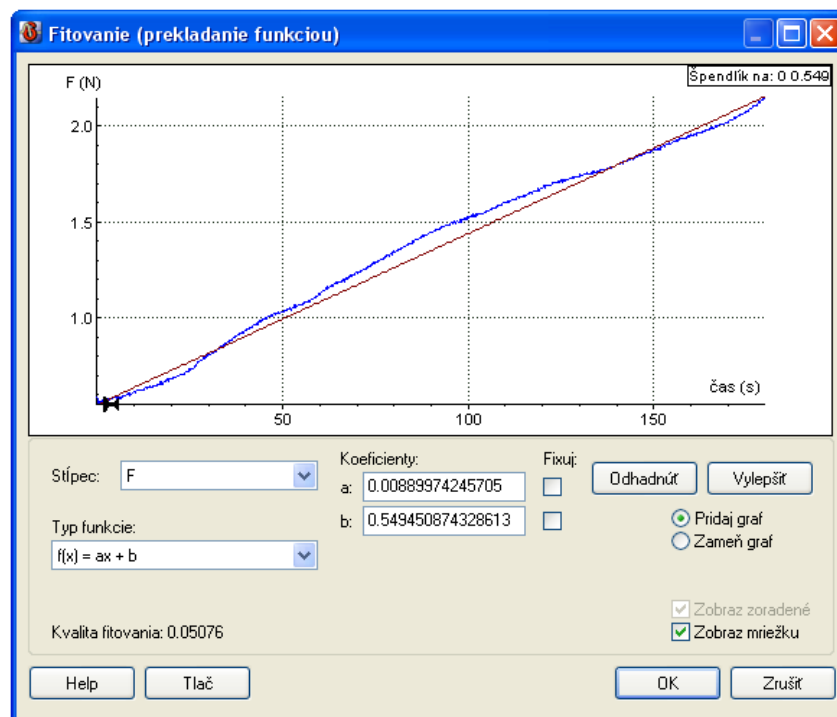
Obr.2: Interfejs Coach-lab II+ s pripojenými senzormi sily



Obr.3: Závislosť tlakovej sily Al tyče od času (vľavo), Cu tyče (vpravo)



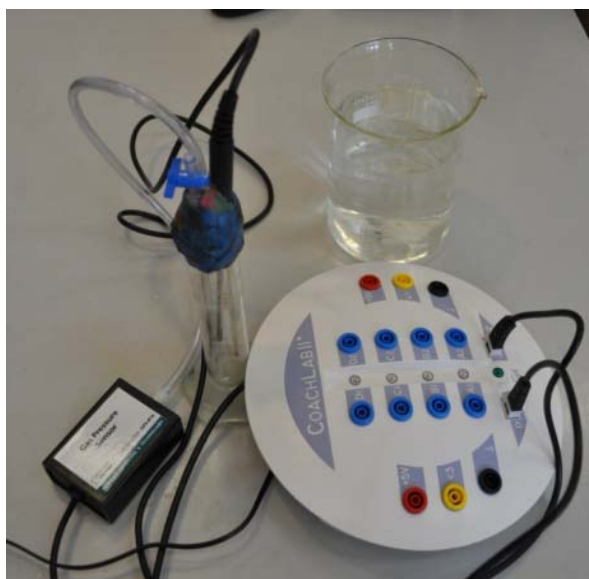
Obr.4: Fitovanie grafu dokazuje lineárnosť závislosti sily od času, koeficient - a stúpanosť sily (hliník)



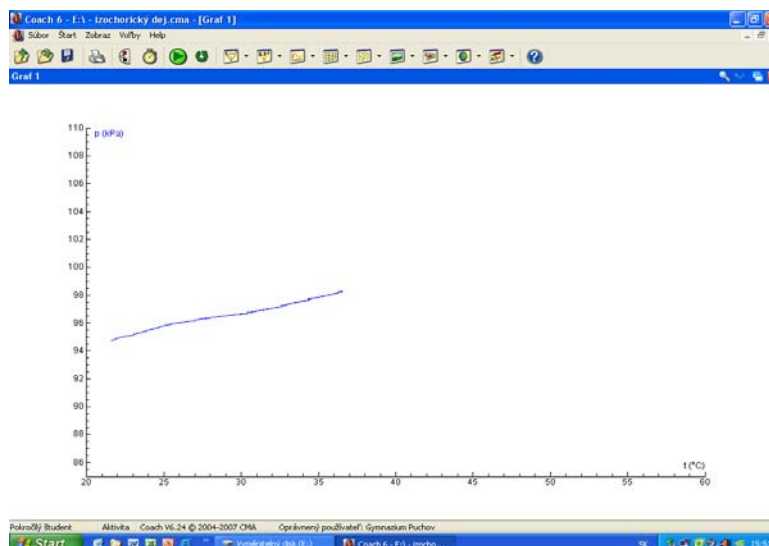
Obr.5: Fitovanie grafu dokazuje lineárnosť závislosti sily od času, koeficient -a stúpavosť sily (med')

2. Izochorický dej s ideálnym plynom v systéme Coach 6

Deje s ideálnym plynom je tiež možné demonštrovať pomocou systému Coach 6. Na pokus sme potrebovali sklenenú nádobu (odmerný valec alebo Erlenmayerovu banku) uzavretú zátkou. V zátku boli vsadené senzory teploty (0-125)°C a atmosférického tlaku (0 – 700) kPa, dobre utesnené. Senzory sme spojili s interfejsom. Nádobu so vzduchom a senzormi sme vložili do väčšej nádoby s teplou vodou (napr. 70°C). Asi po 15 sekundách sme spustili meranie. Zvolili sme graf závislosti tlaku vzduchu od teploty, rozsah tlaku vzduchu (85 – 110)kPa, teplota (20 – 60)°C. Graf potvrdil Charlesov zákon pre izochorický dej: **Pri izochorickom deji s ideálnym plynom stálej hmotnosťou je tlak plynu priamoúmerný jeho termodynamickej teplote** (v grafe sme zvolili Celziovu teplotnú stupnicu).



Obr.6: Vizualizácia experimentu



Obr.7: graf závislosti tlaku vzduchu od teploty

3. Neneutonovská kvapalina

Kvapaliny rozdeľujeme na takzvané newtonovské a neneutonovské. Newtonovská kvapalina má svoju viskozitu (vnútorný odpor), ktorá sa pri pohybe kvapaliny nemení. Neneutonovská kvapalina sa vyznačuje premenlivou viskozitou, ktorá závisí od toho, či je kvapalina v pokoji alebo v pohybe. Ak je kvapalina v pokoji, javí sa tekutá, pri pomalom pohybe rukou alebo nejakým predmetom v kvapaline, prekážku obteká. Pri prudkom a rýchlom pohybe predmetov kvapaline sa zväčšuje jej viskozita, rastie jej hustota, stáva sa z nej tuhá látka. Keď sila prestane pôsobiť, stáva sa opäť tekutou. Kvapalinu sme pripravili z kukuričného škrobu a vody (pre efekt sme pridali potravinárske farbivo). Vodu treba pridávať opatrne, aby zmes nebola riedka. Správnu konzistenciu kvapaliny zistíte, ak na povrch kvapaliny udriete pästou a vaša ruka bude takmer suchá, keď kvapalinu v dlani stlačíte, v okamihu stlačenia bude tuhá, vzápätí sa však zmení na tekutú. Uvedený jav vyplýva z chemického zloženia zmesi. Kukuričný škrob je zložený z makromolekulových vlákien amylozy a amylopektínu, ktoré sú v pokojnej kvapaline od seba oddelené. Pôsobením sily sa vlákna zosieťujú a v dutinách uviaznú molekuly vody. Po skončení silového pôsobenia, sa vlákna rozpadnú a uvoľnia vodu. Kvapalina je tekutá. Neneutonovská kvapalina sa využíva napríklad ako ochranná vrstva do nepriestrelných viest, spomaľuje letiaci projektil. Namiesto tridsiatich vrstiev kevlaru stačí použiť desať a dve vrstvy neneutonovskej kvapaliny. Vesta je ľahšia a pohodlnejšia.



Obr.8: Stuhnutá neneutonovská kvapalina



Obr.9: Tekutá neneutonovská kvapalina

Záver

Cieľom zverejnenia tohto príspevku bolo ponúknuť možnosti ako využívať merací systém Coach 6 na meranie fyzikálnych veličín a na dokazovanie určitých fyzikálnych javov v podmienkach školského laboratória. Z našej pedagogickej praxe vyplýva, že pokusy realizované pomocou počítača sú u žiakov obľúbené zvyšujú odbornosť experimentálnej činnosti učiteľa alebo žiaka, podporujú syntézu poznatkov získaných na hodinách fyziky, matematiky a informatiky. Pokusy tohto typu je vhodné striedať takými, ktoré sa dajú uskutočniť jednoduchými učebnými pomôckami, dôležitý je zaujímavý priebeh alebo záver pokusu, u žiaka evokujúci snahu o vysvetlenie a pochopenie pozorovaného javu a jeho uplatnenie v praxi.

PodĎakovanie

Touto cestou chcem poďakovať kolegovi RNDr. Jozefovi Toporovi za spoluprácu pri realizácii experimentov

Adresa autora

Mgr. Mária Pastorková

Gymnázium Púchov

Ul. 1. mája 905

020 15 Púchov

e-mail: pastorkowa@centrum.sk

FYZIKA NETRADIČNE REČOU OBYČAJNÝCH VECÍ

Ivan Baník

Gabriela Pavlendová

Katedra fyziky Stavebná fakulta STU v Bratislave

Abstrakt: V článku sú opísané jednoduché fyzikálne experimenty. Sú vybrané s cieľom nielen vzbudiť záujem žiakov o fyziku, ale priviesť ich aj k samostatnému experimentovaniu v domácich podmienkach. Práve možnosť samostatného experimentovania môže fyziku predstaviť ako vedu, ktorá má blízko ku každodennému životu. Jednoduchosť experimentov zaručuje úspech a ten je ako vieme silnou motiváciou zaoberať sa problematikou aj ďalej.

Kľúčové slová: jednoduchý fyzikálny experiment, dostupnosť a opakovateľnosť experimentov, motivácia

Úvod

Jednoduchý fyzikálny experiment

Jedným zo spôsobov, ako sa dá zvýšiť záujem mládeže o fyziku je posilnenie experimentálnej stránky vyučovania fyziky a najmä propagácia jednoduchých experimentov, ktoré si žiak môže vykonať aj samostatne doma. Jednoduchý experiment pomáha eliminovať mechanické formy štúdia, dáva učivu konkrétnejší fyzikálny obsah a rozvíja fyzikálne myslenie. Poskytuje podnety pre vlastné tvorivé hľadanie fyzikálnych súvislostí. Fyzika je vo svojej podstate vedou experimentálnou, nuž experiment je aj prirodzenou súčasťou vyučovacieho procesu.

Tento príspevok je zameraný na veľmi jednoduché fyzikálne experimenty, ktoré sa hodia aj pre školské, aj pre domáce podmienky. Ich výhodou v škole je dostupnosť pomôcok, ľahká príprava experimentu, zvýšený záujem žiakov. Žiaci si pri nich uvedomujú, že taký pokus si môžu urobiť aj sami doma, preto sa ich postoj k veci vyznačuje vyššou angažovanosťou.

Domáci fyzikálny experiment využíva bežne dostupné predmety nachádzajúce sa obvykle v každej domácnosti. O úspešnosti domácich experimentov bude rozhodovať predovšetkým poskytnutie dobrých námetov, podnetov a návodov (včítane knižných) z rôznych oblastí učiva fyziky. Také experimentovanie má svoje špecifiká. Režiuje si ho do značnej miery sám žiak, či študent. Prispôbuje si ho svojim konkrétnym možnostiam. Z metodického hľadiska musí domáci experiment využívať maximálne jednoduché a ľahko realizovateľné experimentálne zostavy. Musí eliminovať realizačné bariéry - vylúčiť operácie, ktoré by žiaka mohli odradiť. Z návodu má byť jasné, že stačí minimálne úsilie a experiment „pobeží“. Ďalšou vecou je vtipný a motivujúci opis a komentár.

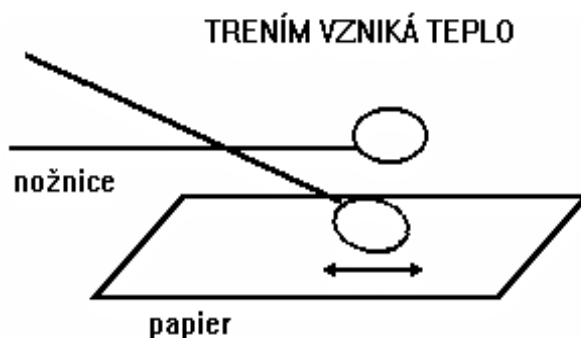
Experimentálna aktivita žiakov a študentov pozitívne ovplyvní aj postoj spoločnosti k tomuto učebnému predmetu. Jednoduchý fyzikálny experiment neprestal mať význam a neprestane ho mať nikdy. Je to akési materské mlieko školskej fyziky. Zďaleka nie sú vyčerpané v tomto smere všetky možnosti. Pri domacom experimentovaní sa môže výnimočne jednať aj o relatívne lacné a dostupné komerčné pomôcky, ktoré si žiak pomerne ľahko môže zadovážiť.

Konkrétne podnety a príklady

Pokus s nožnicami

To, že sa práca pri trení mení na teplo nám potvrdí aj domáci pokus znázornený na obr. 1. Pri ňom sa používajú nožnice, ktoré držíme v ruke a pritláčajúc jedno ich oko o papier pohybuje nimi sem a tam. Po chvíľke sa oko nožíc značne zohreje - možno aj tak, že ho prstami neudržíme.

Poznamenávame, že pri pokuse nepoužívame jeden list papiera (položený na stôl), ale radšej hrubšiu vrstvu, resp. zošit, noviny a pod.

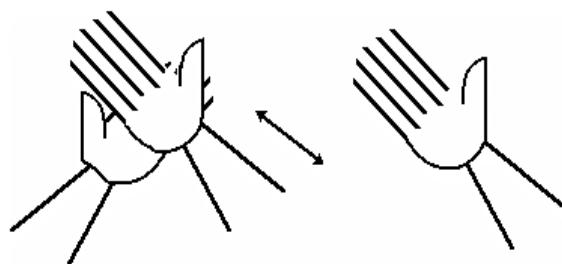


Obr. 1

V súvislosti so vznikom tepla trením sa v učebniciach obyčajne spomínajú pokusy dielenského typu. Pokus s nožnicami je však takmer vždy „poruke“ a experimentovaniu nič nebráni.

Tepla a trenie vlastnoručne, ale trochu inak

Vznik tepla pri vzájomnom trení rúk sa spomína hádam v každej učebnici. Mierne ohrievanie rúk pri bežnom vzájomnom trení dlaní nie je problém pozorovať. Výraznejší tepelný efekt však dosiahneme v máličko pozmenenej modifikácii experimentu. Pri nej zmenšíme treciu plochu tým, že jednu ruku položíme na dlaň druhej tak, že roviny dlaní sú navzájom kolmé (Obr. 2). Takýmto spôsobom pocítíme pri pokuse nielen mierne ohrievanie, ale už aj začínajúci „pocit pálenia“.



Obr. 2

Pokus s malou lyžičkou ... ale pozor na pľuzgier

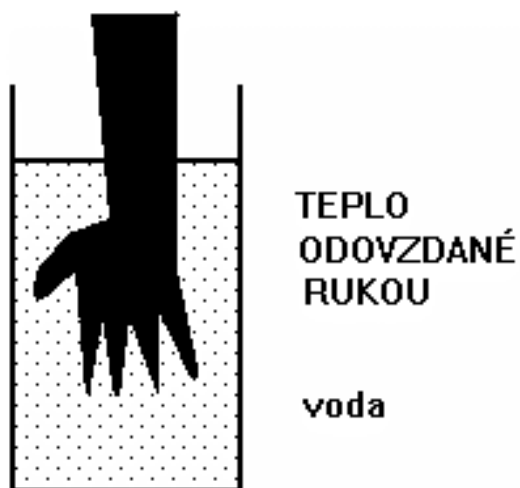
Pri tomto pokuse vložíme palec ruky do vnútra malej kovovej lyžičky od kávovej súpravy. Lyžičku pritlačíme jej oblou časťou na povrch knihy, alebo inej vhodnej podložky a lyžičkou ňou intenzívne pohybujeme po povrchu podložky. V dôsledku trenia sa lyžička prudko zahreje. Vďaka veľmi dobrému tepelnému kontaktu s palcom môže pritom ľahko dôjsť aj k popáleniu. Pri pokuse treba byť preto opatrný.

Ohrev vody rukou

Skúste si doma zmerať teplo, ktoré odovzdá ruka chladnej vode, do ktorej ju po istý čas ponoríme (Obr. 3). Dohodnutá doba môže byť povedzme 5 minút. Hmotnosť vody môže byť napr. 0,5 kg. Taký domáci experiment vám možno pomôže objasniť si aktuálne súvislosti a pojmy.

Iste prídete na to, čo všetko ovplyvňuje množstvo odovzdaného tepla i na to, že pritom hrá úlohu aj to, či ruka je uzavretá, či otvorená, či je v pokoji, alebo v pohybe, ale i to, aký intenzívny je jej pohyb, resp. pohyb jej prstov. Ak s prstami intenzívne cvičíme, výmena tepla sa zintenzívňuje. Pri pokuse sa uplatňuje nielen vedenie, ale aj prúdenie.

Východziu a konečnú teplotu vody zmeriame aj bežným menším nástenným liehovým teplomerom.



Obr. 3

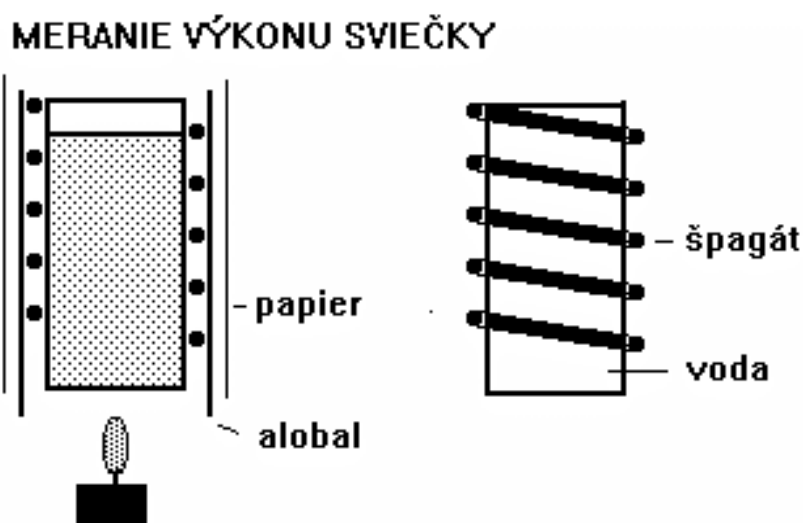
Meranie výkonu sviečky

Tepelný výkon horiacej sviečky môžeme určiť zhruba zo zvýšenia teploty vody v hrnčeku, pod ktorým horí sviečka. Meranie je však nepresné. Dokazuje to aj zohriaty vzduch, ktorý pocítíme rukou, ak si ju postavíme nad hrnček.

V domácich podmienkach si môžeme vykonať aj podstatne presnejšie meranie výkonu sviečky, znázornené na obr. 4. Pri ňom použijeme veľmi ľahkú, tenkostennú plechovku od piva, čím znížime teplo spotrebované na ohrev nádoby. Začiatočná teplota vody je izbová. Aby sme lepšie využili teplo ohriateho vzduchu (a tak znížili straty), prinútime ohriaty vzduch odovzdať svoju tepelnú energiu vode.

Dosiahneme to tak, že ohriaty vzduch prinútime pohybovať sa pri postupe nahor po špirále. Špirálový komín okolo nádoby s vodou vytvoríme pomocou hrubšieho špagátu navinutého na nádobu (s výnimkou jej najnižšej časti) a pomocou alobalovej fólie. Tá vytvorí vonkajšiu obalovú valcovú plochu. Na alobal môžeme ešte dať izolačnú valcovú vrstvu papiera.

Pri takto upravenom ohrievaní vody pomocou sviečky už rukou nepocítíme prúdiť teplý vzduch nad nádobou. Cestou po špirále sa ochladí takmer na izbovú teplotu. Straty tepla sú teraz minimálne. Poznamenajme na záver, že tepelný výkon sviečky býva okolo 30 W.



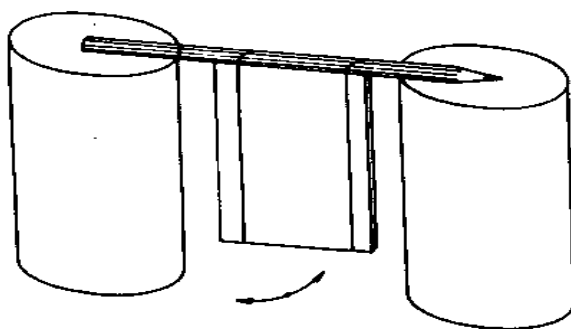
Obr. 4

Zrkadielkové kyvadlo

Toto fyzikálne kyvadlo sa skladá z obdĺžnikového vreckového zrkadielka a ceruzky (Obr. 5). Najlepšie sa hodí ceruzka kruhového prierezu. Sústavu držia pohromade dve tenké gumičky (napr. do vlasov). Prečnievajúce konce ceruzky sú opreté o dve plechovky džúsu a pod. Ak kyvadlo vychýlime z rovnovážnej polohy, kmitá s pomerne malým tlmením. Pokúste sa vopred určiť periódu fyzikálneho kyvadla a dobre porozmýšľajte o veličinách, ktoré v ňom vystupujú. Ak bude vaša úvaha správna, prídete na to, že moment zotrvačnosti zrkadielka vzhľadom na os rotácie je určený vzťahom

$$I = \frac{1}{3} ml^2$$

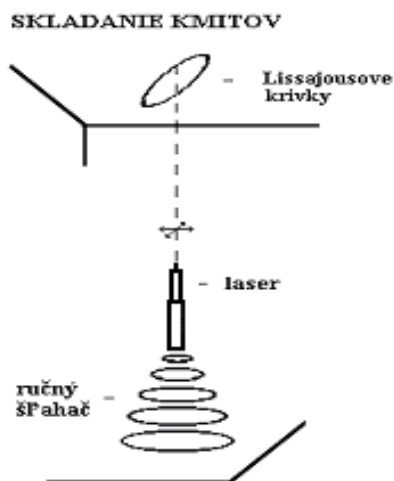
ktorý je zhodný so vzťahom pre výpočet momentu zotrvačnosti tyče vzhľadom na os prechádzajúcu koncovým bodom kolmo na tyč. Hmotnosť zrkadielka zisťovať nemusíte, lebo vo vzťahu pre periódu sa aj tak vykráti. Dĺžku zrkadielka zistíte priamym meraním.



Obr. 5

Skladanie kolmých kmitov s ručným šľahačom

Pokus s ručným šľahačom je znázornený na obr. 6. Ručný šľahač pridržame jednou rukou (spodným závitom) na plošine stola. O jeho držiak pripevníme laserové ukazovátok. Ak rúčku šľahača s ukazovátkom uvedieme do pohybu, bude laserová stopa vykresľovať na strome postupne sa meniace krivky - elipsu, kružnicu úsečku. Tieto krivky vznikajú skladaním dvoch navzájom kolmých kmitov s málo odlišnými frekvenciami. Málo rozdielne frekvencie sa prejavujú postupným pretváraním jednej krivky na druhú.



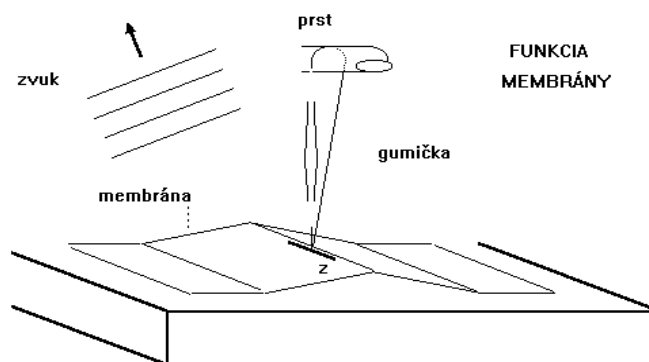
Obr. 6

Funkcia membrány

Funkciu membrány možno demonštrovať aj pokusom znázorneným na obr. 7. Zdrojom zvuku pri pokuse je gumička do vlasov. Ak ju napneme medzi dvoma prstami ruky a rozozvučíme brnkaním (bez membrány), vydáva sotva počuteľný zvuk. Môžeme ho vnímať len z malej vzdialenosti. Ak však chvenie gumičky preniesieme na membránu, situácia sa zmení. Vysielaný tón bude podstatne intenzívnejší.

Membránu predstavuje list papiera, ktorého dva protiľahlé okraje pritlačíme na stôl (využijeme ruky pomocníka). Stredná časť papiera vytvára pri napnutej gumičke akúsi striešku - vlastnú membránu. V strede papiera je otvor, ktorým prechádza gumička, uchytená na spodnej strane papiera špargľou, či zápalkou, resp. špáradlom. Horný koniec gumičky je nasunutý na prst experimentátora.

Ak v tejto situácii rozozvučíme napnutú gumičku brnknutím po nej, bude sa do okolia šíriť zvuk podstatne väčšej intenzity ako to bolo v prípade bez membrány.



Obr. 7

Doska ako rezonátor

Zosilnenie akustického signálu môže zabezpečiť nielen membrána, ale aj doska stola a pod. Dá sa o tom presvedčiť aj pokusom podľa obr. 8. Zdrojom zvuku bude opäť gumička do vlasov napnutá na uzáver zaváracieho pohára. Ak sústavu držíme v ruke a brnkáme na „strunu“ nášho „hudobného nástroja“, vysielala tento len slabý zvuk. Ak však polovicu víka pritlačíme k stolovej doske a zahráme, zvukový signál bude intenzívnejší. Rezonančná doska stola k tomu prispela. Umožnila, aby sa vibrácie gumičky preniesli na väčšiu plochu. Zdrojom zvuku sa stala aj doska stola.



Obr. 8

Zobrazovanie

Na tomto mieste spomenieme zobrazovanie guľovým zrkadlom. Také zrkadlo (konkrétne duté) sa nachádza vlastne na každých bežných okuliaroch, včítane slnečných, takže je dostupné prakticky v každej domácnosti. Ide o zobrazovanie pomocou vnútorných guľových povrchov okuliarových šošoviek. Nejde teda o zrkadlá v prísnom slova zmysle. Funkciu zobrazovania dutým guľovým zrkadlom dokážu teda zvládnuť aj bežné okuliare.

Pomerne jednoduché je meranie optickej mohutnosti spojných okuliarov. Tie sú vo vhodnej polohe postavené na knihe. Zdrojom svetla je Slnko, alebo luster a tienidlom hrubšia kniha so svetlejším povrchom. Na usmernenie lúčov do vodorovného smeru slúži zrkadlo.

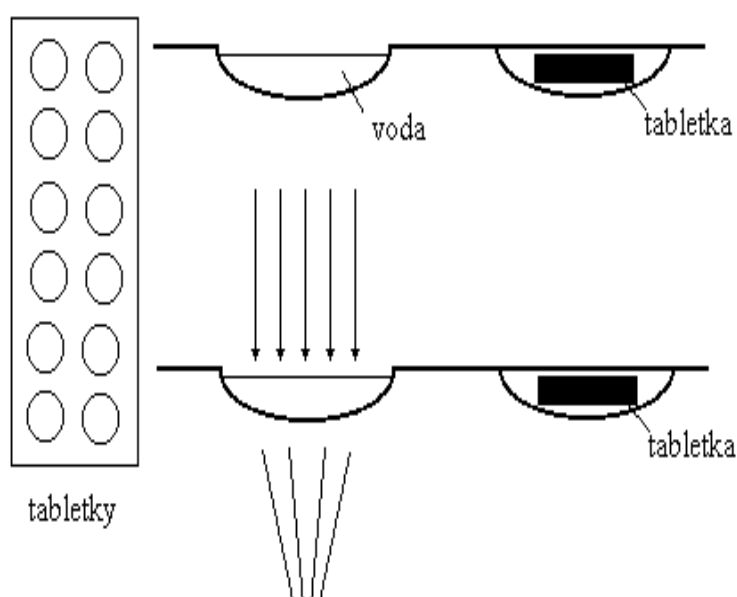
Pokusy s centrovanou optickou sústavou sa v domácich podmienkach dajú realizovať aj s bežným skleným zaváracím pohárom naplneným vodou. Experimentálne možno hľadať dvojice združených bodov, určiť výsledné ohniská a hlavné body sústavy. No v domácich podmienkach sa dajú realizovať aj exotickéjšie spôsoby zobrazovania. Zobrazovať sa dá aj s vodnou šošovkou.

Optické zobrazovanie sa dá uskutočniť aj pod hladinou vody vo vani. Lupu ponoríme do vody, voda jej nevadí. Lupu môžeme fixovať gumičkou o ponorený sklený pohár, postavený na dno. Zdrojom svetla pod vodnou hladinou môže byť malá žiarovka vreckovej valcovej lampy, ktorá je zasunutá do prázdneho zaváracieho pohára, primerane zasunutého do vody, aby voda do neho nenatiekla. Žiarovka je pritom umiestnená blízko steny pohára.

Vodná šošovka z lekárne?

Jestvuje niekoľko spôsobov získania vodnej šošovky. V ďalšom opísaný spôsob využíva zdroje pochádzajúce z lekárne. Tabletky bývajú veľmi často balené v „púzdrach“ v ktorých má každá z nich svoje lôžko (Obr. 9). Nuž a tie vypuklé strany lôžka majú často hladký vypuklý tvar a bývajú priehľadné. A tak, všetko je jednoduché. Stačí opatrne vybrať tabletu tak, aby sa nedeformovala vypuklá strana lôžka a do lôžka naliať trochu vody. Nuž a vodná šošovka-spojka je hotová.

V istom zmysle je však náročná. Dá sa použiť len v polohe, kedy jej optická os je zvislá. ňou možno zobrazíť žiarovku, ak sa nachádza viac-menej nad ňou, resp. pod ňou. A ľahko možno vymyslieť aj iné možnosti jej využitia.



Obr. 9

Exotická šošovka - rozptylka vo vedierku

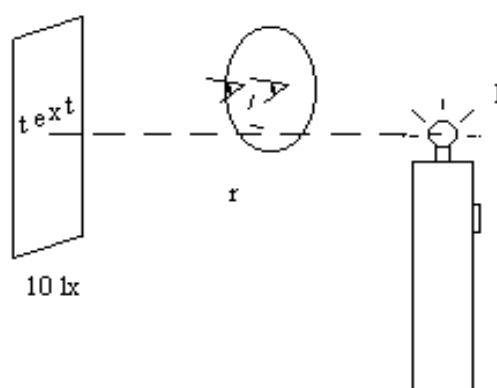
Vodnú rozptylku vytvoríme z vody, nachádzajúcej sa v menšom otáčajúcom sa priehľadnom vedierku. Roztočenie vedierka s vodou dosiahneme pomocou tenšieho špagátu, na ktorý vedierko zavesíme. Horný koniec špagátu dobre natočíme medzi prstami ešte pred zdvihnutím vedierka. Počas začínajúcej rotácie špagát prstami natáčame ešte aj ďalej. Tak dosiahneme postačujúce obrátky sústavy a dôsledkom toho aj vznik duto (parabolicko)-ploskej vodnej šošovky. V jej centrálnej oblasti ju možno považovať za guľovo-ploskú.

Vzniklá vodná rozptylka má zobrazovacie schopnosti, ktoré môžeme sledovať aj tak, že pod rotujúcu vodnú šošovku umiestníme farebný vrchnáčik zo zaváracieho pohára a ten sledujeme zhora cez šošovku. Obraz vrchnáčika sa nám bude javiť výrazne zmenšený, čo sa v priebehu spomaľovania rotácie postupne mení.

Určenie svietivosti malej žiarovky

V tomto odseku si opíšeme spôsob, ako sa v domácich podmienkach dá určiť, resp. aspoň odhadnúť svietivosť malej žiarovky. Podstatu pokusu vystihuje obr. 10. Pri ňom využívame žiarovku valcovej vreckovej elektrickej lampy s odňatým reflektorom. Ňou osvetľujeme bežný knižný text na bielom papieri postavenom kolmo na dopadajúce lúče a snažíme sa ho čítať. Pri veľmi malom osvetlení sa nám to nedarí. Žiarovku približujeme k papieru až dovtedy, kým sa text nestane aspoň trochu čitateľný. V tejto pozícii zmeriame uvedenú kritickú vzdialenosť r textu od žiarovky.

MERANIE SVIETIVOST okom



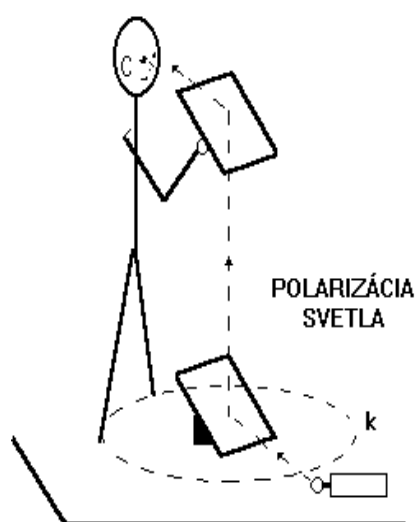
Obr. 10

Pokus robíme pochopiteľne pri vypnutých iných zdrojoch svetla a po určitom predchádzajúcom prispôsobení sa oka v tmavej miestnosti. Pri pokuse treba minimalizovať aj vplyv svetla odrazeného od stien. Preto je vhodné pri pokuse stáť od stien čo najďalej, najlepšie v strede miestnosti. Svietivosť žiarovky určíme na základe poznatku, že text sa stáva čitateľný pri osvetlení 10 lx.

Pokus s dvomi zasklenými obrazmi

O polarizácii svetla pri odraze na skle sa môžeme presvedčiť aj pomocou dvoch menších zasklených obrazov (Obr. 11). Zdrojom svetla je žiarovka vreckovej valcovej elektrickej lampy, z ktorej sme odňali reflektor. Je umiestnená na podlahe, pričom z nej vystupujúci lúč po odraze na skle (menšieho zaskleného obrazu umiestneného na podlahe v sklonenej polohe) postupuje zvisle nahor. Obraz je podopretý napríklad knihami. Po druhom odraze na skle (horného obrazu)

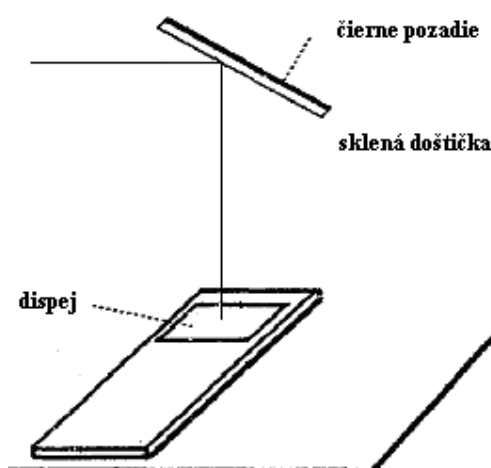
vstupuje lúč do oka pozorovateľa. Ten - držiak horný obraz v sklonenej polohe - sa premiestňuje po kružnici tesne okolo dolného obrazu. Pritom pozoruje zmeny intenzity dvakrát odrazeného svetla. Ináč povedané, v skle horného obrazu pozoruje obraz žiarovky (po dvoch odrazoch) a sleduje zmeny jeho jas. Tento jas je najväčší pri rovnobežných sklách, resp. pri pootočených o 180 stupňov a najmenší pri skríženom „analyzátoe a polarizátore“. Pre pokus sa hodia aj sklá z fotostojanov, v krajnom prípade aj dva celuloidové trojuholníky a dokonca aj dve knihy s lesklým povrchom. Zmenou sklonu zrkadiacich (nekovových) dosák možno nájsť podmienky pre maximálny polarizačný efekt. Uhol dopadu je potom rovný Brewsterovmu uhlu. Ak v úlohe dolnej zrkadliacej dosky použijeme bežné amalgámové zrkadlo, polarizačný efekt sa neobjaví. Kovové zrkadlá svetlo nepolarizujú. Poznamenajme na záver, že ak by svetlo bolo pozdĺžnym vlnením, zmeny intenzity pri opísanom pokuse by sa neobjavili, lebo situácia by pre všetky postavenia analyzátoe bola ekvivalentná.



Obr. 11

Polarizačné schopnosti displeja

O tom, že displej mobilu, resp. kalkulačky a niektorých iných elektronických zariadení poskytuje tiež polarizované (odrazené) svetlo sa môžeme presvedčiť, ak sledujeme jeho obraz v odraznom sklíčku, predstavujúcom dielektrické zrkadlo (Obr. 12). Pri otáčaní mobilu okolo zvislej osi pozorujeme kolísanie jas displeja. V niektorých polohách sa nám tento javí svetlý, v iných sčernie.



Obr. 12

Literatúra

- [1] BANÍK, I. a kol.: Fyzika netradične 1- Mechanika, 3. vydanie, Vyd. STU v Bratislave, 2007, 469 s., ISBN 978-80-227-2613-9
- [2] BANÍK, I., BANÍK, R.: Kaleidoskop učiteľa fyziky 1-10, MC mesta Bratislavy, 1992-2000
- [3] BELLUŠ, M.: Fyzika naša každodenná, Zborník: Šoltésove dni 1998, Fyzika okolo nás, MC mesta Bratislavy, Bratislava 1999, ISBN 80-7164-257-6
- [4] BEŇUŠKA, J.: Jednoduchý experiment vo fyzike a možnosti internetu, Metodicko-pedag. centrum, Banská Bystrica, 2003, ISBN 80-8041-454-8
- [5] HALUSKOVÁ, S.: Jednoduchý pokus – motivačný prvok na prednáške, Zborník: Tvorivý učiteľ II., Národný festival fyziky 2009, Smolenice 19-22, apríl 2009, SFS, Vyd. Equilibra, s.r.o., Košice.2009, s.44-47, ISBN 978-80-969124-8-3
- [6] HOLEC, S. a kol.: Integrovaná prírodoveda v experimentoch, Virtuálne laboratórium, FPV UMB, Banská Bystrica.
- [7] HOLEC, S.: Posilnenie experimentálnej bázy výučby prírodovedných predmetov, Vybrané problémy z didaktiky prírodovedných predmetov, Banská Bystrica, UMB, FPV, 1999, s. 5-35, ISBN 80-8055- 181-0
- [8] KIREŠ, M.: Rozvíjanie fyzikálneho myslenia študentov experimentálnym riešením úloh, Zborník: Tvorivý učiteľ II., Národný festival fyziky 2009, Smolenice 19-22. 4. 2009, SFS, Vyd. Equilibra s.r.o., Košice.2009, s. 163-167, ISBN 978-80-969124-8-3
- [9] KRUPA, D, KIREŠ, M.: Tvorivý učiteľ fyziky, Zborník príspevkov z pracovného seminára, 22-25, 2006 v Smoleniciach, Vyd. EQUILIBRA s.r.o. 2008
- [10] ONDEROVÁ, Ľ., JEŠKOVÁ, Z., KIREŠ, M., GREJTÁK, V.: Physical Concepts Understanding with a Help of Multimedia Tools, Int. Conf. Teaching and Learning Physics in New Contexts, Physics and ICT in Teaching and Learning Process, 19-23, july 2004 Univerzita Ostrava, GIREP 2004, Ostrava, p. 151-152, 2004
- [11] ONDEROVÁ, Ľ.: Netradičné experimenty vo vyučovaní fyziky, Prešov, Metodické centrum 2002, 75 s. ISBN 80-8045-253-9
- [12] ONDEROVÁ, Ľ.: 2007, Hračky a ich miesto vo vyučovaní fyziky, MIF - didaktický časopis učiteľov MIF, roč. XVI, 2007, č. 30, s. 52-58, ISBN 1335-7794

Adresa autorov

Ivan Baník, prof., RNDr., CSc., Ing. Gabriela Pavlendová, PhD.

Katedra fyziky, Stavebná fakulta STU

813 68 Bratislava, Radlinského 11,

e-mail: ivan.banik@stuba.sk, qpavlendova@stuba.sk

SKÚMANIE PREMIEN SKUPENSTVA LÁTOK VO FYZIKE 7. ROČNÍKA ZÁKLADNEJ ŠKOLY

Jana Raganová

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici

Abstrakt: V príspevku prinášame návrhy pre bádateľské aktivity žiakov v rámci tém Premena kvapaliny na plyn a Topenie a tuhnutie v učive fyziky 7. ročníka základnej školy. Reagujeme tak na potrebu poskytnúť učiteľom fyziky učebné materiály, ktoré zodpovedajú obsahu a cieľom novej koncepcie fyzikálneho vzdelávania po reforme v roku 2008. Ku každej navrhovanej aktivite sme pripravili pracovný list pre žiakov doplnený metodickým návodom pre učiteľa. Použitá terminológia prísne rešpektuje Štátny vzdelávací program z fyziky pre úroveň ISCED 2 a využíva len pojmový aparát známy žiakom 7. ročníka ZŠ.

Kľúčové slová: vyparovanie, var, topenie, tuhnutie, pracovné listy, bádanie

Úvod

Školská reforma naštartovaná v roku 2008 priniesla okrem iných zmien aj výraznú zmenu vo vyučovaní fyziky na základných školách (ZŠ). Nová koncepcia školskej fyziky vychádza z konštruktivistickej pedagogickej teórie, kladie dôraz na činnostný spôsob vyučovania a využívanie metód empirického poznávania. Žiak by mal na vyučovaní fyziky porozumieť prírodným javom a procesom vo svojom bezprostrednom okolí, aktívne, samostatne objavovať vzťahy a súvislosti medzi fyzikálnymi pojmami a oboznámiť sa s aplikáciami poznatkov fyziky v technike (Lapitková, 2010). V porovnaní s predchádzajúcou koncepciou sa výrazne zmenil aj systém nosných pojmov fyziky a (odporúčané) poradie jednotlivých tematických celkov. Vzhľadom na tieto zmeny sa mnohé skôr vytvorené a používané učebné materiály stali nepoužiteľnými – obsahujú totiž pojmy, ktorým žiaci nerozumejú, stretnú sa s nimi až v ďalšom období. Na Katedre fyziky Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici sa preto snažíme prepracovať a inovovať niektoré z učebných materiálov vytvorených pred reformou (napr. Holec et al., 2004) tak, aby terminológia v nich používaná dôsledne rešpektovala Štátny vzdelávací program – Fyzika (2009). V tomto príspevku predstavíme takýto súbor učebných materiálov vhodných na podporu vyučovania tematického celku Skúmanie premien skupenstva látok v 7. ročníku ZŠ.

1 Premena skupenstva látok v učive fyziky 7. ročníka ZŠ

S témou premien skupenstva látok sa žiaci ZŠ stretávali v rámci starej koncepcie vo ôsmom ročníku, pričom už z predchádzajúceho ročníka poznali základné pojmy z mechaniky. V novej koncepcii prichádza táto téma už v prvej polovici 7. ročníka, a to ešte pred tematickým celkom Teplo. Porovnanie štruktúry a následnosti pojmov v oboch koncepciách je v tabuľke 1.

Tab. 1 Štruktúra pojmov predchádzajúcich téme Zmeny skupenstva
v starej a novej koncepcii vyučovania fyziky na ZŠ

Pred reformou	Súčasný stav
• Pohybová a polohová energia. • Vnútorná energia. • Zmena vnútornej energie telesa pri tepelnej výmene. • Teplo. • Zmeny skupenstva.	• Teplota. • Meranie teploty. • Meranie času. • Skúmanie premien skupenstva látky.

Nové poňatie vyučovacieho predmetu fyzika sa odráža aj v zmene názvu príslušnej témy. Žiaci majú za úlohu aktívne skúmať jednotlivé deje, t.j. používať stratégiu empirického poznávania – pozorovať, merať a spracovávať namerané hodnoty. Dôraz sa kladie na rozvoj žiackych zručností:

- analyzovať grafy, vysvetliť priebeh čiary grafu,
- porovnať dva grafy a z priebehu ich čiar určiť ich spoločné a rozdielne znaky,
- využiť počítač pri zostrojovaní grafov (ŠVP Fyzika, 2009).

Pri skúmaní jednotlivých druhov premien skupenstva látok žiaci už z predchádzajúcich hodín poznajú pojem teplota, vedia teplotu merať, namerané hodnoty zapisovať do tabuľky a zostrojiť graf nameranej závislosti teploty od času. Pri vykonávaní jednotlivých aktivít je preto možné meranie teploty teplomerom nahradiť meraním teplotnými senzormi a na zostrojovanie grafov využiť vhodný softvér.

Zároveň je ale potrebné brať do úvahy, že žiaci ešte nepoznajú koncept tepla a pojmy s ním súvisiace, ako napr. skupenské teplo topenia a pod. Pri analýze nameraných dát je preto možné od žiakov očakávať len opísanie priebehu skúmanej závislosti, porovnávanie získaných grafických závislostí a čítanie z nich.

2 Návrhy pre bádateľské aktivity

V súlade s obsahom a požiadavkami na výkony žiakov v rámci tematického celku Skúmanie premien skupenstva látok vo fyzike 7. ročníka ZŠ sme navrhli súbor bádateľských aktivít pre žiakov, ktorých obsahové zameranie prehľadne uvádzame v tabuľke 2.

Tab. 2 Obsah a ciele aktivít v rámci témy Skúmanie premien skupenstva látok

Téma	Obsah	Ciele
Premena kvapaliny na plyn - vyparovanie	Skúmanie zmeny teploty pri vyparovaní rôznych kvapalín.	Žiak sa naučí: • Vysvetliť princíp ochladzovania vyparovaním a jeho praktické využitie. • Porovnať rýchlosť vyparovania vybraných látok a vysvetliť využitie rozdielnych vlastností látok v praxi. • Aplikovať poznatky o ochladzovaní vyparovaním na vysvetlenie spôsobu termoregulácie niektorých živočíchov.
Premena kvapaliny na plyn - var	Porovnanie varu rôznych kvapalín (kvapalín s rozličnou salinitou).	Žiak sa naučí: • Aplikovať poznatky o vare kvapalín pri skúmaní varu vody s rôznym obsahom soli. • Určiť teplotu varu pre skúmané kvapaliny. • Na základe získaných dát vyvodiť záver o závislosti teploty varu kvapaliny od množstva látok, ktoré sú v nej rozpustené.

Téma	Obsah	Ciele
Topenie a tuhnutie	Skúmanie teplotných zmien pri premene ľadu na vodu a vody na ľad.	Žiak sa naučí: • Opísať graf závislosti teploty ochladzovanej, resp. ohrievanej, látky od času. • Určiť z grafu teplotu topenia (tuhnutia) látky. • Porovnať grafy topenia ľadu a tuhnutia vody a z priebehu ich čiar určiť ich spoločné a rozdielne znaky.

Okrem špecifických cieľov uvedených v treťom stĺpci tabuľky 2 sa v rámci všetkých navrhovaných aktivít žiaci učia:

- skúmať javy s využitím digitálnych technológií na zber, uchovávanie a prezentovanie dát rozličným spôsobom (v tabuľke, graficky),
- analyzovať záznamy z meraní a ich grafický priebeh,
- využívať a získavať informácie z nameraných grafických závislostí,
- porovnávať dva deje a z priebehu ich grafických závislostí určiť ich spoločné a rozdielne znaky,
- na základe získaných dát vyvodzovať závery o správaní sa látok.

Didaktickým zámerom je v niektorých prípadoch aj prekonávanie miskoncepcií u žiakov, napr. tej, že ochladzovací efekt ventilátora spočíva vo fúkaní studeného vzduchu a pod.

3 Realizácia navrhovaných aktivít vo vyučovacom procese

Najčastejšie používanou metódou pri realizácii navrhovaných aktivít je žiacky počítačom podporovaný experiment, pričom žiaci pracujú podľa inštrukcií v pracovnom liste. Túto základnú metódu dopĺňajú ďalšie metódy: práca s informáciami v grafickej podobe, diskusia žiakov, inštruktáž a výklad učiteľa.

Ideálnym prostredím pre realizáciu týchto aktivít je špeciálna fyzikálna (resp. prírodovedná) učebňa (laboratórium) vybavená počítačmi a súpravami (prevodníkmi, senzormi, softvérom) pre počítačom podporované experimenty. Využitie prostriedkov počítačom podporovaného laboratória umožňuje realizáciu viacerých meraní v krátkom čase, okamžitú vizualizáciu teplotných závislostí a zaznamenanie aj jemných a krátko trvajúcich efektov.

Podľa podmienok možno tieto aktivity organizovať formou individuálnej alebo skupinovej práce doplnenej prezentáciou záverov z experimentov pred triedou, spoločným zhrnutím výsledkov a formuláciou záverov. V prípade nedostatočného počtu pomôcok môže jednotlivé aktivity realizovať učiteľ ako demonštračný pokus (s aktivizujúcimi otázkami a úlohami pre žiakov).

Osobitným prípadom je topenie ľadu a tuhnutie vody. Ich skúmanie v rámci vyučovacej hodiny je spojené s problémom veľkej časovej náročnosti, vzhľadom na dlhé trvanie obidvoch dejov. Predkladaná metodika efektívne využíva takéto dlhotrvajúce merania aj v rámci bežnej vyučovacej hodiny pri súčasnom zachovaní empirického postupu získavania nových poznatkov.

Pre každú z navrhovaných aktivít sme pripravili pracovný list pre žiaka doplnený metodickým návodom pre učiteľa. Štruktúru týchto dokumentov uvádzame v tabuľke 3.

Tab. 3 Štruktúra žiackych pracovných listov a metodických návodov pre učiteľa

Žiacke pracovné listy	Metodické návody pre učiteľa
• Úvodný motivačný problém • Návrh potrebných pomôcok • Schematické znázornenie usporiadania meracích zariadení • Stručný postup merania • Otázky, ktoré majú napomôcť žiakom pri analýze získaných grafických závislostí a vyslovení záverov	• Tematické zaradenie experimentu • Kľúčové pojmy • Poznámky k realizácii experimentu • Príklady vzorových experimentálnych dát • Návod na spracovanie dát • Závery z experimentu • Žiacke aktivity • Aplikácia poznatkov v prírode a v praxi

Poskytnutie vzorových nameraných dát učiteľovi umožňuje takéto dáta so žiakmi analyzovať aj v prípade, keď z nejakých dôvodov nebolo možné realizovať samotné meranie. Žiaci tak dostávajú možnosť pracovať s grafickými závislosťami, ktoré boli skutočne namerané a nie len s ideálnymi lineárnymi závislosťami, ktoré môžu viesť k nesprávnym predstavám o charaktere fyzikálnych meraní.

Záver

Vytvorené pracovné listy a metodické návody pre učiteľov sú voľne prístupné na stránke Virtuálne laboratórium fyziky Katedry fyziky Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. Učitelia ich môžu podľa potreby tlačiť a kopírovať pre svojich žiakov alebo používať priamo ich elektronickú formu.

Jedna z aktivít je aj súčasťou publikácie *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete fyzika pre základné školy* (Duľa et al., 2010), ktorá vznikla v rámci projektov Modernizácia vzdelávacieho procesu na základných školách.

Na stránke Virtuálne laboratórium fyziky nájdú učitelia aj mnoho ďalších zaujímavých a užitočných materiálov, ktorými každý tvorivý učiteľ môže obohatiť svoje vyučovacie postupy na hodinách fyziky na základných i stredných školách.

Podakovanie

Autorka vyslovuje poďakovanie za podporu projektom Modernizácia vzdelávacieho procesu na základných školách (ITMS: 110130083, 26140130013) a KEGA č. 3/7086/09 Virtuálne laboratórium fyziky – online databáza experimentov prírodovedného charakteru.

Literatúra

- DULÁ, Ivan et al. 2010. *Využitie informačných a komunikačných technológií v predmete fyzika pre základné školy. Učebný materiál – modul 3*. Košice : elfa, s. r. o, 2010. ISBN 978-80-8086-154-4
- HOLEC, Stanislav et al. 2004. *Integrovaná prírodoveda v experimentoch. Virtuálne laboratórium* [CD-ROM]. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied UMB, 2004. ISBN 80 8055-904-X
- LAPITKOVÁ, Viera. 2010. Konceptia spracovania učebnice Fyzika pre 6. ročník základných škôl a prvého ročníka osemročných gymnázií. In: *Fyzikálne listy* [online], roč. XV (2010), č. 1. Bratislava : Univerzita Komenského, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, 2010 [cit. 2011-05-24], s. 8-12. Dostupné na internete: http://fyzikus.fmph.uniba.sk/typo/uploads/media/FL_01_2010.pdf.

Štátny vzdelávací program. Fyzika (Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda). Príloha ISCED 2 [online]. 2009. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 2009 [cit. 2011-05-24]. Dostupné na internete: <http://www.statpedu.sk/files/documents/svp/2stzs/isced2/vzdelavacie_oblasti/fyzika_isced2.pdf>.

Virtuálne laboratórium fyziky [online]. 2011. Dostupné na internete: <<http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/FyzLab/>>.

Adresa autorky

RNDr. Jana Raganová, PhD.

Katedra fyziky, FPV, UMB v Banskej Bystrici

Tajovského 40

974 01 Banská Bystrica

e-mail: janka.raganova@umb.sk

PARK TMAVEJ OBLOHY POLONINY

Pavol Rapavý^{1,2,3}, Peter Begeni^{2,3}

¹Hvezdáreň v Rimavskej Sobote

²Slovenský zväz astronómov amatérov

³Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV

Abstrakt: Park tmavej oblohy Poloniny (PTOP), vyhlásený 3. 12. 2011, je z hľadiska ochrany prírodného nočného prostredia prvou chránenou oblasťou na Slovensku. Cieľom PTO je chrániť nočné ekosystémy a informovať verejnosť o problematike svetelného znečistenia. Z hľadiska astronomických pozorovaní je jednou z najkvalitnejších lokalít v Európe.

Kľúčové slová: park tmavej oblohy, svetelné znečistenie, ochrana nočného prostredia

Úvod

Svetelné znečistenie (Rapavý, P., 2009 a; Rapavý, P., 2009 b) je súhrn nepriaznivých vplyvov umelého osvetlenia na životné prostredie. Nedostatok tmy má vážne dôsledky na biosféru, zdravie, ekonomiku (Fábryová, A., 2011) i astronomické pozorovania. Umelé nočné svetlo škodí nielen človeku (Beňová, M., Zeman, M., 2007; Hollan, J., 2002; Hollan, J., 2006; Illnerová, H., 1995 a; Illnerová, H., 1995 b; Illnerová, H., 1995 c; Illnerová, H., 1996 a; Illnerová, H., 1996 b; Van Cauter et al., 2005), ale aj živočíšnej (Boldogh, S., Dobrosi, D., Samu, 2007; Holker, F., et al., 2010) a rastlinnej (Chaney, W.R. 2002) ríši. V Parku tmavej oblohy Poloniny je prirodzené nočné prostredie narušené len minimálne. Účelom jeho vyhlásenia je zachovanie tohto jedinečného územia aj pre budúce generácie.

Chránené oblasti vo svete

Prvá rezervácia tmavej oblohy bola vyhlásená v roku 1993 v USA (Lake Hudson State Recreation Area) a v Kanade v roku 1999 (Torrance Barrens, Ontário). V súčasnosti existuje vo svete dvadsaťštyri tmavých parkov z ktorých viac ako polovica je v Kanade a USA. V Európe je takýchto území 6:

Tab. 1

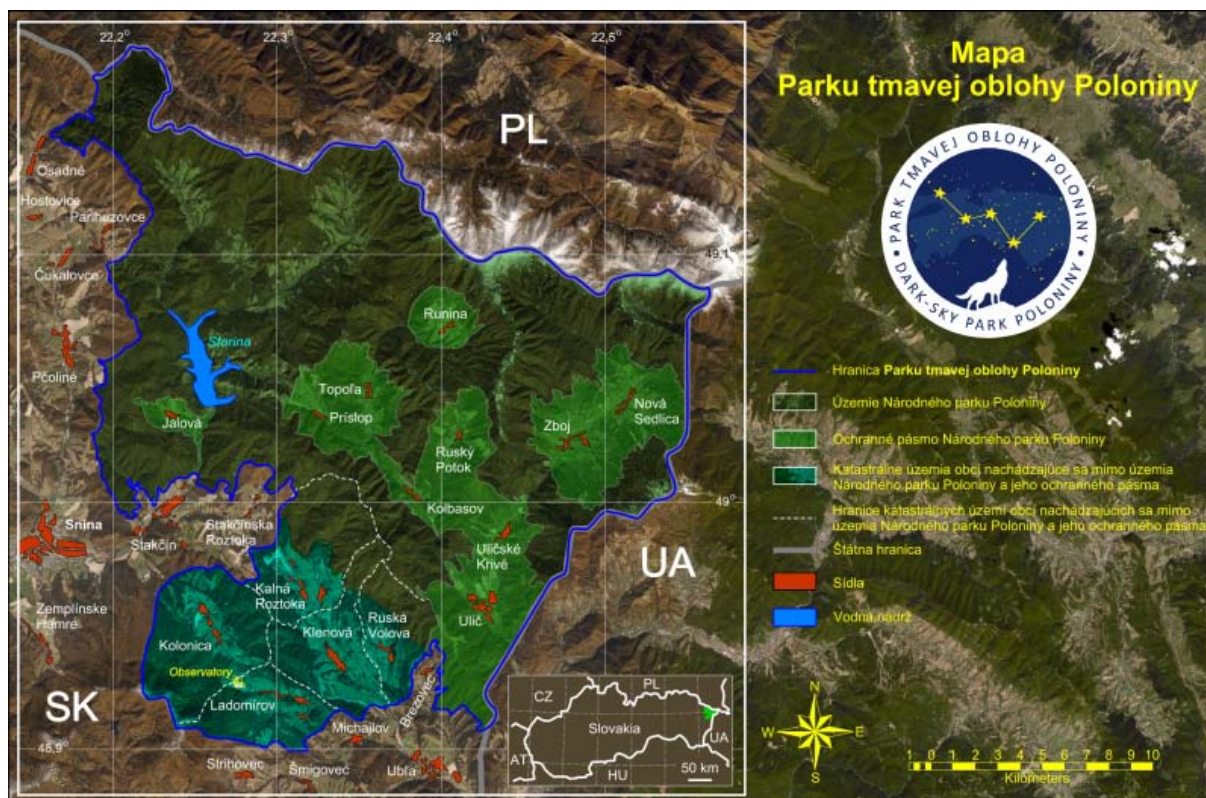
Zselici Csillagoségbolt-park	Maďarsko
Jizerská oblasť tmavé oblohy	Česká republika a Poľsko
Galloway Forest Park	Škótsko
Park tmavej oblohy Poloniny	Slovensko
Hortobágyi Csillagoségbolt-park	Maďarsko
Sark Island	Veľká Británia

Špeciálny štatút majú územia okolo významných astronomických observatórií, ktorých je 12.

Národný park Poloniny

Národný park Poloniny, vyhlásený 1. 10. 1997, je našim najvýchodnejším národným parkom s mimoriadne nízkou hustotou osídlenia (menej ako 7 obyvateľov/km²) s pôvodnými rozľahlými jedľovo-bukovými lesmi a pralesmi Stučica, Rožok a Havešová, ktoré sú od roku 2007 zapísané na zozname svetového prírodného dedičstva UNESCO. NP Poloniny leží na hraniciach s Poľskom a Ukrajinou, susedí s poľským Bieszczadzským Parkom Narodowym a ukrajinským Užanským národným prírodným parkom. Spolu tvoria Medzinárodnú biosférickú rezerváciu Východné Karpaty (164 190 ha) vyhlásenou UNESCO v roku 1993. Je jedinou na svete, ktorú tvoria spojené

územia troch štátov. Od roku 2004 sa v parku nachádzajú lokality európskeho významu NATURA 2000. Súčasťou chráneného územia sú národné kultúrne pamiatky – jedinečné drevené kostolíky (cerkvi) východného obradu. Vzhľadom k zachovanému životnému prostrediu je tu mimoriadna koncentrácia endemických a ohrozených druhov rastlín, húb a živočíchov. Je tu najväčší výskyt veľkých lesných zvierat, napr. vlk obyčajný, medveď hnedý, zubor lesný, mačka divá, rys ostrovid, los mokrďový. Územím NP prechádza 49. rovnobežka.



Obr. 1 Mapa Parku tmavej oblohy Poloniny (autor P. Begeni, podklad maps.google.com)

Park tmavej oblohy

Počiatkové aktivity členov Slovenského zväzu astronómov amatérov a Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV v spolupráci so Správou NP Poloniny boli v roku 2010 podporené Nadáciou Orange. Z projektu Zachráňme oblohu bola realizovaná informačno-propagačná tabuľa „Park tmavej oblohy Poloniny“ pri vodnej nádrži Starina. Počas konferencie 10th European Symposium for the Protection of the Night Sky (Kaposvár, Maďarsko, 4. 9. 2010) sa členovia SZAA dohodli s českými kolegami, ktorí už mali skúsenosti z vyhlásenia Jizerské oblasti tmavé oblohy na pomoci a spolupráci.

Park tmavej oblohy bol slávnostne vyhlásený pri príležitosti Medzinárodného roka biodiverzity v Snine 3. 12. 2010 na konferencii projektu „Karpatské nebo - rozvoj produktov cestovného ruchu založených na astronómii v regióne poľsko-slovenského pohraničia“.



Obr. 2 Nočná panoráma Polonín (v strede zodiakálne svetlo), foto P. Ďuriš

Memorandum podpísali zástupcovia organizácií:

Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied (RNDr. Aleš Kučera, CSc.), Správa NP Poloniny (Ing. Ing. Jozef Repka, Ing. Martina Vlasáková), Slovenský zväz astronómov amatérov (RNDr. Pavol Rapavý), Prírodovedecká fakulta Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach (doc. RNDr. Michal Hnatič, DrSc.), Slovenská astronomická spoločnosť pri Slovenskej akadémii vied (RNDr. Juraj Zverko, DrSc.), Vihorlatská hvezdáreň v Humennom (RNDr. Igor Kudzej, CSc.).

Vyhlásenie podporilo Mesto Snina, Hvezdáreň v Rimavskej Sobote a Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove. Partnerskou oblasťou je Jizerská oblasť tmavej oblohy.

Park tmavej oblohy Poloniny je vymedzený samotným územím NP Poloniny (29 805 ha), jeho ochranným pásmom (10 973 ha) a katastrálnym územím obcí Kolonica, Ladomírov, Kalná Rostoka, Klenová, Ruská Volová (7 741 ha).

Stala sa v poradí dvadsiatou oblasťou tmavej oblohy na svete a svojou celkovou plochou (48 519 ha) je štvrtou najväčšou oblasťou tmavej oblohy na svete.

Na území Parku tmavej oblohy Poloniny sa na Kolonickom sedle nachádza Astronomické observatórium Vihorlatskej hvezdárne v Humennom, kde je v súčasnosti najväčší ďalekohľad na Slovensku s priemerom hlavného zrkadla 1 m. Planetárium, menšie prístroje a ubytovacie kapacity vytvárajú vhodné podmienky pre astroturistiku aj astronomický výskum. Z astronomického zázemia je to najlepšie vybavený park tmavej oblohy na svete.

Z hľadiska svetelného znečistenia sa jedná o územie s najtmavšou oblohou na Slovensku. Mliečna cesta má pri pohľade voľným okom veľmi bohatú štruktúru, najjasnejšie časti v triédri pripomínajú mramor. Zodiakálne svetlo je na jar a na jeseň pozorovateľné až do výšky 60°, viditeľný je protisvit aj zodiakálny most. Svetelné znečistenie je pozorovateľné len nízko nad obzorom. Jas oblohy býva lepší ako 21,5 mag/arcsec², čo zodpovedá 2 - 3 stupňu Bortleho stupnici. Na Kolonickom sedle, kde je automatický merač jasu oblohy, bola dokonca zaznamenaná hodnota 21,9 mag/arcsec², čo svedčí o mimoriadne kvalitných pozorovacích podmienkach. Medzná hviezdna veľkosť najslabších hviezd viditeľných bez ďalekohľadu býva 7,4 mag.



Obr. 3 Informačno-propagačná tabuľa pri hrádzi vodnej nádrže Starine

Záver

Prínosom vyhlásenia Parku tmavej oblohy je, okrem iného, poukázať na nutnosť chrániť prirodzené nočné prostredie, informovať (Begeni, P., Rapavý, P. 2011; Fábryová, A., 2011) a vzdelávať v problematike svetelného znečistenia. Naším cieľom je jeho rozšírenie o ďalšie územia. Plánujeme rozšírenie tohto chráneného územia o Bieszczadzki Park Narodowy a Užanski národný prírodný park. Takto vytvorený park Východné Karpaty by bol prvým na území troch štátov. V oblasti svetelného znečistenia hľadáme spolupracovníkov z ďalších oblastí (medicína, biológia, svetelná technika...), nakoľko sa jedná o problematiku multidisciplinárnu.



Obr. 4 Oficiálne logo

PodĎakovanie

Naše poďakovanie patrí Pavlovi Suchanovi, predsedovi sekcie Temné nebe České astronómické spoločnosti za informácie o realizácii Jizerské oblasti tmavej oblohy a pomoc pri príprave materiálov, RNDr. Igorovi Kudzejovi, CSc., riaditeľovi Vihorlatskej hviezdárne v Humennom za pomoc pri určovaní hraníc PTOP a RNDr. Ivete Lazorovej, riaditeľke Gymnázia v Snine za skvelé organizačné zabezpečenie slávnostného vyhlásenia.



Obr. 5 Astronomické observatórium na Kolonickom sedle, foto P. Dubovský

Literatúra

- BEGENI, P., RAPAVÝ, P., 2011. *Ako mestá a obce prispievajú k svetelnému znečisteniu*. In: Obecné noviny č.5, s. 8-9, Február 2011. ISSN 1335-650X
- BEŇOVÁ, M., ZEMAN, M., 2007. *Melatonín a melatonínové receptory vo vzťahu ku kardiovaskulárnemu systému*. In: Československá fyziologie, 3/2007 (56), s. 109-118. ISSN 1210-6313
- BOLDOGH, S., DOBROSI, D., SAMU, P., 2007. *The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences*. In: Acta Chiropterologica, 9(2): s. 527-534, 2007. ISSN 1508-1109
- FÁBRYOVÁ, A., 2011. *Prečo kradnú tmu?* In: Zdravie, roč. 67, 2011, č. 3, s. 82–87. ISSN 0044-1953
- HÖLKER, F., WOLTER, Ch., PERKIN, E. K, TOCKNER, K., 2010. *Light pollution as a biodiversity threat*. In: Trends in Ecology and Evolution, 25 (12), s. 681-682 December 2010. ISSN 0169-5347
- HOLLAN, J., 2002. *Vliv nočního svícení na zdraví (poznámky hlavně dle první světové konference konané v květnu na universitě v Kolíně nad Rýnem)*. In: 21. Kurs osvětlovací techniky 16. října 2002 v Morávce
- HOLLAN, J., 2006. *Ve zdravém domě zdravou noc!* In: Sborník konference Zdravé domy, FA VUT, Brno 2006, s. 147-154. ISBN 80-214-3146-6
- CHANEY, W. R. 2002. *Does Night Lighting Harm Trees?* In: Purdue University, Forestry and Natural Resources, FAQ 17, s. 1-4, Jun, 2002
- ILLNEROVÁ, H., 1995 a. *Denní rytmy v živé přírode (I)*. In: Živa (Časopis pro popularizaci biologie), 2, s. 73. ISSN 0044-4842
- ILLNEROVÁ, H., 1995 b. *Denní rytmy v živé přírode (II)*. In: Živa (Časopis pro popularizaci biologie), 3, s. 121. ISSN 0044-4842
- ILLNEROVÁ, H., 1995 c. *Denní rytmy v živé přírode (III), Biologické hodiny člověka*. In: Živa (Časopis pro popularizaci biologie), 4, s. 169-171. ISSN 0044-4842
- ILLNEROVÁ, H., 1996 a. *Denní rytmy v živé přírode (IV), Poruchy cirkadiálního řádu člověka*. In: Živa (Časopis pro popularizaci biologie), 1, s. 25-28. ISSN 0044-4842
- ILLNEROVÁ, H., 1996 b. *Melatonin a jeho působení*. In: Vesmír, 5, s. 266. ISSN 0042-4544

NAVARA, K. J., NELSON, R. J., 2007. *The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences*. In: Journal of Pineal Research, 43, s. 215-224. ISSN 1600-079X

RAPAVÝ, P., 2009 a. *Svetelné znečistenie*. Tvorivý učiteľ fyziky II, Národný festival fyziky 2009, Košice: 2009, s. 135-145, ISBN 978-80-969124-8-3

RAPAVÝ, P., 2009 b. *Svetelné znečistenie*. Československý časopis pro fyziku, 5, s. 296-299. ISSN 0009-0700

VAN CAUTER, E., KNUTSON, K., LEPROULT, R., SPIEGEL, K., 2005. *The impact of sleep deprivation on hormones and metabolism*. In: Medscape Neurology & Neurosurgery, 7(1)

Adresy autorov

RNDr. Pavol Rapavý

KHaP MH - Hvezdáreň v Rimavskej Sobote

Tomášovská 63

979 01 Rimavská Sobota

e-mail: astrors@astrors.sk

RNDr. Peter Begeni

Slovenský zväz astronómov amatérov, Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV

Tomášovská 63

979 01 Rimavská Sobota

e-mail: begi@begi.sk



Obr. 6 Vihorlatský národný teleskop

AKO VEĽRÝBY TELEFONUJÚ – FYZIKÁLNA AKUSTIKA NETRADIČNE

Juraj Slabeycius

Katedra fyziky, Pedagogická fakulta katolíckej univerzity v Ružomberku

Abstrakt: Pre zvýšenie záujmu o fyziku a prírodné vedy je možné využiť atraktívne témy ako doplnkový materiál vyučovania, alebo pre prácu v záujmových krúžkoch. Predkladaný príspevok uvádza jednu z takýchto tém. Je známe, že niektoré druhy veľrýb sa v oceáne dorozumievajú na veľké vzdialenosti. Mechanizmus, vďaka ktorému je to možné, sa dá názorne vysvetliť už na úrovni základnej školy. Výpočty jednoduchých prípadov sú dostupné aj stredoškólakom.

Kľúčové slová: akustika, šírenie zvuku, zvukový tieň, hlbokovodný zvukový kanál

Úvod

Fyzikálna akustika je jednou z menej známych fyzikálnych disciplín, napriek tomu poskytuje mnoho zaujímavých a príťažlivých tém, ktoré majú potenciú zaujať poslucháčov. S fyzikálnou akustikou súvisia odpovede na také otázky, prečo sa niektoré druhy veľrýb v oceáne dokážu dorozumieť na veľké vzdialenosti, ako môže dutá kovová guľka zachrániť život pilotovi zostrelenému nad oceánom, prečo v lete dva kilometre za dedinou nepočuť vyzváňanie zvonov, ale na jeseň, keď je hmla, ich počuť aj desať kilometrov ďaleko, čo je to Roswellské UFO, ako ďaleko možno počuť zvuk vo vode, prečo kvôli akustickým javom generáli v americkej občianskej vojne niekedy prehrali vyhranú bitku a mnoho ďalších zaujímavostí.

Výklad uvedených javov možno podať na kvalitatívnej úrovni už pre žiakov vyššieho stupňa základných škôl, jednoduchšie prípady možno analyzovať aj kvantitatívne, pomocou jednoduchých výpočtov dostupných priemernému stredoškólakovi. Materiál uvedený v príspevku je možné využiť ako popularizačnú prednášku pre deti, doplnkový materiál vyučovania, alebo pre prácu v záujmových krúžkoch.

1. Šírenie zvuku v prostredí

Zvuk sa v homogénnom prostredí bez prekážok šíri od zdroja priamočiaro. Rýchlosť zvuku závisí od parametrov prostredia. Pre plyny platí vzťah

$$c = \sqrt{\frac{\kappa RT}{M}},$$

kde κ je Poissonova konštanta, R univerzálna plynová konštanta, M molekulová hmotnosť prostredia a T je termodynamická teplota [1]. Tento vzťah môžeme použiť, ak deje v plyne pri prechode zvukovej vlny možno považovať za adiabatické – čo platí pre frekvencie vyššie ako 1 Hz. Pre suchý vzduch z toho vyplýva, že v intervale bežných teplôt rýchlosť zvuku rastie s teplotou zhruba o 0,6 m/s na 1K. Číselné údaje sú zhrnuté v Tab.1.

Tab.1. Závislosť rýchlosti zvuku od teploty

teplota, °C	-10	0	10	20	30
c, m/s	325,3	331,4	337,5	343,4	349,2

Pre vlhký vzduch je rýchlosť o niečo vyššia vzhľadom k tomu, že klesá priemerná molekulová hmotnosť, mení sa aj Poissonova konštanta. Pri 0°C je korekcia len 0,003 m/s na 1% relatívnej vlhkosti, ale pri 30°C až 0,024 m/s na 1% relatívnej vlhkosti [2].

Keď šírenie zvuku z bodového izotropného zdroja nie je ničím obmedzené, klesá intenzita zvuku s druhou mocninou vzdialenosti. Zodpovedá to šíreniu sférickej vlny v priestore. Túto závislosť môžeme ľahko zdôvodniť jednoduchou úvahou rovnomerného rozdelenia energie zvukovej vlny na plochu, žiaci by už mali ovládať vzťah pre plochu povrchu gule v závislosti od jej polomeru. Môžeme využiť aj analógiu so svetlom žiarovky – plôška (orientovaná kolmo na lúče) vo vzdialenosti 5 m od žiarovky je osvetlená 4 x lepšie, ako plôška vzdialená 10 m od nej. Ak sa zvuková vlna môže šíriť len vo dvoch rozmeroch (2D prípad – zodpovedá šíreniu cylindrickej vlny), je intenzita zvuku nepriamo úmerná vzdialenosti od zdroja, pretože veľkosť valcovej plochy je úmerná polomeru valca. A nakoniec, vlna ktorá sa šíri len v jednom smere (rovinná vlna) má intenzitu konštantnú. Takýto prípad nastáva, keď šírenie zvuku je priestorovo ohraničené napr. dutou rúrou (vlnovod). Samozrejme, berieme do úvahy len geometrické vlastnosti priestoru, útlm vlny v prostredí zanedbávame (ideálne bezstratové prostredie).

2. Huyghensov princíp

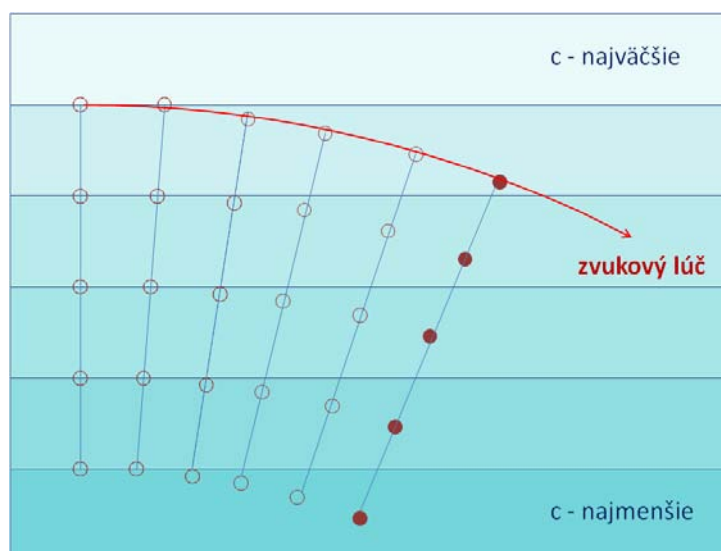
Šírenie vlnenia v prostredí opisuje Huyghensov princíp. Tento princíp umožňuje skonštruovať vlnoplochu v čase $t + \Delta t$, keď poznáme tvar vlnoplochy v čase t , neumožňuje však výpočet amplitúdy vlny v danom mieste – na to musíme použiť Fresnelove doplnenie k Huyghensovmu princípu.

Podľa Huyghensovho princípu sa vlnenie šíri tak, že všetky body priestoru, do ktorého sa vlnenie v určitom okamžiku t dostane, sa stávajú bodovými zdrojmi vlnenia a elementárnych guľových vlnoplôch s polomerom $c \cdot \Delta t$, kde c je rýchlosť vlnenia v danom bode. Vlnoplocha v čase $t + \Delta t$ je obálkou takýchto elementárnych vlnoplôch. Na úrovni základnej školy nemôžeme pochopiteľne operovať s pojmami ako „obálka elementárnych vlnoplôch“, ale pre naše účely k výkladu akustických javov, spomínaných v úvode, nám postačí zjednodušená verzia Huyghensovho princípu, ktorá dostatočne názorne vysvetľuje jav ohybu zvukovej vlny v nehomogénnom prostredí.

Nehomogénnym nazývame prostredie, ktorého niektorý parameter závisí od polohy. V akustike je týmto kľúčovým parametrom rýchlosť zvuku. Ako už bolo povedané, rýchlosť zvuku vo vzduchu závisí od jeho teploty, a teda ak teplota vzduchu nie je všade rovnaká, nebude rovnaká ani rýchlosť zvuku. Najbežnejším prípadom je tzv. stratifikované (rozvrstvené) prostredie, v ktorom rýchlosť zvuku závisí len od jednej súradnice, napr. výšky. Takéto prostredie si môžeme modelovo predstaviť ako sústavu tenkých vodorovných vrstiev vzduchu, v každej z nich je rýchlosť zvuku konštantná. Nech rýchlosť zvuku spojitě rastie s výškou, t.j. gradient rýchlosti dc/dy je kladný (os y smeruje nahor).

Modelovanie postupu zvukovej vlny predvedieme pomocou tyče dĺžky 2 – 2,5 m a piatich žiakov, ktorí sa budú držať tyče v pravidelných rozstupoch. Na podlahu nakreslíme sústavu rovnobežných pruhov, zodpovedajúcich vrstvám vzduchu s konštantnou rýchlosťou (Obr.1). Počiatočná poloha tyče so žiakmi je kolmá na pruhu. Pruhy sú označené číslami ktoré reprezentujú rýchlosť zvuku v danom pruhu (napr. 300, 280, 260, 240, 220, 200 – rozdiely sú úmyselne prehnané, aby zakrivenie lúča bolo výrazné. Hodnoty nemajú vzťah k skutočnej rýchlosti zvuku vo vzduchu). Na pokyn učiteľa každý žiak urobí krok dopredu, pričom dĺžka kroku v mm zodpovedá číslu v pruhu, v ktorom sa žiak nachádza. Je vhodné vybrať žiakov s vhodnou veľkosťou topánky, takže žiak, keď kladie nohu pred nohu na doraz, urobí krok dĺžky stopy. Palica zaručuje, že žiaci zostanú v rade, aj keby niektorý urobil príliš dlhý alebo príliš krátky krok. Vidíme, že po každom kroku sa smer palice trochu zmení, a tým aj smer, ktorým sa palica držaná žiakmi pohybuje. Ak sa pri pohybe dostane žiak do iného pruhu, platí preň prirodzene iná dĺžka kroku. Palica predstavuje vlnoplochu, ale to pre demonštráciu nie je podstatné. Žiaci vidia, že smer postupu zvuku sa mení.

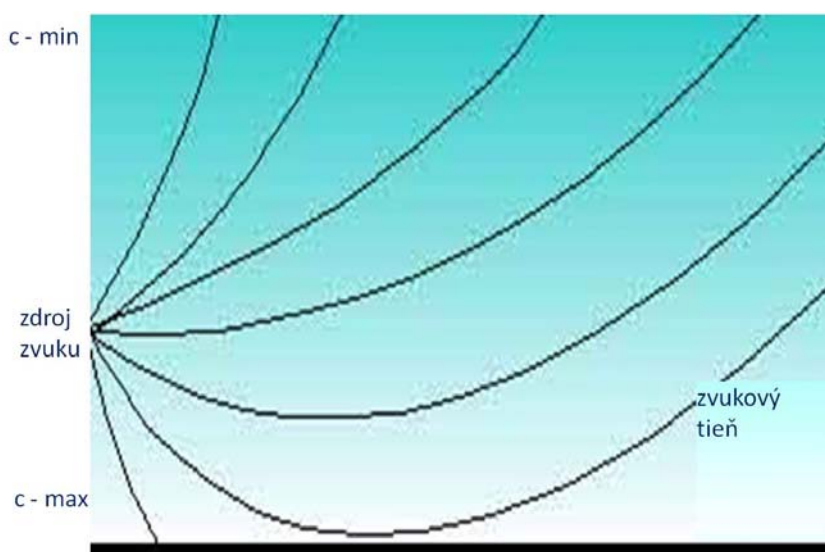
Definujme zvukový lúč ako krivku, dotýčnica ku ktorej je v každom bode kolmá ku vlnoploche (v našom prípade k palici – červená čiara na Obr.1). Využijeme analógiu so svetelným lúčom, tento pojem žiaci poznajú (aspoň intuitívne). Na základe nášho pokusu vyslovíme dôležitú poučku: Zvuková vlna v stratifikovanom prostredí sa šíri tak, že zvukový lúč sa vždy odkláňa na stranu, kde je rýchlosť zvuku menšia. Pomocou tejto poučky teraz objasníme niekoľko zaujímavých akustických javov.



Obr. 1. Modelovanie postupu zvukovej vlny v rozvrstvenom prostredí.

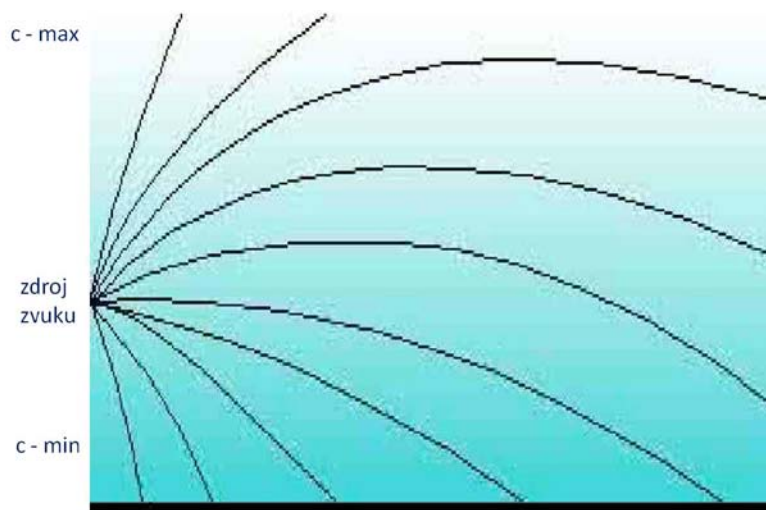
3. Šírenie zvuku v stratifikovanom prostredí

Teplota vzduchu cez deň, keď je slnečné počasie, je najvyššia pri zemi (v lete často okolo 30°C) a s výškou klesá. V rovinnom teréne je obvyklý výškový gradient teploty 8-12 K/km, závisí to od konkrétnych meteorologických podmienok. V horných vrstvách troposféry (7-10km) je gradient teploty je prakticky konštantný 9,8 K/km, vo výške 10 km je viac-menej stála teplota okolo -56°C [3]. Z toho vyplýva, že gradient rýchlosti zvuku je záporný (os y smeruje nahor) a má hodnotu zhruba 6m/s na 1 km. Rýchlosť zvuku pri zemi je najvyššia, s výškou klesá a teda zvukové lúče sa odkláňajú nahor (Obr.2).



Obr.2. Šírenie zvuku cez deň a vznik zvukového tieňa. Podľa [4].

Tento jav je príčinou toho, prečo v lete nepočuť poludňajšie vyzváňanie zvonov už v relatívne malej vzdialenosti (3-4 km) od zvonice. Vzniká totiž oblasť tzv. zvukového tieňa, kam sa zvuk nedostane, napriek tomu, že z daného bodu je zvonica dobre viditeľná. Večer po západe Slnka sa prízemná vrstva vzduchu ochladzuje rýchlejšie, ako vzduch vo väčších výškach, v dôsledku toho vzniká prízemná teplotná inverzia. Na jeseň a niekedy aj na jar vzniká niekedy oveľa mohutnejšia teplotná inverzia až do výšky 2000 m. Dôsledkom je kladný výškový gradient rýchlosti zvuku. Zvukové lúče sa odkláňajú nadol (Obr.3), nevzniká zvukový tieň a vyzváňanie zvonov je počuť aj za kopcom.

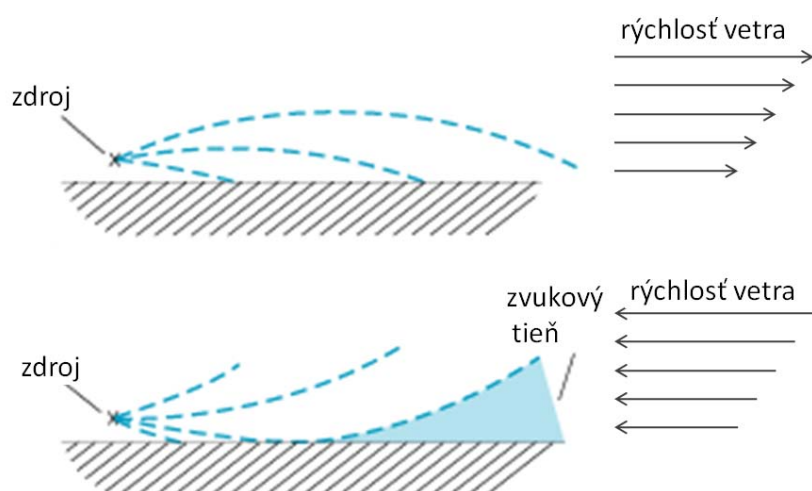


Obr.3. Šírenie zvuku pri teplotnej inverzii. Podľa [4].

4. Vplyv vetra na šírenie zvuku

Zvuk je vlnenie, ktoré je viazané na hmotné prostredie, to znamená, že pod rýchlosťou zvuku vždy rozumieme rýchlosť šírenia akustického rozruchu vzhľadom k prostrediu. Pokiaľ sa prostredie pohybuje ako celok vzhľadom k zemi, bude rýchlosť zvuku vzhľadom k zemi súčtom rýchlosti vetra a rýchlosti zvuku.

Rýchlosť vetra tiež nie je v celom priestore konštantná, ale obvykle je pri zemi najmenšia a s výškou rastie. Gradient rýchlosti vetra má podobný vplyv na ohyb zvukových lúčov ako gradient teploty, ale vzhľadom na skladanie vektorov rýchlosti sa zvuk pri kladnom gradiente rýchlosti vetra (t.j. rýchlosť vetra rastie s výškou) proti vetru ohýba nahor, zvuk po vetre nadol (Obr.4).



Obr.4. Ohyb zvukových lúčov v dôsledku gradientu rýchlosti vetra. Podľa [5].

Účinky vetra a teplotného gradientu sa môžu navzájom zosilňovať, alebo zoslabovať, podľa orientácie vetra a gradientu teploty.

5. Zvukový tieň

Keď sú zvukové lúče v dôsledku teplotného gradientu alebo gradientu vetra zakrivené nahor, vzniká v určitej vzdialenosti od zdroja oblasť zvukového tieňa. Ako už bolo spomínané, najvýraznejšie sa tento efekt prejavuje v lete cez deň, keď gradient teploty môže dosiahnuť hodnotu až 15 K/km. Keď sa k tomu pridá ešte vietor vhodného smeru, dochádza k zaujímavým situáciám, niektoré z nich sú opísané v knihe [6]. Autor opisuje mnohé prípady z obdobia americkej občianskej vojny, u nás známejšej pod názvom Vojna Severu proti Juhu. Velenie vojsk Konfederácie zo svojho veliteľského stanoviska malo panoramatický výhľad na menej ako dve míle vzdialený boj 91 tisíc vojakov pri Gainesovom mlyne (Battle of Gaines's Mill), jasne videli dym a záblesky streľby artilérie a mušket, ale nič nepočuli. V tom istom čase bolo zvuky boja počuť v 100 míľ vzdialenom Stauntone. Tento prípad je v histórii známy ako „tichá bitka“ (silent battle). Zvuky bitky pri Gettysburgu (1863, 160 tisíc bojujúcich vojakov) nebolo počuť v 10 km vzdialenosti, ale v 150 km vzdialenom Pittsburgu ich bolo jasne počuť.

Akustický tieň nebol len nevinnou zaujímavosťou. V časoch, keď neexistovalo rádio ani mobily, bola komunikácia medzi velením a vojenskými jednotkami uskutočňovaná prevažne akusticky. Vojenský trubači ovládali celý rad signálov, ktoré na pokyn veliaceho generála trúbili vojskám. Bola síce možnosť odovzdávať príkazy po rýchlych posloch, ale v priebehu bitky bol tento spôsob príliš pomalý. Veliaci generál preto zvyčajne zaujal pozíciu na vyvýšenine neďaleko bojiska a odtiaľ riadil celý boj. V orientácii mu samozrejme pomáhali aj zvuky bitky, prichádzajúce z bojiska. Preto narušenie zvukového spojenia mohlo mať katastrofálne následky pre výsledok bitky. Známa je bitka pri Five Forks neďaleko Petersburgu (1.4.1865), kde utrpela armáda Juhu rozhodujúcu porážku. Divízia Konfederácie pod velením Georga Picketta sa nachádzala len tri kilometre od miesta, kde prebiehala bitka medzi vojskom Severu pod velením generála Philipa Sheridana a silami Konfederácie. V dôsledku zvukového tieňa Pickett nič nepočul a spokojne si opekala ryby. Keď pritiahol so svojimi vojakmi na bojisko, bolo už neskoro. Sheridan zvíťazil a to donútilo generála Lee ustúpiť od Petersburgu.

6. Zakrivenie lúča

Zakrivenie zvukového lúča v stratifikovanom prostredí vplyvom gradientu rýchlosti zvyku môžeme jednoducho určiť pomocou Obr.5. Nech vo výške z zviera zvukový lúč s vodorovnou rovinou uhol α . Za čas Δt prejde dráhu $s = c \cdot \Delta t = AE$, pričom c je rýchlosť zvuku vo výške z . Podobne za ten istý okamžik prejde vlna vo výške z' dráhu $s' = c' \cdot \Delta t = DC$, pričom c' je rýchlosť zvuku vo výške z' . Bodom C vedme rovnobežku s úsečkou AD, na priesečníku s AE dostaneme bod B. Zrejme platí $AB = DC$. Označme $\Delta z = z - z'$, $\Delta c = c - c'$.

Zrejme $\Delta z = d \cdot \cos \alpha$. Lokálny polomer krivosti lúča vo výške z označme $R = AS$. Z podobnosti trojuholníkov SAE a CBE vyplýva

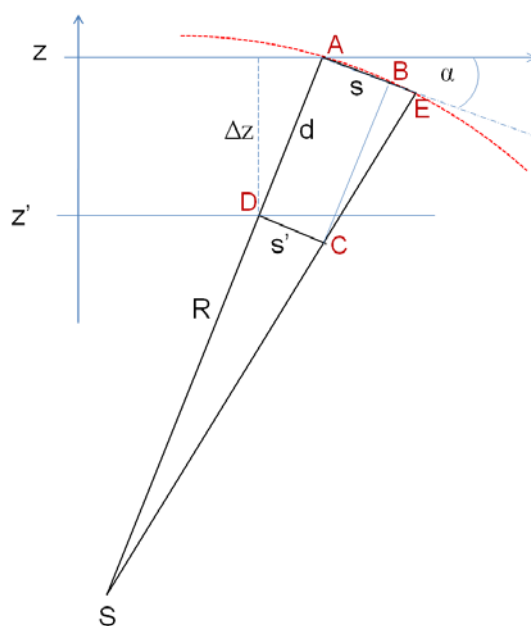
$$\frac{s - s'}{d} = \frac{s}{R}.$$

Vzhľadom k tomu, že platí

$$\frac{s - s'}{s} = \frac{c - c'}{c} = \frac{\Delta c}{c},$$

dostávame pre hľadaný lokálny polomer krivosti vzťah

$$R = \frac{c}{\cos \alpha} \left(\frac{\Delta c}{\Delta z} \right)^{-1}.$$

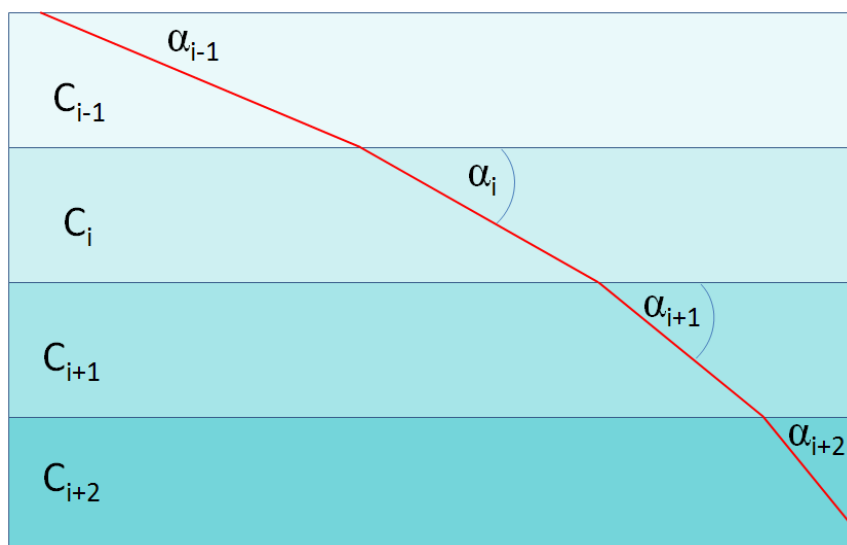


Obr.5. Odvodenie polomeru krivosti zvukového lúča

Obr.6 ukazuje zmenu smeru zvukového lúča s výškou z. Použitím zákona lomu pre rozhranie medzi jednotlivými vrstvami prostredia dostaneme (pozor, uhol meriame od roviny rozhrania, nie od kolmice!) vzťahy

$$\frac{\cos \alpha_{i-1}}{\cos \alpha_i} = \frac{c_{i-1}}{c_i}, \quad \frac{\cos \alpha_i}{\cos \alpha_{i+1}} = \frac{c_i}{c_{i+1}}, \quad \frac{\cos \alpha_{i+1}}{\cos \alpha_{i+2}} = \frac{c_{i+1}}{c_{i+2}}, \quad \dots$$

z ktorých vyplýva, že podiel $c/\cos \alpha$ je pre všetky hodnoty z rovnaký. Lokálny polomer krivosti teda závisí len od gradientu rýchlosti zvuku v danej výške. V prípade, že gradient rýchlosti dc/dz je konštantný, je polomer krivosti lúča všade rovnaký – lúče sú kruhové oblúky.



Obr.6. Zmena smeru zvukového lúča

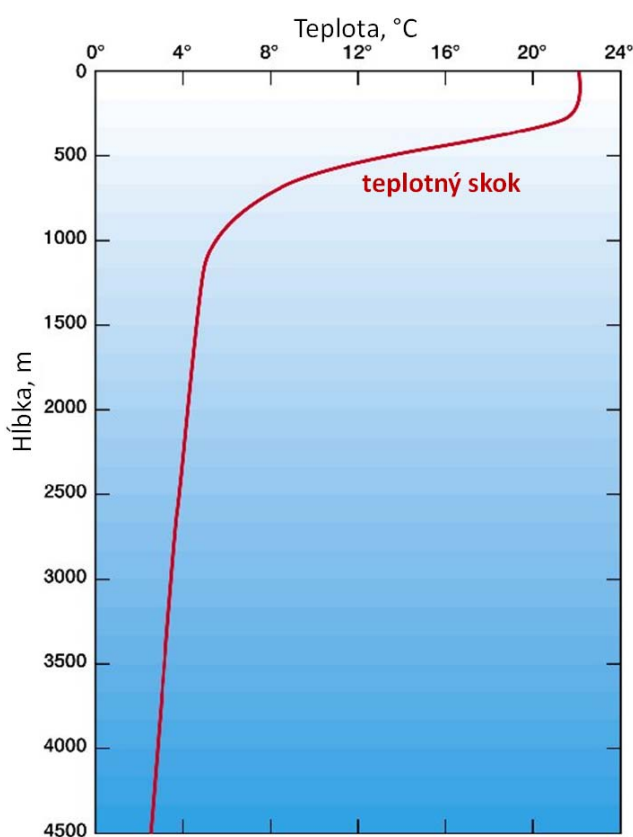
7. Akustika morí a oceánov

Venujme sa teraz šíreniu zvuku v kvapalnom prostredí. Je to predmetom skúmania akustiky morí a oceánov, často nazývanej aj hydroakustikou. Zvuk sa šíri v kvapaline rýchlosťou

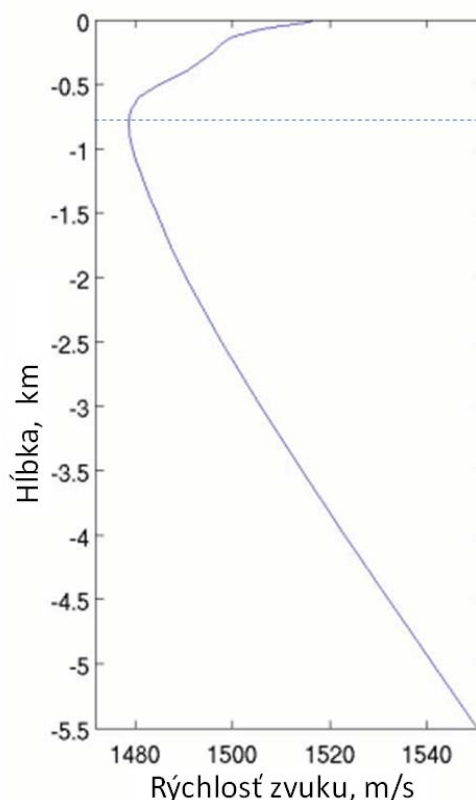
$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}},$$

kde K je modul objemovej pružnosti kvapaliny a ρ je jej hustota [1]. Obe veličiny závisia od teploty, tlaku a chemického zloženia danej kvapaliny. V prípade morí a oceánov od množstva rozpustených solí, tzv. salinity vody. Pri normálnych podmienkach je rýchlosť zvuku v slanej vode okolo 1450 m/s, v sladkej 1500 m/s [7].

Teplota vody v jazerách, resp. v moriach a oceánoch, je vo veľkých hĺbkach prakticky stála a má hodnotu okolo 4°C v sladkej vode, resp. 3°C v slanej vode. Na povrchu teplota závisí od zemepisnej šírky a ročnej doby, napr. v Perzskom zálive až 36°C, zatiaľ čo v polárnych oblastiach len -2°C. Typický priebeh teploty vody v oceáne ukazuje Obr.7. V hĺbke niekoľko sto metrov dochádza k prudkému poklesu teploty vody (teplotný skok, tzv. thermocline) a ďalej do hĺbky teplota rovnomerne pomaly klesá. Salinita vody sa z hĺbkou prakticky nemení, výrazné rozdiely sú len v zálivoch, kam ústia mohutné rieky – povrchové vrstvy sú sladké, pod nimi je vrstva slanej morskej vody. Tlak v oceáne rastie rovnomerne s hĺbkou podľa vzťahu $p = p_0 + \rho g h$.



Obr.7. Závislosť teploty oceánu od hĺbky. Podľa [8].



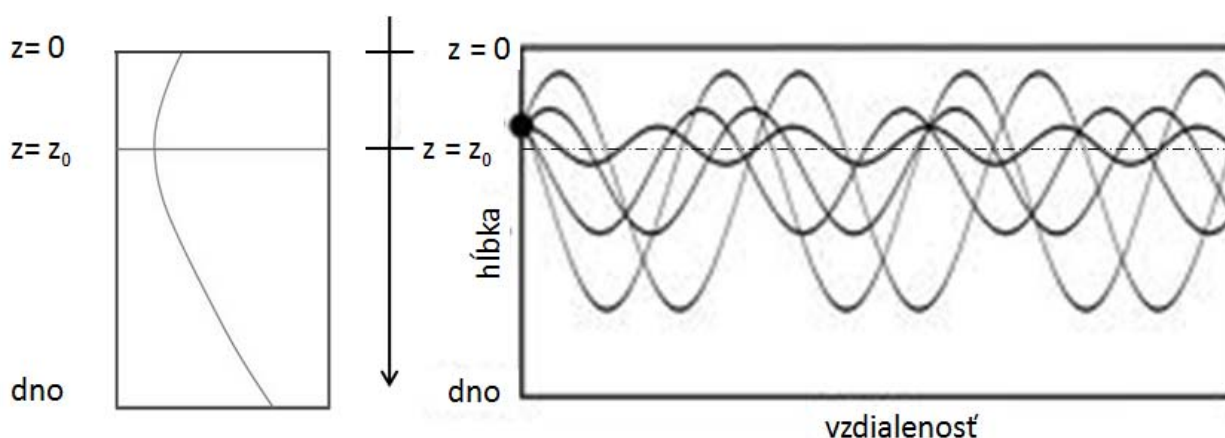
Obr.8. Typická závislosť rýchlosti zvuku v oceáne od hĺbky. Podľa [9].

Vplyv jednotlivých parametrov prostredia na rýchlosť zvuku vo vode vedie k typickému priebehu závislosti rýchlosti od hĺbky (Obr.8). Rýchlosť má v istej hĺbke minimum. Pri vhodných

meteorologických podmienkach možno pozorovať iný typ závislosti – rýchlosť zvuku od hladiny najprv rastie, v hĺbke niekoľko desiatok metrov má maximum, potom klesá k minimu v hĺbke niekoľko sto metrov a smerom ku dnu monotónne rastie.

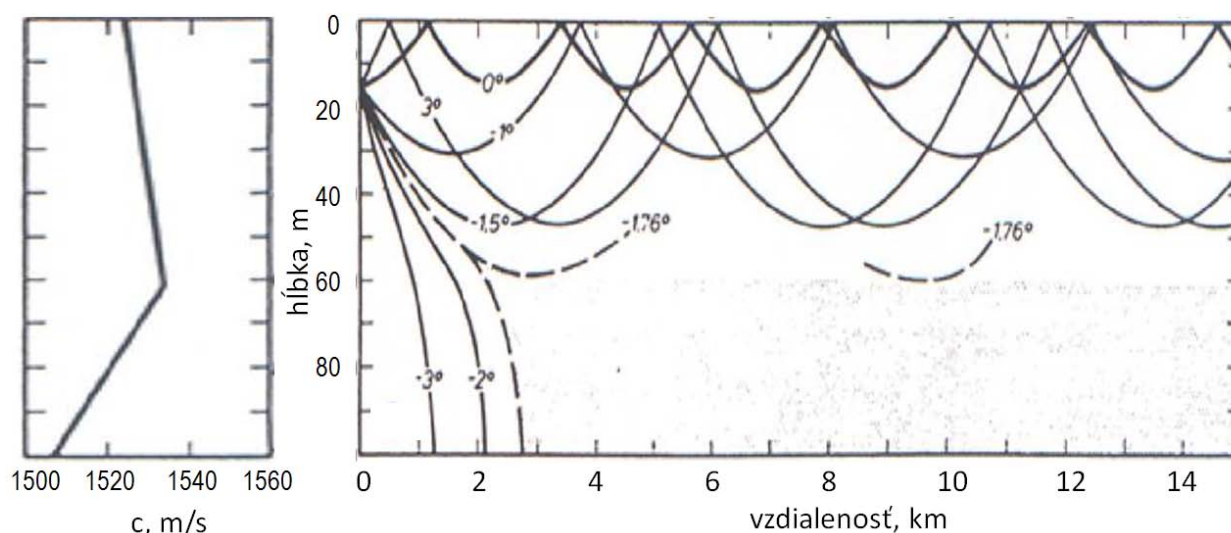
8. Šírenie zvuku v oceáne

Vyšetríme teraz šírenie zvuku v oceáne. Predpokladajme závislosť rýchlosti zvuku v oceáne od hĺbky podľa Obr.9. Súradnica z je orientovaná kolmo dole, pričom hodnota $z = 0$ zodpovedá hladina oceánu. V oblasti $0 < z < z_0$ rýchlosť zvuku klesá, v hĺbke $z = z_0$ nadobúda minimum a v oblasti $z > z_0$ stúpa. Zvukové lúče vychádzajúce zo zdroja pod morskou hladinou sa budú odkláňať na stranu menšej rýchlosti zvuku, t.j. v oblasti $0 < z < z_0$ budú zakrivené nadol, v oblasti $z > z_0$ sa zakrivia nahor (Obr.9). Výsledkom je, že sa zvuk s podvodného zdroja šíri len v úzkej oblasti okolo roviny $z = z_0$. Hovoríme, že zvuk sa šíri podmorským zvukovým kanálom.



Obr.9. Hlbokovodný zvukový kanál. Podľa [10].

Pomerne jednoducho sa dá spočítať, aký maximálny uhol s vodorovnou rovinou môže zviať zvukový lúč, aby nedopadol na hladinu oceánu, resp. aký maximálny záporný uhol, aby sa nepohltil na dne. Všetky lúče, ktoré vychádzajú zo zdroja v tomto intervale uhlov, budú oscilovať okolo osi zvukového kanála a intenzita zvuku v takomto kanáli bude klesať nepriamo úmerne vzdialenosti od zdroja, to znamená, že bude slabnúť podstatne pomalšie, ako keby sa zvuk šíril do celého priestoru. Napr. vo vzdialenosti 1000 km od zdroja bude zvuk 1000 krát slabší, ako vo vzdialenosti 1 km, zatiaľ čo pri šírení zvuku do všetkých smerov (sférická vlna) by bol zvuk vo vzdialenosti 1000 km zoslabený milión násobne. Hlbokovodný zvukový kanál v oceáne objavili nezávisle na sebe Leonid Brechovskich a Maurice Ewing [11].



Obr.10. Povrchový zvukový kanál. Podľa [10].

Ďalším dôležitým prípadom je situácia, keď v podpovrchovej vrstve rýchlosť zvuku s hĺbkou rastie (Obr.10). Na obrázku je zobrazený prípad, keď rýchlosť zvuku dosahuje maximálnu hodnotu v hĺbke 60 m, nad touto výškou sa zvukové lúče ohýbajú nahor a odrážajú sa od vodnej hladiny späť do oceánu. Pre zdroj v hĺbke 30 m sú vypočítané trajektórie lúčov s počiatočným sklonom k povrchu oceánu 3° , 0° , -1° , -1.5° , -2° a -3° . Mierka obrázku vo zvislom a vodorovnom smere je rôzna, skutočné trajektórie lúčov sú oveľa plytšie. Napr. lúč vychádzajúci vodorovne zo zdroja sa odráža od hladiny mora každých 2250 m, klesá do hĺbky 30 m. Lúč s počiatočným sklonom -1.76° je hraničným lúčom, pri svojom postupe sa dotýka roviny $z = -60$ m. Lúče s väčšou zápornou odchýlkou prejdú do oblasti opačného gradientu rýchlosti a zakrivia sa nadol, kde sa pohltia na morskom dne. Podrobnejšie sa s teóriou šírenia zvuku v oceáne čitateľ môže oboznámiť v knihe [12].

9. Dorozumievanie veľrýb

Veľryby, podobne ako delfíny, sú veľmi spoločenské zvieratá. Pretože v hĺbke je málo svetla, veľryby majú slabo vyvinutý zrak. Ich hlavným zmyslom je sluch. Navzájom sa dorozumievajú celou škálou zvukov od počuteľných až po ultrazvuk. Už v roku 1971 bola publikovaná práca [13], v ktorej sa upozorňuje na možnosť, že veľryby používajú podvodný zvukový kanál pre komunikáciu na veľké vzdialenosti, na stovky až tisíce km. Od tých čias túto hypotézu potvrdili mnohé výskumy. Niekedy používajú povrchový zvukový kanál, ale oblasti v oceáne, kde sú priaznivé podmienky pre existenciu takéhoto kanálu sa nevyskytujú príliš často. Obvykle veľryby používajú na komunikáciu hlbokovodný zvukový kanál, pričom nie je nutné, aby sa ponorili až do hĺbky osi kanála. Častejšie však komunikujú priamo medzi sebou na vzdialenosť stoviek m až niekoľkých km.

Aj keď veľryby patria medzi cicavce, dokážu sa ponárať na dlhý čas do veľkých hĺbok. rekordérom je vorvaň tupoносý, ktorý sa dokáže ponoriť do hĺbky viac ako 2 km a vydrží pod vodou až 2 hodiny. Jeho hmotnosť je okolo 50 ton, dĺžka 16-18 m (rekord 28 m, 150 ton). Dožije až 80 rokov. Zvuky, ktoré vydáva sa podobajú na krátke ťuknutie, ktoré využíva na echolokáciu, podobne ako netopier. Dlhšie série pukotania slúžia pravdepodobne na komunikáciu. Ďalším druhom veľryby je vráskavec dlhoplutvý. Má dĺžku 12-16 m, hmotnosť 25 - 36 ton. Migruje ročne až 26 tisíc km, dosahuje rýchlosť 50 km/hod. Je schopný sa ponoriť do hĺbky 200 m na pol hodiny. Zvuky ktoré vydáva sa podobajú ľudskej hudbe, preto sú známe ako veľrybí spev. Najväčším žijúcim tvorom na zemeguli je vráskavec obrovský, ktorého priemerná dĺžka je 30 m a hmotnosť 180 ton. Jeho spev je v rozmedzí frekvencií 10 – 40 Hz.

10. Záchrana pilotov v oceáne

Pred koncom druhej svetovej vojny, keď boli USA vo vojne s Japonskom, dostávali americkí piloti pred bojovými letmi nad oceán záchranný balíček, ktorý okrem lekárničky, nafukovacieho člna a zásoby vody a potravín obsahoval dve duté kovové guľky veľkosti pingpongových loptičiek. Piloti dostali inštrukciu, že ak sa im podarí prežiť zostrelenie a ocitnú sa v záchrannom člne na mori, majú hodiť jednu guľku do vody a čakať na záchranu. Ak pomoc nepríde do 24 hodín, hodiť do vody aj druhú guľku.

Guľka bola vyrobená tak, aby v určitej hĺbke pod tlakom vody praskla a rozbila sa. Takýto dej sa nazýva implózia a je (podobne ako explózia) doprevádzaný silným zvukovým efektom. Tlak bol zvolený tak, aby guľka praskla blízko osi hlbokovodného zvukového kanálu. Zvuk implózie sa zvukovým kanálom šíril na vzdialenosť tisícov km, takže ho mohlo zachytiť vojenské námorníctvo USA, ktoré malo na vhodných miestach oceánu lode vybavené citlivými hydrofónmi, spustenými do hĺbky zvukového kanálu. Pri zachytení signálu na najmenej troch lodiach (s určeným presného času prijatia signálu) bolo možné trianguláciou vypočítať presnú polohu zostreleného pilota. Metódu navrhol Maurice Ewing [4].

11. Roswellské UFO

V júli roku 1947 havaroval pri vojenskej základni v Roswelli tajomný objekt, ktorý novinári nazvali Roswellské UFO. Záhada zamestnávala americkú tlač niekoľko mesiacov a vláda USA bola obviňovaná, že utajuje kontakty s mimozemšťanmi. Pravda vyšla na povrch až v roku 1994, keď vláda USA odtajnila príslušné materiály o projekte MOGUL, ako o tom píše vo svojej knihe R.Muller [4].

Bolo to obdobie začínajúcej studenej vojny, keď USA mali monopol na atómovú bombu a žili v obavách, či ju náhodou nevyvinul aj Sovietsky Zväz. Pre Spojené štáty bolo veľmi dôležitým vedieť, či ZSSR neuskutočnil pokusný jadrový výbuch. V tých časoch neexistovali satelity ani nebola možnosť letecky monitorovať celý vzdušný priestor ZSSR, preto bolo treba nájsť inú metódu diagnostiky. Pri výbuchu atómovej bomby vzniká v atmosfére veľmi silná rázová vlna, ktorá sa šíri troposférou až do stratosféry. Na detekciu tejto vlny bol využitý stratosférický zvukový kanál. Ako je známe [3], teplota vzduchu vo vyšších vrstvách troposféry klesá až do výšky 10-12 km, v tropopauze je viac menej konštantná, a od výšky 18-20 km začína znovu stúpať. V stratosfére sa teda nachádza zvukový kanál, ktorým sa môže zvuk šíriť na obrovské vzdialenosti. A práve tento jav bol použitý na detekciu prípadných jadrových výbuchov protivníka. Projekt MOGUL spočíval vo vytvorení niekoľkých špeciálnych stratisferických balónov, vybavených citlivými mikrofónmi a aparátúrami na príjem nízkofrekvenčných zvukových vln. Jeden z takýchto balónov havaroval pri Roswelli. Kvôli utajeniu vláda USA podporovala kryciu verziu o mimozemšťanoch.

12. Záver

Fyzika je jednou z najdôležitejších disciplín, ktorá má priamy dopad na rozvoj civilizácie a najmä jej zásluhou využívame všetky výhody prístrojov a technológií, ktoré nás obklopujú. Na druhej strane, fyzici a fyzika má v súčasnej spoločnosti veľmi nízku popularitu a jej význam si málokto uvedomuje. Je preto veľmi dôležité popularizovať fyziku a neustále poukazovať na jej prínos pre priemysel, lekárstvo, a všetky oblasti ľudskej činnosti. Dúfame, že materiál uvedený v článku prispeje umožní učiteľom stredných a základných škôl k zvýšeniu záujmu žiakov a študentov o fyziku.

Literatúra

- [1] ILKOVIČ, Dionýz. 1969. *Fyzika I*, Bratislava: Alfa, 1969. 496 s.
- [2] Dostupné na: < <http://www.sengpielaudio.com/calculator-airpressure.htm> >
- [3] BEDNÁR, Jan. 2003. *Meteorologie*, Praha: Portál, 2003. 224.s. ISBN: 8071786535
- [4] MULLER, Richard A. 2005 *Physics for Future presidents. Ch.7 Waves*. Dostupné na < http://muller.lbl.gov/teaching/physics10/PffP_textbook/PffP-07-waves-5-27.htm >
- [5] The Free Dictionary by FARLEX. Atmospheric Acoustics. Dostupné na < <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Atmospheric+acoustics> >
- [6] ROSS, Charles D. 2001. *Civil War Acoustic Shadows*, Shippensburg: White Mane Books, 2001, 174 p. ISBN 1572492546
- [7] LURTON, Xavier. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustics*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer verlag, 2002. 435 p. ISBN 3-540-42967-0
- [8] Windows to the Universe. Dostupné na < <http://www.windows2universe.org/> >
- [9] Wikipedia. Dostupné na < <http://en.wikipedia.org/wiki/File:SOFAR.png> >
- [10] MetEd. Dostupné na < <https://www.meted.ucar.edu/> >
- [11] Wikipedia. Dostupné na < http://en.wikipedia.org/wiki/Leonid_Brekhovskikh >
- [12] BRECHOVSKICH, Leonid M. 1957. *Volny v sloistych sredach*, Moskva, Leningrad: Izd. AN SSSR, 1957. 502 s.
- [13] PAYNE, Roger and WEBB, Douglas. 1971. *Orientation by Means of Long Range Acoustic Signaling in Baleen Whales*. In: Annals N.Y. Acad. Sci., vol. 188, 1971, p.110

Adresa autora

Prof. RNDr. Juraj Slabeycius, CSc.
Kat. fyziky, Pedagogická fakulta KU
Hrabovská cesta 1
034 01 Ružomberok
e-mail: juraj.slabeycius@ku.sk

FYZIKA OKOLO NÁS – ONLINE DATABÁZA SIMULÁCIÍ

Miriám Spodniaková Pfefferová

Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica

Abstrakt: *Fyzika okolo nás* je multimedialný portál, ktorý bol vytvorený na Katedre fyziky FPV UMB. Portál obsahuje súbor simulácií z rôznych oblastí mechaniky, ktoré sú určené prevažne pre žiakov SŠ, ale vybrané simulácie je možné použiť aj pri vyučovaní tém s fyzikálnym obsahom na ZŠ. Ku každej simulácii je vytvorený pracovný list pre žiaka, ale aj metodický list pre učiteľa s návodmi a poznámkami týkajúcimi sa použitia vybranej simulácie na vyučovaní. Cieľom prezentácie je predstaviť tento portál a prezentovať vybrané ukážky vytvorených simulácií spolu s návodmi na ich použitie.

Kľúčové slová: *simulácia, mechanika, vyučovanie fyziky*

Úvod

Počítače, ak chceme byť presnejší, tak digitálne technológie, už dávno nie sú neznámym pojmom ani v školstve. V ideálnych podmienkach by mali mať vyučujúci na škole k dispozícii prevodníky, senzory, počítače, interaktívne tabule a ďalšie technológie, ktoré môžu byť pre vyučovanie prínosom, avšak realita je v mnohých ohľadoch iná. Samotný hardvér je ale zbytočný, pokiaľ nemáme k dispozícii vhodné programy/aplikácie, ktoré je možné s daným hardvérom využívať. Programov, resp. aplikácií, ktoré sú vhodné na použitie na vyučovaní je množstvo, či už sú to voľne šíriteľné alebo platené verzie.

V príspevku sa bližšie pozrieme len na jednu z možností využívania digitálnych technológií vo vyučovaní, konkrétne na problematiku používania simulácií. V súčasnosti je na internete možné nájsť množstvo simulácií/appletov/fyzletov určených na vyučovanie fyziky, či už na úrovni nižšieho alebo vyššieho sekundárneho vzdelávania. Mnohokrát je rozdiel len v názve, pretože simulácie ako aj applety (fyzlety) sú založené na exaktnom matematickom modeli a samotná simulácia je už len vizualizáciou daného modelu. O simuláciách môžeme hovoriť, keď sú vytvorené v nejakom vhodnom programovom prostredí na to určenom, ako je napr. Interaktívna fyzika alebo Modellus. Appletmi, resp. fyzletmi nazývame simulácie vytvorené v programovacom jazyku Java, pričom na ich spustenie je potrebný webový prehliadač.

Na tomto mieste je dôležité upozorniť, že simulácie ako aj applety (fyzlety) by mali najmä dopĺňať reálny experiment a byť prídavným zdrojom informácií pre žiaka. V žiadnom prípade by nemali nahrádzať reálny experiment tam, kde podmienky v školskom laboratóriu umožňujú realizáciu reálneho experimentu. Správne využitie simulácie na vyučovaní zvyšuje názornosť vyučovacieho procesu, tj. ťažko pochopiteľný matematický model fyzikálnej reality, s ktorým sa žiaci často stretávajú, dostáva konkrétnu podobu a prispieva k zvyšovaniu názornosti preberaného učiva.

Pri snahe implementovať takéto prostriedky do vyučovacieho procesu narazíme na niekoľko problémov. Prvým problémom je, že jazyk simulácie, v mnohých prípadoch, nie je slovenský, čo môže žiakom spôsobovať problémy napriek tomu, že výučba cudzích jazykov je na školách povinná. Druhým, nie menej závažným problémom je, že obsah simulácií/appletov nie je v súlade s našimi vzdelávacími štandardami a ich použitie vo vyučovaní je problematické.

Z uvedených dôvodov nebudeme rozoberať možnosti, ktoré nám poskytuje internet v tejto oblasti, ale predstavíme portál s názvom *Fyzika okolo nás*, ktorý bol vytvorený na Katedre fyziky FPV UMB.

1 Predstavenie portálu *Fyzika okolo nás*

Portál *Fyzika okolo nás* (<http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/FON/>) vznikol s cieľom vytvoriť databázu simulácií, ktoré budú prispôsobené obsahu školskej fyziky na Slovensku. Simulácie prístupné na tomto portáli sú vytvorené v programe Interaktívna fyzika (Interactive Physics) a vzhľadom na možnosti daného programu, sú zamerané len na rôzne oblasti mechaniky – kinematika, dynamika, gravitačné pole a kmitanie.

Nevýhodou vytvorených simulácií je, že nie sú publikovateľné priamo na webovských stránkach ako napríklad applety. Existuje ale možnosť stiahnuť si z portálu balík vytvorených simulácií spolu s voľne šíriteľnou verziou programu Interaktívna fyzika priamo do počítača a začať ich využívať.

V snahe podporiť a uľahčiť používanie vytvorených simulácií na vyučovaní, boli ku každej simulácii vytvorené pracovné listy pre žiaka, ako aj metodické návody pre učiteľa. Štruktúra týchto pracovných listov vychádza zo štruktúry pre reálne experimenty vytvorenej v rámci projektu ComLab (Holec a kol, 2004) a je prispôbená potrebám vytvorených simulácií. Možnosť zvoliť si medzi žiackymi a metodickými pracovnými listami má užívateľ hneď na úvodnej stránke tohto portálu (Obr. 1).



Obr. 1 Úvodná stránka portálu *Fyzika okolo nás*

1.1 Štruktúra portálu

Po výbere žiackych alebo metodických pracovných listov (Obr. 1) sa otvorí hlavná stránka, kde je na ľavej strane (záložka *Úvod*) možné nájsť základné informácie o aktivitách na portáli (Obr.2), a to o *počítačom podporovaných experimentoch* (ktoré sú len okrajovou záležitosťou na predstavenom portáli) a o *simulovaných modelových experimentoch* (= experiment, pri ktorom je poznávacím objektom simulácia).

Na tomto mieste je možné nájsť aj informácie o už spomínanom programe Interaktívna fyzika – opis programu, návod na prácu s programom a pod.



Obr. 2 Ukážka portálu *Fyzika okolo nás*, časť určená pre žiaka

Ako už bolo spomenuté vyššie, simulácie sú podľa zamerania rozdelené do niekoľkých oblastí a tomu je prispôsobená aj štruktúra portálu. Okrem záložky *Úvod*, portál obsahuje aj záložky pomenované podľa jednotlivých tematických oblastí – *Kinematika*, *Dynamika*, *Gravitačné pole* a *Kmitanie* (Obr. 3).



Obr. 3 Štruktúra portálu

Po výbere simulácie z ľubovoľnej oblasti sa objaví úvodná stránka k nej prislúchajúceho pracovného listu. Okrem motivačnej časti, úvodná stránka obsahuje aj názov súboru vybranej simulácie, ale aj odkaz *Interaktívna fyzika*, pomocou ktorého si užívateľ stiahne program *Interaktívna fyzika* spolu so súborom simulácií (rozdelených do adresárov pomenovaných podľa názvov tematických oblastí) do počítača. Uvedený program nie je potrebné inštalovať. Stačí ho len nahráť na určené miesto a začať používať. V pracovnom liste (žiackom ale aj metodickom) sa užívateľ pohybuje pomocou šípok (Obr. 4).



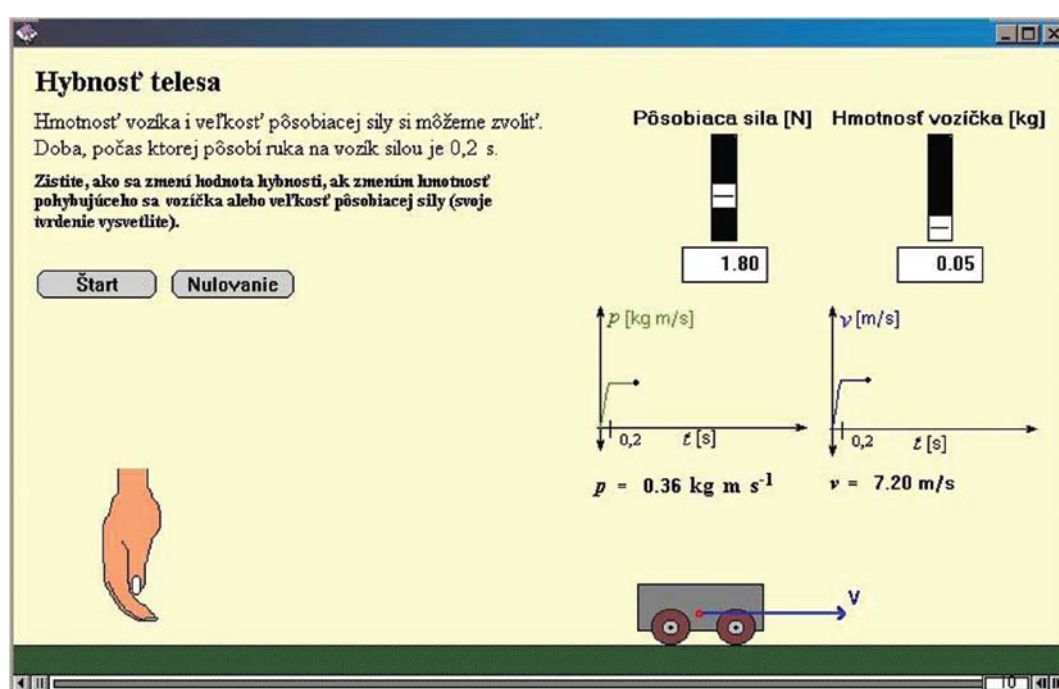
Obr. 4 Ukážka úvodnej obrazovky pracovného listu k zvolenej simulácii

V nasledujúcej časti príspevku predstavíme niekoľko simulácií, ktoré je možné nájsť na portáli *Fyzika okolo nás*.

2 Ukážky vytvorených simulácií

2.1 Hybnosť telesa

Prvá simulácia približuje samotný pojem *hybnosť*. Zaoberá sa skúmaním závislosti hybnosti telesa od veľkosti pôsobiacej sily a od hmotnosti telesa. Zmenu rýchlosti a hybnosti vozíka pri zmene týchto vstupných parametrov môžeme pozorovať na grafoch závislosti rýchlosti a hybnosti od času (Obr. 5). Simulácia názorne ukazuje, že hybnosť vozíka sa pri zmene jeho hmotnosti nezmení, zmení sa len jeho rýchlosť.

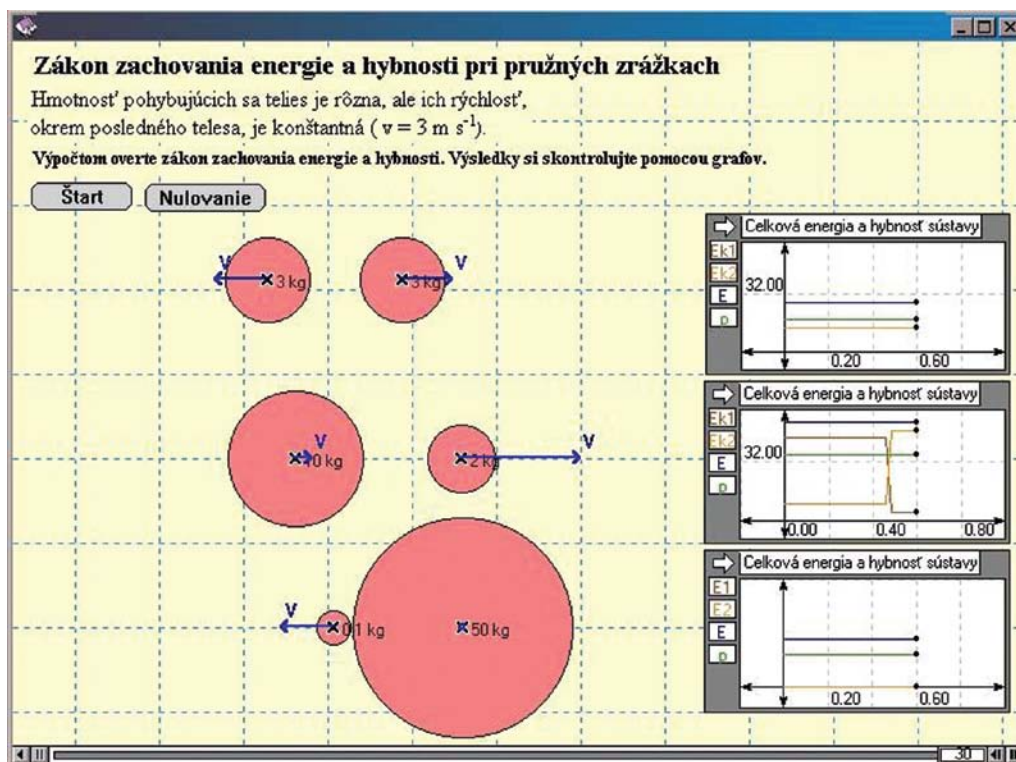


Obr. 5 Hybnosť telesa

Simulácia môže slúžiť ako demonštračná pomôcka pre vyučujúceho, ale môže sa použiť aj ako problémová úloha. Jej súčasťou je preto aj znenie úlohy pre žiakov. Žiakov zároveň môžeme podnietiť k uvažovaniu nad otázkou: „Prečo hybnosť i rýchlosť telesa v závislosti od času najprv rastú a potom majú konštantný priebeh?“

2.2 Zákon zachovania energie a hybnosti pri pružnej zrážke

Nasledujúca simulácia (Obr. 6) sa zaoberá platnosťou zákonov zachovania v rôznych prípadoch študovaného mechanického deja – pružnej zrážky dvoch telies. Po spustení simulácie môžeme sledovať správanie sa telies s rôznymi hmotnosťami pred aj po zrážke. Na grafoch sledujeme závislosť hybnosti a energie od času. Grafy môžeme zmeniť na číselné, resp. analógové, a výpočtom overovať platnosť zákonov zachovania.

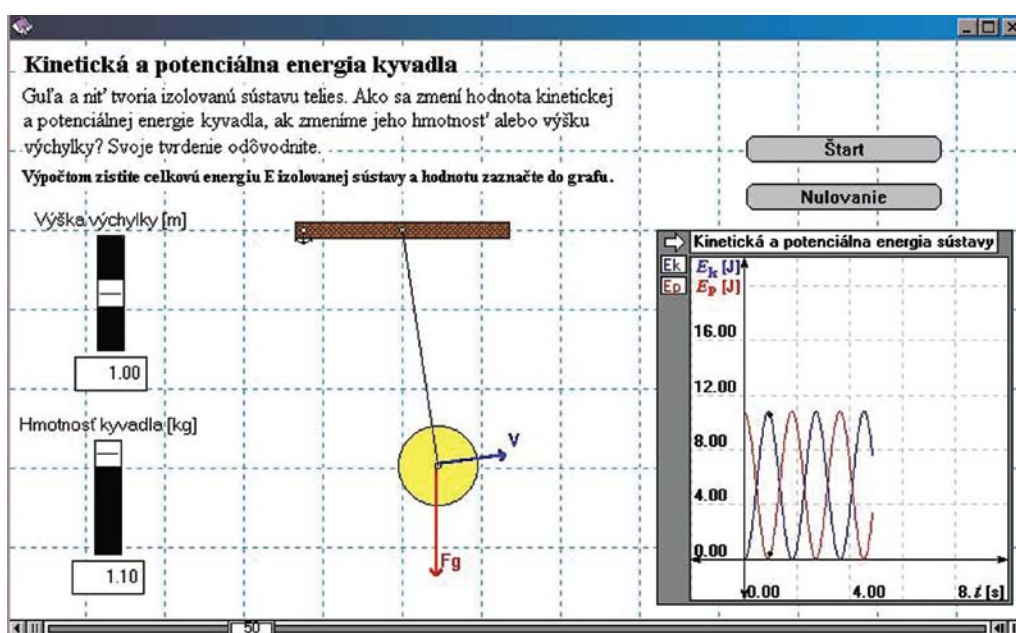


Obr. 6 Zákon zachovania energie a hybnosti pri pružných zrážkach

2.3 Kinetická a potenciálna energia kyvadla

V simulácii je spracovaná téma *zákon zachovanie energie* na príklade pohybujúceho sa kyvadla. Súčasťou simulácie je i graf závislosti kinetickej a potenciálnej energie od času, na ktorom je jasne viditeľná premena potenciálnej energie na kinetickú a naopak (Obr. 7).

Pomocou ovládacích prvkov môžeme meniť výšku vychýlenia kyvadla a jeho hmotnosť a následne sledovať, ako sa pri zmene týchto dvoch parametrov zmení priebeh kinetickej a potenciálnej energie. Žiakom tiež možno zadať úlohu zaznačiť do grafu závislosť celkovej energie od času.



Obr. 7 Kinetická a potenciálna energia kyvadla

3 Použitie vytvorených simulácií na vyučovaní

Spôsob realizácie simulovaného modelového experimentu, kde je poznávacím objektom simulácia, je takmer totožný so spôsobom uplatňovaným pri reálnych experimentoch. Rozdiel je len v tom, že materiálnu realizáciu experimentu nahradzuje spustenie simulácie a práca s ňou (napr. zmena vstupných parametrov a pod.).

Vyučovací proces poskytuje veľké množstvo možností využitia simulácií. Vhodný priestor na ich použitie vo vyučovacom procese môžeme nájsť v každej etape vyučovacej hodiny – ako pri motivácii žiakov, preberaní a vysvetľovaní nového fyzikálneho javu, tak aj vo fáze preverovania získaných poznatkov. Pri používaní simulácie vo vyučovacom procese musíme dbať na dodržiavanie všeobecných didaktických zásad platných pre vyučovací proces. Pre používanie takéhoto druhu experimentov vo vyučovaní platia isté špecifické požiadavky. Pri ich definovaní vychádzame z požiadaviek kladených na spôsob používania demonštračného experimentu:

- simulovaný modelový experiment musí byť použitý v tej fáze vyučovacieho procesu, kde bezpodmienečne patrí, tj. simulácia ako poznávací objekt modeluje fyzikálnu skutočnosť, ktorá je predmetom skúmania na vyučovacej hodine,
- ak simulácia modeluje viac fyzikálnych skutočností, je vhodné v danej fáze vyučovacej hodiny predviesť len tú, ktorá bezprostredne súvisí s preberanou témou (s jednoduchosťou simulácie súvisí pochopiteľnosť a názornosť),
- dôležité je nepoužívať nadmerné množstvo simulovaných modelových experimentov – klesá záujem a koncentrácia žiakov, žiaci strácajú prehľad o predvádzaných fyzikálnych javoch.

V prvej fáze vyučovacej hodiny môžeme použiť simuláciu na podporu výkladu. Vďaka vizualizácii zložitých matematických modelov, simulácia prispieva k rýchlemu pochopeniu novej látky. Podporuje nielen názornosť vyučovania, ale zvyšuje aj aktivitu žiakov na vyučovacej hodine. Vyučujúci môže pri používaní simulácie cieľavedome zasahovať do pozorovaného fyzikálneho javu, a tým navodzovať súbor problémových situácií pre žiaka. Dôležité je, aby pri tejto činnosti do popredia vystúpili nevyhnutné elementy vedúce k pochopeniu daného javu. Ak sa pred žiakom objaví príliš náročná úloha, vyučujúci nie je odkázaný len na slovnú pomoc určenú žiakom. Simulácia mu dáva možnosť zmeniť parametre a predviesť jav s novými vstupnými podmienkami. Pomoc je žiakovi sprostredkovaná formou ďalšieho sekundárneho problému, nie slovnou informáciou. Používanie simulácií spolu s pedagogickým pôsobením učiteľa poskytuje žiakovi množstvo príležitostí využívať pri riešení problémových situácií postupy analýzy – syntézy, indukcie – dedukcie, atď.

Simulácia môže slúžiť aj ako prostriedok na zadanie fyzikálnej problémovej úlohy. Žiak môže meniť vstupné parametre fyzikálneho javu a na základe už osvojených poznatkov a priebehu simulácie odpovedať na otázku: „Čo sa stane, ak ...“. Tu vzniká priestor, aby sa žiaci prejavili tvorivo a produkovali množstvo odpovedí na položenú otázku a svoje tvrdenia si overili pomocou simulácie.

Na jednoduchšie dosiahnutie výchovno-vzdelávacieho cieľa stanoveného pre používanie vybranej simulácie sú k dispozícii už spomínané pracovné listy pre žiaka a učiteľa.

Záver

Predstavený portál *Fyzika okolo nás* bol vytvorený so zámerom poskytnúť učiteľom fyziky doplnkový materiál, ktorý je možné bez problémov a ďalších nákladov využívať na vyučovaní, a tým podporiť experimentálnu činnosť žiakov. Napriek tomu, že portál vznikol ešte pred zavedením školskej reformy do praxe, poskytuje dostatočné množstvo simulácií použiteľných aj pri

súčasnej štruktúre a rozsahu školskej fyziky. Veríme, že ponúkané simulácie zvýšia názornosť preberaného učiva a pomôžu vyučujúcim pri objasňovaní fyzikálnych zákonitostí.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA 3/7086/09 s názvom *Virtuálne laboratórium fyziky – on-line databáza experimentov prírodovedného charakteru*.

Literatúra

Fyzika okolo nás, [online], [citované dňa 1. 6. 2011]. Dostupné na internete: <<http://www.fpv.umb.sk/kat/kf/FON>>

HOLEC, S. a kol. 2004. *Integrovaná prírodoveda v experimentoch*. 1. vyd. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB, Medzinárodný projekt Leonardo da Vinci II N°. SI 143008 Computerised Laboratory in Science and Technology Teaching, 2004. 216 s. ISBN 80-8055-902-3

Interactive Physics, [online], [citované dňa 1. 6. 2011]. Dostupné na internete: <<http://www.design-simulation.com/ip/simulationlibrary/flash-simulations.php>>

Spodniaková Pfefferová, Miriam 2005: *Experimenty v školskej fyzike s podporou informačných a komunikačných technológií*. Banská Bystrica: FPV, 2005.

Adresa autora

PaedDr. Miriam Spodniaková Pfefferová, PhD.,

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici

Tajovského 40

974 01 Banská Bystrica

e-mail: miriam.spodniakova@umb.sk

VZDIALENÉ EXPERIMENTY Z OBLASTI ELEKTRONIKY PASÍVNYCH OBVODOV

Lukáš Tkáč^{1,2}, František Schauer²

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava

² Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta Trnava

Abstrakt: Príspevok prezentuje možnosti využitia vzdialených experimentov vo výchovno-vzdelávacom procese. Prezentované experimenty sú rozdelené do dvoch oblastí, konkrétne na oblasť jednosmerných obvodov a oblasť striedavých obvodov. Zostavené sú laboratórnym hardvérom ISES (Inteligentný Školský Experimentálny Systém) a prepojenie „užívateľ – experiment“ zabezpečuje softvér ISES WEB CONTROL. Tieto experimenty sú umiestnené na Katedre fyziky Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity.

Kľúčové slová: vzdialené experimenty, e-laboratórium, elektrina, ISES (Inteligentný školský experimentálny systém)

Úvod

Vzdialené experimenty sú novým progresívnym prvkom vyučovania [1]. Ich zavádzanie do výchovno-vzdelávacieho procesu podmieňuje rozvoj informačno-komunikačných technológií a ich uplatňovanie vo výučbe. Implementovaním vzdialených experimentov ako výkonného prostriedku môžeme vyučovací proces zefektívniť, čím sa prispeje k lepšiemu pochopeniu preberaného učiva. S podmienkou zefektívnenie výučby je úzko prepojená, nová stratégia vyučovania – Integrovaný e-Learning, t.j. prístup k vyučovaniu fyziky z novej perspektívy. Táto stratégia v sebe zahŕňa využívanie vzdialených experimentov a tvorí jeho nosnú časť.

1. Experiment ako súčasť vzdelávania

V súčasnosti sa čoraz viac stretávame s fenoménom nevelkej prepojenosti reálneho života prípadne reálneho sveta so samotným vzdelávaním. Už pohľad do minulosti nasvedčuje, že napr. výučba fyziky bola odkázaná v prvom rade na experiment a s ním spojené vnímanie reality sveta. Je to experiment, ktorý študentovi ponúka možnosť nahliadnuť do fyzikálnej podstaty tohto sveta, avšak, bežná prax reflektuje práve opak týchto pochodov a z vyučovacích hodín fyziky sa vytráca nielen samotný experiment, ale niektorí učitelia mu pripisujú aj čoraz menší význam.

Prirodzeným rámcom fyziky je, že je to veda experimentálno-teoretická, kde primárne metódy skúmania, ale predovšetkým verifikácie, sú experimentálne. V pedagogickej praxi však došlo k oddeleniu jednotlivých metód a dnes sme svedkami toho, že fyzika sa učí v prevažnej miere ako teoretická disciplína dopĺňaná (na vysokých školách často s jednosemestrálnym časovým posunom) laboratórnymi cvičeniami, väčšinou orientovanými na zmeranie hodnoty nejakej konkrétnej fyzikálnej veličiny. Takže došlo kakémusi umelému oddeleniu dvoch pohľadov na fyziku, pričom pohľad experimentátora, menovite úloha experimentu vo fyzikálnom poznávaní, je potlačená [2].

Táto situácia núti zamyslieť sa nad osudom samotnej fyziky. Nedostatočné vybavenie na školách, obmedzený prístup študentov k pomôckam a rovnako tak k laboratóriám núti uberať sa presne opačným smerom, ako by sa fyzika uberať mala.

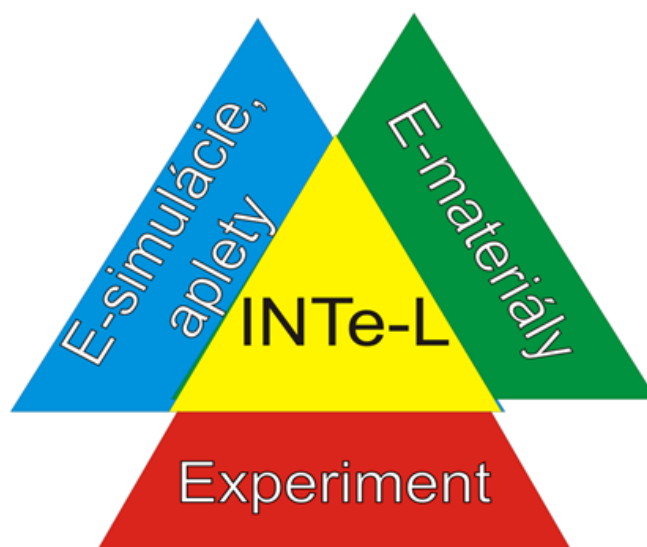
Dnešná doba, v dôsledku dynamického vývinu IKT, prináša do škôl nové spektrum možností využitia. Súčasná technika, zahŕňajúca hardware a rovnako tak aj software, poskytuje možnosť využiť tieto prvky inovatívnym spôsobom. Konkrétnym prípadom sú vzdialené experimenty zriadené v e-laboratóriách, kde sa stávajú viac dostupnými [3].

2. Integrovaný e-Learning (INTe-L)

INTe-L je stratégia vyučovania prírodovedných a technických predmetov, založená na priamej možnosti využitia reálneho, reálneho vzdialeného a virtuálneho experimentu vo vyučovaní, ktorým sa vlastne dopĺňa štandardný e-learning o chýbajúci článok – experiment [4]. Prostredníctvom experimentu a experimentovania môžu žiaci lepšie pochopiť význam abstraktných pojmov, ktoré pri klasickom vyučovaní v mnohých prípadoch len kvantitatívne absorbovali, bez záujmu a ich hlbšieho porozumenia. Pri tejto stratégii vyučovania je dôležité postupovať od pozorovania k vytváraniu pojmovej štruktúry a modelov, až po zoznámenie sa s príslušnými prírodovednými zákonmi. Implementácia tejto stratégie do vyučovacieho procesu je pomerne náročná, a uskutočniteľná iba za podpory IKT.

INTe-L je koncipovaný nasledovane [5]:

- e-experiment – na základe ktorého si žiaci tvoria vlastné hypotézy (je to fáza bez nových cudzích pojmov a bez teórie,
- e-simulácie, aplety – pomocou nich sa namodelujú javy a deje, ktoré žiaci sledovali v reálnych podmienkach (dávajú informáciu o rozdieloch reálnych pokusov a optimálnych podmienkach; okrem toho dovoľujú vidieť to, čo nie je viditeľné voľným okom),
- e-materiály – zhrnutie pojmov a záverov s pomocou e-učebníc, e-skript a pod., pretože vedecké postupy umožňujú identifikovať alebo formulovať vedecké otázky, a pomocou nich porozumieť jednotlivým súvislostiam.



Obr. 1: Schéma Integrovaného e-learningu

3. Vzdialené experimenty z oblasti Elektriny

Prvé slovenské e-laboratórium, voľne prístupné z adresy <http://kf.truni.sk/remotelab> je fyzicky umiestnené v laboratóriu Katedry fyziky Trnavskej Univerzity v Trnave v nepretržitej prevádzke. Experimenty sú budované na báze systému ISES so softwarom ISES WEB CONTROL a s využitím štandardných WWW prehliadačov [6]. Obr. 2 prezentuje tento systém – software, hardware - ovládací panel, interfejsovú dosku, moduly (meracie zariadenia). E-laboratórium v súčasnosti z oblasti elektriny ponúka viacero experimentov. V tomto príspevku sa venujeme prezentácii dvoch experimentov a to konkrétne z oblasti striedavých obvodov – „Prenos energie v oscilátoroch“ - http://remotelab3.truni.sk/transfer_energy.html, a jednosmerných obvodoch – „Výkon v obvode s jednosmerným zdrojom“ - <http://remotelab7.truni.sk/>.



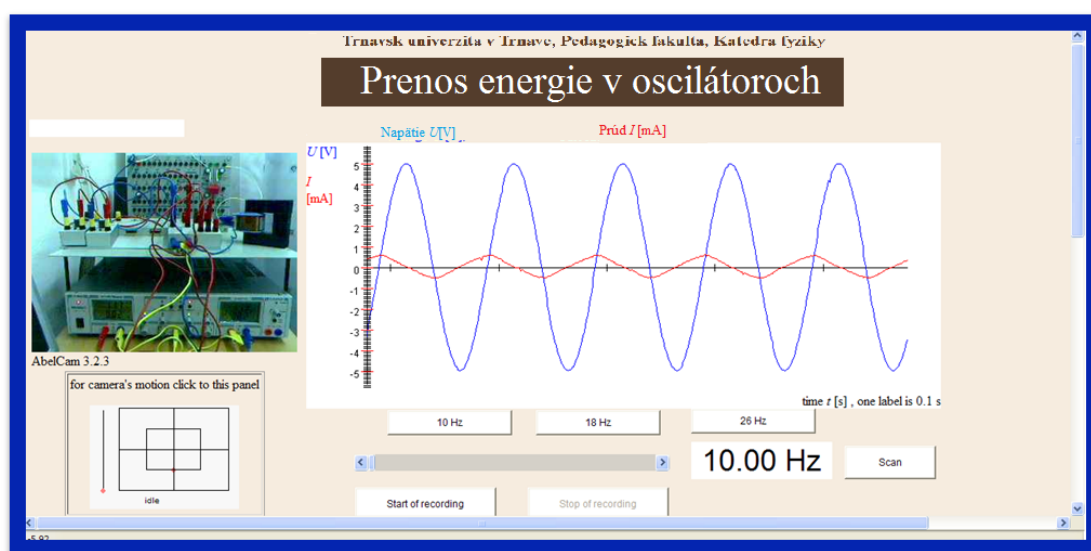
Obr. 2: ISES – Inteligentný Školský Experimentálny Systém [7]

3.1 Prenos energie v oscilátoroch

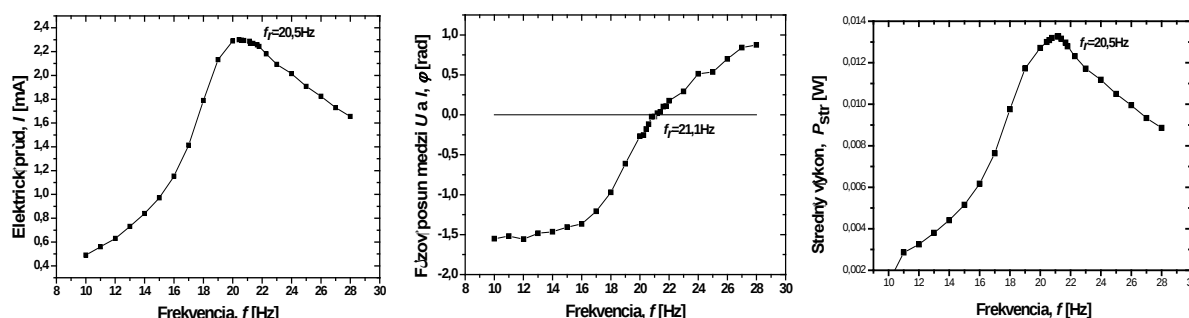
Vzdialený experiment (Obr.3) je zostavený zo zdroja striedavého napätia s meniacou sa výstupnou frekvenciou signálu, sériového obvodu diskretných prvkov RLC, Ampérmetra a Voltmetra. Experiment užívateľovi ponúka možnosť merania signálov prúdu a napätia (červená a modrá krivka na Obr. 3), ich fázový posun vo frekvenčnom pásme 10 až 28 Hz. Pri rezonančnej frekvencii je amplitúda prúdu maximálna. Elektrický prúd je pri tejto frekvencii vo fáze s budiacim napätím. Prenos energie zo zdroja budiaceho signálu do záťaže je takisto maximálny, o čom svedčí aj vyhodnotené meranie študentmi na Obr. 4. Experiment poskytuje možnosť podrobnej analýzy amplitúdovej a fázovej charakteristiky, na základe frekvenčnej závislosti, pričom je možné pozorovať aktuálny priebeh elektrického prúdu a napätia.

Úlohy, ktoré majú študenti v tomto experimente merať sa dajú prispôbiť preberanému učivu, prípadne činnosti, akou sa študent zaoberá. Vo väčšine prípadoch majú študenti nasledovné zadania (laboratórne cvičenie, súčasť skúšky, a i.):

- Štúdium jednotlivých komponentov obvodu RLC, s ohľadom na ich vlastnosti – amplitúdová charakteristika ($I_o=f(f)$), fázová charakteristika ($\varphi_o=f(f)$) v závislosti od zmeny frekvencie budiaceho napätia.
- Určenie závislosti efektívneho výkonu P_{ef} od frekvencie budiaceho napätia zdroja pripojeného k záťaži.



Obr. 3: Webová stránka vzdialeného experimentu „Prenos energie v oscilátoroch“, pozri URL adresu: http://remotelab3.truni.sk/transfer_energy.html



Obr. 4: Vyhodnotenie vzdialeného experimentu „Prenos energie v oscilátoroch“ študentmi

3.2 Výkon v obvodu s jednosmerným zdrojom

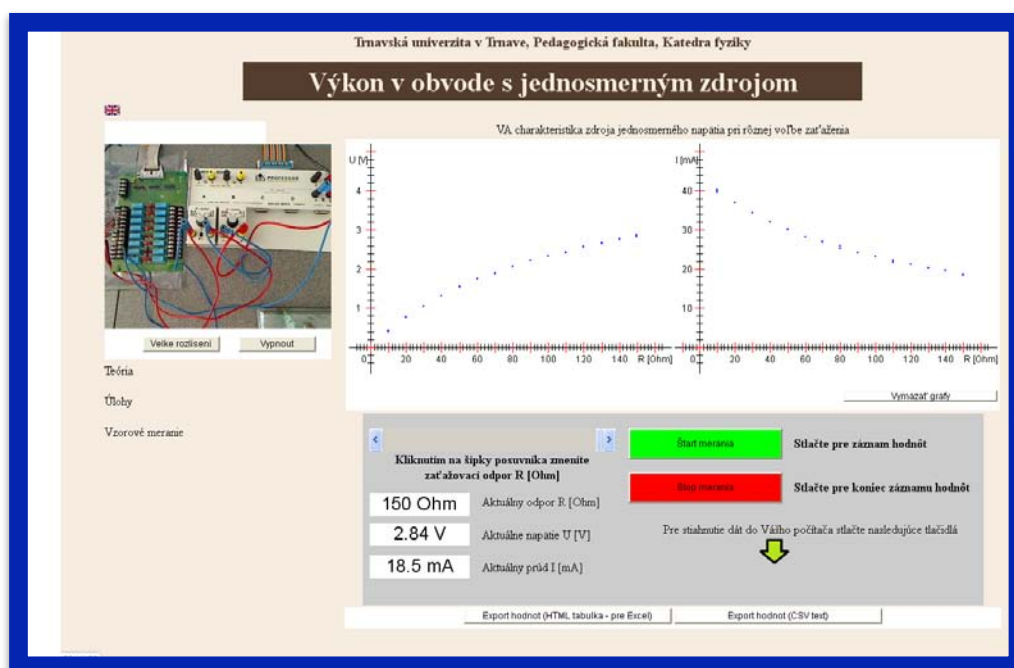
Experiment (Obr. 5) pozostáva zo zdroja jednosmerného napätia, Voltmetra, Ampérmetra a odporovej dekády, ktorá je zostavená z dekadicky radených odporov (obr. 5 vľavo hore). Cieľom experimentu je charakterizovať prenos energie z reálneho zdroja elektromotorického napätia do záťaže na základe rovnice

$$\mathcal{E}I = U_V I + R_I I^2.$$

Ďalším cieľom tohto experimentu je charakterizovať podmienky pre najväčší výkon dodávaný zdrojom elektromotorického napätia do záťaže a súčasne určiť účinnosť prenosu energie.

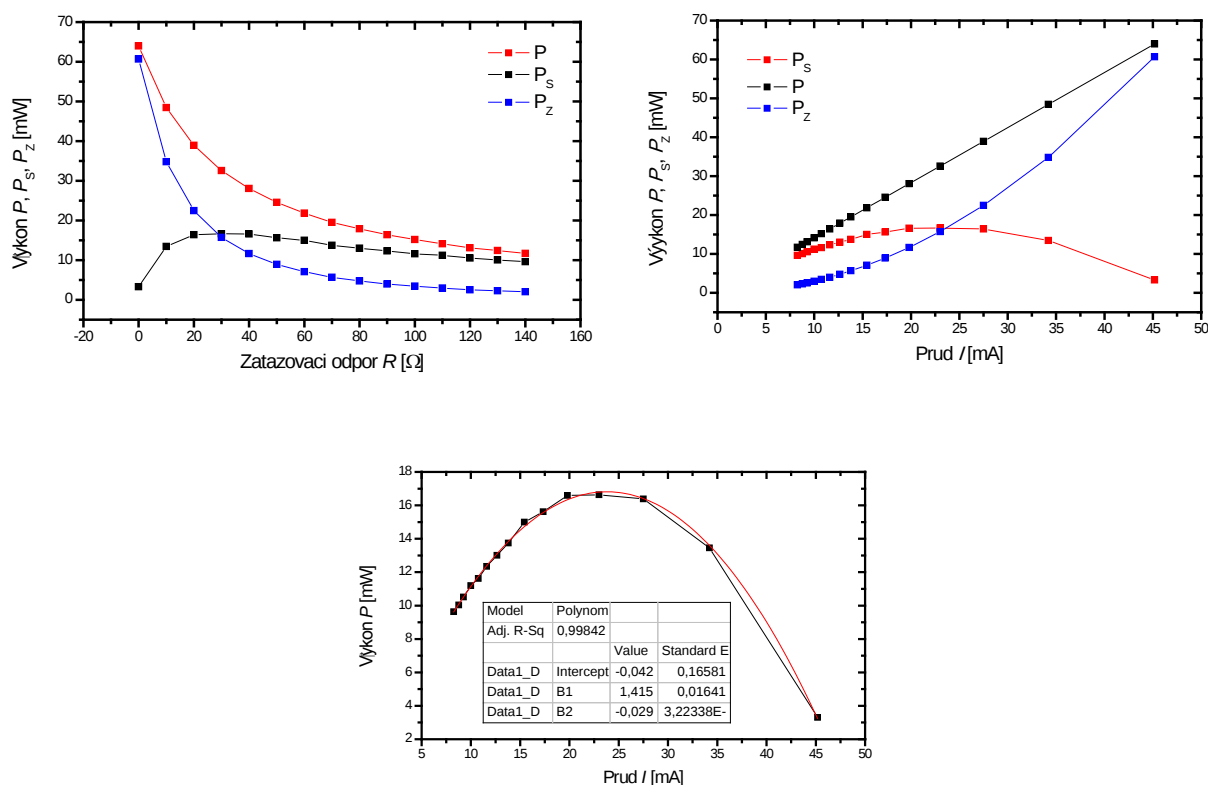
Študenti majú za úlohu vypracovať zadanie, s nasledovným znením otázok:

- Charakterizujte závislosť prenosu elektrickej energie zo zdroja elektromotorického napätia na odpor R (záťaž) v závislosti od prúdu I . Pri ktorej hodnote zaťažovacieho odporu je výkon maximálny?
- Určte účinnosť prenosu energie zo zdroja elektromotorického napätia do záťaže, v závislosti na odpore spotrebiča.



Obr. 5: Webová stránka vzdialeného experimentu „Výkon v obvodu s jednosmerným zdrojom“, pozri URL adresu:

<http://remotelab7.truni.sk>



Obr. 6: Vyhodnotenie vzdialeného experimentu „Výkon v obvode s jednosmerným zdrojom” študentmi

Záver

Cieľom príspevku bolo oboznámiť pedagogickú verejnosť s možnosťou využitia vzdialených experimentov z oblasti elektriny v pedagogickej praxi. Vzhľadom k danej forme experimentov môžeme vysloviť záver, že experimenty môžu pedagógovia využiť nasledovne:

- vysvetlenie základných pojmov,
- priame pozorovanie meraných veličín,
- využitie ako názornú didaktickú pomôcku pri preverovaní vedomostí študenta,
- motivačný katalyzátor,
- demonštračný pokus,
- vyhodnocovanie nameraných dát, práca s matematickým aparátom študentov.

Medzi ďalšie výhody vzdialených experimentov radíme najmä tie, ktoré sú úzko spojené s prípravou učiteľa prípadne laboratória. Vzdialené experimenty ponúkajú študentom bezproblémový prístup k experimentom z rôznych miest, kde je dostupná internetová sieť. Učiteľom môžu ušetriť čas prípravy experimentu, nakoľko je potrebné len pripojenie na internet.

Neodmysliteľnou výhodou zostáva taktiež najmä možnosť pre študentov študujúcich dištančne reálne merať a vyhodnocovať laboratórne úlohy, zostavené z daných experimentov.

V konečnom dôsledku môžeme konštatovať, že výberom niektorých experimentov z oblasti elektriny sme sa snažili sprístupniť experimenty širokému okruhu pedagógov a študentov, ktorí nemajú prístup do laboratórií.

Podakovanie

Autori ďakujú za podporu Grantovej agentúry Ministerstva školstva Slovenskej republiky KEGA projektu N 3/72277/09 " Dobudovanie reálneho on line e-laboratória - prostredia pre integrované rozvíjanie kľúčových kompetencií študenta a učiteľa tretieho tisícročia ".

Literatúra

- [1] COOPER, M. 2005. *Remote laboratories in teaching and learning – issues impinging on widespread adoption in science and engineering education*. In: iJOE International Journal of Online Engineering, vol. 1, no. 1, 2005. ISSN: 1861-2121
- [2] KREMPASKÝ, Júlis, SCHAUER, František, OŽVOLDOVÁ, Miroslava, ČERŇANSKÝ, Peter. 2010. *Učiteľ Prírodných Vied Pre Tretie Tisícročie (Profil učiteľa integrovanej prírodovedy*. 1.vyd. Trnava: TYPI UNIVERSITAS TYRNAVIENSIS, 2010. 167 s. ISBN 978-80-8082-440-2
- [3] SCHAUER, F. – OŽVOLDOVÁ, M. – ČERŇANSKÝ, P. – KOZÍK, T. – VÁLKOVÁ, L. – SLANINKA, A. – ŽOVÍNOVÁ, M. – MAJERČÍK P. – TKÁČ, L. 2008. *Slovak e-laboratory of remote interactive experiments for university teaching by integrated e-learning strateg*. In 6th. In: Conference on Emerging e-learning Technologies and Applications. The High Tatras, Slovakia, September 11-13 2008, 6 p.
- [4] SCHAUER, F. – OŽVOLDOVÁ, M. – LUSTIG, F. 2009. *Integrated e-Learning -- New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics, in Innovations 2009*. In: World Innovations in Engineering Education and Research, iNEER Special Volume. 2009, USA chapter 11, s. 119-135, ISBN 978-0-9741252-9-9
- [5] GERHÁTOVÁ, Ž. – OŽVOLDOVÁ, M. *Project learning supported by Integrated e-Learning*. In: Stoffová, V.: XXI. DIDMATTECH 2008 2nd part. Eszterházy Károly College – Eger; J. Selye University – Komárno. s. 67 -71, ISBN: 978-963-0894-18-1.
- [6] OŽVOLDOVÁ, M. – SCHAUER, F. – ČERŇANSKÝ, P. – GERHÁTOVÁ, Ž – TKÁČ, L. – BEŇO, M. 2010. *1st Slovak Internet Natural Sciences Remote e-Laboratory (INRe-L)*. In: Proceedings of the conference REV2010 - Remote Engineering & Virtual Instrumentation. June 29 – July 2, 2010, Stockholm, ed. Michael E. Auer, Goran Karlsson. Wien – Austria, vyd. International association of Online Engineering. pp. 313 – 319, ISBN 978-3-89958-540-7
- [7] ISES. [online, 2010-04-22]. Dostupné na>: <www.ises.info>

Adresa autora

Mgr. Lukáš Tkáč^{1,2}

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave
Paulínska 17

917 24 Trnava

² Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta

Priemyselná 4

918 43 Trnava

e-mail: tkac.lucas@gmail.com

prof. Ing. František Schauer, DrSc.

Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta

Priemyselná 4

918 43 Trnava

e-mail: fschauer@truni.sk

ŽIACKE AKTIVITY – POZOROVANIE ABSORPČNÉHO A FLUORESCENČNÉHO SPEKTRA CHLOROFYLU RASTLÍN

Jana Útla

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá návrhom žiackych aktivít pre vzťahy medzi fyzikou a biológiou pre základné a stredné školy. Interdisciplinárny prístup zohráva vo vyučovaní fyziky významnú úlohu pri formovaní predstáv žiakov o prírodných javoch a procesoch. Pri tvorbe aktivít sme vychádzali zo štátneho vzdelávacieho programu ISCED 2 a ISCED 3 pre fyziku a biológiu. V aktivitách žiaci pozorujú emisné, absorpčné a fluorescenčné spektrá a analyzujú ich podľa úrovne svojich vedomostí. V príspevku ponúkame návod na výrobu jednoduchých učebných pomôcok, poskytneme ukážku pracovného listu i metodiku jednotlivých úloh pre učiteľa fyziky.

Kľúčové slová: medzipredmetové vzťahy, interdisciplinárny prístup, žiacke aktivity, absorpčné spektrum, chlorofyl rastlín.

Úvod

Porozumieť prírodným javom, ako aj aplikácia vedomostí v bežnom živote sú jednými z mnohých cieľov vyučovania prírodovedných predmetov. Príroda existuje a funguje ako celok, avšak žiak sa dozvedá o jej zákonitostiach na jednotlivých prírodovedných predmetoch. Medzipredmetové vzťahy sú prostriedkom spájania súvisiacich pojmov a tém rôznych predmetov. Na tvorbu všeobecných predstáv žiakov o prírode sú nepostrádateľné. Medzipredmetové vzťahy definujeme ako väzby medzi prvkami didaktických systémov rôznych vyučovacích predmetov. Medzipredmetové väzby vychádzajú z obsahových zhôd učiva jednotlivých predmetov (obsahové väzby), spoločných metód a foriem práce (metodické väzby) a z časovej nadväznosti učiva jednotlivých predmetov (časové väzby) (Janás, 2001). Využívanie poznatkov z iných predmetov rozvíja logické myslenie žiakov a taktiež umožňuje žiakovi tvorivo pristupovať k riešeniu problémov, ktoré sa v skutočnosti dotýkajú rôznych oblastí prírodných vied či technických odvetví. Ovocím uplatňovania interdisciplinárneho prístupu na vyučovacích hodinách fyziky môže byť zvýšený záujem žiakov o prírodu, prírodné vedy a techniku, pozitívny vzťah žiakov k procesu poznávania a zdokonaľovania svojich schopností, ale aj motivácia žiakov vo výbere svojho budúceho povolania. Preto medzipredmetové vzťahy nemožno zanedbávať, na čo často zabúdajú najmä začínajúci učitelia.

V súčasnosti na Slovensku bežia dva overené programy MYP (Middle Youth Programme) a Vyhrňme si rukávy (La main á la pâte), ktoré sa vo vyučovacom procese zameriavajú na využívanie medzipredmetových vzťahov prírodovedných predmetov. Čitateľ sa môže o týchto programoch viac informovať na webovej stránke Gymnázia Jura Hronca v Bratislave (The MYP programme, 2011) a webovej stránke programu Vyhrňme si rukávy (Vyhrňme si rukávy, 2011).

1 Fyzika a biológia v medzipredmetových súvislostiach

Fyzika a biológia sú si vo svojich metódach a prostriedkoch poznávania príbuzné vedy (pozorovanie, experiment, učebné a laboratórne pomôcky, atď.). Oba predmety majú rovnaký zdroj poznávania, ktorým je príroda a naše okolie. Odlišný majú predmet poznávania, avšak len vzájomnou spoluprácou oboch predmetov (spolu s chémiou, geografiou i matematikou) môžeme do hĺbky pochopiť podstatu prírodných javov a dejov.

Znížený počet vyučovacích hodín prírodovedných predmetov po reforme školstva ako aj časová nekoordinovanosť vzájomne súvisiacich tém, sťažujú podmienky pre uplatňovanie interdisciplinárneho prístupu na slovenských školách. No z význačnosti medzipredmetových

vzťahov neubudlo, preto je potrebné prispôsobiť obsah, metódy i organizáciu vyučovania týmto novým podmienkam. Integrované vyučovanie, spájajúce prírodovedné predmety do jedného, je zaužívané iba v zahraničí (napr. Nemecko, Francúzsko, USA). Na realizáciu medzipredmetových vzťahov v súčasných podmienkach slovenského školstva je jednoduchšie aplikovať koordinovaný prístup, pod ktorým rozumieme koordináciu v rovine obsahovej, metodickej i časovej. Spolupráca učiteľov prírodovedných predmetov je samozrejme veľkým prínosom.

V tomto zmysle sme postupovali pri tvorbe aktivít pre ZŠ a SŠ, v ktorých sa uplatňujú vzťahy medzi fyzikou a biológiou. Vychádzali sme zo štátneho vzdelávacieho programu ISCED 2 a ISCED 3 pre fyziku a biológiu a na základe spoločných tém sme vypracovali aktivitu – pozorovanie absorpčného a fluorescenčného spektra chlorofylu typu *a*, *b*.

V nasledujúcich tabuľkách je prehľad učiva žiakov ZŠ a SŠ súvisiaci s navrhovanými aktivitami.

Tab 1: Súvisiace učivá fyziky a biológie na ZŠ podľa ISCED 2 (ŠPÚ, 2009)

Predmet	Ročník	Tematický celok	Téma
Fyzika	8.	Svetlo.	Absorbovanie a odraz farieb spektra povrchmi rôznej farby.
Biológia	6.	Stavba tela rastlín a húb.	List. Fotosyntéza, dýchanie, vyparovanie vody, význam pre život v prírode.
Biológia	9.	Základné znaky a životné procesy organizmov.	Fotosyntéza a dýchanie rastlín. Význam pre život organizmov a človeka.

Podľa tab. 1 vidíme, že už zo šiesteho ročníka biológie majú žiaci základné vedomosti o fotosyntéze rastlín a jej podmienkach. Poznajú stavbu rastlinnej bunky a význam fotosynteticky aktívneho farbiva v chloroplastoch buniek. V 8. ročníku na hodinách fyziky sa žiaci viac dozvedia o absorpcii, prepúšťaní a odraze farieb spektra rôzne sfarbenými predmetmi. Ak pri tejto téme využijeme vedomosti z biológie, môžeme žiakom ukázať krásny príklad fungovania fyziky v rastlinách.

Tab 2: Súvisiace učivá fyziky a biológie na SŠ podľa ISCED 3 (ŠPÚ, 2009)

Predmet	Ročník	Tematický celok	Téma
Fyzika	3.	Elektromagnetické žiarenia a častice svetla.	Emisné spektrá.
Biológia	2.	Životné prejavy organizmov.	Metabolické procesy rastlín.

Na SŠ sa žiaci učia fotosyntézu podrobnejšie. V druhom ročníku biológie vedia vysvetliť princíp svetelnej a syntetickej (tmavej) fázy fotosyntézy, vedia vymenovať vstupné a konečné produkty fotosyntézy a poznajú jej podmienky. Tieto vedomosti, ako aj vedomosti z organickej chémie, môžeme využiť na fyzike v treťom ročníku, kedy sa žiaci učia o emisných a absorpčných spektrách plynov a kvapalín (tab. 2).

Pozorovanie absorpčného a fluorescenčného spektra sa žiakom môže stať nielen príležitosťou na zopakovanie týchto poznatkov, ale zároveň sa presvedčia, ako tieto poznatky príroda využíva, aby mohla fungovať a vyučovacia hodina fyziky sa im stane zážitkom, ktorý má vo vyučovacom procese významnú úlohu.

2 Pripravme si pomôcky

Na prípravu roztoku rastlinných farbív potrebujeme zelené a žlté listy rastlín, napr. z bazy čiernej (*Sambucus nigra* L.), špenátu siateho (*Spinacia oleracea* L.), prhľavy dvojdomej (*Urtica dioica* L.) alebo líčidla dvojdomého (*Phytolacca dioica* L.), avšak môžeme využiť aj iné druhy rastlín, ktorých listy nemajú voskový povrch, najmä listnaté stromy. Počas zimného obdobia môžeme využiť izbové rastliny, napr. muškát (*Pelargonía*). Zo žltých listov vyrábame roztok zvlášť, oddelene od zelených.

Potrebujeme: 96 % lieh, čerstvé listy, roztieračku (mažiar), filtračný papier, kadičku (objem volíme podľa množstva použitého liehu), skúmavky so zátkou (počet závisí od množstva výskumných vzoriek roztoku).

Postup: Čerstvé listy natrháme a roztieračkou ich rozomelieme na kašu, ktorú zalejeme liehom. Zmes dobre premiešame a prefiltrujeme do kadičky cez filtračný papier. Je potrebné, aby bol roztok bez kalu a nečistôt. Do kadičky môžeme doliať lieh, aby nebol roztok príliš tmavý, a aby bol zároveň dobre pozorovateľný vo svetle. Následne roztok prelejeme do skúmavky a uzavrieme zátkou. Čas prípravy: 10 – 15 min.

Upozornenie: Vyrobený roztok vydrží približne tri dni, počas ktorých je potrebné ho uskladňovať v tmavom priestore. Približne po troch dňoch je už rozklad chlorofylu zjavný, farba roztoku sa mení dožltá, alebo vzorka prepúšťa viac farieb svetelného spektra. Takýto roztok, ako aj roztok pripravený zo žltých listov rastlín, je už fotosynteticky neaktívny.

V rámci domácej prípravy alebo na hodine technickej výchovy si žiaci môžu zostrojiť vlastný spektroskop. Mnohé návody nájdú žiaci na internete, alebo môžu v budúcnosti využiť návod z učebnice pre 8. Ročník základných škôl, ktorá sa v súčasnosti pripravuje pod vedením doc. Lapitkovej z FMFI UK v Bratislave.

3 Pracovné listy a metodika

ZŠ – 8. ročník

Téma: Absorbovanie a odraz farieb spektra povrchmi rôznej farby.

Aktivita: Prečo sú rastliny zelené?

Pomôcky: Roztok chlorofylu, spektroskop, farebné pastelky.

Úvod: Hlavným svetelným zdrojom pre život na Zemi je Slnko. Jeho biele svetlo je zložené zo širokej škály farieb, ktorú nazývame spektrum. Rastliny však využívajú len veľmi malé množstvo slnečného svetla na veľmi dôležitý proces v prírode, ktorý sa nazýva fotosyntéza.

- o Ktorú časť slnečného spektra rastliny potrebujú na fotosyntézu a ostatné procesy?
- o Ktorú časť slnečného spektra nepotrebujú?
- o Čo rastlina spraví so svetlom, ktoré nepotrebuje?

Úloha 1: Nechaj cez štrbinu spektroskopu prechádzať biele denné svetlo (obr. 1 vľavo) a nakresli všetky farby v tom poradí, v ktorom ich vidíš. Nepozeraj spektroskopom priamo do Slnka, aby si si nepoškodil zrak!

Odpovedz:

- Čo sa stalo so slnečným svetlom, ktoré prešlo cez spektroskop?
- Vymenuj farby, z ktorých je zložené slnečné spektrum.

Úloha 2: Uchop do ruky skúmavku s roztokom chlorofylu tak, aby slnečné lúče prechádzali týmto roztokom a vstupovali do štrbiny spektroskopu. Opäť nakresli spektrum farieb, ktoré teraz v spektroskope vidíš. Dôležité je, aby si mal spektroskop dobre utesnený (obr.1 vpravo).



Obr. 1 vľavo: Pozorovanie spektra bieleho svetla; vpravo: Pozorovanie absorpčného spektra vzorky

Odpovedz:

- Porovnaj farby spektra slnečného svetla a spektra svetla, ktoré prešlo roztokom chlorofylu.
- Čo sa stalo s ostatnými farbami slnečného svetla, ktoré prešlo roztokom?
- Ktorú časť slnečného spektra rastliny využijú?
- Ktorú časť slnečného spektra rastliny potrebujú na fotosyntézu?
- Prečo je čiastočne absorbovaná aj modrá a fialová časť spektra?
- Ktorú časť slnečného spektra rastliny nepotrebujú?
- Čo rastlina spraví so svetlom, ktoré nepotrebuje?
- Prečo sú rastliny zelené?

Úloha 3: Uchop do ruky skúmavku so žltým roztokom, kde sa nachádza farbivo žltých listov rastlín, a podobne ako v úlohe 2 pozoruj spektroskopom svetelné lúče, ktoré prešli žltým roztokom. Zakresli do obdĺžnika spektrum farieb, ktoré teraz v spektroskope vidíš.

Odpovedz:

- Na ktoré z predchádzajúcich pozorovaných spektier sa tretie spektrum viac podobá?
- Pokús sa zdôvodniť, prečo žlté farbivo listov prepúšťa takmer celé spektrum slnečného svetla.

Metodika

Cieľ: Aplikovať poznatky z biológie a fyziky a vytvárať logické väzby medzi nimi. Uvedomiť si úlohu, ktorú zohrávajú fyzikálne javy v prírode. Získať základné poznatky a zručnosti zo spektrálnej analýzy.

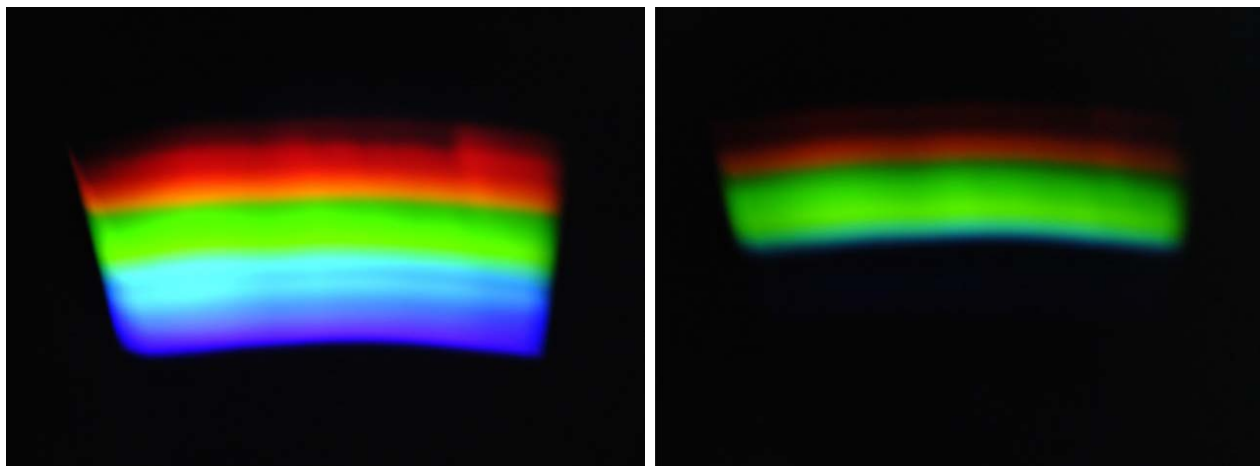
Čas: 20 - 30 min (1 vzorka roztoku na dvojicu žiakov).

Pri tejto aktivite predpokladáme, že sa žiaci na predchádzajúcej vyučovacej hodine oboznámili so spektrom slnečného žiarenia, napr. v téme: Rozklad svetla. Farby svetla.

Túto aktivitu je možné žiakom predložiť ako pracovný list, do ktorého si budú písať odpovede. Niektoré odpovede žiaci zvládnu sami, na iné je potrebné učiteľovo vysvetlenie.

Chlorofyl je zelené fotosynteticky aktívne farbivo v rastlinách, ktoré bežne rastú v našom okolí. Nachádza sa v chloroplastoch rastlinných buniek. Z tohto farbiva sme spravili roztok, ktorý predstavuje chlorofyl v zelených listoch. Roztok však nemôže plnohodnotne nahradiť skutočný chlorofyl v živom liste. Zastupuje len prvú časť svetelnej fázy fotosyntézy, v ktorom chlorofyl pohltí

príslušné svetelné spektrum a zvyšné prepustí, teda zvyšná časť fotosyntézy v skúmanej vzorke nemôže prebehnúť v dôsledku neprítomnosti bunkových organel a potrebných chemických látok. Žiakom ZŠ však stačí jednoducho vidieť, ktorú časť slnečného spektra rastliny potrebujú na život. Nasledovné obrázky (obr. 2) sú fotografickou snímkou spektier pozorovaných v spektroskope.



Obr 2 vľavo: Spektrum bieleho svetla; vpravo: Absorpčné spektrum chlorofylu

V úlohe 2 sú otázky žiakom smerované k analýze výsledkov pozorovania roztoku chlorofylu. Na mieste farieb, ktoré roztok pohltí (absorboval), žiaci vidia čierne pásy, najmä v modro-fialovej časti spektra. Žltá a oranžovo-červená farba je stmavená alebo sa v sledovanom spektre nenachádza. Na fotosyntézu sa použije len 1 % absorbovaného žiarenia, ktoré sa nachádza v oranžovo-červenej časti spektra. Toto svetlo je pre rastlinu energeticky najvýhodnejšie. Energiu tohto svetla rastlina spotrebuje pri tvorbe chemických zlúčenín. Modro-fialová časť spektra je fotosynteticky menej účinná, energiu získanú z týchto fotónov premení rastlina napr. na teplo alebo ju využije inak. Zo spektra roztoku chlorofylu taktiež vidíme, že zelená zložka svetla je pre rastlinu nepotrebná, preto ju listy nezachytia a prepustia ju alebo ju odrazia od svojho povrchu. Preto sú rastliny zelené. Červená časť spektra (nad 700 nm), ktorá je tiež prepustená, má príliš dlhú vlnovú dĺžku na to, aby ju rastlina dokázala využiť.

Výsledok úlohy 3 je veľmi podobný prvému spektru farieb. V žltej vzorke sa nachádza farbivo žltých listov rastlín. Keď zelené listy odumierajú, menia svoju farbu na žltú. Je to spôsobené chemickou zmenou štruktúry chlorofylu, ktorý tak stráca svoju schopnosť fotosyntézy. Žltý list dopadajúce svetlo už nevyužije, preto ho prepustí a my môžeme vidieť takmer celé spektrum slnečného svetla.

SŠ – 3. ročník

Téma: Emisné a absorpčné spektrum.

Aktivita: Pozorovanie absorpčného a fluorescenčného spektra chlorofylu typu a a b.

Pomôcky: Roztok chlorofylu, spektroskop, vreckové svietidlo alebo spätný projektor, kartón, kadička.

Úvod: Spektrálna analýza je metóda, ktorou sa určujú neznáme látky v roztokoch alebo plynách, napr. v analytickej chémii. Využíva sa taktiež v astronómii na určovanie zloženia plynov hviezd, ktoré sú dostupné zatiaľ iba ľudskému oku. Vďaka moderným kriminálnym seriálom je mladým ľuďom dobre známa forenzná kriminalistika, kde profesionálni vyšetrovatelia využívajú moderné postupy a techniky na odhaľovanie a usvedčovanie zločincov. Forenzná medicína umožňuje vďaka spektrálnej analýze vzoriek tkanív a telových tekutín presnejšie určiť diagnózu pacienta.

- o Ako vyzerá práca forenzných analytikov?
- o Ako využívajú spektrum svetla pri svojej práci?
- o V čom spočíva podstata spektrálnej analýzy?

Staň sa aj ty odborníkom skúmajúcim tajomstvo molekúl!

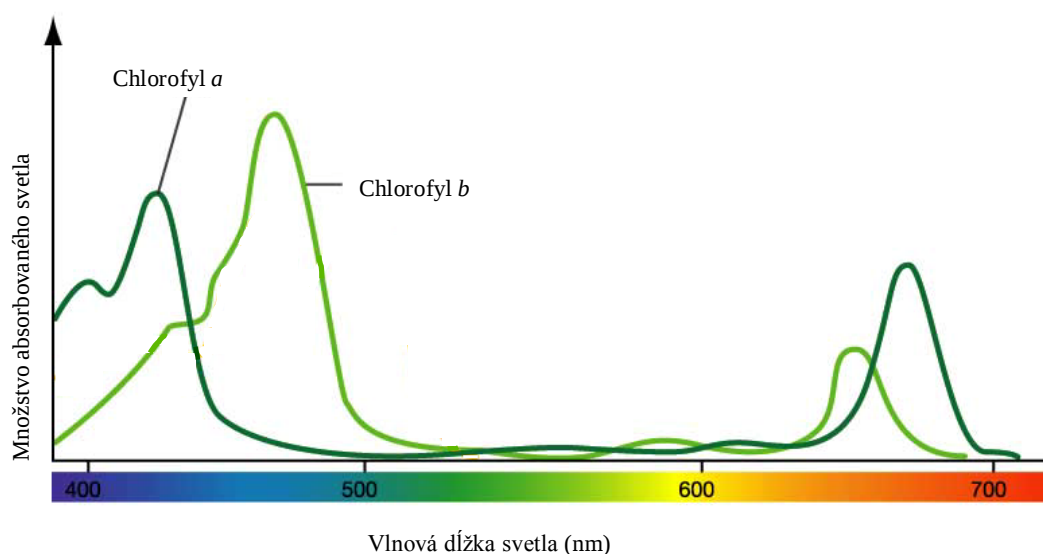
Úloha 1: Emisné spektrum je spektrum žiarenia, ktoré daná látka vyžaruje. Pozoruj spektroskopom emisné spektrum slnečného svetla a nakresli ho.

Odpovedz:

- Má spektrum slnečného svetla vplyv na druhovú rozmanitosť života na Zemi? Svoju odpoveď zdôvodni.
- Prečo vnímame slnečné svetlo ako biele?
- Aký je rozsah vlnových dĺžok bieleho svetla?

Úloha 2: Absorpčné spektrum je spektrum žiarenia, ktoré daná látka po osvetlení bielym svetlom prepustí. Spektroskopom pozoruj, ako vyzerá absorpčné spektrum roztoku chlorofylu a nakresli ho.

- Porovnaj emisné spektrum slnečného svetla a absorpčné spektrum roztoku chlorofylu. Popíš rozdiely.
- Na obr. 3 sú znázornené absorpčné maximá chlorofylu *a* a *b*. Nájdi súvislosti medzi absorpčným spektrom roztoku chlorofylu a priebehom grafov na obr. 3.
- Pozri si obr. 3 a uveď, v akých vlnových dĺžkach sa pohybujú absorpčné maximá oboch typov chlorofylu.
- Vypočítaj množstvo energie, ktoré zodpovedá svetelnému kvantu s vlnovou dĺžkou: a) 400 nm; b) 500 nm; c) 600 nm; d) 700 nm.
- Čo sa deje s excitovaným atómom chlorofylu? Čo sa deje s jeho energiou vo svetelnej fáze fotosyntézy?
- Ktoré vlnové dĺžky rastlina nevyužíva? Ako sa to prejaví na grafe na obr. 3?
- Prečo v absorpčnom spektre roztoku chlorofylu vidíme aj červenú farbu?
- Podľa obr. 3 popíš rozdiely medzi chlorofylom typu *a* a typu *b* v schopnosti absorpcie a prepúšťania zložiek svetla.



Obr. 3 Absorpčné maximá chlorofylu *a*, *b* (Absorpčné maximá chlorofylu, 2010)

Úloha 3: Čo sa stane s chlorofylom, keď list zožltne? Máš k dispozícii roztok farbiva žltých listov rastlín. Predtým, než túto vzorku budeš pozorovať spektroskopom, formuluj svoj predpoklad, ako bude spektrum vyzeráť. Potom svoju hypotézu over.

- Zhoduje sa tvoj predpoklad so skutočnosťou?

Úloha 4: Fluorescencia je jav, v ktorom excitovaná molekula vyšle pri prechode do základného stavu fotón vždy väčšej vlnovej dĺžky, t.j. s nižšou energiou ako fotón, ktorý molekulu excitoval. Tento jav trvá približne 10 ns. Fluorescencia je pre roztoky chlorofylov charakteristická. Fluorescenčným mikroskopom by sme videli chloroplasty ako krvavočervené kvapôčky (Marenčík, 1999).

V tmavej miestnosti alebo na tmavom mieste pomocou vreckového svetidla osviet vzorku chlorofylu z toho smeru, z ktorého sa na ňu pozeráš.

Pri inom variante experimentu: Nalej roztok chlorofylu do 2/3 kadičky. Do kartónu vyrež otvor o veľkosti dna kadičky. Polož kartón na spätný projektor a do otvoru polož kadičku tak, aby medzi stenami kadičky a kartónom neboli medzery. Úplne zatemni miestnosť a zapni spätný projektor (Björn, 2008).

- Akú farbu vzorky pri tom pozoruješ?
- Akú farbu by si pozoroval, keby si vzorku osvietil modrým svetlom? Vyskúšaj pomocou modrého filtra.

Metodika

Čas: 30 – 40 min (1 vzorka roztoku na dvojicu žiakov).

Cieľ: Pochopiť rozdiel medzi emisným a absorpčným spektrom. Aplikovať poznatky z fyziky a biológie a vytvárať logické väzby medzi nimi. Získať základné poznatky a zručnosti zo spektrálnej analýzy.

V týchto úlohách je žiakova aktivita zameraná na rozvoj logického myslenia a prácu s grafmi. Poznatky, s ktorými žiak v tejto aktivite pracuje, sú hlbšie zamerané na biofyzikálnu časť fotosyntézy, ktorým je zachytenie svetelného kvanta energie a jej „uskladnenie“ pre ďalšie procesy. Žiak si má uvedomiť spätosť fyzikálnych javov s procesmi v živých systémoch.

K úlohe 1: Svetlené spektrum Slnka výrazne ovplyvnilo rozmanitosť života na Zemi. Rôzne typy organizmov sa pri svojom vývoji prispôbili rôznym vlnovým dĺžkam, vhodným pre fotosyntézu. Sinice a červené riasy, ktoré sú jednými z najstarších organizmov na Zemi, majú oblasť absorpčného maxima pre fotosyntézu približne v rozmedzí 560 – 620 nm. Táto schopnosť im umožňuje žiť na slabšie osvetlených miestach, teda vo väčších hĺbkach mora. Ich fotosyntetickými farbivami nie sú chlorofyly, ale fikobilíny. Pre rastliny na hladine mora a na súši bol pre dostatok svetelného žiarenia výhodnejší chlorofyl. Preto sa na súši rozširovali rastliny s týmto typom farbiva a pretrvali v našom okolí až dodnes. Poznáme niekoľko typov chlorofylov, no najzastúpenejší je chlorofyl *a* a *b*.

K úlohe 2: Rozdiel v chemickej štruktúre oboch chlorofylov je v tom, že na II. pyrole má chlorofyl *a* metylovú skupinu, zatiaľ čo chlorofyl *b* aldehydickú. Taktiež sa navzájom líšia rozpustnosťou a absorpčným spektrom (Smith, 2002).

Prvé absorpčné maximum oboch farbív (obr. 3) je v modrofialovej časti spektra pri 430 nm a 455 nm a druhé absorpčné vrcholy sú v červenej oblasti spektra pri 664 nm a 648 nm (Cholvadová, 2007). Vlnové dĺžky svetelného žiarenia užitočného pre fotosyntézu sa pohybujú v rozmedzí 400 – 490 nm pre modrofialovú časť spektra a 540 – 700 nm pre červenú časť spektra oboch typov chlorofylov.

Účinok spektrálneho zloženia svetla je odlišný a závisí na charaktere jednotlivých farieb. Maximálny účinok poskytujú tie časti spektra, ktoré majú najviac energie. Fotosynteticky najúčinnšie je absorpčné spektrum v červenej oblasti (680 nm). Prechodom od červenej farby spektra k fialovej sa kvantový zisk vo fotosyntéze znižuje (400 nm). Najmenší kvantový výťažok pre chlorofyl je v oblasti zeleného svetla (550 nm). Vlnová dĺžka príslušného žiarenia má vplyv aj na excitáciu elektrónu v molekule chlorofylu (Marenčík, 1999).

Energia slnečného svetla závisí od vlnovej dĺžky λ príslušného žiarenia a od frekvencie ν :

$$E = h \cdot \nu, \quad \nu = \frac{c}{\lambda}, \quad E = h \frac{c}{\lambda} N_A.$$

E – energia fotónu (J; eV); ($1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$)

h – Planckova konštanta ($6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$)

ν – frekvencia žiarenia (s^{-1})

c – rýchlosť svetla ($3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

λ – vlnová dĺžka (nm)

N_A – Avogadrova konštanta ($6,62 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$).

Množstvo energie, ktoré zodpovedá svetelnému kvantu s vlnovou dĺžkou: a) 400 nm; b) 500 nm; c) 600 nm; d) 700 nm je sprehľadnené v tab. 3.

Tab 3: Vypočítané hodnoty energie pre dané vlnové dĺžky svetla

λ mm	ν $10^{12} \cdot \text{s}^{-1}$	E $10^{-19} \cdot \text{J}$	E eV	E $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
400	750	4,968	3,10	328,8
500	600	3,975	2,48	263,1
600	500	3,313	2,07	219,3
700	428	2,834	1,77	187,6

Molekuly chlorofylu prijatím svetelného kvanta prechádzajú do excitovaného stavu. Túto prebytočnú energiu môže excitovaný chlorofyl využiť rôznymi spôsobmi:

- premení ju na teplo,
- využije ju na fluorescenciu,
- excituje susedné molekuly,
- využije ju na fotooxidáciu – v tomto prípade excitovaná molekula chlorofylu odovzdá energeticky bohatý elektrón do systému prenášačov, v ktorom pri každom prenose z jedného prenášača na ďalší sa uvoľňujú z elektrónu menšie množstvá energie. Tie sa ukladajú do makroergických väzieb ADP (kyselina adenosíndifosforečná) a ATP (kyselina adenosíntrifosforečná), ktoré sú zásobárňou energie a hlavne prenášateľmi energie v telách organizmov. Energeticky ochudobnený elektrón sa vracia naspäť do chlorofylu (cyklická fotofosforylácia) alebo sa stáva súčasťou iných zlúčenín (necyklická fotofosforylácia). Energia ATP sa využije v tmavej fáze fotosyntézy pri výrobe molekúl glukózy.

Vyššie rastliny nevyužívajú svetlo o vlnových dĺžkach približne medzi 500-600 nm, čo sa prejaví na grafe na obr. 1 ako absorpčné minimum – najnižšie položené body grafu. Toto svetlo rastlina prepustí alebo odrazí od povrchu listov, preto sú rastliny zelenej farby. Taktiež rastliny nevyužijú oblasť vlnových dĺžok nad 700 nm, preto sa v absorpčnom spektre chlorofylu objaví červená farba.

K úlohe 3: Zožltnutie listu je sprievodným znakom rozpadu chlorofylu na fotosynteticky neúčinné farbivá. Z tohto dôvodu roztok žltého farbiva listov nezachytáva tie zložky svetla, ktoré sú pre fotosyntézu potrebné a v absorpčnom spektre sa objavuje väčšina farieb svetleného spektra.

K úlohe 4: V organických rozpúšťadlách vydáva chlorofyl približne 30 % prijatého žiarenia ako fluorescenciu. Emisia fluorescenčného svetla sa znižuje pridávaním vody, keď prichádza chlorofyl do koloidného stavu. Chlorofyl fluoreskuje vždy červeno, a to aj vtedy, keby sme ho vystavili modrému alebo červenému svetlu (Marenčík, 1999).

Záver

Spektrálna analýza je metóda skúmania spektra elektromagnetického alebo mechanického vlnenia. Analýzou emisného alebo absorpčného spektra viditeľného žiarenia sa vedci dozvedajú dôležité informácie o vlastnostiach skúmanej látky. Na základe jednoduchých a časovo nenáročných aktivít si žiaci postupne vytvárajú predstavu o vlastnostiach svetla, jeho spektrálnom zložení, naučia sa čítať informácie z čiarového a spojitého svetelného spektra, interpretovať výsledky pozorovania, dozvedia sa viac o pôvode spektrálnych čiar a naučia sa hľadať súvislosti medzi vlastnosťami sledovanej látky a výsledkom pozorovania jej emisného alebo absorpčného spektra. Žiaci sa naučia spájať vlnovú predstavu o svetle s časticovou predstavou o svetle a naučia sa chápať transport energie súvisiaci so žiarením. Navrhnuté učebné pomôcky majú zabezpečiť, aby boli dostupné každému žiakovi, a zároveň, aby prostredníctvom jednoduchých aktivít mohli žiaci ZŠ i SŠ pochopiť podstatu spektrálnej analýzy. Pre niektorých žiakov sa aktivita môže stať inšpiráciou vo výbere budúceho povolania.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol za podpory Grantu mladých UK, Žiacke aktivity podporujúce medzipredmetové vzťahy vo fyzike, UK/206/2011.

Literatúra

Absorpčné maximá chlorofylov. [online] . [cit. 2010-11-26] . Dostupné na internete : <<http://www.uic.edu/classes/bios/bios100/lecturesf04am/lect10.htm>>.

BJÖRN, L. O. 2008. *Photobiology*. Springer , 2008.

CHOLVADOVÁ, B. 2007. *Praktikum z fyziológie rastlín*. Bratislava : PriF UK , 2007.

JANÁS, J.: *Mezipředmětové vazby – šance pro školu v tomto století*. In Mezipředmětové vazby fyziky s ostatními předměty, matematikou a předmětem praktické činnosti. Hradec Králové : MAFY, 2001, s. 5 – 9. ISBN 80-86148-50-5.

MARENČÍK, A. 1999. *Fyziológia rastlín*. Nitra : FPV , 1999.

SMITH, A. G. 2002. *Heme, Chlorophyll and Bilins*. Totowa , Humana Press , 2002.

ŠPÚ. 2009. *Štátny vzdelávací program*. [online]. Bratislava : ŠPÚ , 2009 . [cit. 2011-04-05] . Dostupné na internete : <<http://www.statpedu.sk/sk/Statny-vzdelavaci-program.alej>>.

The MYP Programme. [online] . [cit. 2011-04-05] . Dostupné na internete : <<http://www.gjh.sk/myp/index.php>>.

Vyhrňme si rukávy. [online] . [cit. 2011-04-05] . Dostupné na internete : <<http://pdfweb.truni.sk/vsr/>>.

Adresa autora

Mgr. Jana Útla
Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Mlynská dolina
842 48 Bratislava
e-mail: utla@fmph.uniba.sk

E-EXPERIMENTY VO VÝUČBE CELKU PERIODICKÉ DEJE

Michaela Žovínová, Miroslava Ožvoldová

Katedra fyziky Trnavskej univerzity v Trnave

Abstrakt: *Výučba fyziky v súčasnosti prechádza krízou. Klesá úroveň vedomostí, záujem študentov o jej štúdium, stráca sa im prepojenie medzi fyzikou a skutočným životom. Ich myslenie je skreslené mnohými miskoncepciami. Našou snahou je eliminovať obe skutočnosti prostredníctvom experimentálnej činnosti a aktívneho poznávania študentov. Tým chceme vzbudiť ich záujem o fyziku a porozumenie prírodných zákonitostí. Cieľom príspevku je prezentovať súbor učebných materiálov pre študentov gymnázia v rámci tematického celku Periodické deje s využitím e-experimentov. Pri ich návrhu sme zohľadňovali výsledky uskutočneného prieskumu týkajúceho sa miskoncepcií vo fyzike.*

Kľúčové slová: *miskoncepcie, periodické deje, virtuálny experiment, vzdialený experiment*

Úvod

Učitelia fyziky musia čeliť neľahkej situácii, ktorú im vytvorila súčasná spoločnosť. Školská reforma zredukovala hodinové dotácie fyziky, vyučuje sa bez nových učebníc, ale najmä pracujú s novou generáciou mládeže, na ktorej sa odzrkadľujú dôsledky globalizácie a rozmachu informačných technológií. Taktiež už študenti nevidia zmysel v tom, aby venovali úsilie štúdiu pre nich nepotrebného predmetu, za aký fyziku pokladajú. Logickým dôsledkom je neustály pokles úrovne vedomostí, ktorý potvrdzujú aj medzinárodné merania PISA (Koršňáková, Kováčová, Heldová, 2010, Ožvoldová 2010). Výsledky PISA z roku 2009 ukazujú, že v oblasti prírodovednej gramotnosti sa dostali slovenskí študenti pod priemer krajín OECD. Z opačného pohľadu nedostatočná úroveň vedomostí z daného predmetu vedie k poklesu záujmu o jeho ďalšie štúdium. Situácia sa teda javí ako začarovaný kruh, z ktorého je ťažké sa vymaniť.

Pokles vedomostí vo všeobecnosti je viditeľný aj v klesaní kvality študentov gymnázií. Gymnázium už dávno nie je elitnou strednou školou pre vynikajúcich študentov. Stále častejšie tu nájdeme priemerných až podpriemerných študentov, ktorí navyše nemajú záujem o nadobudnutie všeobecných vedomostí. Práve naopak. Už na tejto úrovni vzdelávania sú úzko vyprofilovaní v oblasti, ktorú plánujú ďalej študovať. Učiteľ fyziky musí prekonať niekoľko bariér: nedostatok učebných kompetencií študentov, odmietanie zmysluplnosti prírodovedného vzdelávania a rôznorodosť potrieb študentov.

Pre napĺňanie potrieb študentov je ideálne využívať rôznorodé učebné materiály a pomôcky, ktoré v maximálnej možnej miere akceptujú individualitu študentov. Súčasná ponuka moderných učebníc nie je dostačujúca. Pri ich tvorbe je dôležité mať vedomosť o kritických oblastiach, ktoré robia študentom problémy a sú zdrojom rôznych miskoncepcií. Z tohto dôvodu sme realizovali prieskum, týkajúci sa miskoncepcií vo fyzike. Vychádzajúc zo zistených skutočností prieskumu sme pripravili študijnú pomôcku pre strednú školu do celku Periodický pohyb, ktorú predstavíme.

1 Prieskum „Miskoncepcie vo fyzike“

Ako už bolo v úvode uvedené, študenti majú nejasnosti a nevedomosti týkajúce sa mnohých fyzikálnych poznatkov. Aby sme zistili viac, rozhodli sme sa zrealizovať prieskum a prostredníctvom neho zmapovať niektoré miskoncepcie vo fyzike. Prieskum sme realizovali v akademickom roku 2010/11 na piatich stredných školách v Piešťanoch, Leviciach, Nových Zámkoch a Tornali. Nakoľko chceme získať ešte širšie podklady, pokračujeme v zbieraní dát. V súčasnosti možno urobiť analýzu prieskumu realizovaného na vzorke 375 respondentov. Prieskum, realizovaný dotazníkovou formou, obsahoval 40 položiek. Na základe ich analýzy sme zisťovali, ktoré z vybraných oblastí fyziky, vytvárajú študentom miskoncepcie a v akom rozsahu. Výsledky dotazníkov, vyhodnotených

počtom nesprávnych odpovedí, vyjadrujeme v percentách (údaj v zátvorke). V ďalšom budeme venovať pozornosť len trom položkám z dotazníka, ktoré sa týkajú témy Periodické deje, konkrétne časti Matematické kyvadlo. Môžeme konštatovať, že prevládajú nasledovné mylné predstavy, ktoré uvádza Tab. 1.

Tab. 1: Vyhodnotenie vybraných miskoncepcií z oblasti periodických dejov

Miskoncepcia	Počet nesprávnych odpovedí [%]
<i>Čím je kyvadlo ťažšie, tým pomalšie kmitá</i>	47,2
<i>Vo vákuu kyvadlo nemôže kmitať</i>	43,5
<i>Tiažové zrýchlenie padajúceho telesa na Zemi je konštanta</i>	61,3

S cieľom napomôcť odstrániť zistené fyzikálne nejasnosti a nevedomosti zo skúmanej oblasti a motivovať študentov pre aktívnu a tvorivú formu vzdelávania sa, sme pripravili interaktívny učebný materiál, ktorý:

1. vychádza zo zistených miskoncepcií;
2. poskytuje rôznorodé návody a aktivity pre širšiu množinu študentov;
3. je voľne prístupný pre učiteľov aj študentov;
4. ukazuje študentom, ako môžu využívať Internet a počítač pri štúdiu fyziky.

V nasledujúcej časti pripravený materiál bližšie predstavíme.

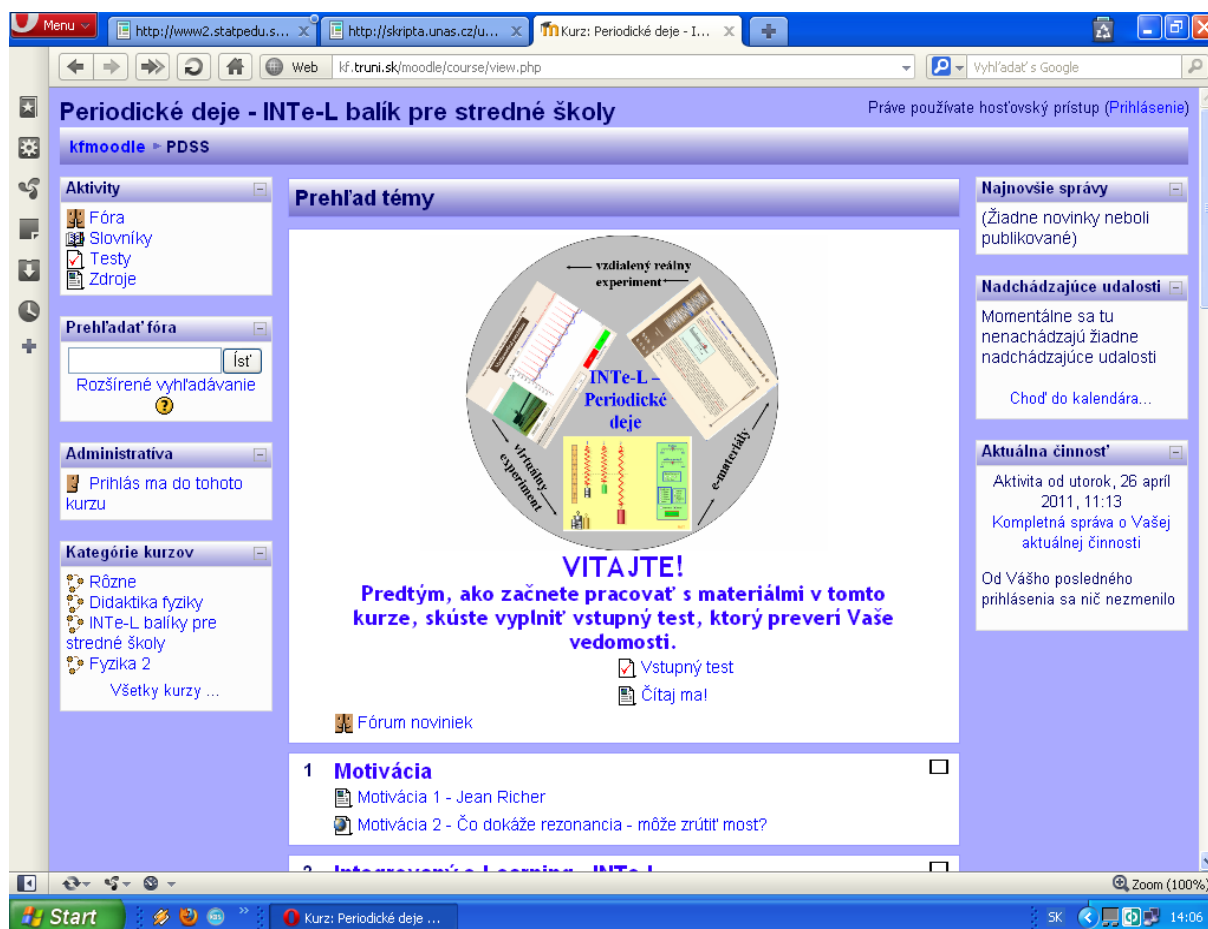
2 „INTe-L balík - Periodické deje“

Pri príprave študijnej pomôcky, nazvanej súborne „INTe-L balík - Periodické deje“ nadväzujeme na formu už pripraveného študijného balíka „INTe-L balík - Voľný pád“. V obidvoch súboroch využívame novú technológiu výučby Integrovaný e-Learning (INTe-L), navrhnutú a rozpracovanú kolektívom autorov pod vedením prof. Schauera (Schauer, Ožvoldová, Lustig, 2009), ktorá sa opiera o vzdelávanie sa prostredníctvom priamej možnosti využitia reálneho, reálneho vzdialeného a virtuálneho experimentu vo vyučovaní. Súčasne využíva metódy poznania, ktoré sa vlastné vedeckej práci a ktorými hlavnými znakmi sú: pozorovanie javov reálneho sveta, vyhľadávanie a záznam informácií, organizácia a plánovanie práce, prezentácia dát v tabuľkách a grafoch, analýza, vyhodnocovanie a vyvodzovanie záverov.

Pripravená učebná pomôcka je svojim obsahom a náročnosťou určená najmä pre študentov gymnázia. Obsahuje vybrané kapitoly z celku Periodické deje: netlmený harmonický pohyb, tlmené a vynútené kmitanie, matematické kyvadlo. Kompletný materiál je vo forme kurzu implementovaný do voľne šíriteľného systému LCMS MOODLE na adrese <http://kf.truni.sk/moodle>.

LCMS MOODLE je voľne šíriteľný systém pre riadenie výučby (Learning Management System – LCMS), ktorý spája prostredie pre doručovanie obsahu (kurzov) so systémom správy študentov. Je založený na moduloch, ktoré môžu byť ľahko vkladané (ako pluginy) a rozvíjané pre vytváranie on-line kurzov s bohatými interakciami pomocou tretích strán. Veľkou výhodou LCMS MOODLE

je skutočnosť, že môže bežať na rôznych operačných systémoch (Beňo, Gerháťová, 2009). My sme sa rozhodli pre toto prostredie, vychádzajúc z našich skúseností, a najmä preto, lebo našou zásadnou požiadavkou bolo, aby materiál mohol používať ktokoľvek bez nutnosti inštalovania špeciálneho programu. Prvý interaktívny študijný materiál „INTe-L balík - Voľný pád“ sme vytvorili pôvodne pomocou softvéru Notebook (viď. Ožvoldová, Žovínová, 2010). Ten síce umožňuje vytvoriť užívateľsky atraktívne prostredie s množstvom interaktívnych aktivít, avšak nie je voľne dostupný. Preto sme sa rozhodli zmeniť prostredie na LCMS MOODLE a obe pomôcky (Voľný pád a Periodické deje) sú voľne dostupné na stránke <http://kf.truni.sk/moodle>. Vstupnú WWW stránku pre jednotku Periodické deje ukazuje Obr. 1.



Obr. 1: „INTe-L balík - Periodické deje“ v prostredí LCMS MOODLE

Pripravená študijná pomôcka „INTe-L balík – Periodické deje“ pozostáva zo súboru aktivít, ktorých nosnou časťou sú experimenty – vzdialené a virtuálne – a práca s nimi.

Reálny vzdialený experiment funguje v e-laboratóriu so vzdialeným prístupom prostredníctvom počítača s pripojením na Internet. V praxi to znamená, že ktokoľvek s internetovým pripojením môže daný experiment nielen sledovať, ale s ním aj aktívne pracovať – meniť nastaviteľné parametre, získavať experimentálne dáta, ktoré po prenose do svojho počítača môže ďalej spracúvať a vyhodnocovať. Podstatou je, že užívateľ nie je závislý ani od času, ani od priestoru, kde sa práve nachádza. Pripravená pomôcka využíva reálne vzdialené experimenty z nasledujúcich e-laboratórií:

- Matematické kyvadlo, voľne prístupné na adrese <http://remotelab5.truni.sk>, ktorý je súčasťou prvého slovenského e-laboratória vybudovaného na Katedre fyziky Trnavskej univerzity v Trnave (<http://kf.truni.sk/remotelab>);
- Svetové kyvadlo – 4 vzdialené experimenty rozmiestnené po svete, voľne prístupné na spoločnej adrese <http://rcl.physik.uni-kl.de>;
- Vlastné a vynútené kmity (http://kdt-17.karlov.mff.cuni.cz/pruzina_en.html) zo spoločného e-laboratória, MFF KU v Prahe, UTB v Zlíne a Trnavskej univerzity v Trnave.

Virtuálny experiment je simuláciou reality za určitých zidealizovaných podmienok stanovených jeho tvorcom. Umožňuje sústrediť pozornosť študenta na podstatu

skúmaného javu. Výhodou využívania simulácií vo vyučovaní je jednoduchosť a efektívnosť demonštrácie daného javu. Navyše nám umožňujú predvádzať javy, ktoré nie sme schopní klasickým experimentom v školských podmienkach skúmať (napr. tepelný pohyb častíc alebo kmitanie pružiny bez pôsobenia odporových síl). Vo vyučovaní považujeme za ideálne kombinovať vzdialené a virtuálne experimenty. Tento dualizmus umožňuje študentom pochopiť rozdiel medzi ideálnymi a reálnymi podmienkami.

Virtuálne experimenty využívané v pripravenej pomôcke sú zo stránok <http://phet.colorado.edu> (Závažia a pružiny, Matematické kyvadlo) a <http://www.walter-fendt.de> (Pružinový oscilátor, Matematické kyvadlo, Vynútené kmity – Rezonancia).

Balík obsahuje nasledovné časti:

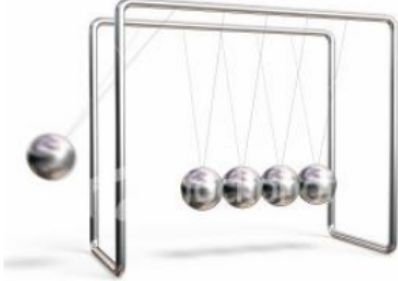
- vstupný test;
- motiváciu;
- vzdialené experimenty – návody a úlohy;
- virtuálne experimenty – návody a úlohy;
- študijné materiály k témam;
- slovník základných pojmov;
- aktivity;
- riešené príklady;
- testy.

Výhodou pripravenej pomôcky je, že užívateľ môže pracovať s aktivitami v ľubovoľnom poradí, jemu nevyhovujúce môže preskočiť alebo úplne vynechať. Prístup k aktivite nie je podmienený vypracovaním tej predchádzajúcej.

Okrem už uvedených vzdialených a virtuálnych experimentov, INTe-L balík obsahuje množstvo pôvodných materiálov, odkazov na videá, či pracovné listy (Obr. 2) využiteľné pri domácej príprave alebo preverovaní vedomostí.

Pracovný list študenta

applety: http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_en.html (Applet 1)
<http://www.walter-fendt.de/ph14e/pendulum.htm> (Applet 2)



ÚLOHY

1. Zvoľ si Applet 1 a nechaj nastavenú gravitáciu pre Zem. Pracuj s jedným kyvadlom a meň hmotnosť závažia. Má zmena hmotnosti vplyv na pohyb kyvadla? Matematicky zdôvodni

.....

.....

.....

.....

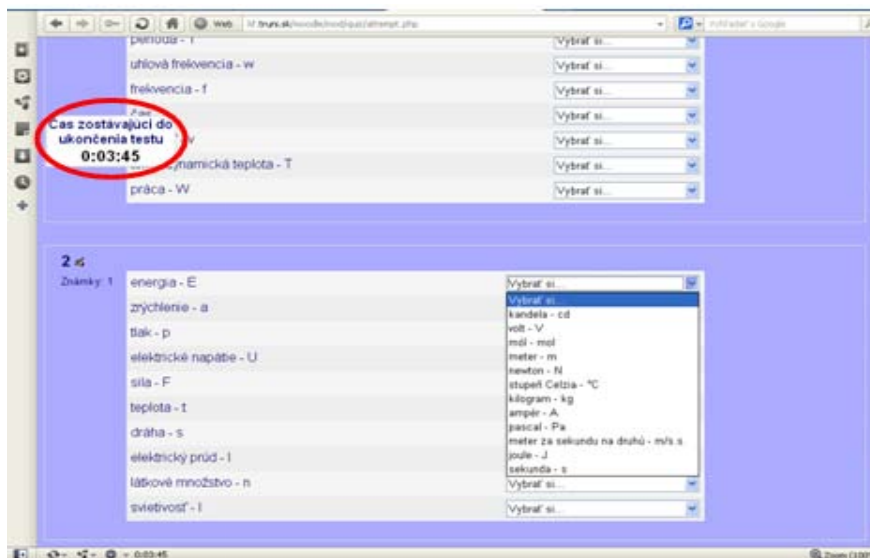
Obr. 2: Ukážka pracovného listu ku virtuálnym experimentom

Očakávaný prínos pomôcky, ktorý v krátkej budúcnosti budeme pilotne preverovať vo vyučovacom procese, možno formulovať nasledovne:

- Úzky súvis medzi fyzikou a reálnym životom, ktorý prezentujeme v každej časti. Už vstupný test je pre študenta signálom, že sa ide zaoberať problematikou veľmi úzko prepojenou s každodennou realitou, nakoľko otázky sú zamerané na bežné javy, ako sú napr. používanie kyvadlových hodín, príliv a odliv, činnosť srdca apod., s ktorými sa v každodennom živote stretáva. Zameranie na bežné javy vyplýva zo skutočnosti, že periodické deje je téma, s ktorou sa študent v učebných osnovách doteraz ešte nestretol. Rovnako aj motivácia (most v rezonancii) či práca s experimentmi je riešená v podobnom duchu, čiže neustále mať na zreteli reálny život.
- Vzdelávanie sa prostredníctvom aktívnej činnosti – experimentovaním. Pomôcka je založená na stratégii vyučovania, ktorá za základ výučby fyziky berie práve experimenty a poznávacie aktivity študentov (bližšie pozri Ožvoldová, 2006). Preto sme do balíka zahrnuli celkovo 11 experimentov, ku ktorým sme vytvorili návody a pracovné listy.
- Odstraňovanie miskoncepcií. V úvode sme uviedli tri miskoncepce súvisiace s celkom Periodické deje. Skutočnosť, že perióda kmitu nezávisí od hmotnosti kyvadla (resp. závažia na kyvadle), nie je zložitá dokázať. Vyvrátiť ďalšie dve miskoncepce – kmitanie kyvadla vo vákuu a nekonštantnosť tiažového zrýchlenia – už môže byť zložitejšie, nakoľko sa nejedná o javy bežne pozorovateľné. A práve experimenty, zakomponované v INTe-L balíku, toto umožňujú. Pomocou virtuálneho experimentu študenti zistia, že kyvadlo im bude kmitať aj vo vákuu, a že podstatné je, aby v danom prostredí pôsobila gravitácia. Na získanie dôkazu o nekonštantnosti tiažového zrýchlenia, materiál obsahuje pracovný list, v ktorom sa pomocou piatich matematických kyvadiel (rozmiestnených na Slovensku, v Nemecku, Jemene a Litve) určuje

tiažové zrýchlenie. Namerané výsledky jasne ukážu, že skutočne existujú rozdiely v hodnotách tiažového zrýchlenia medzi jednotlivými lokalitami.

- **Rôznorodosť aktivít.** Ako sme už spomenuli, základ materiálu tvoria experimenty a aktivity, ktoré s nimi súvisia. Avšak našou snahou je, aby bol materiál, čo sa ponuky aktivít týka, čo najpestrejší. Zaradili sme doňho preto aj aktivity ako priraďovačka (k výroku nájsť správny pojem), či hľadanie správnej jednotky ku fyzikálnej veličine (Obr. 3), ktoré našim študentom robia často problémy. Tieto aktivity sú v dvoch úrovniach – náročnosť je determinovaná časovým limitom vymedzeným na splnenie úlohy. Rovnako aj vedomosti si môžu študenti testovať rôzne – riešením výpočtových úloh, pomocou testu pojmov či všeobecného testu vedomostí.



Obr. 3: Ukážka aktivity Veličiny a ich jednotky

- **Dostupnosť pomôcky.** Našou víziou je, aby študijnú pomôcku využívalo čo najviac študentov aj vyučujúcich. Preto sme ju vytvorili v systéme LCMS MOODLE, ktorý ju sprístupňuje všetkým užívateľom. Možné sú dva spôsoby prístupu – bez registrácie ako hosť (obmedzená činnosť s niektorými aktivitami – dané systémom) alebo po registrácii pracovať plnohodnotne s celým materiálom.

Záver

V predložennom príspevku sme prezentovali učebnú pomôcku „INTe-L balík - Periodické deje“, určený pre študentov a vyučujúcich na gymnáziách. Pomôcka je voľne dostupná v rámci systému LCMS MOODLE na stránke <http://kf.truni.sk/moodle>. Jej základ tvoria e-experimenty – vzdialené a virtuálne, nakoľko experiment je neoddeliteľnou súčasťou výučby fyziky. Mnohokrát sa učitelia z rôznych dôvodov uchýľujú k redukcii experimentov na hodinách alebo ich úplnému vynechaniu. Vďaka tejto pomôcke majú prostredníctvom priamych odkazov na WWW stránky k dispozícii hneď niekoľko experimentov – bez zdĺhavého hľadania, či prípravy experimentálnej aparatury. Nakoľko overovanie učebnej pomôcky je v štádiu príprav, možno uviesť niekoľko našich pozitívnych skúseností s implementáciou e-experimentov do výučby v základnej a strednej škole:

- Na štyroch základných školách v Jaslovských Bohuniciach, Šúrovciach, Báhani a v Leviciach sa realizovalo projektového vyučovanie s využitím vzdialeného experimentu. Po vypracovaní a odprezentovaní projektov žiaci vyplňali dotazník. Prevahu mali pozitívne reakcie na netradičný spôsob experimentovania (Žovínová, 2011).

- Študenti tercie osemročného gymnázia neboli na začiatku semestra schopní riešiť jednoduché fyzikálne príklady. V priebehu roka sa oboznámili s rôznymi virtuálnymi experimentmi, na základe ktorých sú nielen schopní riešiť príklady, ale si tieto aj sami vymýšľať a zadávať. Okrem toho nachádzajú pri ich riešení rôzne kreatívne spôsoby, ako sa k výsledku dopracovať, sú teda schopní logicky uvažovať.

- Počas hodín s využitím e-experimentov prebieha výučba v počítačovej miestnosti. Keď študenti zasadnú k počítaču, niektorí z nich neodolajú a zapnú si online hru alebo sa prihlásia na sociálnu sieť. Avšak prevažná väčšina sadá za počítač s otázkou: „Máme si zapnúť Colorado?“ (t.j. stránku s virtuálnymi experimentmi).

Záverom by sme radi uviedli vyjadrenie jedného zo žiakov: „Teraz ma fyzika a experimenty bavia viac“. Očakávame že obdobný pozitívny prínos a postoje študentov získame i na prezentovanú interaktívnu učebnú pomôcku.

Podakovanie

Ďakujeme grantovej agentúre MŠ SR KEGA za finančnú podporu prostredníctvom grantu č. 3/7227/09, ktorá umožnila vybudovať e-laboratórium vzdialených prírodovedných experimentov do súčasnej podoby.

Literatúra

BEŇO, M., GERHÁTOVÁ, Ž. 2009. Prečo je Moodle LCMS. In: *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Ser. C*, [online], 2009, roč. XIII. [citované 28. apríl 2011].

Dostupné na: <http://pdfweb.truni.sk/down/ACTAFP/2009/C/Beno_Gerhatova.pdf>

KORŠŇÁKOVÁ, Paulína, KOVÁČOVÁ, Jana, HELDOVÁ, Daniela. 2010. *Národná správa OECD PISA Sk 2009*. 1. vyd. Bratislava: Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania, 2010. 60 s. ISBN 978-80-970261-4-1

OŽVOLDOVÁ, M. 2006. *Vývoj e-learningu vo fyzike smerom k novej generácii - Integrovanému e-learningu*. In: Kozík, T.: *Virtuálna kolaborácia a e-Learning*. Nitra: PdF UKF, 2006, s. 30-45. ISBN 80-8094-053-3

OŽVOLDOVÁ M. 2010. Je výučba prírodných vied v kríze? Ako ďalej? In: *Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis, Ser. C*, [online], 2010, roč. XIV. [citované 28. apríl 2011].

OŽVOLDOVÁ, M., ŽOVÍNOVÁ, M. 2010. Multimediálna učebná pomôcka na báze stratégie Integrovaného e-Learningu. In: *SFS – Tvorivý učiteľ fyziky*. [online]. Smolenice: 2010. ročník 3. [citované 28. apríl 2011]. ISBN 978-80-969124-9-0.

Dostupné na: http://sfs.sav.sk/smolenice/pdf_10/30_Ozvoldova.pdf

SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. 2009. Integrated e-Learning - New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics. In: *INNOVATIONS 2009, World Innovations in Engineering Education and Research iNEER Special Volume 2009*. USA, VA: Arlington, s. 119-135. ISBN 978-0-9741252-9-9.

ŽOVÍNOVÁ, M. 2011. Možnosti využitia vzdialeného prírodovedného experimentu vo vzdelávaní v základnej škole. In: *Aktuálne teoretické a výskumné otázky pedagogiky v konceptoch dizertačných prác doktorandov, Zborník z konferencie*. Trnava: Pedagogická fakulta, v tlači.

Adresa autora

Mgr. Michaela Žovinová, doc. RNDr. Miroslava Ožvoldová, CSc.

Katedra fyziky PdF Trnavskej univerzity

Priemyselná 4

918 43 Trnava

e-mail: zovinova.michaela@centrum.sk, mozvoldo@truni.sk

Festival fyziky je organizovaný Slovenskou fyzikálnou spoločnosťou.



Sponzori konferencie:

Projekty: APVV LPP-0223-09, APVV LPP-0059-09



Zborník bol vydaný s podporou projektu
APVV LPP-0223-09 Veda na scéne Slovensko

Názov: **Tvorivý učiteľ fyziky IV**
Národný festival fyziky 2011

Typ: Zborník príspevkov

Editori: doc. RNDr. Marián Kireš, PhD.
RNDr. Dalibor Krupa, CSc., D.Phil.

Rok vydania: 2011

Rozsah: 244 strán

Náklad: 120 ks

Tlač: Equilibria, s.r.o., Košice

ISBN 978-80-970625-3-8
EAN 9788097062538



9 788097 062538 >

