

Metodicko-pedagogické centrum
Prešov

UPJŠ v Košiciach
Prírodovedecká fakulta
Centrum celoživotného vzdelávania



Matematika **I**nformatika **F**yzika

číslo **30**

XVI.ročník

didaktický časopis učiteľov
matematiky, informatiky a fyziky



Prešov
apríl 2007

Matematika Informatika Fyzika
didaktický časopis učiteľov matematiky, informatiky, fyziky

Vydavateľ: Metodicko-pedagogické centrum Prešov

Vedúci redakčnej rady: Doc. RNDr. Dušan Šveda, CSc.

Redaktori za matematiku: RNDr. Stanislav Lukáč, PhD., RNDr. Jana Hnatová

Redaktori za informatiku: RNDr. Ľubomír Šnajder, PhD., Ing. Drahomír Knapík

Redaktori za fyziku: RNDr. Marián Kireš, PhD., RNDr. Miroslav Krajňák, PhD.

Členovia redakčnej rady:

Matematika

Doc. RNDr. Dušan Šveda, CSc.	ÚMV PF UPJŠ v Košiciach
Prof. RNDr. Jan Kopka, CSc.	PF UJEP Ústí nad Labem
RNDr. Stanislav Lukáč, PhD.	ÚMV PF UPJŠ v Košiciach
RNDr. Jana Hnatová	MPC Prešov
RNDr. Alena Prídavková, PhD.	PF PU Prešov
Mgr. Viera Kundľová	Gymnázium J.A.Raymanna Prešov

Informatika

RNDr. Ľubomír Šnajder, PhD.	ÚI PF UPJŠ v Košiciach
Ing. Drahomír Knapík	MPC Prešov
Prof. RNDr. Ivan Kalaš, PhD.	FMFI UK Bratislava
PaedDr. Miroslav Vojtek	Gymnázium a ZŠ sv. J. Bosca v Bardejove
RNDr. Slávka Blichová	CCV PF UPJŠ v Košiciach

Fyzika

RNDr. Marián Kireš, PhD.	ÚFV PF UPJŠ v Košiciach
RNDr. Miroslav Krajňák, PhD.	MPC Prešov
Doc. RNDr. Viera Lapitková, CSc.	FMFI UK Bratislava
RNDr. Ivan Duľa	Gymnázium, Kežmarok
RNDr. Libuša Segedyová	ZŠ Jenisejská, Košice

Editor: RNDr. Marián Kireš, PhD.

Všetky príspevky publikované v časopise prešli odbornou recenziou.

Za vydanie zodpovedá: PaedDr. Ivan Pavlov, PhD., riaditeľ MPC Prešov

Jazyková úprava: Mgr. Andrea Biščáková

Adresa redakcie:

Redakcia MIF
Metodicko-pedagogické centrum
Tarasa Ševčenka 11
080 20 Prešov

Tlač: Rokus s.r.o., Sabinovská 55, Prešov

Náklad: 500 ks

Rok vydania: 2007



Obsah

Matematika

Martina Hančová, Jozef Hanč	1
AC TEST AKO EFEKTÍVNE KRITÉRIUM ROZKLADU KVADRATICKÉHO TROJČLENA	
Dušan Jedinák	8
S MIERNOU DÁVKOU LOGIKY	
Štefan Rimák	11
ÚROVEŇ VEDOMOSTÍ ŽIAKOV 5. ROČNÍKA ZŠ Z TEMATICKÉHO CELKU DESATINNÉ ČÍSLA	
Dušan Jedinák	15
DVE KNIŽKY PRE POPULARIZÁCIU MATEMATIKY V ŠKOLE	
Informatika	
Daniela Lehotská	16
EDUKAČNÝ SOFTVÉR	
Erika Petrašková	24
VYUČOVACIE STRATÉGIE ROZVÍJAJÚCE KRITICKÉ MYSLENIE ŽIAKOV V PREDMETE INFORMATIKA	
Zuzana Szabóová	30
DVA RÔZNE PRÍSTUPY RIEŠENIA REKURZÍVNEJ ÚLOHY	
Fyzika	
Vladimír Grejták	35
VYBRANÉ PRVKY PEDAGOGICKÉHO EXPERIMENTU	
Miriám Horanská	43
NÁVRHY EXPERIMENTOV VO VYUČOVANÍ JADROVEJ FYZIKY NA STREDNÝCH ŠKOLÁCH	
Mária Konkoľová, Zuzana Ješková, Pavol Petrovič	48
JAV ELEKTROMAGNETICKEJ INDUKCIE V POČÍTAČOM PODPOROVANOM EXPERIMENTE	
Ľudmila Onderová	52
HRAČKY A ICH MIESTO VO VYUČOVANÍ FYZIKY	
Jozef Hanč	59
AKO EFEKTÍVNE POUŽÍVAŤ FYZLETY? DIDAKTIKA FYZLETOV	

Nepredajné!

Určené pre vzdelávacie potreby pedagogických zamestnancov škôl a školských zariadení východného Slovenska.

AKO EFEKTÍVNE POUŽÍVAŤ FYZLETY? DIDAKTIKA FYZLETOV

Jozef Hanč

Oddelenie didaktiky fyziky, ÚFV PF UPJŠ v Košiciach

Abstrakt: V článku sa zaoberáme didaktickými aspektmi výučby fyziky pomocou fyzletov, ktorých formu, obsah a základnú filozofiu vytvorili W. Christian a M. Belloni z USA. Článok sa snaží nájsť aj odpoveď na otázku, akú pozíciu majú fyzlety z pohľadu najnovších trendov a cieľov vzdelávania. Analýza piatich konkrétnych ukážok fyzletovských cvičení demonštruje, v čom sú výnimočné a odlišné od tradičných úloh v zbierkach, či od iných fyzikálnych apletov na webe a aké schopnosti, resp. kompetencie žiaka rozvíjajú.

Kľúčové slová: fyzlety, efektívne používanie fyzletov, kompetencie žiaka, konceptuálne porozumenie

Úvod

V nedávno publikovanom článku (Hanč, 2006) sme podrobnejšie popísali, čo je to fyzlet a ako bude vyzerat' pripravovaná slovenská verzia fyzletov s príslušnými cvičeniami využívajúcimi tieto špeciálne programy bežiacie na html stránke a napísané v jazyku Java. Flexibilný učebný interaktívny materiál vo forme viac ako 800 cvičení pokrýva súčasné osnovy celej fyziky na strednej škole (Fyzika – Osnovy, 1997), ďalej sylabus kurzov úvodnej fyziky na vysokej škole, a v prípade modernej fyziky jej základné oblasti (ŠTR, Úvod do kvantovej fyziky).

Z dôvodu vylúčenia nedorozumenia si na začiatku dovoľme pripomenúť, že v tomto článku, ako aj v spomenutom (Hanč, 2006), pod fyzletom nerozumieme akýkoľvek Java aplet s fyzikálnou tematikou, ale fyzikálny aplet s možnosťou zmeny parametrov v html stránke, na ktorej beží a ktorého tvorcami sú W. Christian a M. Belloni z Davidson College v USA. Toto naše chápanie v užšom zmysle vychádza zo skutočnosti, že títo americkí fyzici a pedagógovia sú autormi pomenovania *fyzlet* (*fyzikálny aplet*) a z faktu, že slovenská verzia fyziky pomocou fyzletov čerpá len z ich materiálov (Christian, 2004).

Naším cieľom v nasledujúcom texte bude analyzovať fyzlety a ich použitie z didaktickej stránky, podrobnejšie vysvetliť a na piatich konkrétnych ukážkach *fyzletovských cvičení*

*a úloh*¹ demonštrovať v čom sú výnimočné a odlišné od tradičných úloh v zbierkach, či iných fyzikálnych apletov, ktoré stretneme na webe, resp. aké poznatky a schopnosti žiaka rozvíjajú a do akej miery.

Uvedené otázky sú dôležité nielen preto, že téma, akými metódami učiť a aké prostredie najviac pomáha študentom v ich učení, patrí medzi najdiskutovanejšie (Arons, 1997; Thornton, 1999; McDermottová, 2001, Pišút, 2006), ale aj preto, lebo najnovšie výsledky didaktického výskumu ukazujú (Redish, 2003; Christian, 2004), že bez správnej metodiky sa multimédia rovnako ako aj fyzlety stávajú len zdĺhavejšou, zložitejšou a hlavne finančne náročnejšou alternatívou k tradičným metódam bez očakávaného zlepšenia.

Napokon článok sa snaží nájsť odpoveď aj na to, akú pozíciu majú fyzlety z pohľadu najnovších trendov a cieľov výučby – podrobnejšie viď projekt Kurikulárna reforma (Pišút, 2006) – ktoré sa zameriavajú cez aktívne poznávanie žiaka predovšetkým na:

- rozvoj schopností (kompetencií) žiakov, najmä kľúčových, napr. schopnosť riešiť problémy, používať IKT, učiť sa, poznávať, komunikovať, či spolupracovať.
- v rámci kompetencií získaných v danom predmete prioritné postavenie majú kompetencie, ktoré presahujú rámec predmetu, t.j. tie schopnosti, ktoré žiak môže využiť mimo predmetu fyzika, napr.

¹Pomenovaním *fyzletovská úloha*, resp. *cvičenie* budeme označovať fyzikálne cvičenia alebo úlohy využívajúce fyzlet.

schopnosť pozorovať dej, vedieť vybrať dôležité veličiny a merať ich, formulovať hypotézy, vyvodiť závery a zovšeobecnenia, správne interpretovať rôzne formálne reprezentácie (grafy; rovnice, funkcie; tabuľky) reálneho deja, resp. jeho modelov.

V drvivej väčšine úloh v štandardných učebniciach, či už na Slovensku alebo v zahraničí idealizácia, zjednodušenie a výber podstatných veličín v reálnych systémoch, vytvorenie modelu, odhad, merania sú už urobené, čo ako ukazuje prax, vedie študenta len k „hľadaniu“ správneho vzorca a mechanickým matematickým úpravám bez zodpovedajúcej fyzikálnej analýzy problému, resp. skutočného pochopenia použitých pojmov a princípov. Inými slovami bez tzv. konceptuálneho, fyzikálneho myslenia.

Často sa potom stáva, že pri tradičnej výučbe aj dobrí žiaci, dokonca aj riešitelia FO, chápú riešenie problémov ako rozoznávanie „nových prevtelení“ riešení už známych typových problémov a zvyčajne pri typovo novej úlohe zlyhávajú.

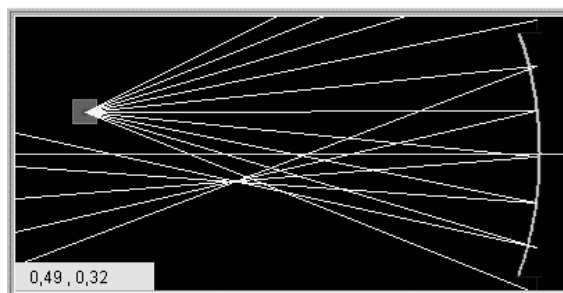
1 Ukážky z fyzletovských cvičení a úloh

Základnou filozofiou fyzletov sme sa vo všeobecnosti zaoberali v článku Hanč, 2006. Tu pripomenieme, že každá tematicky samostatná časť fyziky pomocou fyzletov obsahuje tri typy odlišných fyzletovských cvičení a úloh. Sú to ilustrácie, bádania a problémy.

V ďalšom texte však od všeobecného výkladu upustíme a zvolíme inú cestu. Metodickú stránku a didaktiku fyzletov objasníme najlepšie na konkrétnych príkladoch ilustrácií, bádání a problémov. Preto rozanalyzujeme z didaktického pohľadu 5 rôznych „fyzletovských“ cvičení, ktoré reprezentujú typické použitie fyzletov vo fyzikálnych problémoch a poskytnú adekvátnejšiu predstavu, čo fyzlety „dokážu“. Výklad bude v niektorých ohľadoch vychádzať aj z didaktického článku tvorcov fyzletov (Dancy et al, 2002).

Ukážka 1 – Geometrická optika

Tradičný príklad geometrickej optiky guľových zrkadiel — *Predmet je vo vzdialenosti 60 cm pred dutým guľovým zrkadlom, pričom poloha jeho obrazu je 40 cm pred zrkadlom. Aký je polomer uvedeného zrkadla?* — je ľahko riešiteľný typickou žiackou stratégiou „*nájdí vzorec – uprav – dosad’ hodnoty – vypočítaj výsledok*“ (ktorú v skratke budeme nazývať stratégia „*nájdí a dosad’*“). Žiak si „*uvedomí*“, že v zadaní figurujú predmetová a obrazová vzdialenosť, dôležité veličiny príkladu, čo ho „*vedie*“ k tomu, že „*základným zákonom*“ v príklade je zobrazovacia rovnica pre guľové zrkadlo, ktorá tieto veličiny obsahuje ($1/a + 1/a' = 2/r$, resp. $1/a + 1/a' = 1/f$). Dosadením a po úprave dôjde k výsledku $r = 2/(1/60 + 1/40) = 48$ cm.



Obr.1: Problém z kapitoly zrkadlá z pripravovanej slovenskej verzie Fyzletov

Podme sa pozrieť na to, ako obsahovo ten istý problém podáva fyzletovské cvičenie, kde žiak má k dispozícii aplet (obr.1) a zadanie: *Bodový zdroj je umiestený naľavo od zrkadla, pričom polohu zdroja môžete myškou ľubovoľne meniť (poloha je daná v centimetroch). Určte polomer zrkadla.*

Žiaci v tomto prípade nemôžu použiť stratégiu „*nájdí a dosad’*“, pretože v zadaní k fyzletu nie je uvedená hodnota žiadnej „*dôležitej*“ fyzikálnej veličiny poskytujúcej návod, ktorý vzorec použiť. Fyzlet dáva len x a y súradnice kurzora myši. Riešiteľ problému sa preto najprv musí rozhodovať, ktorá informácia bude preňho dôležitá. Inými slovami musí začať myslieť konceptuálne². Podobne ako v prípade

²Musí začať používať základné pojmy optiky zrkadiel, pričom úlohu vyrieši správne len vtedy, ak im rozumie.

problémov z reálneho života je tu „more“ nadbytočných informácií, napr. hodnoty y -ovej súradnice.

Pri riešení úlohy musí žiak tiež interaktívne použiť daný fyzlet, aby namerlal hodnoty vybraných dôležitých veličín (poloha zdroja, zrkadla, obrazu). Pri meraní si žiak musí uvedomiť najdôležitejšiu vec merania polohy: *odkiaľ je meraná vzdialenosť jednotlivých objektov*, t.j. zistiť, kde je vzťažný bod, vzhľadom ku ktorému zisťujeme polohu. Až po meraní môže použiť *zobrazovaciu rovnicu* a dosadenie príslušných hodnôt v štýle tradičného riešenia.

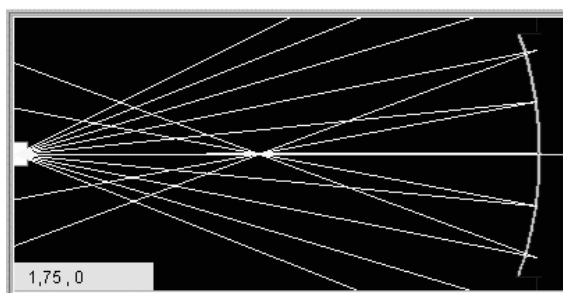
V tomto bode by sme mohli namietat', že fyzlet predsa len nie je až tak dôležitý, pretože „minimálne rovnakú dávku“ žiackych aktivít môžeme zabezpečiť preformulovaním pôvodnej tradičnej úlohy pomocou takého istého obrázku, akým je obr.1 a použitím pravítka (alebo môžeme poskytnúť študentom optickú lavicu s príslušnými pomôckami a zrkadlom neznámeho polomeru). Uvedené argumenty však neberú do úvahy ďalšie dôležité výhody fyzletovského prístupu, ktoré sa vynoria vtedy, ak úlohy zadáme v triede (v prípade fyzletu napr. v PC učebni) alebo na domácu úlohu.

Formulácia úlohy pomocou statického obrázku (obr.1) automaticky vedie k jedinej možnej metóde riešenia (odmeranie potrebných vzdialeností a použitie zobrazovacej rovnice), lenže v prípade fyzletu sa objaví široká paleta riešení, napr.³:

- Umiestnenie zdroja do takého bodu na optickej osi, že všetky odrazené lúče smerujú opäť do toho istého bodu, čo je fundamentálna vlastnosť stredu zrkadla. Zmeraním vzdialenosti tohto bodu k zrkadlu máme hľadanú odpoveď.
- Umiestnenie zdroja do takého bodu na optickej osi, že odrazené lúče sa stávajú rovnobežnými. Tento bod je ohnisko a polomer krivosti zrkadla je dvojnásobok ohniskovej vzdialenosti.

³Ak by študenti neprezentovali takéto riešenia, môže ich učiteľ motivovať pomocnými otázkami k ich nájdenu.

- „Šikovní“ žiaci si vyberú také polohy zdroja, aby vzdialenosti boli „pekné“, napr. celočíselné, čo dovoľuje robiť výpočty bez kalkulačky.
- Objavia sa aj nesprávne riešenia obsahujúce miskoncepce, napr. keď študenti posunú zdroj na optickú os vľavo na začiatok obrázku (obr.2) a prehlásia, že ohnisko je v bode, kde sa stretnú všetky odrazené lúče na optickej osi⁴ a vynásobia danú vzdialenosť dvoma.



Obr. 2: Nesprávne riešenie problému z optiky zrkadiel

V porovnaní so statickým obrázkom teda fyzlet dáva študentom voľnosť pri riešení a možnosť postupovať tvorivo. Konvergentná úloha sa v prípade fyzletu stáva divergentnou z pohľadu metódy riešenia, čo v prípade statického obrázku nastane len veľmi zriedkavo. Hodnota vyššie uvedených riešení je obzvlášť cenná z dôvodu, že vychádzajú z konceptuálneho pochopenia vlastností základných pojmov optiky zrkadiel a nie z mechanického použitia zobrazovacej rovnice. A často aj preto, že riešenia signalizujú alebo odhaľujú nesprávne chápanie žiakov.

Okrem toho fyzlet poskytuje aj ďalšie rozvíjanie schopnosti učiť sa, t.j. možnosť ďalšieho experimentovania, formulácie hypotéz a záverov (napr. objasniť, akú úlohu má v zobrazovaní y -ová súradnica predmetu?).

⁴Dost' veľká časť žiakov totiž zabudne na to, že v prípade ohniska dopadajúce lúče musia byť rovnobežné s optickou osou a nevšimnú si, že lúče zo zdroja v každom bode na optickej osi sa odrazia vždy do jedného bodu na optickej osi, takže význačných bodov nazývaných ohnisko by bolo nekonečne veľa. Bez ohľadu na to, či sa takéto chybné riešenie objaví alebo neobjaví, obrázok 2 je veľmi dobrou konceptuálnou otázkou testujúcou skutočné pochopenie pojmu ohnisko.

Ak porovnáme fyzlet s experimentom (napr. porovnateľný rozsah aktivít žiaka je pri domácej úlohe merania ohniskovej vzdialenosti nerezovej naberačky s laserovým ukazovadlom a pravítkom), narážame tu skôr na technické problémy, ako experiment zrealizovať⁵. Fyzlet má však jednu veľkú výhodu oproti hocijakému experimentu – silnú vonkajšiu motiváciu. Naša skúsenosť z výučby na SŠ aj VŠ ukazuje, že počítače priťahujú dnešnú mladú generáciu natoľko, že fyzletovská fyzika je pre žiaka omnoho väčším lákadlom. Nakoniec interaktivita fyzletu oproti experimentu a statickému obrázku zvyšuje oveľa viac aj pravdepodobnosť prejavenia sa miskoncepcie, akou bolo v našom prípade nesprávne pochopenie pojmu ohnisko.

Zhrnutie. Na uvedenom príklade sme sa mohli presvedčiť, že interaktivita fyzletu v didakticky dobre formulovanom probléme poskytuje:

- rozvoj schopností študenta; v našom prípade kľúčových kompetencií, akými sú schopnosť čeliť problému a riešiť ho, práca s počítačom, resp. medzipredmetových kompetencií, akými sú pozorovanie javu a výber dôležitých veličín, meranie veličín (polohy a vzdialenosti); schopnosť učiť sa, formulovať hypotézy a závery,
- rozvoj kreativity, hodnotiaceho myslenia a hľadania ciest k riešeniu problému,
- v kognitívnej oblasti zvýšenie úrovne skutočného pochopenia základných fyzikálnych pojmov (v našom prípade pojmov z optiky zrkadiel) a rozvoj konceptuálneho myslenia,
- zvýšenie motivácie, ale aj pravdepodobnosti odhalenia žiakovej miskoncepcie.

Na záver pripomenieme ešte jednu skutočnosť dôležitú z pohľadu vnímania samotnej fyziky žiakom. „Správne“ didaktické použitie fyzletov vedie k zvládnutiu základných pojmov a zákonov geometrickej optiky. Ak žiak rozumie napr. zákonu odrazu a lomu (alebo z pohľadu

vysokoškolskej fyziky fundamentálnemu Fermatovmu princípu), môže „zaútočiť“ na nové problémy, s ktorými sa nestretol, pretože zákon odrazu a lomu je možno aplikovať vo veľmi širokom rozsahu systémov geometrickej optiky. Naopak pri tradičnom príklade žiak nadobúda presvedčenie, že zobrazovacia rovnica je fundamentálnym zákonom optiky, aj keď v skutočnosti je to len špeciálna rovnica pre špeciálne podmienky, a pri relatívne neznámej a novej úlohe, akou je aj táto úloha z optiky, resp. nižšie uvedené problémy často zlyháva.

Ukážka 2 – Elektrické pole

V jednoduchom fyzletovskom probléme na obr. 3 je úlohou žiaka zistiť veľkosť a znamienko neznámeho náboja (nábojov) v strede obrázku. Žiak vidí zobrazenie elektrického poľa budeného týmto nábojom a má možnosť pohybovať testovacím nábojom vo vákuu, ktorý nemení pôvodné pole a ukazuje veľkosť intenzity poľa v danom mieste (poloha je daná v centimetroch a veľkosť intenzity elektrického poľa v newton/coulomb)⁶.

Podobne ako v predchádzajúcej ukážke musí žiak pri riešení úlohy interaktívne pracovať s fyzletom – pohybovať testovacím nábojom a merať dôležité parametre. Ďalej uvedomiť si a použiť zodpovedajúce dôležité pojmy a zákony. Študent, ktorý naozaj rozumie pojmu intenzita elektrického poľa a Coulombovemu zákonu vie, že:

- vzorec $E=1/(4\pi\epsilon_0)Q/r^2$ platí len v prípade bodového náboja, pričom pole je radiálne. Na základe radiálnosti poľa by žiak mal sformulovať hypotézu, že to je bodový náboj⁷ a overiť závislosť intenzity od $1/r^2$, t.j. trénuje sa v hľadaní, resp. v potvrdení závislosti medzi veličinami,

⁶Daný problém vychádza z tradičnej úlohy: Veľkosť intenzity elektrického poľa vo vzdialenosti 30 cm od bodového náboja vo vákuu je 10^6 N.C⁻¹. Určte veľkosť tohto náboja.

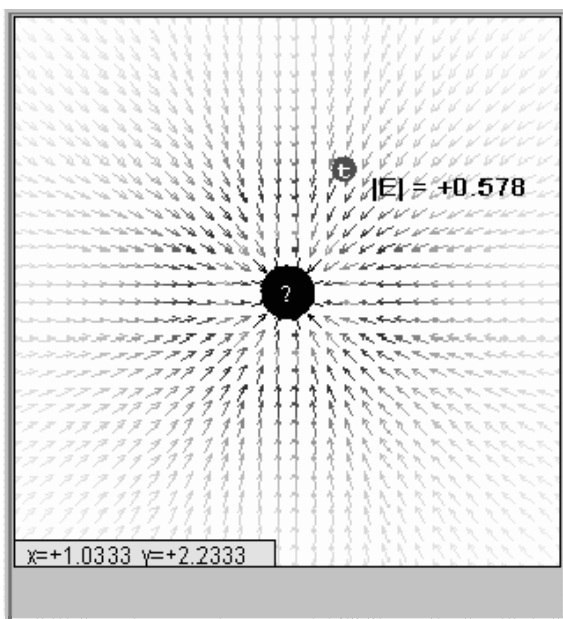
⁷Napr. ak by obrázok predstavoval zobrazenie elektrického poľa homogénne nabitého priameho vodiča v rovine kolmej na tento vodič, tak by závislosť poľa bola úmerná $1/r$.

⁵Myslíme tým nedostatok pomôcok. Napr. v dnešnej dobe na hodine fyziky je paradoxne jednoduchšie zísť do PC učebne ako vykonať žiacky experiment.

- smer intenzity poľa má smer sily, ktorou by pôsobil neznámy náboj na testovací náboj, ak by bol kladný.

V úlohe sa žiak stretáva s dôležitou formálnou reprezentáciou fundamentálneho pojmu pole pomocou vektorov, kde smer poľa je daný smerom vektorov a veľkosť poľa farbou vektora. Takéto zviditeľnenie poľa experiment v podstate nedovoľuje (je ťažké urobiť experiment, kde možno vidieť veľkosť intenzity elektrického poľa a smer v toľkých miestach naraz). Pri hľadaní závislosti a smeru poľa od neznámeho náboja si trénuje aj interpretáciu tejto reprezentácie.

Takisto ako aj v predchádzajúcej úlohe žiak má voľnosť v hľadaní riešenia. Napr. zvolíť si šikovne jednu zo súradníc x a y za nulovú a druhú súradnicu za jednotkovú.



Prosím počkajte, pokým sa animácia úplne nenačíta.

Obr. 3: Problém z kapitoly intenzita elektrického poľa z pripravovanej slovenskej verzie Fyzletov

Ak pridáme do problému ďalšie úlohu: *Zistite, koľko elektrónov je navyše, alebo menej oproti neutrálnemu stavu v prípade neznámeho náboja. Skúste to urobiť bez kalkulačky, (pomôcka $k=1/(4\pi\epsilon_0)=9\cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$), môžeme trénovať schopnosť žiaka vykonávať približné odhady.*

Ako príklad žiackeho odhadu prezentujeme riešenie žiaka riešiteľa FO:

Odmerané veličiny $x = 0 \text{ cm}$, $y = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$, $|E|=3,5 \text{ N/C}$. Smer intenzity je vyjadrený smerom pôsobiacej sily na kladný náboj. Keďže smer vyjadruje priťahovanie, ide o prebytok elektrónov s nábojom⁸: $Q=10^{-4}\cdot 35\cdot 10^{-1}/(9\cdot 10^9) \approx 4\cdot 10^{-15} \text{ C}$. Počet elektrónov je $4\cdot 10^{-15}/1,6\cdot 10^{-19}=2,5\cdot 10^5$.

„Presný“ výpočet ukazuje, že žiak sa pomýlil o menej ako 3%.

Zhrnutie. Oproti predchádzajúcej ukážke vidíme, že pomocou fyzletov možno efektívne trénovať aj schopnosti ako hľadanie závislosti medzi veličinami; robenie približných odhadov veľkostí veličín; vytváranie alebo upevňovanie väzby medzi formálnou reprezentáciou a reálnym svetom (vektorové pole - elektrické pole).

Ukážka 3 – Kinetická teória stavby látok

Zastavme sa pri fyzletovskej ilustrácii, ktorú sme uviedli v predchádzajúcom článku (Hanč, 2006), v ktorej je nádoba rozdelená „membránou“, pričom v ľavej časti nádoby sa nachádza plyn s vyššou teplotou. Ak častica získa nárazmi energiu väčšiu, ako je istá prahová energia, môže cez membránu preniknúť. Študent prostredníctvom fyzletu pozoruje, čo sa deje v plyne z mikroskopického hľadiska a po prechode častice membránou, pričom sleduje vzťah medzi fyzikálnymi pojmami (v tomto prípade teplota, rýchlosť molekúl), ich formálnymi reprezentáciami (graf – histogram rýchlostí, tabuľka teplôt) a mikroskopickým modelom plynu reprezentujúcim reálny dej.

V tradičnom výklade zvyčajne študent dostáva pri štúdiu zmeny skupenstva látok hotový poznatok: „Keďže pri vyparovaní kvapaliny opúšťajú najrýchlejšie molekuly, znižuje sa stredná kinetická energia molekúl kvapaliny, čo má za následok zníženie teploty vyparujúcej kvapaliny.“ K výkladu je uvedený obrázok s nádobou a niekoľkými molekulami.

⁸Študent nenapísal vzorec, ktorý použil, ale z riešenia je zrejme, že si v hlave (alebo na nejakom inom papieriku) predstavil vzorec $Q=E/[1/(4\pi\epsilon_0)]\cdot r^2$

V prípade našej fyzletovskej ilustrácie študent môže tento poznatok objaviť. Ilustrácia vedie študenta vo forme analógie aj k príkladu dôležitej fyzikálnej aplikácie (princíp chladenia v chladničkách, resp. v chladiacich zariadeniach).

Ak to zhrnieme, opäť vidíme, že na rozdiel od tradičného výkladu v učebnici, študent môže trénovať schopnosť pozorovať dej, vytvárať hypotézy a formulovať závery, rozvíja a upevňuje si väzbu medzi dejom a jeho formálnou reprezentáciou (histogram, tabuľka), učí sa aplikovať jeden z najfundamentálnejších poznatkov fyziky 20. storočia - atómový model hmoty, a nakoniec vytvára na základe analógie spojenie medzi základným poznatkom fyziky a jeho dôležitou aplikáciou v praxi.

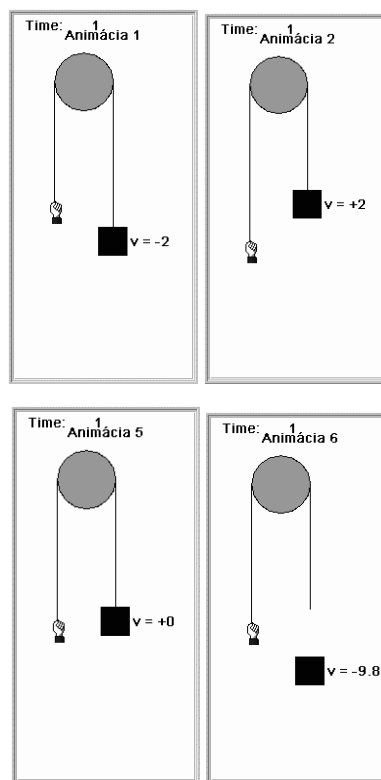
Ukážka 4 – Dynamika

Namiesto typických dynamických úloh na použitie pohybových zákonov, akou je napr. táto: „Žeriav začína dvíhať debnu s hmotnosťou 1000 kg zvislo nahor so zrýchlením veľkosti $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Určte veľkosť sily F , ktorou pôsobí lano na debnu.“, žiak sleduje vo fyzletovskom probléme šesť animácií – šesť podobných scenárov pohybu 10 litrovej nádoby plnej vody zavesenej cez kladku a ovládanej rukou človeka (obr.4). Úlohou žiaka je zoradiť animácie podľa sily, ktorou je lano napínané⁹.

Žiak musí pozorovať 6 animácií, musí sa rozhodnúť resp. zistiť ako efektívne porovnať podobné scenáre, aplikovať pritom zodpovedajúce fyzikálne pojmy a zákony, a vo fyzlete odmerať hodnoty veličín, ktoré považuje za dôležité. V tomto prípade ide o veličinu zrýchlenie. Správne odmeranie zrýchlenia dokáže vykonať len ten žiak, ktorý ovláda jeho operačnú definíciu¹⁰. Iba potom môže žiak problém alebo úlohu riešiť.

V tomto prípade je zaujímavé podotknúť, že sa nájdú aj žiaci, ktorí odpovedajú na danú otázku správne, bez použitia Newtonových zákonov, a to na základe priamej skúsenosti alebo analógie so zdvíhaním niečoho iného (napr. hojdačky).

V zadaní sú známe len dve veličiny - veľka hodnota rýchlosti počas animácie a objem nádoby. Úloha je opäť zadaná takým spôsobom, že jej riešenie pomocou nájdenia „správneho“ vzorca s danými veličinami alebo použitím známeho algoritmu, bez konceptuálneho (fyzikálneho) myslenia, nie je v podstate možné. Študent je opäť nútený voliť konceptuálny prístup (vlastnosti pojmov, fundamentálne princípy).



Obr. 4: Príklady animácií z problému v kapitole Newtonove zákony z pripravovanej slovenskej verzie Fyzletov

Ukážka 5 – Kinematika

Na tomto záverečnom príklade fyzletovského bádania ukážeme, ako možno použiť fyzlety počas vyučovania, ak má učiteľ k dispozícii len jeden počítač s projekčným zariadením (TV, multimediálny projektor). V takom prípade učiteľ môže využiť pracovné listy, ktoré vypracovali tvorcovia fyzletov (viď príloha). Žiaci dostanú

⁹Všimnite si, že tento typ úlohy nemožno zadať v papierovej verzii. Tá by musela oznamovať v zadaní hodnoty zrýchlenia. V animácii nepotrebujeme hovoriť o zrýchlení, pretože meraním údajov ho študenti môžu zistiť.

¹⁰Podľa Arnolda Aronsa (Arons, 1997) pod operačnou definíciou daného pojmu rozumieme vymedzenie daného pojmu vychádzajúce z už získanej skúsenosti alebo z predchádzajúcej zjednodušenej definície a to pomocou procesu, v ktorom možno získať numerickú hodnotu toho, čo označujeme daným termínom.

pracovné listy, vždy pred spustením fyzletu musia načrtnúť graf zvolenej funkcie, slovne predpovedať pohyb auta (v tomto štádiu sa spolu so susedmi môžu navzájom presvedčať alebo utvrdzovať vo svojom názore) a po spustení animácie konfrontovať predpoveď s pozorovaním.

Študent si pri takejto forme výučby trénuje pozorovacie schopnosti, upevňuje väzbu medzi reprezentáciou pojmov vo forme grafu, rovníc a reálnym svetom¹¹. Ako ukazujú výsledky didaktického výskumu v takom prípade dochádza k veľmi efektívnemu zvyšovaniu grafickej gramotnosti (schopnosti čítať grafy) a schopnosti interpretovať rovnice. V procese presvedčania sa študenti učia formulovať svoj názor a komunikovať pri práci so spolužiakmi.

Záver

V súčasnosti asi niet učiteľa fyziky, ktorý by nepočul o trendoch hovoriacich o používaní moderných informačno-komunikačných technológií vo výučbe, ktorých hlavným prostriedkom je osobný počítač umožňujúci napr. modelovanie alebo simuláciu fyzikálnych javov. V praxi sa však stáva, že príliš často sú multimédiá používané bez patričnej metodiky a cieľov, ktoré použitím multimédií sledujeme. Alebo sú pridané do výučby len preto, že sa na to podarilo získať financie alebo jednoducho preto, že je taký trend.

Interaktivita a aktívne poznávanie je nutnou podmienkou skutočného pochopenia základných pojmov fyziky a spôsobov vedeckej práce, rozvíjania schopností (dôležitých kompetencií) žiakov, ich samostatného myslenia a tvorivosti a to v súlade s uvažovanou kurikulárnou reformou vzdelávania na Slovensku. Jednou z možností je použitie prístupu *Fyziky pomocou fyzletov*, ktorý bol vyskúšaný na viacerých školách v USA a Európe. Jednoduchosť, štruktúra a pedagogický prístup fyziky pomocou fyzletov

¹¹Napr. v experimentálnej triede študentov 4. ročníka slovenského gymnázia po zadaní goniometrickej funkcie $10 \cdot \sin(\pi \cdot t/2)$ ako funkcie polohy na čase takmer žiaden študent nepredpovedal pohyb auta správne, napriek tomu, že študenti prebrali teóriu harmonického kmitania v 3. ročníku a vo 4. ročníku túto látku opakovali.

si u študenta „vynucuje“, resp. zabezpečuje aktívne poznávanie podložené vlastným kritickým myslením a skúsenosťou. Výsledky testovania tohto netradičného vyučovania fyziky v zahraničí (Christian et al, 2004) ukázali jeho prednosti v porovnaní s tradičnými formami.

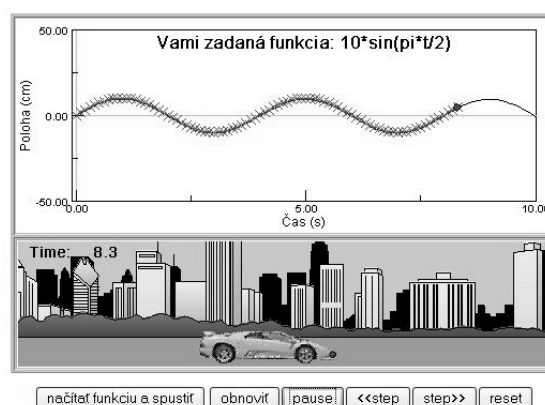
Vydaním Fyzletov v slovenčine získa učiteľ na SŠ a VŠ kvalitný interaktívny učebný materiál umožňujúci nielen zvýšenie úrovne poznatkov študentov, ale aj zlepšenie schopností a motivácie študentov pri výučbe fyziky a skvalitnenie popularizácie fyziky.

PodĎakovanie

Výskum a práca uvedená v článku je finančne podporovaná v rámci projektu grantovej agentúry KEGA Ministerstva školstva SR s číslom: 3/3005/05: *Vyučovanie fyziky programovaním modelov fyzikálnych javov a pomocou interaktívneho softvéru (2005-2007)*.

Príloha

Ukážka pracovného listu - bádanie 1.3



Obr. 5: Ukážka z animácie k bádaniu 1.3

V mnohých animáciách sa bude od vás požadovať, aby ste zadali vzorec, ktorým budete animáciu ovládať (**poloha je daná v centimetroch a čas v sekundách**). Reštartujte. V Bádani 1.3 máte zadať do textového okienka nejakú funkciu $x(t)$, ktorou budete ovládať polohu žltého autíčka Lamborghini. Pri zadávaní funkcií sa musíte pridržať niekoľkých dôležitých pravidiel. Všimnite si, že predvolená funkcia v textovom poličku má tvar $3 \cdot t$ a **nie** tvar $3t$. Takto počítač pochopí, že ide o násobenie. Stále, keď chcete vynásobiť dve veci, musíte medzi ne dať

znamienko násobenia *. Skúste z textového poľa odstrániť * a sledujte, čo sa stane.

Čo sa stane, ak z textového okienka odstránite *?

Získate chybové hlásenie, ktoré vám ukáže, čo ste zadali. Delenie sa zapisuje napríklad ako $t/2$, **nie** ako $t2$. Okrem toho fyzlety rozumejú nasledujúcim funkciám:

sin(a)	cos(a)	tan(a)
exp(a)	ln(a)	log(a)
sqrt(a)	sqr(a)	abs(a)
step(a)	round(a)	sign(a)
asin(a)	acos(a)	atan(a)
sinh(a)	cosh(a)	tanh(a)
asinh(a)	acosh(a)	atanh(a)
ceil(a)	floor(a)	int(a)
frac(a)		

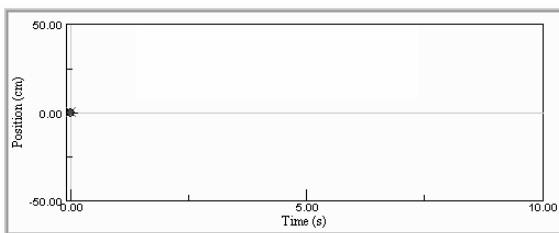
kde "a" predstavuje argument funkcie (v našom prípade to je t).

Vyskúšajte nasledujúce funkcie na ovládanie polohy Lamborghini (všimnite si, že ovládajte vlastne polohu $x(t)$ červenej loptičky pripevnenej k prednému nárazníku Lamborghini):

A. $0.3*t*t$

i. Niekoľkými slovami predpovedajte polohu Lamborghini. Zostane Lamborghini celý čas na obrazovke?

ii. Načrtnite zodpovedajúci graf do obrázka:

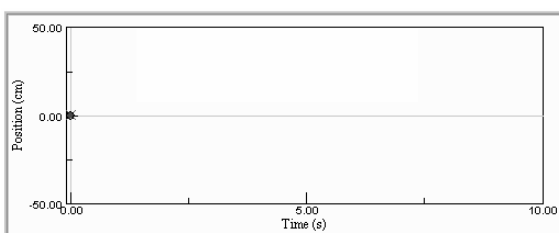


iii. Potom, čo ste nakreslili graf skúste na základe diskusie so susedom potvrdiť alebo zmeniť popis pohybu.

iv. Skontrolujte na počítači graf aj vašu predpoveď. Stručne popíšte skutočný pohyb.

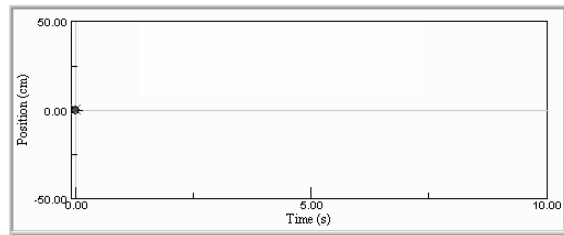
B. $-20*t+3*t^2$ (všimnite si, že t^2 je ekvivalentné $t*t$)

i. Načrtnite graf do obrázka:



C. int(t)

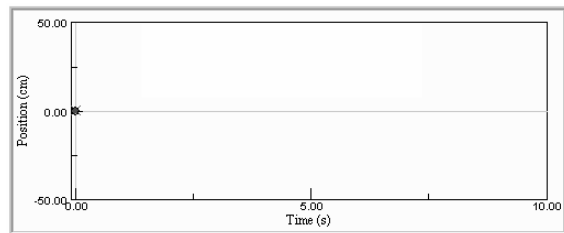
i. Načrtnite graf do obrázka:



ii. Čo vlastne „robí“ funkcia int(t), inými slovami čo znamená int(t)?

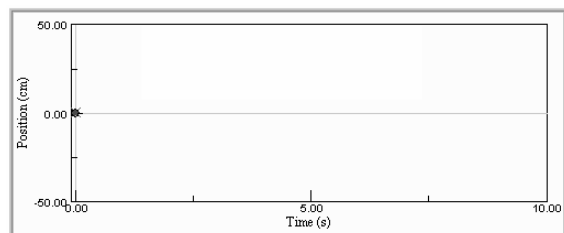
D. $10*\sin(\pi*t/2)$

i. Načrtnite graf do obrázka:



E. $\text{step}(t-2)*3*(t-2)$

i. Načrtnite graf do obrázka:



ii. Popíšte, čo znamená funkcia step(t)?

F. Aby ste získali prax, skúste zadávať aj svoje vlastné funkcie. Pokúste sa ich zadať tak, aby Lamborghini neutieklo počas pohybu z obrazovky!

(Keď získate dobre vyzerajúci graf, kliknite na pravým tlačidlom. Získate jeho kópiu v novom okne, ktorého veľkosť si môžete podľa ľubovôle meniť.)

G. Keďže v počítačoch sa niektoré označenia funkcií líšia od tradične zaužívaných v učebniciach matematiky urobte malý prekladový slovník pre jednotlivé funkcie.

(Skúste využiť pritom aj applet.)

Literatúra

- [1] Fyzika - učebné osnovy gymnázia, štvorročné štúdium, povinný učebný predmet; schválilo MŠ SR dňa 24. 2. 1997 pod číslom 1252/96-15 s platnosťou od 1. 9. 1997 Dostupné na: <<http://www.statpedu.sk/>>, časť pedagogická dokumentácia
- [2] Fyzika - učebné osnovy gymnázia, osemročné štúdium, povinný učebný predmet; schválilo MŠ SR dňa 2. 4. 1997 pod číslom 1797/9715 s platnosťou od 1. 9. 1997 Dostupné na: <<http://www.statpedu.sk/>>, časť pedagogická dokumentácia
- [3] ARONS, A.B. 1997. *Teaching Introductory Physics, A guide to Teaching for Learning and Understanding*, New York: John Wiley&Sons, 1997, ISBN 0471137073
- [4] CHRISTIAN, W. - BELLONI, M. 2004. *Physlets - Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, New Jersey: Pearson Education, 2004. ISBN 0130293415
- [5] CHRISTIAN, W. - BELLONI, M. 2004. *Physlet Physics - Interactive Illustrations, and Problems for Introductory Physics*. New Jersey: Pearson Education, 2004. ISBN 0131019694; pozri tiež <<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>>
- [6] DANCY, M. - CHRISTIAN, W. - BELLONI, M. 2002. *Teaching with Physlets – Examples from Optics*, The Physics Teacher, roč. 40, 2002, č. 11, s. 494-499
- [7] HANČ, J. 2006. *Detailnejší pohľad na fyzlety a ich slovenskú verziu*, In: MIF didaktický časopis učiteľov matematiky, informatiky a fyziky, roč. XV, 2006, s. 172-178. ISSN 1335-7794
- [8] McDERMOTTOVÁ, L.C. *Oersted Medal Lecture 2001: Physics Education Research—The Key to Student Learning*, Am. J. Phys., roč. 69 2001, č.11, s. 1127-1137, ISSN 0002-9505
- [9] PIŠŮT, J. 2006. Trendy vyučovania fyziky a teória vyučovania fyziky v SR, In: Burger V.: Zborník konferencie Učiteľ prírodovedných predmetov na začiatku 21. storočia, Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. FHPV, 2006. ISBN 8080684326
- [10] PIŠŮT, J. 2006. *Zmeny fyzikálneho vzdelávania - dôvody a cesty*, plenárna prednáška, Medzinárodná konferencia Didfyz 2006, Račkova Dolina. (zborník v tlači)
- [11] REDISH, E. F. 2003, *Teaching Physics*. New York: John Wiley & Sons, 2003, ISBN 0471393789
- [12] THORNTON, R.K. 1999. *Using the Results of Research in Science Education to Improve Science Learning*, In: Proceedings of the International Conference on Science Education, Nicosia, Cyprus, 1999

Adresa autora

RNDr. Jozef Hanč, PhD.
Oddelenie didaktiky fyziky
Ústav fyzikálnych vied
PF UPJŠ v Košiciach
Angelinum 9
041 54 Košice
E-mail: jozef.hanc@upjs.sk

Jozef Hanč (1974) pôsobí ako odborný asistent na Oddelení didaktiky fyziky Ústavu fyzikálnych vied, Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach. Venuje sa metodike nových interaktívnych metód, teórii vyučovania fyziky a modernej fyziky a aplikáciám numerických metód a pedagogického softvéru v tejto oblasti. Publikuje a je recenzentom v renomovaných didaktických časopisoch (*American Journal of Physics*, *Physics Education*). Je spoluautorom vedeckej monografie a učebnice fyziky pre stredné školy.

