



Vážení čitatelia,

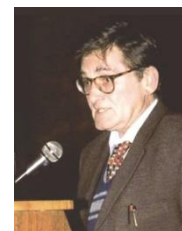
väčšina z Vás ste naši kolegovia, učitelia na rôznych stupňoch škôl. Predpokladáme, že Vás zaujme nasledujúci text, ktorý Vám ponúkame miesto tradičného úvodu. Napísal ho medzinárodne uznávaný vedec a pedagóg, náš kolega Jano Pišút.

redakcia

Z histórie vzdelávania 1

Úvod

Vyučoval som asi 45 rokov. Väčšinou kvantovú mechaniku, ale aj iné predmety a cvičenia. Mal som len málo pedagogického vzdelania, niečo som sa naučil u dobrých učiteľov, ktorých som mal dosť, niečo na vlastných chybách. Na staré kolená som si povedal, že by som si o tom ako sa ľudia vzdelávali mohol aspoň niečo prečítať. Chcel by som si to spísať od čo najstarších čias až po veľké fyzikálne školy ako boli napríklad semináre Arnolda Sommerfelda v Mníchove, Nielsa Bohra v Kodani, Maxa Bornu v Göttingene, Leva Davidoviča Landaua v Charkove a v Moskve, Gregora Wentzela v Zürichu a semináre a školy, ktoré sa nás priamo dotýkajú ako Václava Votrubu v Prahe a Milana Petráša v Bratislave. Tieto semináre či školy sa zaoberali teoretickou fyzikou – je mi to najbližšie. Ak presvedčím ľudí z iných oblastí na spoluprácu, snáď napíšeme niečo aj o inom.



Začalo to už u zvierat

Na staršie kolená sa s manželkou radi v televízii pozeráme na prírodopisné filmy. Niekedy sa človek nestačí čudovať, čo všetko už vedia zvieratá. Asi najviac nás prekvapil film o opiciach (tuším, že sa volali malpy), ktoré sa naučili rozbíjať orechy kameňom. Opica si našla orech, vyniesla ho na balvan a potom na orech hádzala tak veľký kameň ako vládala zdvihnúť. Malé opičky sa to učili od starších, trocha im to trvalo, ale časom sa to naučili. Takže vznikla akási kultúra rozbíjania orechov, ktorá sa v danej tlupe vyvinula a ustálila.

Aj iné zvieratá majú svoje kultúry. Mamy medvedice na Aljaške učia svoje mláďatá chytať lososy pri ich ťahu hore riekou, vlci učia vlčatá chytať korisť v svorke a niektoré skupiny delfínov majú svoju taktiku na chytenie rybiiek. A to nehovorím o tom, čo chovatelia vedia naučiť zvieratá.

Skupiny opíc, svišťov a inej zveri majú svoje systémy na signalizáciu nebezpečia špeciálnymi zvukmi, svoju spoločenskú hierarchiu a postupy na utužovanie spolupráce. Aj to je kultúra, ktorá vyžaduje nielen poznatky, ale aj „školy“.

U ľudí ešte pred vznikom písma

Zvedavé a odvážne televízne tímy občas nájdu kmene, ktoré nie sú zatiaľ dotknuté našou civilizáciou a žijú izolovane v džungli alebo na afrických savanách. Aj tam kmene prežívajú vďaka kultúre, ktorá im umožňuje loviť a zbierať jedlé hľuzy, koreňky, plody a loviť zver a ryby. Niektorí príslušníci kmeňov vedia vyrábať sekery, oštepky, luky a šípy. Kmene lovia v malých skupinách a aj tam majú vypracované metódy lovu, ktoré sa odovzdávajú z generácie na generáciu.

V archeologických výkopoch sa nachádzajú trvácnejšie veci. Často je to keramika, ktorá zrejme začala vznikať dávno pred vznikom písma. Keramikári hovoria, že ich práca je druhou najstaršou profesiou na svete. Asi majú pravdu. Krásne a užitočné nádoby sa dajú vyrobiť aj bez hrnčiarskeho kruhu a s ním je to ešte lepšie. Ale aj tu sú triky a figle remesla, ktoré sa odovzdávajú z generácie na generáciu – výber hliny, jej príprava, výroba, zdobenie a postupy pre vypálenie hotových nádob.

Človek sa nestačí čudovať nad krásou a presnosťou malieb na skalných stenách v jaskyniach v dnešnom Francúzsku, Španielsku, ale aj v Afrike a v Strednej Amerike. Na to, aby takéto diela vznikli boli potrebné umelecké školy, v ktorých sa vyvinuli postupy prípravy farieb, výber vhodných stien a techniky maľby. Jeden, ani mimoriadne talentovaný človek, to nemohol objaviť všetko sám.

Pokračovanie na str. 3

Obsah



Z histórie vzdelávania 1	1
Ako uskladniť elektrickú energiu – experimentujeme s kondenzátormi a COACH-om	4
Vek Vesmíru a Planckov čas	9
Učiteľstvo fyziky na FMFI UK	11



Vydáva a distribuuje

Univerzita Komenského
Fakulta matematiky, fyziky
a informatiky, Bratislava
Katedra teoretickej fyziky
a didaktiky fyziky
marec 2016

Redakčná rada

Ján Pišút, Václav Koubek,
Viera Lapitková, Peter Horváth
Klára Velmovská

Šéfredaktor

Peter Demkanin

Výkonný redaktor

Martin Belluš

Grafická úprava

Peter Kohaut

Elektronické vydanie

Radka Bírová

Adresa redakcie

Fakulta matematiky, fyziky
a informatiky,
Mlynská dolina, Pav. F1
842 48 Bratislava 4
e-mail: bellus@fmph.uniba.sk

Na Internete nás nájdete na stránke:
http://www.fmph.uniba.sk/?fyzikalne_listy

Krátke správy

Deň otvorených dverí – zimný

10. 2. 2016 sme zorganizovali už 6. ročník DOD na FMFI UK. Pozývame naň hlavne študentov maturitných ročníkov, ktorí sa v tom čase práve rozhodujú o ďalšom štúdiu a svoju budúcnosť vidia v profesiách, ktoré vychádzajú zo znalostí matematiky, fyziky, informatiky. Navštívilo nás do 300 študentov. Veľký záujem bol nielen o informácie o možnostiach štúdia a uplatnení absolventov, ale aj o populárne náučné prednášky: **Načo sú biológom informatici a informatikom biológovia?**, **Ako si nenaraziť nos pri zrážke s geometriou**, **Jednoduché pokusy**, **O bezpečnosti elektronických kľúčov**, **Ako zomiera matematik**, **Vesmír na veľkých škálach**. Záujemcovia si mohli prezrieť aj špičkové laboratóriá: **Virtuálne Laboratórium** (Katedra aplikovanej informatiky), **Laboratórium bionanotechnológií** (Katedra jadrovej fyziky a biofyziky), **Laboratórium tandemového urýchľovača** (Katedra jadrovej fyziky a biofyziky), **Laboratórium pokročilých technológií** (Katedra experimentálnej fyziky).

Návšteva ministra

Minister školstva Juraj Draxler navštívil 2. marca 2016 FMFI UK. Podrobne si pozrel budovy našej fakulty, ktoré sú dlhodobo v zlom technickom stave. Rozhodol sa vyčleniť sumu pol milióna eur na nevyhnutnú rekonštrukciu. Z tejto čiastky sa opravia vonkajšie fasády, vnútorné priestory fakulty, ako aj zariadenia. „Bratislavský MatFyz – pod takým názvom si fakultu pamätáme ešte z čias socializmu – je dlhodobo hádam najprestížnejšou fakultou na Slovensku. Preto by ma veľmi mrzelo, keby nebola aj primerane materiálne vybavená,“ povedal minister.



Deň otvorených dverí – letný

streda 1. jún 2016, 9:00 až 14:00, poslucháreň A, príľahlý „skleník“ a špičkové laboratóriá. Program začína o 9:00 v posluchárni A príhovorom dekana, pokračuje stručnými informáciami o študijných programoch a tromi populárne-náučnými polhodinovými prednáškami (M, F, I). Po prestávke môžu jednotlivci, resp. skupiny, podľa svojich záujmov navštíviť niektoré špičkové laboratóriá. Návštevníci budú mať k dispozícii aj rôzne písomné materiály o fakulte, katedrách, možnostiach štúdia. Podrobný program DOD bude dostupný začiatkom mája na fakultnej stránke (www.fmph.uniba.sk).

Vývoj u ľudí

(pokračovanie z 1. strany)

Pred časom som dostal od Ladislava Kováča múdru knižku [1], odkiaľ mám väčšinu informácií o evolúcii. Podľa [1], str. 38, ľudia druhu *Homo sapiens* sa vyvinuli z biologického hľadiska len nedávno. Niektoré chrobáky sa objavili v skamenelinách pred okolo 3 miliardami rokov a po dnes sa veľmi nezmenili. Najstaršie fosílie druhu *Homo* sú staré len 2,3 – 2,4 milióna rokov. Naš predok *Homo sapiens* sa začal vyvíjať pred pol miliónom rokov a moderní ľudia sa objavili v Afrike pred okolo 200 000 rokmi a prešli odtiaľ aj na Stredný východ do Mezopotámie. Inde sa udomácnili len pred 50 000 rokmi. Napriek tomu, že primáty a ľudia majú spoločných predkov, predsa len sa ľudia odlišujú od zvierat a sú jedineční, podrobnejšie v [1], str. 39 a ďalej. Táto ľudská jedinečnosť je ohromujúca, ak si uvedomíme, že z hľadiska genetiky sme na 99 % rovnakí ako primáty. Ale mozog máme 3 krát väčší ako primáty a zrejme to súvisí s ľudskou jedinečnosťou.

Evolučná biológia vysvetľuje vývoj asi nasledovne. Predkovia ľudí žili pôvodne v korunách stromov a využívali všetky štyri končatiny na pohyb. V zoolologickej záhrade aj dnes môžeme obdivovať bezpečný a elegantný pohyb gibbonov v stromoch, pričom hlavným orgánom pohybu sú ruky. Po čase sa ale zmenilo podnebie a tam, kde bol pôvodne prales plný stromov s ovocím sa objavila trávnatá savana. Tam aj vznikli podmienky na pohyb predkov ľudí na dvoch nohách (bipedalizmus). Ruky potom mohli používať nástroje. Niekedy sa za prvé nástroje považujú opracované kamene, ale asi sa najprv používali konáre a drevo, čo sa však už nedá v archeologických objavoch nájsť. Podľa [1], str. 44, v knihe *Human Animal* od Westona La Barreho sa spomína, že „Anaxagoras tvrdil, že človek má mozog, pretože má ruku, zatiaľ čo Aristoteles učil, že človek má ruku, pretože má mozog.“ (Poznámka pre pamätníkov: ak si dobre spomínam na to, čo nás učili na historickom materializme pred 60 rokmi, tak sa táto myšlienka pripisovala Engelsovi.) Ale myšlienka je aj tak hlboká.

Človek sa od zvierat odlišuje tým, že viac používa nástroje, má jazyk, vyvinul a používa jednoduché a zložité pojmy, je spoločenskejší, emotívnejší, uvedomuje si seba samého ako jedinca.

S vývojom človeka sa objavila aj schopnosť žiť vo väčších spoločenstvách. Na skorších vývojových štádiách žili ľudia v skupinách s 10 – 100 členmi. (A v takých skupinách žijú aj dnes primitívne kmene, ktoré boli objavené nedávno v džungli.)

Život pri veľkých riekach, asi najprv v Mezopotámii, skoro nato v Egypte, v povodí Indusu a pri Žltej rieke v Číne si vyžadoval spoluprácu väčších skupín pri zavlažovaní polí a zbere úrody. Tak asi vznikli prvé veľké civilizácie.

„Na počiatku bol Sumer“ –

tak sa volala knižka Zamarovského, ktorá sa mi kedysi veľmi páčila. Od nedávna sa dajú nájsť v knižkupectvách krásne knižky o umení Sumeru. Doma máme staršiu [2]. A dobrým zdrojom je Internet, napríklad [3]. Umenie starého Sumeru je krásne a niekde sa umelci museli aj vzdelávať. Bohužiaľ sa mi o vzdelávaní „pisárov“ nepodarilo nájsť žiadne podrobnosti. Za pisárov sa vzdelávali deti z panovníckych a kňazských rodín a deti pisárov. Drvivá väčšina detí sa to, čo potrebovali k životu, naučila od rodičov. O deťoch, ktoré sa učili za pisárov sa vedelo, že to nebudú mať jednoduché. Na jednej z hlinených tabuliek sa našiel nápis: „Kto chce vyniknúť v škole pre pisárov, musí vstávať za úsvitu.“

Kňazi mali v spoločnosti vysoké postavenie, chrámy boli bohaté a vlastnili veľa pôdy. To, čo kňazi vedeli, bolo tiež dôležité. Z pozorovania pohybov hviezd predpovedali príchod záplav, poznali a vlastne aj vytvorili kalendár. Používali 60-kovú sústavu. Od nich pochádza naše delenie kruhu na 360 stupňov, 60 minútová hodina a 60 sekundová minúta. Po starých Sumeroch máme 7 dňový týždeň a rok delený na 12 mesiacov.

Pisári a umelci sa vzdelávali asi v palácových a chrámových školách a o tom, čo a ako sa tam vyučovalo, sa v starej Mezopotámii a starom Egypte hovorilo a písalo málo. Možno, že niekto ešte nájde hlinené tabuľky, na ktorých sa o tom niečo píše.

Deti a mládež sa učili čo je dobré a správne z mýtov a povestí (vtedajšia občianska náuka a dejepis). Tak to bolo neskôr u Grékov, kde základom bola Iliada a Odysea, pripisovaná jedinému autorovi – Homérovi. Židia mali knihy Mojžišove. Rimania mali svoje mýty a povestí a my sme sa to učili v rozprávkach a v Biblii. K tomu patrilo aj učenie o smrteľnosti ľudí a o svete mŕtvych.

Od Sumerov pochádza hrdinský epos o Gilgamešovi, ktorý je asi prvým zdrojom a inšpiráciou pre ďalšie vzdelávacie mýty. Epos vznikol asi 2100 – 2500 rokov pred Kristom (pK). Gilgameš bol podľa tohto eposu kráľom mesta Uruk. Trápil svojich podaných a bohovia ho potrestali tým, že k nemu vyslali Enkida. Bol to divý človek celý zarastený srst'ou a bez civilizácie. Ujala sa ho chrámová kňažka, ktorá s ním žila a trocha ho scivilizovala. Enkidu potom prišiel za Gilgamešom, bojovali spolu a stali sa priateľmi. Gilgameš sa ako vládca polepšil. V krajine bolo málo skál a dreva na stavby a tak sa vybrali do Cédrových hôr (dnes Libanon). Boli tam krásne cédrové lesy plné stromov, ale všetko to strážil obludný Humbaba. Gilgameš a Enkidu s ním bojovali, premohli ho a zabili. Zoťali veľa stromov, urobili z nich plte a splavili sa po Eufrate do Uruku. Bohyni Ištar sa zabitie Humbabu nepáčilo a poslala na priateľov nebeského býka, ktorého po veľkom boji porazili.

V epose o Gilgamešovi je príhoda, ktorá je predchodcom príbehu potopy. Sumerský Noe sa volá Utanapišti, dostane od boha Ea príkaz postaviť archu a zobrať na ňu svoju rodinu a z každého zvieraťa po páre. Potom príde potopa. Po dlhom čase vypustí Utanapišti troch vtákov a keď sa tretí z nich vráti s konárikom, Utanapišti vie, že koniec trápenia je blízko.

V epose je viac príbehov, ktoré pripomínajú iné príbehy zo Starého zákona. Je tam stvorenie človeka z hliny, ženy z rebra, a protivný had, ktorý človeka navádza na zlé veci. Je tam aj prievozník, ktorý premáva zo sveta živých do sveta mŕtvych, pripomínajúci gréckeho Chárona. Gilgameš sám pripomína gréckeho Herkula.

Možno by sme mali chuť diskutovať o prioritách, o tom, kto to spísal prvý a kto čo od koho odpísal. Ale to by asi bol celkom chybný prístup. Keď sa pastieri alebo roľníci stretli večer pri ohni asi prišli na rad príbehy a rozprávky a nie je čudné, že sa v nich objavovali podobné motívy v starej Mezopotámii, v Egypte a v celom východnom Stredomorí. Neskôr sa šírili aj ďalej a niečo z nich prišlo až k nám.

Právnicki občas diskutujú o prirodzenom práve a o písanom (pozitívnom) práve. Ako naivný amatér si myslím, že prirodzené právo je to z bájak a z rozprávok a pozitívne je to, ktoré je zapísané v zákonoch. To rozprávkové je asi hlbšie, ale ťažšie sa podľa neho rozhoduje.

Hlinené tabuľky popísané klinovým písmom, nájdené v ruinách palácov nehovoria len o prvých poznatkoch a o mýtoch. Mnohé z nich sa týkajú praktického života v starej Mezopotámii a približujú nám život civilizácie, ktorá nás podnes ovplyvňuje asi viac ako si myslíme.

Ešte poznámka k „výpožičkám“ v histórii. Asi pred 10 rokmi bol medzi Michalskou vežou a mostíkom nad priekopou pri nej obchod s orientálnymi kobercami. No krása. Bol som sa tam niekoľko krát pozrieť, hoci som vedel, že nič nekúpim, lebo by sa to do nášho bytu nezmestilo. Raz som tam videl tkaný hodvábný koberec s témou Jozef a jeho bratia, známou zo Starého zákona, Prvá kniha Mojžišova, 37 – 50.

Vedúcim obchodu bol sympatický Peržan a tak som sa ho bol spýtať, ako je možné, že v islámskom umení je zobrazený tento biblický príbeh. Uistil ma, že príbeh je aj v Koráne a že to bola určite aj inšpirácia pre tvorbu koberca. Keď som sa vrátil domov, spomenul som si, že pred dlhými rokmi mi daroval starý otec český preklad Koránu. V Súre II. som ten príbeh naozaj našiel. Ale našiel som aj viac – prerozprávanú časť z prvej knihy Mojžišovej. Bolo z toho vidno, že starozákonný Jehova je ten istý Boh, ktorého uctievali Moslimovia. A je to tiež Boh kresťanov. Viaceré minulé a nedávne nepriateľské akty medzi Kresťanmi, Židmi a Moslimami teda nepochádzajú z toho, že by uctievali iných Bohov, ale z toho, že majú rôznych prorokov, kňazov a vykladačov.

Ján Pišút

Literatúra

- [1] KOVÁČ, L.: Closing Human Evolution: Life in the Ultimate Age, Springer *Briefs in Evolutionary Biology*, 2015
- [2] GARBINI, G.: Staroveké kultúry blízkeho východu, v sérii *Umenie sveta*, Bratislava : Pallas, 1971
- [3] Wikipedia, heslo *Ancient Mesopotamia* a linky, najmä tá o Gilgamešovi.

Ako uskladniť elektrickú energiu – experimentujeme s kondenzátormi a COACH-om

Keby sme sa spýtali odborníka alebo laika na to, ktorú zo súčiastok či súčastí elektronických zapojení považuje za kľúčovú, dostaneme rozličné odpovede, ktoré pri dostatočne veľkej vzorke respondentov pokryjú podstatnú časť katalógu obchodu s elektronickými súčiastkami. Častou odpoveďou však je, že jednotlivé súčiastky nie sú až tak dôležité, dnešná doba je predsa o integrovaných obvodoch. Čiernych skrinkách, do ktorých nevidíme a ani nemusíme vidieť, dôležité je, že fungujú a že vieme, ako ich používať. Čo ale urobiť, ak zariadenie prestane fungovať a na základe našej (ne)vedomosti nevyriešime zdanlivo komplikovaný (a reálne jednoduchý) problém? Jednou z úloh fyzikálneho vzdelávania je aj podpora technickej gramotnosti študenta, mal by byť schopný zaujať rozumne kvalifikovaný postoj k rôznym otázkam a problémom z oblasti vedy a techniky, ktoré sa ho dotýkajú v bežnom živote. Študent tak „prostredníctvom fyzikálneho vzdelávania získa vedomosti potrebné aj k osobným rozhodnutiam v občianskych a kultúrnych záležitostiach, ktoré súvisia s lokálnymi aj globálnymi problémami ako sú zdravie, životné prostredie, technický pokrok a podobne.“ [1] Tým, že sa učíme ako pracujú technológie, budeme lepší a lepší v ovládnutí techniky okolo nás – namiesto toho, aby nás tá technika ovládala. Narazíme na komplikáciu a miesto frustrácie príde riešenie. Školskú fyziku teda môžeme chápať aj ako užitočné základy techniky.

Pohľadom do oficiálnych dokumentov [1], [2] a aktuálne platných učebníc [3], [4] zistíme, že s elektro-technickými témami sa gymnazista stretne prevažne v druhom a čiastočne aj v treťom ročníku štvorročného štúdia. Výber tém je limitovaný, je to však prirodzené, keďže časová dotácia predmetu fyzika je relatívne slabá. Istý priestor sa objavuje v maturitnom ročníku, kde sa v cieľových požiadavkách na maturitné skúšky [5]

dopátrame k približne 20 položkám tematického celku **Elektrický prúd v látkach** priamo súvisiacim so skúmaním kondenzátorov alebo batériových zdrojov energie. Je teda na rozhodnutí učiteľa, možnostiach školy a záujme študentov, do akej miery sa týmto témam budú venovať a či k nim pristúpia skôr teoreticky alebo viac experimentálne (prakticky).

Prečo by sa mal študent gymnázia zaoberať skúmaním kondenzátorov a batérií? Z hľadiska vzdelávacieho prostredia, pomocou týchto jednoduchých a ľahko dostupných elektrotechnických komponentov si študenti môžu vybudovať solídne základy práce s prvkami počítačom podporovaného merania. Graficky zobrazia namerané hodnoty prúdu a napätia a z týchto závislostí budú vedieť určiť množstvo údajov, pričom vďaka vyspelej technike neprekročíme požiadavky kladené na bežného gymnazistu. Súčasne však vďaka možnostiam meracích prístrojov vieme zájsť oveľa ďalej. Študenti, ktorí majú záujem o ďalšie štúdium fyziky, techniky, či kráčajú za kariérou vedca si takto posilnia svoje schopnosti vedecky pracovať (naplávať experiment, stanoviť hypotézy, realizovať meranie, odhaliť jeho klady a zápory...). Rozvíja sa ich prírodovedná a počítačová gramotnosť. [6] Nastolením vhodných otázok podporíme študentovo zapojenie sa do riešenia problému, podnietime prirodzenú zvedavosť a povzbudíme jeho myslenie, ktoré bude užitočné, odôvodnené a zamerané na cieľ. [7] Stav techniky, ktorú používame v súčasnosti a budeme používať aj v budúcnosti je postavený na fyzikálnych pilieroch. Ovládnutie aspoň základov nám môže pomôcť pracovať efektívnejšie, zabávať sa bezpečnejšie, vyvarovať sa hraničným situáciám a zodpovedať rôzne praktické otázky. Napríklad – prečo nie je rozumné dotýkať sa elektrických zapojení televízora či počítača aj keď sú tieto dlhšie vypnuté a odpojené zo siete? Ako možno dosiahnuť s obyčajnou 9 voltovou batériou nebezpečný elektrický výboj? (myslíme na paralyzátor) Prečo sa prenosné počítače neosadzujú ceruzkovými akumulátormi (tužkovými batériami)? Ako to, že 1,5 V batéria, ktorá nezvláda napájať ovládač od televízora a ktorú sme prehlásili za vybitú dokáže ešte dlhé týždne až mesiace poháňať kalkulačku? Prečo v jednom zariadení nemôžeme kombinovať rôzne vybité batérie? A mnohé iné otázky... Iste, nie z každého študenta bude elektrotechnický inžinier, v tomto úsilí ich však môžeme podporiť aj na hodinách fyziky, prinajmenšom preukážeme, že svet elektroniky vôbec nie je zložitý. Stačí položiť poriadne základy a stavať na nich.

Ako teda uskladniť elektrickú energiu? V praxi používame spravidla dva spôsoby, dve médiá – batérie (články, akumulátory) a kondenzátory. Batéria uchováva elektrickú energiu pomocou chemickej reakcie, kondenzátor energiu uloží prostredníctvom elektrického poľa. Po prvej z menovaných „zásobární“ siahneme vtedy, ak je potrebné uskladniť väčšie množstvo energie a postupne ju premieňať na prácu, či už je to v kalkulačke, mobilnom telefóne alebo v osobnom automobile. Pristavme sa na chvíľu pri slove **batéria**, to je z terminologického hľadiska nie veľmi správne, keďže batéria označuje rad či blok rovnakých predmetov. Znamená to, že dva samostatne funkčné kusy niečoho a viac. Takéto kritérium spĺňa len plochá 4,5 V batéria (ktorá je zložená z troch sériovo zapojených 1,5 V článkov) a niektoré 9 V batérie (zložené zo šiestich maličkých 1,5 V článkov, občas označovaných písmenami AAAA). Pre svoje všeobecné rozšírenie však slovo batéria upotrebíme aj ak hovoríme o článku alebo akumulátore. V ďalšom texte budeme preto používať práve termín batéria.

Ako uskladniť veľa elektrickej energie

Batérie majú rôznu podobu (Obr. 1), ktorá sa odvíja od ich využitia. S istou dávkou zjednodušenia môžeme batérie rozdeliť podľa troch hľadísk – (ne)možnosť opakovaného použitia, napätie čerstvého článku a konštrukcia. Prvý spomenutý aspekt nás zaujíma vtedy, ak sa zamýšľame nad rýchlosťou vybíjania batérie a tiež ekonomickou/ekologickou stránkou veci. Tu možno batérie rozdeliť na primárne (po spotrebovaní sa nedajú nabíť) a sekundárne (sú nabíjateľné viacnásobne). Druhým, no nemenej dôležitým parametrom batérie je napätie – ak nie sme konštruktéri (dizajnéri), obyčajne si nemôžeme vybrať a musíme sa prispôbiť požiadavkám prístroja, ktorý budeme napájať. Batérie typicky poskytujú malé napätia, od 1,5 V pri alkalickej monočlánku – po 12 voltov oloveného akumulátora, ktorý nájdeme napríklad pod kapotou auta. Posledné a pomerne podstatné kritérium pri voľbe batérie je jej konštrukcia – myslíme na veľkosť batérie a to, aké materiály boli použité pri jej zhotovení. Tak sa dostávame k označeniam ako gombíková (väčšinou nenabíjateľná), AA (klasická „tužková“ batéria), AAA (mikrotužková), 4,5 V plochá, 9 V (stretne sa s ňou často ako s elektrickým zdrojom v meracích prístrojoch) a mnohým ďalším. Batérie môžeme rozdeliť aj na suché články (zinkovo-chloridové, Obr. 1A), alkalické (Obr. 1B), NiMH (nikelmetalhydridové, Obr. 1C), lítiové (Obr. 1D a 1E), olovené a ďalšie chemické kompozície. Spoločným znakom pre všetky je, že majú dve elektródy (kladnú a zápornú), ktoré sú ponorené do elektrolytu a uzatvorené v obale (dosť často je obal zároveň zápornou elektródou, záporným pólom batérie). Batérie v elektrickom obvode takmer výlučne považujeme za zdroj elektrického napätia/prúdu.



Obr. 1 Výber zo širokej ponuky jednorazových a nabíjateľných batérií

Elektrická energia na okamžité aj opakované použitie

Kondenzátor taktiež dokáže uskladniť isté množstvo energie a v tomto je veľmi podobný batérii. Podobný je aj svojím vzhľadom (Obr. 2) a taktiež schematickou značkou. Odlišnosti sa začnú objavovať, ak sa zamyslíme nad využitím kondenzátora v elektrickom obvode a tiež nad jeho konštrukciou a technickými parametrami. V kontraste s batériou, kondenzátor zvyčajne chápeme ako elektronickú súčiastku (s charakterom zdroja elektrického napätia a prúdu).

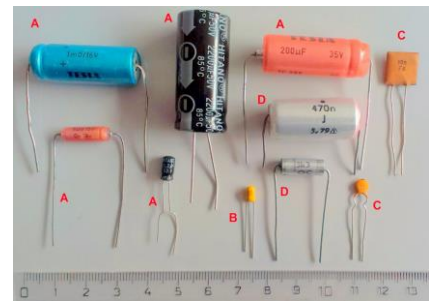
Odlišné je aj množstvo elektrickej energie, ktoré možno uložiť v kondenzátore. Tým sa dostávame k dôležitej a snád' až kľúčovej vlastnosti kondenzátora – ku kapacite. **Kapacita** vyjadruje množstvo elektrického náboja v kondenzátore (alebo vodiči) pri určitom napätí (rozdiel potenciálov). Platí, že čím väčšie napätie a väčšia kapacita, tým viac náboja (a teda aj elektrickej energie) dokážeme uskladniť v našom zdroji. Jednotkou kapacity je 1 F (farad), ktorý je však pre bežné použitie priveľký, a preto sa stretujeme skôr s jeho menšími násobkami ako pF (pikofarad), nF (nanofarad) a tiež μF (mikrofarad). Pre porovnanie, kapacity kondenzátorov sa zväčša pohybujú medzi 1 pF až niekoľko málo tisícami μF (čo je niekoľko málo milifaradov). Batéria, napríklad 9 V nabíjateľná 200 mAh (200 miliampérhodín) by sa dala porovnať ku kondenzátoru s kapacitou 80 F. To je zhruba 40-tisíc násobok voči poriadnemu kondenzátoru. Situácia však nie je taká jednoduchá, kým batérie zvládnu napätie niekoľko málo voltov, aj v bežnej praxi sa môžeme stretnúť s kondenzátormi na napätie 100 V i viac.

V školskom fyzikálnom laboratóriu pracujeme s kondenzátormi stavanými na 30 až 50 V, aj to využijeme možno tretinu tohto rozsahu. Istou výhodou oproti batérii je to, že pri kondenzátore sa dá pomerne ľahko „vybrať“, pri akom napätí ho budeme používať, keďže je pre nás najdôležitejšia jeho kapacita (o jej praktickom využití sa zmienime neskôr). Kapacitu niektorých kondenzátorov dokonca možno meniť. Prichádzame k ďalšej odlišnosti, kondenzátor je na rozdiel od batérie vždy nabíjateľný a zvládne oveľa viac nabíjajúcich a vybíjajúcich cyklov než batéria. Súvisí to s jeho konštrukciou a tým, že je založený na dvoch opačne nabitých platniach, ktoré stačí mimo kondenzátora vodivo spojiť a kondenzátor dodáva energiu (ak v ňom nejaká bola). Zatiaľ čo batéria je obmedzená chemickými reakciami, ktoré v nej prebiehajú a ich rýchlosťou. V tomto článku sa reakciám ani pohybom elektrónov nebudeme bližšie venovať, spomeňme však, že pokiaľ v batérii sú elektródy uložené v elektrolyte, väčšina z rôznych typov kondenzátorov má medzi elektródami dielektrikum (napr. sklo, vzduch, papier a aj vákuum). Používajú sa tiež elektrolytické kondenzátory, ktorých kapacita je zvyčajne pomerne vysoká (mikrofarady), kde elektrolytom je tenká vrstva kvapaliny nanosená na drsnom povrchu najčastejšie hliníkovej fólie. Kladnou elektródou je tu hliníková fólia, zápornou je samotný elektrolyt. Takéto kondenzátory sú obvykle polarizované, väčšina typov kondenzátorov má však elektródy/vývody zameniteľné a nie je preto dôležité, ktorý z vývodov kondenzátora pripojíme na plus či mínus.

Tak ako batérie, aj kondenzátory môžeme rozdeliť podľa niekoľkých kritérií, vďaka ktorým sa rozhodneme pre ten-ktorý typ – konštrukcia, polarita, kapacita. Konštrukcia kondenzátorov je rozhodujúca vtedy, ak chceme kondenzátor využiť v nejakej presne definovanej aplikácii – elektrolytický (Obr. 2A, chceme vysokú kapacitu), tantalový (Obr. 2B, stabilné vlastnosti a vysoká presnosť), keramický (Obr. 2C, lacný, nemá póly), fóliový (Obr. 2D, chceme vysoké napätie a tepelnú nezávislosť). Aspekt polarity (teda, či má kondenzátor určenú kladnú a zápornú „nožičku“) nás nasmeruje k výberu kondenzátora v prípade, že sa rozhodujeme pre jeho použitie v obvode so striedavým alebo jednosmerným napätím, polarizované kondenzátory totiž relatívne slabo zvládajú prepólovanie (podobne ako nie je dobré zameniť póly batérie). V neposlednom rade je pri používaní zaujímavá kapacita kondenzátora, pretože ho dosť často uplatňujeme ako časovací člen – nabíjanie a vybíjanie kondenzátora trvá istý čas, ktorý vieme pre danú kapacitu pomerne presne definovať nabíjajúcim/vybíjajúcim prúdom (pomocou rezistora). V typickom zapojení platí, že čím väčšia kapacita kondenzátora, tým väčší časový interval (nabíjania a vybíjania).

Skúmame vlastnosti ideálneho kondenzátora – model v Coach 6

Prejdime teraz od teoretických úvah o kondenzátore a uskladňovaní elektrickej energie do praxe. Ako sme uviedli vyššie, kondenzátor je jednoduchá elektronická súčiastka, ktorú možno relatívne dobre opísať pomocou niekoľkých fyzikálnych veličín. Nasledovné platí pre malé jednosmerné napätia, v obvode so striedavým prúdom je modelovanie kondenzátora zložitejšie. V jednoduchom obvode s jednosmerným prúdom sa kondenzátor správa ako „zásobáreň“ elektrického náboja Q . Čo je elektrický náboj? Okrem iného aj elektrický prúd I , ktorý prechádzal istým miestom obvodu počas určitého času t . Elektrický náboj, v kontexte kondenzátora, je definovaný aj napätím U , na ktoré sa nabije kondenzátor s kapacitou C . Môžeme pozorovať, že čím viac náboja preniesieme na kondenzátor, tým väčšie napätie (rozdiel potenciálov) je na jeho póloch, resp. vývodoch. Naopak, pri vybíjaní kondenzátora napätie klesá. Ako a o koľko? To závisí od množstva náboja, ktorý sme preniesli z kondenzátora na iné miesto elektrického obvodu. Ešte ostáva otázka, ako určíme vybíjací prúd. Ten je v jednoduchom



Obr. 2 Za priehrdie kondenzátorov – od 12 pF až po 2200 μF

obvode a s určitou mierou idealizácie závislý od dvoch veličín – U , aktuálneho napätia na kondenzátore a R , odporu záťaže (spotrebiča) pripojeného na svorky kondenzátora. Skúsme skonštruovať matematický model vybíjania kondenzátora a to tak, aby bol uplatniteľný v prostredí modelovacieho softvéru. My sme využili modelovacie prostredie Coach 6, ktoré je založené na princípe „stock and flow“ (zásoby a toky). Zásobou bude elektrický náboj a tokom bude elektrický prúd. Jednu z možností zostavenia modelu môžeme vidieť na obrázku (Obr. 3).

Hotový model možno stiahnuť tu: <http://goo.gl/YvgO4A>. Opíšme funkciu modelu. Kondenzátor nabijeme na istú hodnotu napätia U_0 , čím sa v ňom vzhľadom na jeho kapacitu umiestni náboj $Q = C \cdot U_0$. Na vývody kondenzátora pripojíme spotrebič (žiarovku, rezistor, ...) a z kondenzátora sa stáva zdroj, uzavreli sme elektrický obvod, a tak nám zostavou začne prechádzať prúd $I = U_0/R$. V krátkom časovom úseku dt sa tak z kondenzátora preniesie (a spotrebuje na rezistore či žiarovke) náboj $dQ = I \cdot dt$. O ten sa zmenší náboj na kondenzátore, ktorého hodnota bude $Q' = Q - dQ$. S poklesom náboja klesne aj napätie na hodnotu $U = Q'/C$.

```
'Stopni aktívnu podmienku
'Tento výpočet je založený na Euler

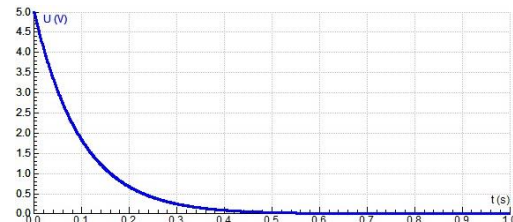
Q := Q + - dQ * dt

t := t + dt

C := C_uF/(10^6)
U := Q/C
I := U/R

t := 0
dt := 0.001

C_uF := 10      ' µF
R := 10000      ' ohm
U_0 := 5        ' U
C := C_uF/(10^6) ' F
Q := C*U_0      ' C
U := Q/C        ' U
I := U/R        ' A
```



Obr. 3 Jedna z možností zostavenia modelu vybíjania kondenzátora

Obr. 4 Grafický výstup modelu

Pretože spotrebič má stály elektrický odpor, ak klesne napätie na kondenzátore, zmenší sa aj prúd prechádzajúci obvodom a tak sa v ďalšom (rovnakom) krátkom časovom úseku z kondenzátora opäť preniesie náboj, tentoraz ale o niečo menší ako predtým. Opísaný dej prebieha až dovtedy, kým veľkosť náboja (resp. napätia) na kondenzátore nedosiahne určitú minimálnu hodnotu (ideálne nulu). Kondenzátor sa vybil. Pokiaľ by sme znázornili v grafe časový priebeh vybíjania kondenzátora (cez hodnotu náboja alebo napätia), dostaneme krivku podobnú tej na obrázku (Obr. 4). Túto krivku matematici nazývajú exponenciálna. Skúsme chvíľu experimentovať s modelom, pričom jeden z parametrov kondenzátora bude naša nezávislá premenná a vybíjací čas premenná závislá. Pozor, vždy meníme len jeden z troch vstupných údajov (kapacita kondenzátora, počiatočné napätie, odpor spotrebiča) a ostatné ponecháme napevno nastavené.

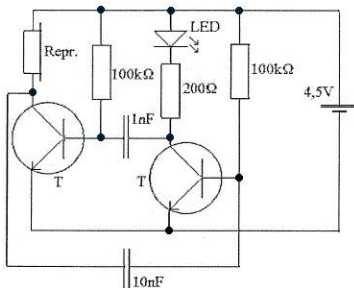
Čo si všimneme? Začnime s kapacitou, tú sme v ukázkovom modeli nastavili na hodnotu 10 μF . Čo sa stane, ak ju zväčšíme? A naopak, ak zmenšíme? Pozorujeme, že čas vybíjania je priamoúmerný kapacite – ak ju zväčšíme na 2-násobok, aj čas vybíjania bude 2-násobný (a ak zmenšíme, čas sa úmerne skráti). Táto vlastnosť sa s úspechom využíva v množstve aplikácií ako časovače, tónové generátory, blikáče a podobne. Prejdime na počiatočné napätie, na ktoré nabijeme kondenzátor. Spustíme model s $U_0 = 5 \text{ V}$, vyberieme kondenzátor a poznačme si čas. Teraz nastavíme počiatočné napätie na 10 voltov a v treťom kroku napríklad na 2 V. Porovnajme všetky tri časy. Mali by byť rovnaké alebo veľmi málo odlišné (čo je spôsobené ohraničenou presnosťou modelu). A naozaj, počiatočné napätie reálneho kondenzátora má zanedbateľný vplyv na čas jeho vybíjania (čo opäť využívame pri konštrukcii časovačov a oscilátorov). Napätím je však ovplyvnené množstvo elektrického náboja a tiež energia uložená v kondenzátore, čím väčšie napätie, tým väčší náboj a viac energie. V tomto ohľade je kondenzátor veľmi užitočná súčiastka, keďže umožňuje v krátkom čase na istú dobu uschovať relatívne veľké množstvo elektrickej energie a veľmi rýchlo ju uvoľniť – stretáme sa s tým napríklad v blesku fotoaparátu, v elektrickom paralyzátore a aj pri oživovaní pacienta (defibrilátor). Zostáva posledná premenná – elektrický odpor. V modeli je prednastavených 10 $\text{k}\Omega$ (kiloohmov), cez takýto rezistor sa zvolený kondenzátor (10 μF) vybijie približne za sekundu. Zväčšíme hodnotu odporu na dvojnásobok a sledujeme čas vybíjania. Potom hodnotu zmenšíme na polovicu (5 $\text{k}\Omega$) a opäť určíme čas. Vidíme, že zvýšením odporu rezistora sa vybíjanie kondenzátora spomalí (rezistor obmedzí prechádzajúci prúd) a čas sa úmerne znásobí – naopak znížením hodnoty odporu je prechádzajúci prúd väčší a s ním aj množstvo odchádzajúceho elektrického náboja. Kondenzátor sa vybijie úmerne rýchlejšie. Tak ako voľbou kapacity kondenzátora, aj výberom rezistora s určitou hodnotou odporu vieme veľmi ľahko a pohodlne definovať časové úseky v rôznych elektronických zapojeniach. Tu však musíme byť opatrnejší. Príliš veľká hodnota bude mať za následok veľmi malý prúd nepostačujúci na chod zapojenia – veľmi malý odpor (v extrémne až skrat) zase spôsobí nadmerné zaťaženie kondenzátora a/alebo súvisiacich súčiastok, čo môže viesť k zníženiu životnosti zariadenia a v horšom prípade aj k jeho zničeniu.

Skúmame vlastnosti reálneho kondenzátora – pF, nF a μF v praxi

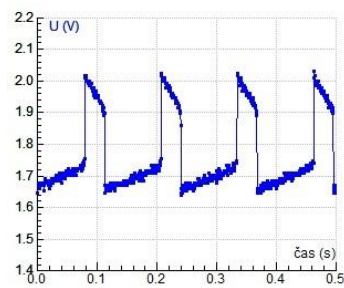
Prostredníctvom počítačového modelu sa toho (nielen) o kondenzátore dozvieme veľa, spomenuli sme však, že táto súčiastka sa vyskytuje v množstve užitočných alebo zaujímavých zapojení. Spojme zaujímavé s užitočným a pridajme element **PPPL** (počítačom podporované prírodovedné laboratórium). Ak sa v rámci meraní zaoberáme elektronikou, najčastejšie realizujeme merania vlastností rôznych základných súčiastok či častí

obvodov – meriame odpor rezistorov, napätie zdroja, prúd prechádzajúci obvodom – čo by bolo vhodné merať na kondenzátore? Kapacitu, to je jeho kľúčová charakteristika. Pokiaľ nevlastníme (polo)profesionálny multimeter alebo iné špecializované zariadenie, kapacitu neurčíme jednoduchým priložením meracích sond na kondenzátor. Preto siahneme po nepriamom meraní s podporou počítača. Z hľadiska školského laboratória môžeme rozdeliť spôsoby určovania kapacity kondenzátora na **laboratórne** – vybíjame kondenzátor vyššie opísaným spôsobom cez rezistor a **praktické**, kde kondenzátor bude súčasťou obvodu, cez ktorého prejavy získame hodnotu hľadanej kapacity. Z iného uhla pohľadu by sa väčšina meraní dala zaradiť do jednej z nasledovných kategórií – **akustické** (obvod s kondenzátorom rozozvučí reproduktor), **optické** (kondenzátor rozblíka žiarovku alebo svetivú diódu) a **elektrické** (snímame časový priebeh napätia na kondenzátore alebo výstupe obvodu). Meranie tiež môžeme vykonať s jediným kondenzátorom (kontaktná metóda) alebo s dvoma, kde jeden má známu kapacitu a pri druhom kapacitu určujeme (porovnávací metóda).

Pri príprave článku sme sa venovali primárne praktickým meraniam, opíšme však stručne základné myšlienky laboratórneho (akademického) prístupu. Kľúčom k úspechu je práca s grafom, pričom je možné využiť časovú závislosť vybíjacieho prúdu kondenzátora a tiež časový priebeh poklesu napätia na kondenzátore, ktorý sa vybíja. V prvom prípade spočítame plochu pod grafom, čím určíme veľkosť náboja – z tohto a napätia, na ktoré sme kondenzátor nabili získame hľadanú kapacitu. Pri „napäťovej metóde“ preložíme cez nameraný priebeh napätia exponenciálnu funkciu, jeden z jej koeficientov a hodnota vybíjacieho rezistora nám poskytnú žiadaný údaj o kapacite. Podrobnejšie a s praktickými príkladmi sa tomuto meraniu venujeme v texte, ktorý je súčasťou modelu pre prostredie Coach 6 a ktorý nájdete na stránkach jedného z autorov: <http://goo.gl/YvgO4A>.



Obr. 5 Zvukovo-svetelná skúšačka kondenzátorov



Obr. 6 Časový priebeh oscilujúcich voltov

Zaujímaviejším spôsobom určovania kapacity je zapojenie kondenzátora do elektrického obvodu, ktorý má okrem laboratórneho využitia aj nejaký praktický či estetický prínos. Jeden z mnohých takýchto obvodov bol prezentovaný aj v staršom čísle Fyzikálnych listov. [8] Upravenú schému pôvodného zapojenia vidíme na obrázku (Obr. 5).

Takémuto obvodu dávame prívlastky ako multivibrátor, tónový generátor, astabilný preklápací obvod – alebo skrátene oscilátor. K princípu činnosti sa dostatočne podrobne vyjadrili autori citovaného článku a možno ho nájsť i v množstve odborných publikácií a učebníc (napr. <http://goo.gl/9hJHck>). Pre nás je podstatné, že tým rozhodujúcim činiteľom je práve kondenzátor a jeho nabíjanie/vybíjanie. Pôvodnou funkciou obvodu bola zvuková skúšačka elektrickej vodivosti, stačí však prepojiť testovacie body a máme skúšačku kondenzátorov. Autori citovaného článku udávajú aj vzťah pre výpočet frekvencie $f = 1/[(100 \text{ k}\Omega \cdot 1 \text{ nF} + (100 \text{ k}\Omega + R) \cdot 10 \text{ nF}) \cdot \ln 2]$, ktorý spolu s obvodom môžeme zjednodušiť tak, že použijeme kondenzátory s rovnakou kapacitou. Tranzistory môžu byť ľubovoľné NPN (ak je to možné, v zapojení použite identický pár), nám sa najviac osvedčili 2N3904, BC337 a aj staršie z produkcie Tesla, napr. KC507, 508 alebo KF504, 507, 509. Postup merania kapacity je nenáročný (a platí do veľkej miery aj pre iné zapojenia). Zostavíme obvod podľa schémy a odskúsime funkciu, dióda by mala jasne svietiť a z reproduktora by s uvedenými hodnotami súčiastok mal vychádzať zvuk s frekvenciou asi 1,3 kHz. Pripravíme si dataloger alebo iný merací prístroj, ktorý umožňuje pracovať v koncepte PPPL. Vhodným senzorom zaznamenáme zvuk z reproduktora, meracie sondy však môžeme pripojiť aj na vývody niektorého z kondenzátorov. Čiastkovým výsledkom môže byť napríklad takýto graf časovej závislosti napätia (Obr. 6). Z grafu odčítame a poznačíme si časový rozdiel medzi dvomi „píkmi“. Ak siahneme po metóde s meraním jediného kondenzátora, úpravou vzťahu pre výpočet frekvencie/periódy sa cez známe hodnoty súčiastok a nameraný časový rozdiel dostaneme k hľadanému údaju. Pri porovnávačnej metóde postačuje zapojiť známy kondenzátor C a zmerať časový rozdiel dT_0 . Potom do obvodu zapojiť skúšaný kondenzátor C_X , opäť zmerať časový rozdiel dT . Pokiaľ sme využili zapojenie, v ktorom je jediný kondenzátor (alebo dva identické), hľadanú kapacitu dostaneme nasledovne: $C_X = C \cdot (dT/dT_0)$. Uvedeným meraním sa dopracujeme k hodnotám, ktoré sú viac či menej zaťažené chybou – uvedomme si, že každá súčiastka je vyrobená s určitou presnosťou. Napríklad kondenzátor označený 470 μF s toleranciou 20 % môže mať kapacitu v rozsahu 376 až 564 μF . To nie je na škodu, pre drvivú väčšinu zapojení nie je hodnota kapacity kritická, presný časový interval dokážeme doladiť zmenou rezistora, prípadne pomocou potenciometra.

Aby sme neostali len pri jedinom zapojení, na inšpiráciu vám ponúkame niekoľko ďalších: oscilátor s jediným kondenzátorom (dvoma rezistormi, jednou LED a jedným tranzistorom) <http://goo.gl/XK2Lcp>, bzučiak založený na tyristore <http://goo.gl/FvfsV1> (prevzatý zo staršej československej elektrotechnickej stavebnice) – ak máte záujem o modernejšie integrované obvody, v jednej z prvých domácich digitálnych stavebníc sme našli tónový generátor pozostávajúci z logického čipu MH7400 a niekoľkých pasívnych súčiastok <http://goo.gl/iY3xmW>, o niečo pokročilejšie a prispôbivejšie riešenie využíva známy integrovaný obvod časovača 555 <http://goo.gl/hVYXos>. Spôsobov merania kapacity je samozrejme oveľa viac, za všetky spomeňme meraciu metódu, pri ktorej bude kondenzátor zapojený v obvode so striedavým prúdom: <http://goo.gl/JmjsN9>.

A čo batérie? Na tie sa bližšie pozrieme v ďalšom čísle Fyzikálnych listov a oprášime aj niečo zo „šuflika“ s kondenzátormi.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA 077UK-4/2015 „Riadené žiacke skúmanie na vyučovaní fyziky podporované scaffoldingom“.

Peter Demkanin
Lukáš Bartošovič
Jozef Trenčan

Odkazovaná literatúra

- [1] ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav): *Štátny vzdelávací program: Fyzika – gymnázium so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom* [online]. Bratislava: ŠPÚ, 2015 [cit. 04-03-2016]. Dostupné na: <http://goo.gl/tu0nHr>
- [2] ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav): *Štátny vzdelávací program: Fyzika – Príloha ISCED 3A* [online]. Bratislava: ŠPÚ, 2009 [cit. 04-03-2016]. Dostupné na: <http://goo.gl/01kkI4>
- [3] DEMKANIN, P., HORVÁTH, P., CHALUPKOVÁ, S., MARKOVIČOVÁ, Z.: *Fyzika pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: Združenie EDUCO, 2013. 127 s. ISBN 978-80-89431-44-1.
- [4] DEMKANIN, P., HORVÁTHOVÁ, M.: *Fyzika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Prievidza : Združenie EDUCO, 2012, 96 s. ISBN 978-80-89431-35-9.
- [5] ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav): *Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky* [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2012 [cit. 04-03-2016]. Dostupné na: <http://goo.gl/i17SBJ>
- [6] KOUBEK, V., LAPITKOVÁ, V., ŠUHAIJOVÁ, Z., VNUKOVÁ, P.: *Žiacke spôsobilosti vo vyučovaní fyziky na gymnáziu – hodnotenie a klasifikácia*. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2011. 138 s. ISBN 978-80-7165-861-0.
- [7] VELMOVSKÁ, K.: Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pomocou stratégie EUR a jej aplikácia na vyučovanie fyziky, In: *Tvorivý učiteľ fyziky VII*. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2015, s. 253-262. ISBN 978-80-971450-3-3.
- [8] CIGÁNIK, V., PALLOVÁ, M.: Zvuková skúšačka elektrickej vodivosti. In: *Fyzikálne listy*, roč. 9, č. 4 (2004), s. 5-6. ISSN 1337-7795.

Vek Vesmíru a Planckov čas

Aký najväčší čas možno reálne uvažovať? Koľko sekúnd je už tak veľa, že viac ani nemá zmysel?

Odpoveď je asi najlepšie hľadať v minulosti, teda otázku si pretransformovať na otázku, „Čo bolo už tak dávno, že dávnejšie už nebolo nič také, čo by sme mohli nazvať „vedecké“, teda opisateľné prostriedkami nášho súčasného vedeckého poznania?“

Pre tých, ktorým stačí byť informovaný

Pravdepodobne každý z nás počul o Big Bangu, o Veľkom tresku, teda o udalosti, ktorá je spájaná so vznikom nášho Vesmíru. Odtedy sa galaxie v našom Vesmíre navzájom vzdiaľujú, Vesmír sa rozpína. Astrofyzici zistili, že táto udalosť nastala pred $13,798 \pm 0,037$ miliardou rokov, čo je $4,5354 \pm 0,012 \times 10^{17}$ sekúnd.

Pre tých, čo to dávajú do súvisu so Stvoriteľom

Viac k tejto téme sa môžete dočítať v publikácii prof. RNDr. Július Krempaského DrSc, http://a-repko.sk/knihy/krempasky-veda_viera.htm#kap41

Pre tých, ktorí tomu chcú rozumieť trochu viac (ale nie na úrovni kurzu astrofyziky)

Predstavy o ďalekom Vesmíre vedci získavajú veľmi podobne, ako to získava každý laik, teda pozeraním sa na oblohu, prípadne pozeraním sa na hviezdy z vesmírnych sond, ktoré sme poslali mimo atmosféry našej Zeme. Meraním spektra žiarenia (presným meraním farieb hviezd - vlnových dĺžok spektra hviezd) vieme dosť presne určiť rýchlosti hviezd. Na základe týchto meraní vieme, že väčšina hviezd sa od nás vzdiaľuje. Z faktu, že vzdialené hviezdy sa od nás vzdiaľujú môžeme usúdiť, že sa vzdiaľujú aj od seba navzájom, teda že sa Vesmír rozpína. Ak sa nám táto predstava nezdá ako prirodzená, môžeme si predstaviť dvojrozmernú analógiu. Predstavme si balón, aký používajú deti na svojich narodeninových oslavách. Jemne ho nafúkame, nakreslíme si na ňom štvorec podstatne menší ako je polomer balónu. Do štvorca si zaznačíme niekoľko bodov, predstavujúcich hviezdy. Jeden z nich označíme ako Zem, súčasť našej Slnecnej sústavy. Teraz balón nafúkajme a sledujme, ako sa hviezdy od našej Slnecnej sústavy vzdiaľujú. Pritom vidíme, že sa vzdiaľujú sa aj od seba navzájom.

Porovnávaním vzájomných polôh hviezd a aj niektorými ďalšími metódami vieme zistiť, ako ďaleko od nás sú jednotlivé hviezdy. Toto je však pri veľmi vzdialených hviezdach zatiaľ veľmi nepresné.

Ak si dáme do súvisu rýchlosť hviezd a ich vzdialenosť od nás, dostávame priamu úmeru. Rýchlosť vzdľavovania je priamo úmerná vzdialenosti hviezd od nás (platí pre veľmi vzdialené hviezdy, pre hviezdy mimo našej galaxie). Konštanta úmernosti má hodnotu $2,16 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ a jej nepresnosť, ako sme už spomenuli, súvisí s nepresnosťou merania našej vzdialenosti od iných galaxií, ktorých súčasťou sú vzdialené hviezdy. Túto konštantu nazývame Hubblova konštanta. V astrofyzike sa na vyjadrovanie vzdialeností používajú viaceré jednotky vzdialenosti, v bežných zdrojoch informácií sa uvádza hodnota Hubblovej konštanty $67,15 \frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$.

Túto priamu úmeru si zapíšme vzťahom

$$v = H \cdot d$$

kde v je rýchlosť vzdľavovania hviezd od Zeme (rýchlosť vzdľavovania galaxie od Slnecnej sústavy), H je Hubblova konštanta a d je vzdialenosť tejto hviezd od Zeme.

Vzdialenosť dvoch od seba najvzdialenejších galaxií nazveme veľkosť Vesmíru. Tomuto odpovedá jedna konkrétna rýchlosť vzdľavovania. Túto pokladajme za konštantnú v čase. Keď sa tieto galaxie navzájom vzdľavujú konštantnou rýchlosťou, potom sa ich vzdialenosť rovnomerne zväčšuje. Nakreslíme si graf závislosti veľkosti Vesmíru od času.

Z grafu vidíme, že od Veľkého tresku podľa tohto zjednodušeného odhadu uplynulo $\frac{1}{2 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 5 \times 10^{17} \text{ s}$.

Vesmír sa rozpína. Čo to znamená pre budúcnosť, rozletí sa celkom? Toto zatiaľ nik nevie a aj ak by to náhodou už niekto vedel, zatiaľ to nepublikoval. Teda na súčasnej úrovni vedy pripúšťame viacero scenárov. Isté je, že gravitácia, teda presne ten jav, ktorý núti jabĺčka padať zo stromu na Zem, priťahuje všetky hviezdy navzájom k sebe. A či je Vesmír skôr analogický k jabĺčku vyhodnému z povrchu Zeme obrovskou rýchlosťou zvislo nahor tak, že o chvíľu padne späť na Zem, alebo jabĺčku, ktoré sa po vyhodení bude stále vzdľavovať (aj keď spomaleným pohybom), až sa vzdiali natoľko, že ho Zem už priťahovať nebude, toto naozaj ešte nik nevie. Možno to zistí niekto z Vás alebo Vašich rovesníkov.

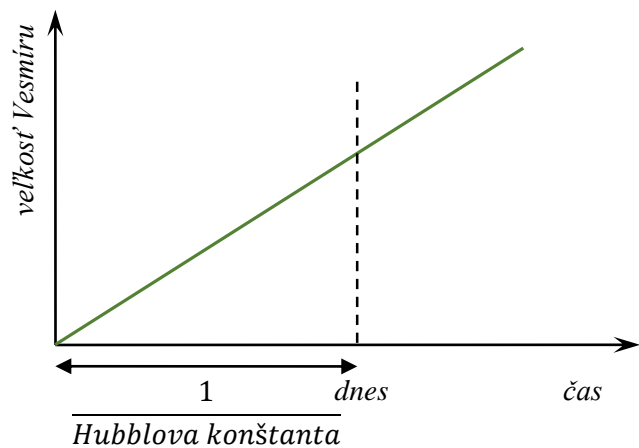
Dá sa podobne odhadnúť aj najmenší možný čas?

Vyššie sme naznačili prístup k odpovedi na otázku, aký najväčší časový interval má zmysel uvažovať, podobne by sme sa mohli pokúsiť vyjadriť aj najmenší možný čas. Veľmi malé časy súvisia s osciláciami elektromagnetického žiarenia, veľmi krátko trvá napríklad perióda kmitania svetla určitej farby. Podobne, veľmi krátko trvá svetlu, ak sa dostane z jedného bodu do iného, pretože sa šíri veľkou rýchlosťou. Vysvetleniu konkrétnej hodnoty teoreticky najmenšieho času sa na tomto mieste sa nevenujeme, iba povieme, že akýto čas sa nazýva Planckov čas (Planckov časový interval) a má hodnotu $5,391 \times 10^{-44} \text{ s}$.

Záver: Jednotkou času je sekunda a má zmysel hovoriť o čase v intervale 10^{-44} s až 10^{17} s . A hneď sa vynára ďalšia otázka – doposiaľ vedou nezodpovedaná – akým mechanizmom vníma čas človek, ktorá časť mozgu je zodpovedná za vnímanie času?

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA 077UK-4/2015 „Riadené žiacke skúmanie na vyučovaní fyziky podporované scaffoldingom“.



Učiteľstvo fyziky na FMFI UK

Študijné programy učiteľstva sa študujú v kombinácii dvoch predmetov. Fyziku možno študovať v kombinácii s matematikou alebo informatikou. V spolupráci s Prírodovedeckou fakultou UK možno študovať fyziku v kombinácii s biológiou, geografiou alebo chémiou. O možnostiach podať prihlášku aj po riadnom termíne sa informujte na študijnom oddelení, alebo u garanta štúdia.

Charakteristika bakalárskeho študijného programu

Bakalársky študijný program učiteľstva fyziky v kombinácii proporčne pokrýva vybrané témy sociálno-vedného, pedagogického a psychologického základu učiteľstva, základný kurz fyziky orientovaný na budúcich učiteľov a témy zamerané na didaktiku fyziky. Základnou úlohou bakalárskeho a následne magisterského stupňa tohto študijného programu je pripraviť kvalitných učiteľov fyziky pre všetky typy základných a stredných škôl. Kvalitnou jazykovou prípravou si študenti otvárajú možnosti pracovať aj v zahraničných vzdelávacích systémoch, či na bilingválnych školách. Študenti sa v rámci výberových predmetov môžu rozvíjať aj smerom k plneniu úloh spojených s popularizáciou fyziky a iných prírodovedných disciplín a úloh súvisiacich s neformálnym a informálnym vzdelávaním.

Predmetová aprobácia je pripravená na základe poznania súčasných, vo svete uznávaných prístupov. Povinné predmety predmetovej aprobácie sú koncipované v duchu transformačného prístupu k príprave budúceho učiteľa. V uvedenom prístupe patrí medzi ťažiskové didaktický systém učiva, čo je syntetizovaná oblasť poznatkov učiteľa fyziky. V tomto duchu základný vysokoškolský kurz fyziky obsahuje aj témy súvisiace s vyučovaním fyziky na základnej a strednej škole a zároveň základný kurz didaktiky fyziky obsahuje aj témy nad rámec cieľových požiadaviek pre maturantov z fyziky.

Čo vás čaká v študijnom programe?

V rámci povinných predmetov študent získa prehľad základných východísk pedagogického myslenia a teórie a praxe edukácie. Oboznámi sa tiež s vybranými teóriami kognitívneho a sociálneho vývinu a s teóriami utvárania osobnosti v detstve a dospelosti.

Základný vysokoškolský kurz fyziky tvoria predmety Mechanika, Elektromagnetizmus, Vlnenie a optika, Atómová a jadrová fyzika, Molekulová fyzika a termodynamika a Experimentálne metódy fyziky. Predmety sa realizujú formou prednášok, cvičení a laboratórnych cvičení. Praktické skúsenosti s metódami merania vo vzťahu k uvedeným predmetom nadobúdajú študenti v predmete Fyzikálne praktikum. Obsah základného kurzu fyziky je starostlivo vybraný na základe poznania obsahu fyziky na ZŠ a SŠ vo viacerých vzdelávacích systémoch. Predmety sú doplnené predmetmi rozširujúcimi matematické schopnosti študentov. Aj v rámci týchto predmetov sa dbá o metakognitívny pohľad budúceho učiteľa.

Významné postavenie má predmet Školská fyzika, ktorý vytvára základné prepojenie medzi pohľadom študenta a pohľadom učiteľa na vybrané fyzikálne úlohy teoretického, empirického i experimentálneho charakteru.

Na didaktických predmetoch Úvod do didaktiky fyziky a Úvod do školských pokusov študent získa základy pohľadu učiteľa na vyučovanie fyziky, rozvíja svoje vedomosti z obsahu fyziky na ZŠ a na gymnáziu a svoje zručnosti potrebné plánovanie a realizáciu fyzikálneho vzdelávania. Naučí sa vnímať ciele fyzikálneho vzdelávania a používať základné metódy vyučovania vhodné pre plnenie týchto cieľov. Zároveň sa naučí vnímať úlohu učiteľa fyziky pri riadení učenia sa žiaka.

Voliteľné a výberové predmety umožňujú profiláciu študentov.

Záverečné práce

Príklady úspešných záverečných prác našich študentov sú zverejnené na stránke fakulty.

Uplatnenie absolventov bakalárskeho stupňa

Absolvent bakalárskeho štúdia v rámci dvojpredmetovej aprobácie nadobudne:

- psychologicko-pedagogické vzdelanie, pozná a chápe koncept inštitucionálneho socializačného procesu, ovláda psychologické aspekty vývinu, výchovy a vzdelávania, ovláda vybrané teoretické modely kognitívnej socializácie a vzdelávania;
- vybrané vedomosti a spôsobilosti súvisiace s didaktickým systémom fyzikálneho učiva, vedomosti a zručnosti v oblasti podpory a riadenia žiackeho poznávania a učenia sa, vrátane podpory žiackeho empirického poznávania a organizácie práce v školskom fyzikálnom laboratóriu;
- vybrané vedomosti a spôsobilosti z odboru fyzika vrátane modernej fyziky a vybraných problémov, ktoré rieši súčasný fyzikálny výskum;
- vedomosti a spôsobilosti v oblasti využívania didaktickej techniky vrátane digitálnych technológií súvisiacich so vzdelávaním.

Absolvovanie bakalárskeho štúdia fyziky v kombinácii s inými predmetmi umožňuje študentom kontinuálne pokračovať v magisterskom štúdiu. Po absolvovaní magisterského stupňa je absolvent kvalifikovaný na prácu

učiteľa fyziky na základnej i strednej škole a po absolvovaní tretieho stupňa i na prácu vysokoškolského učiteľa a vedecko-výskumného pracovníka v odbore. Absolvent bakalárskeho stupňa má rozvinuté schopnosti a zručnosti aj pre prácu v popularizácii fyziky a iných prírodovedných disciplín, ako aj pre prácu s deťmi, mládežou i s dospelými mimo školy v neformálnom a informálnom vzdelávaní.

Charakteristika magisterského študijného programu

Magisterský študijný program učiteľstva fyziky v kombinácii s ďalším predmetom nadväzuje na bakalársky stupeň. Základnou úlohou je príprava kvalitného učiteľa fyziky pre súčasnú i budúce generácie žiakov stredných a základných škôl. Štúdium vedie študenta k samostatnosti pri plnení celospoločenských úloh a cieľov fyzikálneho vzdelávania. Samostatnou jazykovou prípravou si študent otvára možnosti pre uplatnenie v zahraničných vzdelávacích systémoch a na bilingválnych školách. V rámci výberových predmetov je možnosť rozvíjať sa aj smerom k plneniu úloh spojených s popularizáciou prírodovedných disciplín a úloh súvisiacich s neformálnym a informálnym vzdelávaním.

Študent ktorý absolvoval iné bakalárske štúdium sa môže informovať o možnosti konverzného trojročného magisterského štúdia učiteľstva fyziky v kombinácii s ďalším predmetom.

Čo vás čaká v študijnom programe?

V rámci povinných predmetov sa študent rozvíja najmä v oblasti praktických návykov učiteľa fyziky v rámci pedagogických praxí u skúsených učiteľov na základných a stredných školách. Takéto návyky si zároveň prepája s teoretickými poznatkami založenými na výsledkoch predchádzajúcich výskumov v predmete didaktika fyziky. Čiastkové zručnosti potrebné pre prácu učiteľa si študent do hĺbky rozvíja v predmetoch *Metódy riešenia fyzikálnych úloh* a *Praktikum školských pokusov*. Svoje fyzikálne vedomosti aplikuje a ďalej rozvíja v predmetoch *Teoretická fyzika*, *Astrofyzika a meteorológia* a *Elektronika a komunikácia*. V celom štúdiu sa dbá o metakognitívny pohľad na proces vlastného učenia sa a vlastnej prípravy na budúce povolanie.

Záverečné práce

Študent učiteľstva akademických predmetov si pre vypracovanie záverečnej práce volí tému orientovanú na jednu z dvoch predmetových kombinácií študijného programu.

Príklady úspešných záverečných prác našich študentov sú zverejnené na stránke fakulty.

Uplatnenie absolventov

Absolvent je kvalifikovaný na prácu učiteľa fyziky na základnej i strednej škole a po absolvovaní tretieho stupňa i na prácu vysokoškolského učiteľa a vedecko-výskumného pracovníka v odbore. Taktiež má rozvinuté schopnosti a zručnosti pre prácu v popularizácii fyziky a iných prírodovedných disciplín, ako aj pre prácu s deťmi, mládežou i s dospelými mimo školy v neformálnom a informálnom vzdelávaní.

Absolvent dokáže projektovať, realizovať a reflektovať edukačné činnosti v rámci fyzikálneho vzdelávania. Vie tvoriť edukačné a metodické materiály aj s podporou digitálnych technológií. Má základné vedomosti a skúsenosti v oblasti metodológie výskumu v edukačných vedách všeobecne a v rámci didaktiky fyziky.

Absolvent:

- pozná princípy pedagogickej diagnostiky aj s ohľadom na individuálne osobitosti žiakov a študentov
- pozná zásady používania vybraných metód vyučovania fyziky
- ovláda vybrané oblasti fyziky na úrovni základného vysokoškolského kurzu
- vie plánovať a organizovať vyučovací proces v predmete fyzika
- dokáže realizovať vyučovanie fyziky na úrovni začínajúceho učiteľa
- vie aplikovať fyzikálne vedomosti na vysvetlenie bežných javov v každodennom živote, je schopný merať hodnoty s nimi súvisiacich fyzikálnych veličín,
- je schopný naplánovať, zrealizovať a vyhodnotiť školské fyzikálne experimenty
- vie aktívne pracovať so Školským vzdelávacím programom, chápe význam fyzikálneho vzdelávania, ciele fyzikálneho vzdelávania, je schopný plánovať vyučovaciu sekvenciu, vyučovaciu hodinu a vyučovanie tematického celku.
- je schopný šíriť najnovšie fyzikálne poznatky zrozumiteľným spôsobom i medzi laickou verejnosťou
- má nadhľad nad obsahom fyziky a zvládne fyzikálnu terminológiu do takej miery, aby bol schopný primeraným spôsobom komunikovať s odborníkmi vo fyzike a v jej hraničných oblastiach.

Článok i všeobecné informácie o štúdiu učiteľstva fyziky na FMFI UK bol pripravený v rámci riešenia projektu KEGA 077UK-4/2015 „Riadené žiacke skúmanie na vyučovaní fyziky podporované scaffoldingom“.

Odkazované zdroje: Stránka FMFI UK, <https://fmph.uniba.sk/studium/>