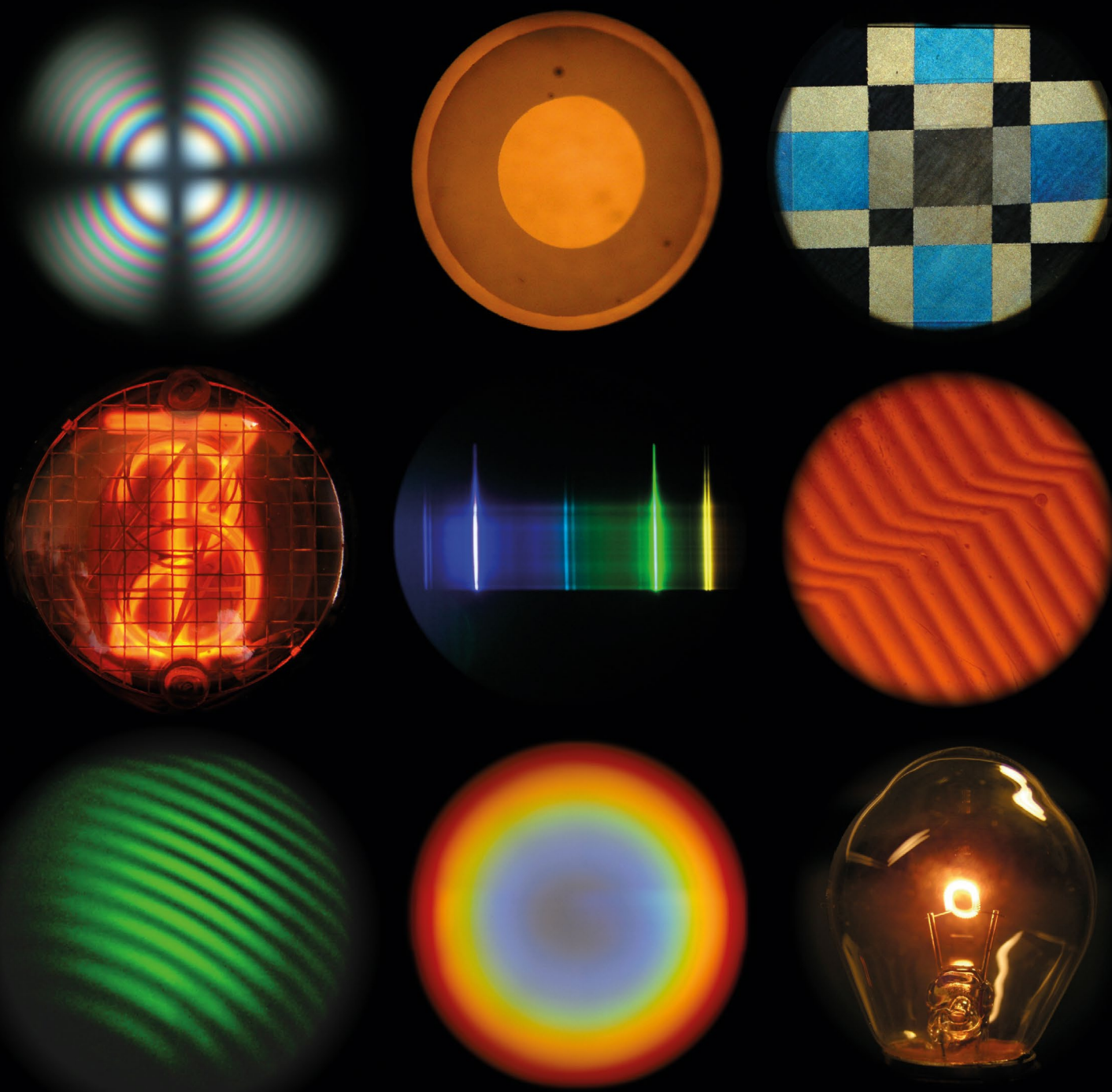


2 / 2020
SVAZEK 70

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®



- FYZIKÁLNÍ OHLÉDNUTÍ 2019 • TERMOKAMERA VE VÝUCE FYZIKY •
- ELEKTRONOVÝ MIKROSKOP – ZDROJ INSPIRACE • OBECNÁ TEORIE RELATIVITY STŘEDOŠKOLSKY • DÍKY ASTROFOTOGRAFŮM HVĚZDY NEHASNOU •



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 2/2020

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fyziky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.
Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: duben 2020.

Founded in 1872 as „Časopis pro pěstování
matematiky a fyziky“ „The Journal for
Cultivation of Mathematics and Physics“
Published bimonthly in Czech and Slovak by
Institute of Physics, v. v. i.
Academy of Sciences of the Czech Republic

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Ždárská

Oboroví redaktori – Associate Editors:

Jaroslav Bielčík, Pavel Cejnar, Juraj Fedor,
Petr Kácvovský, Jiří Limpouch, Jan Mlynář,
Karel Rohlena, Alena Šolcová,
Patrik Španěl, Ivan Zahradník

Redakční rada – Editorial Board:

Ivo Čáp, Stanislav Daniš, Pavel Demo,
Ivan Gregora, Libor Juha, Jan Kříž, Štefan Lányi,
Jana Musilová, Tomáš Polívka, Aleš Trojánek,
Eva Klimešová, Martin Ledinský

Sekretariát redakce:

Ondra M. Šípek
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
tel.: +420 266 052 152, fax: 286 890 527
e-mail: cscasfyz@fzu.cz

Propagace, inzertní oddělení:

Jana Ždárská
e-mail: zdarskaj@fzu.cz

Jazyková úprava:

Stanislava Burešová, Lýdia Murtinová

Vedoucí výroby a grafik:

© Jiří Kolář

Tisk: Grafotechna plus, s. r. o.

Cena jednoho výtisku je 85 Kč.
Objednávky a prodej jednotlivých čísel
v ČR vyřizuje redakce.

Na Slovensku časopis rozšiřuje
Jednota slovenských matematiků a fyziků,
pobočka v Žilíně, Ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina,
e-mail: ivo.cap@fel.uniza.sk

Distribution rights in foreign countries:
Kubon & Sagner, PO Box 240108,
D-8000 München 34

Časopis je zařazen na Seznam recenzovaných
neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.
Registrace: MK ČR E 3103, ISSN 0009-0700
(Print), ISSN 1804-8536 (Online).

Copyright © 2020 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.



Úvodník

Dobré fyzikální vzdělávání je základ

Současná epidemie a přísná opatření proti šíření viru zasáhly rázně do chodu všech stupňů škol, do zaběhaných postupů a metod vzdělávání. Zároveň také zdůraznily význam dobré vědy a kvalitních a pružně reagujících laboratoří. Uvidíme, zda se to posléze projeví v lepším a promyšlenějším rozvoji a financování školství a vědy.

Při snaze o zlepšení české a slovenské fyzikální vědy a výzkumu v konkurenci okolního světa nelze postupovat nákupem nejlepších přístrojů a odborníků ze zahraničí – nejen že bychom na to neměli, ale nejlepší vědci by k nám většinou ani nechtěli. Země s nejvyšší úrovní vědy mají také skvělou úroveň vzdělávání (fyzikálního i ostatního), které přitahuje nadané lidi z dalších zemí. Takže nám nezbyvá než soustředit síly na zlepšování fyzikální vzdělanosti, která je základem celé stavby naší fyzikální vědy a průmyslu.

Náš časopis byl a dosud je vnímán jako spíše odborný než široce popularizační a otázky fyzikálního vzdělávání, kterým se věnuje např. v rubrikách *Mládež a fyzika* nebo *Ve zkratce*, by v něm možná leckterý učitel nehledal. Přesto se Čs. čas. fyz. na svých stránkách věnuje fyzikálnímu vzdělávání na gymnaziální a vysokoškolské úrovni dlouhodobě. Lze dokonce říci, že je na poli fyzikální didaktiky pro sekundární a terciární školství jediným časopisem u nás – ostatní mezi učiteli obecně známé časopisy, které se věnují didaktice fyziky (vždy spolu s matematikou), se zaměřují na základní a střední školy.

Jedním z velkých redakčních počínů bylo obsáhlé dvojčíslo 5–6/2012, jež bylo zcela věnováno fyzikálnímu vzdělávání a ve své době vyvolalo značný zájem čtenářů. Po takřka osmi letech je opět na čase věnovat tomuto tématu více prostoru. Vzhledem k současné koncepci vedoucího redaktora nedělat monotematická, nýbrž pestrá čísla jsme se rozhodli zavést od tohoto vydání novou rubriku s názvem *Fyzikální vzdělávání*, která přinese příspěvky několika typů, vždy však z oblasti „praktické didaktiky fyziky“ na úrovni všech typů škol:

- nové metody ve výuce fyziky, zkušenosti učitelů z praxe,

- elementarizované zpracování fyzikálních témat klasických i moderních formou obsáhlejších referátů i tzv. „zkratek“,
- experimenty – realizace a interpretace,
- studentské práce a soutěže (ve spolupráci se stávající rubrikou *Mládež a fyzika*),
- občasné jazykové a terminologické fyzikální koutky,
- zajímavá fyzika (populárně zpracovaná témata z každodenního života),
- články a recenze vztahující se k učebním textům,
- další možnosti.

Věříme, že tato nová koncepce upoutá zájem čtenářů a bude i příležitostí pro potenciální autory z řad učitelů. Další náměty se jistě objeví.

Jedno velké téma přišlo, jak bylo uvedeno výše, rychle a nečekaně v průběhu přípravy tohoto čísla – uzavření škol vyvolalo nutnost přejít ihned na distanční vzdělávání. Ne že by se tématu distančního vzdělávání dříve nevěnovala pozornost, ale povětšinou se jednalo o menší experimenty a projekty. Mnohým z nás, navyklým na tradiční formy výuky a unaveným z dalších a dalších technických novinek, se do toho příliš nechtělo – přiznejme si to. Nyní budou mít osobní zkušenosti s distančním vzděláváním všichni učitelé. Jistě vznikne plejáda nových nápadů a bude třeba je nějak systematizovat a vyhodnotit. Už se těšíme na vaše zajímavé příspěvky na toto téma.

A na závěr ještě jeden námět – vzpomínky na pozoruhodné učitelské osobnosti. Mnozí z nás se dostali k fyzice právě díky působení takových učitelů. Které jejich postupy, dovednosti či osobnostní rysy v nás vybudily hlubší zájem o fyziku? Zatímco o významných vědeckých osobnostech a profesorech vysokých škol často píšeme v rubrice *Lidé a fyzika*, výjimečným středoškolským pedagogům jsme se zatím nevěnovali. Pokusíme se to napravit.

Přejeme vám všem inspirativní čtení.

Jan Valenta a Jana Musilová



Fyzikál v kaleidoskopu

Obsah

ÚVODNÍK

Dobré fyzikální vzdělávání je základ

91

Jan Valenta, Jana Musilová

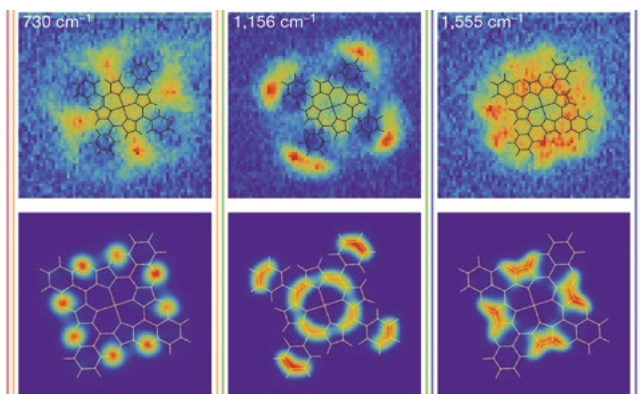


REFERÁTY

Fyzikální ohlédnutí za rokem 2019

94

Stanislav Daniš

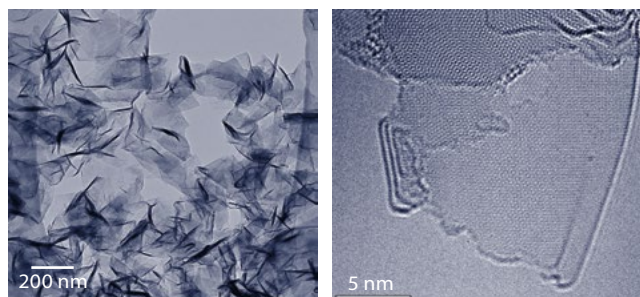


FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Elektronová mikroskopie – zdroj inspirace ve výuce (nejen) středoškolské fyziky I.

120

Petr Vencelides, Jana Jurmanová

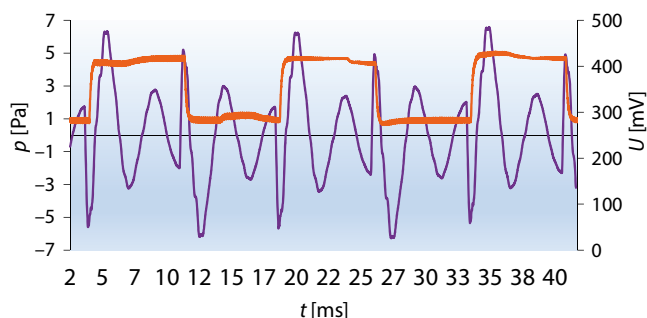


FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Zostavme si digitálny hudobný nástroj pomocou Arduina

127

Martin Hruška, Miriam Spodniaková Pfefferová, Stanislav Holec

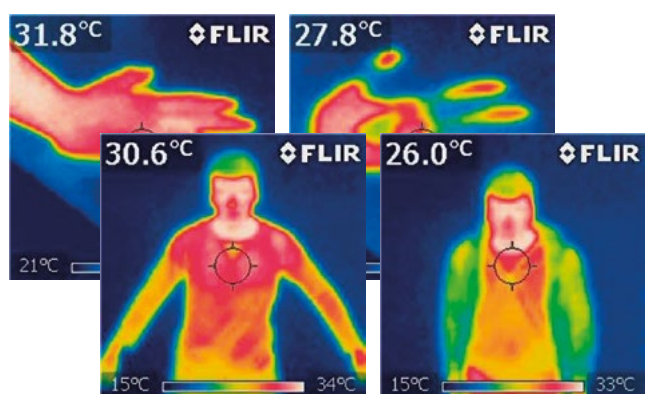


FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Termokamera ve výuce fyziky

132

Michaela Křížová, Kateřina Vondřejcová

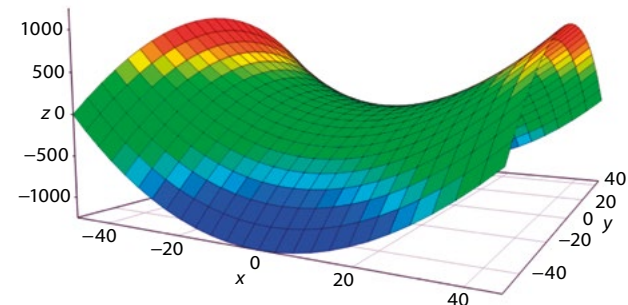


FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Obecná teorie relativity středoškolsky – první část: Neeukleidovská geometrie

135

Matěj Ryston



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Praktická úloha okresního kola FO kategorie G 2019 141

Vladimír Vochozka, Pavla Wegenkittlová



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Elektronový mikroskop na střední škole po pěti letech 145

Miloš Winkler



ZPRÁVY

Einstein opět v Praze (3. část) 149

Ohlédnutí za „českým“ seriálem z produkce
National Geographic aneb „fyzik potkává filmaře“

Jiří Podolský, Pavel Cejnar



ROZHOVOR

Díky astrofotografům hvězdy nehasnou 155

Zdeněk Bardon, Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Zemřel prof. Jan Kratochvíl... 163

Pavel Demo, Martin Kružík



Obrázek na obálce:

Optické jevy, tak jak je studenti vidí (přímo, či okulárem) v Základním fyzikálním praktiku III. – Optika na Matematicko-fyzikální fakultě UK. Konkrétně jde o tyto jevy a úlohy (zleva doprava, po řádcích shora dolů): dvojlomný kalcit (vápenec) v polarizačním mikroskopu; srovnávací měření světelných zdrojů Lummerovým-Brodhunovým fotometrem; bezbarvé polyethylenové pásky mezi zkříženými polarizátory; jeden z indikátorů čítače fotonů při měření rentgenového záření; spektrum nízkotlaké rtuťové lampy v mřížkovém spektrometru; měření tloušťky tenké vrstvy interferenční metodou; měření vlnové délky Michelsonovým interferometrem; chromatická vada obyčejné čočky; žárovka používaná pro fotometrická měření.

(Fotografie a koláž: J. Valenta)

2019

Fyzikální ohlédnutí za rokem 2019

Stanislav Daniš

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Katedra fyziky kondenzovaných látek, Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2; danis@mag.mff.cuni.cz

Přehled pozoruhodných fyzikálních článků, které se v roce 2019 objevily v předních vědeckých časopisech, připravil pro čtenáře již potřetí Stanislav Daniš.

Měděná OLED dioda

Krátký přehled objevů roku 2019, které autor článku považuje za nejzajímavější, začneme článkem Rashi Hamzeové a kol. [1], který se zabýval úpravou vlastností organometalických látek pro tzv. organické svítivé diody (OLED). Velmi slibné jsou z hlediska kvantové účinnosti sloučeniny na bázi iridia, platiny a ruthenia, ale tým R. Hamzeové se zaměřil na mnohem dostupnější měď. Nejprve bylo třeba nalézt vhodné organometalické sloučeniny mědi, které by svými vlastnostmi byly alespoň srovnatelné s již používanými sloučeninami, či je dokonce překonaly.

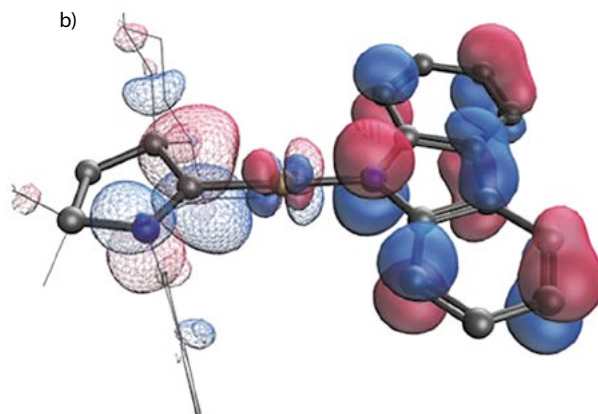
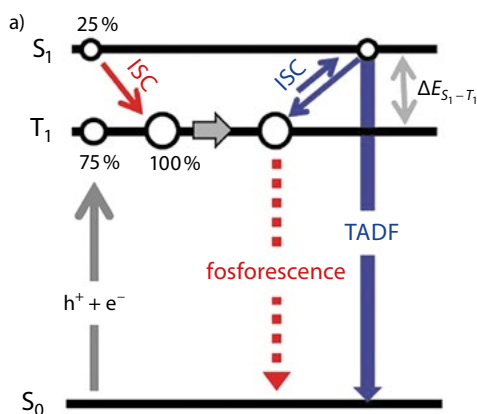
Hlavní potíží je typ nejnižšího optického přechodu, který je přítomen téměř u všech organických komplexů obsahujících jednomocnou měď – Cu(I). Při něm dochází k transportu náboje mezi atomem Cu a ligandem (MLCT, metal-to-ligand charge transfer). Formální oxidace, ke které dochází v d orbitalu mědi, vede nejen k Jahnově–Tellerově distorzi, ale též ke zvýšení pravděpodobnosti nezářivých přechodů na úkor zářivých.

Jednou z možností, jak upřednostnit zářivé přechody, je využití teplotně aktivované zpožděné fluorescence TADF (*thermally activated delayed fluorescence*). Pokud bude energetický odstup nejnižšího singletního

(S_1) a tripletního stavu (T_1) minimální, tak bude s velkou četností docházet k přechodům mezi nimi. Autoři [1] uvádějí, že pro $E_{S_1-T_1} = 33$ meV bude dosahovat četnost zářivých přechodů $k_r \sim 2 \times 10^5$ s⁻¹, což je hodnota srovnatelná se sloučeninami na bázi platiny a iridia.

Princip TADF je zakreslen na obrázku 1a. Elektron při excitaci ze základního stavu S_0 může obsadit buď tripletní (T_1) nebo singletní (S_1) stav. V případě obsazení stavu T_1 se jedná o stav s relativně dlouhou dobou života a může dojít k přímému zářivému přechodu (fosforescenci). Singletní stav S_1 je obsazen s menší pravděpodobností. U něj může docházet k přímé zářivé deexcitaci na S_0 , ovšem s malou intenzitou fluorescence právě kvůli nízkému obsazení stavu S_1 . Větší intenzity lze dosáhnout aplikací TADF. Při ní dojde ke stavovému přechodu mezi T_1 a S_1 (mají různý spin), který se projeví přímou zářivou deexcitací. Přechody mezi T_1 a S_1 se označují ISC – *inter system crossing*.

V článku [1] byla studována sloučenina CAAC-Cu-amid (CAAC – cyclic alkyl amino carbene), jejíž optimalizovaná, téměř planární struktura je zobrazena na obrázku 1b. Ta umožnila dosáhnout kvantové účinnosti fluorescence $\Phi_{PL} > 99\%$ a krátkých délek života excitovaných stavů $\tau = 2\text{--}3$ μ s. Právě planarita



Obr. 1 a) Princip TADF – teplem aktivované opožděné fluorescence. Elektron je excitován ze základního stavu S_0 do tripletního (T_1 s pravděpodobností 75 %) nebo singletního stavu S_1 (s pravděpodobností 25 %). Pokud je rozdíl energií excitovaných stavů T_1 a S_1 dostatečně malý, může dojít vlivem termální aktivace k přechodu z T_1 na S_1 a poté k zářivé fluorescence (označeno modrou šipkou). Červenou šipkou je označen přímý zářivý přechod z T_1 do základního stavu, který není pro aplikace OLED výhodný. b) Struktura molekuly CAAC-Cu-amidu. Plnou barvou jsou vyznačeny tzv. HOMO orbitály (nejvyšší obsazený molekulový orbital), šrafované nejnižší neobsazené orbitály (LUMO). Jejich překryv podmiňuje vysokou intenzitu přechodů z S_1 . Převzato a upraveno z [1]

Elektronová mikroskopie – zdroj inspirace ve výuce (nejen) středoškolské fyziky 1

Petr Vencelides¹, Jana Jurmanová²

Biskupské gymnázium, U Klafárku 1685/3, 591 01 Žďár nad Sázavou; petr.vencelides@bigyvr.cz

Ústav fyzikální elektroniky, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno; janar@physics.muni.cz

Článek představuje elektronovou mikroskopii jako vhodný zdroj inspirace při výuce fyziky na střední škole. Na konkrétních příkladech vysvětluje základní fyzikální principy těchto (složitých) přístrojů. V současnosti se elektronová mikroskopie rychle rozvíjí a její zařazení do učebnic fyziky je dle autorů článku velmi žádoucí.



Úvod aneb osudová setkání

Hned na začátku by možná bylo dobré napsat, že ani jeden z autorů článku se nepovažuje za odborníka v tomto oboru schopného pracovat na špičce výzkumu nebo vývoje, případně přednášet vysokoškolský kurz elektronové mikroskopie. Ale oba jsme došli k názoru, že elektronová mikroskopie není obor, který by měl zůstat pouze na vysoké škole. Že řada poznatků je sdílitelných i publiku středoškolskému anebo laickému. A jak vlastně autoři k elektronové mikroskopii přišli?

Jana Jurmanová: Moje seznámení s elektronovou mikroskopií bylo poněkud náhodné. Na podzim roku 2012 zakoupil CEPLANT – Regionální VaV centrum pro nízkonákladové plazmové a nanotechnologické povrchové úpravy – kromě jiných přístrojů i skenovací elektronový mikroskop FEG MIRA3 od firmy Tescan. O přístroj se někdo musel starat a já měla určité (více méně teoretické) zkušenosti s optickou mikroskopií. Navíc mě kolegové uklidňovali: „*To je v podstatě to samé, jen jiná vlnová délka.*“ I když dnes vím, že to není jediný rozdíl, pomohl mi tento přístup k pochopení principů elektronových mikroskopů. A při proškolování nových uživatelů jsem začala přemýšlet, jak mluvit o elektronové mikroskopii slovy srozumitelnými a snadno pochopitelnými. A tak mě napadlo vyspat téma bakalářské, a posléze i diplomové práce.

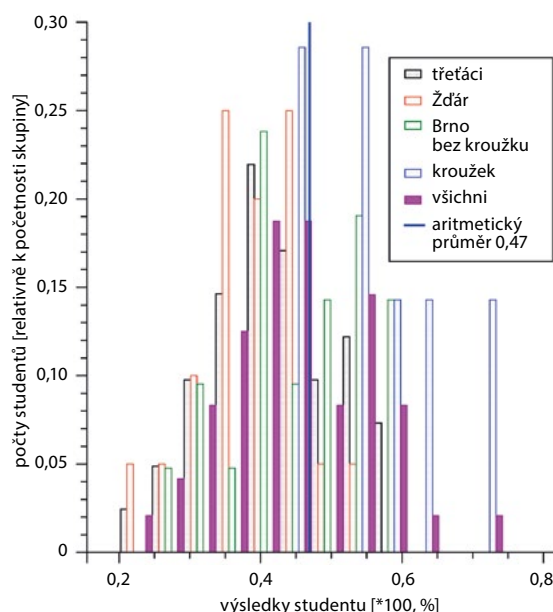
Petr Vencelides: Dostal jsem se k tématu skrze bakalářskou práci, jejíž téma mě při prvním přečtení velice zaujalo: *Elektronová mikroskopie pro střední školy* [1]. Při psaní jsem se snažil přiblížit fyzikální podstatu těchto přístrojů přístupnou formou (podívat se na ni očima středoškolačka) a ukázat, že elektronová mikroskopie může být na střední škole vhodně zařazena do výuky a představovat tak zajímavé téma pro studenty. Na bakalářskou práci jsem navázal diplomovou prací [2], ve které jsem tvořil konkrétní učební materiály vhodné pro výuku elektronové mikroskopie na středoškolské úrovni. V době psaní tohoto článku jsem začínajícím učitelem na gymnáziu a jsem rád, když vidím, jak zmín-

ky ve vlastní výuce (na nejrůznějších místech – optika, elektřina, fyzika mikrosvěta...) o těchto přístrojích jsou přijímány velmi vřele. Myslím si, že je žádoucí na středních školách poukazovat na „propojení fyziky s praxí“.

Co vlastně vědí středoškoláci o elektronové mikroskopii?

V rámci diplomové práce jsme vytvořili dotazník s názvem „*Co víš o elektronové mikroskopii*“ (dostupný jako příloha [2]), testující všeobecný přehled o elektronové mikroskopii mezi středoškoláky.

Otestován byl na 50 studentech ze dvou gymnázií, konkrétně na Biskupském gymnáziu v Brně a Biskupském gymnáziu ve Žďáře nad Sázavou. Obě školy byly vybrány záměrně, v případě Bigy Brno se dala (vzhledem k silné tradici elektronové mikroskopie v Brně a dále faktu, že zde funguje kroužek Elektronové mikroskopie)



Obr. 1 Histogram výsledků studentů. Převzato z [2]

Zostavme si digitálny hudobný nástroj pomocou Arduina

Martin Hruška, Miriam Spodniaková Pfefferová, Stanislav Holec

Fakulta prírodných vied, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia

Fyzikálne vzdelávanie v rámci prírodovedného a technického vzdelávania je vo vyspelých krajinách považované za dôležité. Pritiahnuť mladých ľudí a inšpirovať ich učiteľov pri vzdelávaní v týchto školských predmetoch je viacročnou ambíciou aj autorov tohto článku. V tomto článku sa zameriavame na využitie lacnej vývojovej dosky s jednočipovým mikropočítačom Arduino Uno R3 pri konštrukcii jednoduchého hudobného zariadenia – syntetizátora – a jeho následného využitia vo výučbe. Samotná konštrukcia zariadenia môže byť námetom na časovo náročnejšiu bádateľskú aktivitu (v zmysle IBSE – Inquiry Based Science Education). Súčasťou článku sú aj námety na ďalšie bádateľské aktivity, od časovo náročnejšej, venovanej konštrukcii syntetizátora, až po jednoduchšie, zrealizovateľné v rámci jednej vyučovacej hodiny.

Úvod

Vzdelávanie vo fyzike a ďalších prírodných vedách, využívajúce bádateľsky orientované žiacke aktivity, má relatívne krátku históriu. Doterajšie domáce i zahraničné skúsenosti ukazujú, že môže byť efektívnou cestou k dosiahnutiu výrazného pozitívneho posunu k motivácii a pripravenosti mladých ľudí stať sa kvalitnými odborníkmi v prírodných a technických vedách [1], [2], [3], [4]. O zaradení bádateľských aktivít do riadnej vyučovacej hodiny alebo do záujmovej/krúžkovej činnosti žiakov rozhoduje predovšetkým časová náročnosť ich realizácie. Preto rozlišujeme tzv. „makro“ (ich realizácia presahuje časový rozsah, ktorý poskytuje jedna vyučovacia hodina) a „mini“ bádateľské aktivity (ich časová náročnosť umožňuje realizovať tieto aktivity v časti jednej vyučovacej hodiny).

Potreba, resp. nutnosť realizácie bádateľských aktivít, je zakotvená aj v Štátnom vzdelávacom programe a netýka sa len fyziky, ale celého spektra prírodovedne orientovaných predmetov. Realizácia bádateľských aktivít v školskej praxi predpokladá dostatok námetov a materiálov pre tento typ aktivít, ktoré môže vyučujúci hneď použiť pri vyučovaní. O benefitoch používania bádateľských aktivít vo vyučovaní existuje množstvo publikácií [5], [6], [7], [8], [9]. Prax je však taká, že vyučujúci doteraz nemajú k dispozícii ucelenú databázu metodických materiálov pre bádateľské aktivity z rôznych oblastí školskej fyziky, ktorá by im pomohla efektívne aplikovať tento typ aktivít do vyučovacieho procesu.

Jednou z tém, ktorej sa síce okrajovo, ale predsa venuje aj školská fyzika na úrovni strednej školy (Štátny vzdelávací program ISCED 3a), je zvuk [10]. Pri nahliadnutí do Štátneho vzdelávacieho programu zistíme, že pri téme zvuk sú v obsahovom štandarde špecifikované pojmy: vlastnosti zvuku (hlasitosť, farba, výška tónu) a sluch. K téme zvuk je k dispozícii len málo námetov na experimenty či bádateľské aktivity, aj tie sa väčšinou týkajú

najmä určovania rýchlosti zvuku, čo korešponduje s výkonovým štandardom k danej téme. Avšak vytvoriť reálnu predstavu o obsahu pojmov farba zvuku, výška tónu, či hlasitosť je pre žiakov pomerne náročné, nakoľko ide o abstraktné pojmy napriek tomu, že zvuky v rôznych podobách sú súčasťou nášho každodenného života.

Naším cieľom je preto ukázať viacero možností pre žiakov (a samozrejme pre ich učiteľov) uskutočňovať samostatne experimentálne aktivity bádateľského charakteru orientované na tematickú oblasť zvuk. Využíваме pritom zariadenie, ktoré sme vyvinuli na našom pracovisku, a ktoré je možné zostrojiť aj v bežných školských podmienkach. Pri zostavovaní spomínaného zariadenia – hudobného digitálneho syntetizátora – sme postupovali tak, aby ho bolo možné zostrojiť pri spolupráci učiteľa a žiakov a bez ďalších zložitých príprav ho použiť vo výučbe.

V nasledujúcich častiach bude venovaná pozornosť syntetizátoru a jeho konštrukcii a následne uvedieme námety na bádateľské aktivity, ktoré je možné s týmto zariadením realizovať.

Arduino syntetizátor

Arduino je v súčasnosti pre pomerne veľa ľudí, venujúcich sa prírodovednému a najmä fyzikálnemu vzdelávaniu, známy prvok. Je to vývojová doska s jednočipovým mikropočítačom a s voľne prístupnou platformou pre relatívne jednoduchý návrh a vývoj elektronických programovateľných zariadení (výrobca Atmel, „open-source“ programátorské rozhranie pre mikrokontroléry Wiring) [11], [12]. Tento jednoduchý počítač dokáže pomocou rôznych senzorov registrovať podnety vonkajšieho sveta a reagovať na ne podľa naprogramovaného scenára – pohybom motorčekov, rozsvietením svetelných diód a pod. Pomocou Arduina je potom možné napr. merať veľkosti fyzikálnych veličín, poslať dáta na diaľku, zalievať kvety počas sucha, postaviť



Termokamera ve výuce fyziky

Michaela Křížová, Kateřina Vondřejcová

Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta, Rokitsanského 62, 500 03 Hradec Králové III; michaela.krizova@uhk.cz; vondrejцова@gymnachod.cz



Ve výuce fyziky na základní i střední škole může být termokamera pomocníkem pro názornější a srozumitelnější přiblížení učiva termiky žákům. Stačí se podívat termokamerou na některé děje, které běžně probíhají v našem okolí. Navíc některé části z učiva termiky se prolínají s fyzikou, chemií i biologií a můžeme tak velmi efektivně propojit v rámci jednoho tématu všechny tyto předměty. Termokamera je nejen moderním technologickým zařízením, ale má široké využití i v praxi. V průmyslu díky ní můžeme například určit, kdy a kde je na elektrickém nebo mechanickém zařízení potřeba zasáhnout, protože by mohlo dojít k selhání vlivem přehřátí. Termokamery se využívají ke kontrole elektrických motorů, čerpadel i potrubí, k detekci úrovně hladiny kapalin v nádržích, lokalizování tepelných ztrát budov i při hledání ztracených osob, což je pro žáky jistě také motivujícím prvkem [1].

Pro naše pokusy jsme využili termokameru značky FLIR i3 s teplotním rozsahem $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Její teplotní rozsah sice není tak velký, abychom mohli měřit např. teplotu plamene svíčky, ale pro níže uvedené experimenty bohatě postačí. V našich experimentech šlo pouze o kvalitativní ukázky, nikoli o nějaká přesná měření. Všechna měření prováděli a řadu z nich sami navrhli žáci druhého ročníku střední školy. Tento článek tak může být pro učitele inspirací do vybraných hodin fyziky či laboratorních cvičení.

Experimenty jsme nemohli předvádět celé třídě demonstračně kvůli malé obrazovce termokamery a nemožnosti připojení tohoto typu k počítači. Nechali jsme tedy žáky pracovat ve skupinách a sledovat „cestování“ tepla mezi různými materiály. Žáci pak s výsledky svého bádání seznámili ostatní spolužáky. Na začátku hodiny byli všichni seznámeni s principem funkce termokamery a byli poučeni, jak s danou termokamerou měřit [2]. Ovládání termokamery a zaznamenání snímků experimentů je velmi jednoduché a žákům to nedělalo žádné problémy. Před realizací experimentu jsme je nechali hádat, jaký výsledek očekávají. Poté násled-

ovalo samotné provedení pokusu a vysvětlení pozorovaného jevu.

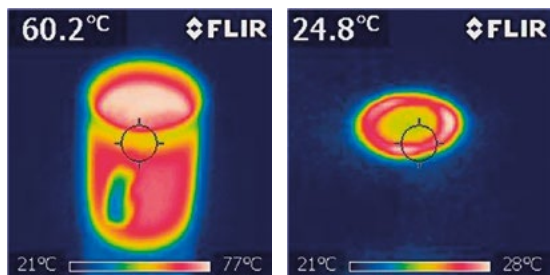
Většina níže uvedených obrázků je nasnímaná žáky Gymnázia Dobruška, a to druhého ročníku čtyřletého studia a šestého ročníku osmiletého studia v rámci laboratorních cvičení z fyziky (dále jen „LCF“). Výuka LCF probíhá s polovičním počtem žáků ve třídě, tedy s maximálně šestnácti žáky, po dobu dvou po sobě jdoucích vyučovacích hodin. Žáci pracovali ve dvojicích. Mezi jednotlivé skupiny byly rozděleny 4 různé pracovní úkoly, takže maximálně dvě skupiny pracovaly na témže úkolu. Každá skupina měla po celou dobu k dispozici školní notebook. Vzhledem k tomu, že jsme využívali pouze jednu termokameru, byl určen časový limit a rozvržení v rámci výuky LCF, po který mohli konkrétní žáci s termokamerou pracovat, tzn. snímat a snímky ukládat do notebooků. Žáci, kteří v dané chvíli neměli termokameru k dispozici, vypracovávali protokol z laboratorního cvičení, tedy z doporučené literatury sestavovali teoretickou část protokolu, po nasnímání vybírali nejzdařilejší snímky a z fyzikálního hlediska vysvětlovali pozorované jevy. Po odevzdání protokolů od všech žáků jsme ještě navíc sestavili společnou nástěnku shrnující všechny čtyři pracovní úkoly a umístili ji na školní chodbu. Po celou dobu práce s termokamerou panovala dobrá pracovní atmosféra. Žáci ocenili, že jim termokamera umožňuje vidět realitu z jiného pohledu a také příležitost pracovat s moderní technologií. Byla pro ně velkým přínosem možnost vzít termokameru do ruky k samostatné práci, vymýšlet a nasnímat další příklady šíření tepla mezi různými materiály.

V dalším textu jsou uvedeny vybrané náměty na zajímavá a jednoduchá měření s termokamerou, které jsme zpracovali v rámci našich LCF.

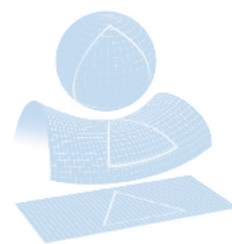
Přenos tepla

Pomocí termokamery můžeme názorně sledovat přenos tepla mezi dvěma tělesy s různými teplotami. Postavíme-li na lavici hrníček s teplou vodou, zvýší se teplota lavice v místě dotyku. Pomocí termokamery lze po posunutí hrníčku pozorovat tepelnou stopu. Na počátku má hrníček vyšší teplotu než deska lavice. Teplo samovolně přechází z teplejšího tělesa na chladnější, a proto dojde k ohřátí lavice v místě dotyku s teplým hrníčkem. Lavice tedy od hrníčku přijala teplo, což se projevilo zvýšením její teploty. Díky termokameře mohou žáci tento jev okamžitě pozorovat (obr. 1).

Další vhodnou variantou je sledovat ochlazení desky stolu kostkou ledu (obr. 2). Již po jedné minutě, kdy necháme kostku ledu ležet na lavici a poté ji odebereme,



Obr. 1 Hrníček s teplou vodou a jeho stopa na lavici pohledem termokamery.



OBEČNÁ TEORIE RELATIVITY STŘEDOŠKOLSKY – PRVNÍ ČÁST: Neeukleidovská geometrie

Matěj Ryston

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Katedra didaktiky fyziky, V Holešovičkách 2, Praha 8; matej.ryston@mff.cuni.cz

Obecná teorie relativity (OTR) je tradičně vnímána jako příliš abstraktní a matematicky složitá na to, aby mohla být vyučována na střední škole. Jedná se ale o velmi zajímavou partii fyziky, se kterou se zvědavý středoškolák setká i mimo školu. Její fascinující a dosud úspěšné astrofyzikální předpovědi, jako jsou černé díry nebo gravitační vlny, z ní činí velmi atraktivní téma pro výuku. Ve čtyřdílném článku si postupně ukážeme, jak je možné v řeči středoškolské matematiky a fyziky a zejména pomocí praktických aktivit a pomůcek představit základní myšlenky OTR, konkrétně proč nám fyzikové „tvrdí“, že „gravitace je zakřivení prostoročasu“. Jednotlivé články *Neeukleidovská geometrie*, *Geometrický pohled na gravitaci*, *Dilatace času a GPS* a *Gravitace jako zakřivení prostoročasu* korespondují s postupnými myšlenkovými kroky, které nás mají dovést nejen k lepšímu pochopení OTR, ale v ideálním případě i prohloubit náš zájem o tuto krásnou teorii či fyziku vůbec.

Úvod

I když speciální teorie relativity (STR) měla historicky své místo v osnovách fyziky pro gymnázia a i dnes se s její výukou můžeme na školách setkat, obecná teorie relativity se takové pozornosti běžně netěší. Důvody jsou samozřejmě vcelku logické a nedá se proti nim mnoho namítat. Zatímco základy STR dokážeme opřít o výpočty využívající čistě středoškolskou matematiku, u OTR se lze těžko obejít bez znalosti diferenciální geometrie a tenzorového počtu. Přesto však existují dobré důvody, proč se pokusit studenty se základy OTR seznámit. Tato více než sto let stará teorie gravitace nejenže dosud obstála při všech experimentálních testech, ale zejména v posledních letech se díky novým zlomovým astronomickým pozorováním, jako je detekce gravitačních vln či fotografie černé díry v centru galaxie M87, opět dostává do popředí zájmu širší veřejnosti. Spolu s kvantovou fyzikou jde svými předpověďmi často proti našemu přirozenému chápání fungování světa a tím fascinuje již několikátou generaci. Týká se témat jako nadsvětelné rychlosti, červí díry či cestování časem, čímž byla nespornou inspirací mnoha dílům vědecko-fantastické literatury. Díky tomu všemu má obrovský potenciál zaujmout studenty a podpořit jejich potenciální zájem o fyziku jako takovou.

Naši snahou tedy bude zformulovat a prezentovat základy OTR co nejnázorněji tak, aby je byl schopen pochopit člověk s čistě středoškolskými znalostmi. Protože ve škole často není moc času k zařazování témat mimo běžný rámec výuky, je potřeba si nejprve přesně vymezit rozsah poznatků, které chceme studentům

předat. Pokud bychom měli shrnout základní myšlenku OTR do jediné věty, bude to pravděpodobně: „*Gravitace je zakřivení prostoročasu*.“ [1]. Naším cílem bude pochopení této jediné věty, kterou se můžeme dočíst například v mnoha populárních knihách (jež bohužel tím, že se vyhýbají matematice, často ztrácejí na konkrétnosti). Prakticky se tedy náš výklad bude točit kolem dvou zásadních pojmů – **zakřivení** a **prostoročas**. První ze slov naznačuje, že se budeme zabývat geometrií (protože OTR je v zásadě geometrickou teorií), ale geometrií takovou, se kterou se na střední škole běžně nesetkáme. Druhý pojem, prostoročas, je zaváděn již v STR, kterou na střední škole potkat sice můžeme, ale v dnešní době, kdy STR není součástí rámcových vzdělávacích programů pro gymnázia, není její výuka zaručena. Proto se pokusíme (ačkoli OTR ze své mateřské speciální teorie přirozeně vychází) o předchozí znalosti STR při našem výkladu neopírat (i když jak uvidíme později v části o dilataci času, úplně se bez ní neobejdeme).

Vše, co si budeme v tomto a navazujících článcích představovat, je součástí krátkého semináře zaměřeného na OTR, který již druhým rokem probíhá na Gymnáziu Nad Štolou v Praze 7. Výklad byl a stále je upravován na základě zkušeností z výuky a zpětné vazby od studentů. S trochou snahy je celý výklad možné stihnout za tři vyučovací hodiny, ale vhodnější jsou alespoň čtyři, aby měli studenti čas vstřebávat a procvičovat nové poznatky.

Zakřivení čeho?

Na cestě za pochopením, co to znamená zakřivení prostoročasu, budeme muset udělat několik důležitých

Fyzikální vzdělávání
Moderní témata srozumitelně

Praktická úloha okresního kola FO kategorie G 2019

Vladimír Vochozka, Pavla Wegenkittlová

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra aplikované fyziky a techniky, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice; vvochozka@pf.jcu.cz; wegenp01@pf.jcu.cz

Úloha určování hmotnosti svazku klíčů byla v roce 2019 součástí okresního kola fyzikální olympiády kategorie G, tzv. Archimediády, v Českých Budějovicích. K řešení bylo možné dospět třemi různými postupy pomocí jednoduchých strojů. V textu příspěvku je naznačen možný postup řešení, analýza výsledků pilotáže a diskuze výsledků okresního kola.

Fyzikální olympiáda

Fyzikální olympiáda (FO) má v České republice dlouholetou tradici. Soutěž se pořádá v kategoriích A až G, přičemž kategorie G, též nazývaná Archimediáda, je určena pro nejmladší žáky, žáky sedmých ročníků a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií. Archimediáda se koná ve dvou kolech – školním a okresním. Školní kolo je organizováno celorepublikově, avšak podobu okresního kola si každý okres vytváří sám.

Praktická úloha okresního kola

V Českých Budějovicích je okresní kolo Archimediády tvořeno třemi částmi, z nichž jednou je řešení praktické úlohy. Právě vytvoření sady praktických úloh bylo tématem diplomové práce studentky Pavly Wegenkittlové, z níž článek čerpá [1].

RVP a ŠVP škol

Tvorba praktických úloh pro žáky sedmých tříd s sebou nese stejné komplikace jako u úloh teoretických. Státem definované očekávané výstupy Rámcového vzdělávacího programu (RVP), podle kterých si školy tvoří školní vzdělávací programy (ŠVP) nejsou přiřazeny pro jednotlivé ročníky. Organizátoři musejí dávat velký důraz na výběr tématu, aby nebyl pro některé školy diskriminační.

Akční výzkum – pilotáž

Úloha vznikla na základě akčního výzkumu, který podle cyklického modelu Stephena Kemmisa obsahuje 4 kroky: plánování, akce, pozorování a reflexe [2]. V rámci plánování proběhla rešerše 13 školních vzdělávacích programů vyučovacího předmětu fyzika základních škol a víceletých gymnázií, jež se za dobu konání FO v Českobudějovickém okrese zúčastnily okresního kola kategorie G. Na základě výsledků rešerše byla navržena úloha z tematického celku RVP pro základní vzdělávání *Pohyb těles; síly*, přičemž očekávaným výstupem žáka je: *aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů* [3].

Dalším krokem akčního výzkumu je akce. V tomto případě se jednalo o pilotáž úlohy na žácích základních



Obr. 1 Pomůcky k úloze.

škol. Z důvodu zamezení znalosti úlohy při účasti žáka na okresním kole FO byly k pilotáži vybrány školy ležící mimo okres České Budějovice. Po pilotáži následovalo vyhodnocení výsledků v rámci analýzy pracovních listů, která vedla k nutnosti přetvoření zadání úlohy. Tím byl ukončen první cyklus akčního výzkumu.

V dalším cyklu bylo pozměněno zadání úlohy, které bylo následně pilotováno na jiné základní škole. Cyklický model pokračoval dál, dokud nebylo zadání úlohy uznáno za vhodné k použití na okresním kole FO, řešitelné, ale ne příliš triviální, a zároveň obsahovalo více řešení.

Zadání úlohy

Žáci mají v úloze za úkol určit hmotnost svazku klíčů pomocí poskytnutých pomůcek. Úloha je založena na znalostech učiva o jednoduchých strojích, díky nimž se dá vyřešit. Přitom je jen na žákovi, jaký jednoduchý stroj využije k řešení úlohy. Následně zaznamená svůj způsob řešení včetně pomůcek, náčrtu, výpočtů a diskuze do pracovního listu.

Pomůcky

Každý řešitel získá k dispozici následující pomůcky: *upravená páka, tyč s vrutem, základní deska, dva kusy modelíny, provázek, nůžky, svazek klíčů, kladka volná, upravená kladka volná, dvě kladky pevné, dvě 10g závaží, dvě svorky se šroubem a hlavou „krátké“, svorka se šroubem a hlavou „dlouhá“, tři čepy a kancelářské sponky* (obr. 1).

Elektronový mikroskop na střední škole po pěti letech

Miloš Winkler

Biskupské gymnázium Brno a mateřská škola, Barvičova 85, 602 00 Brno; milos.winkler@bigy.cz

Jak to všechno začalo

V roce 2013 navštívili naši školu dva pracovníci firmy *FEI Czech Republic s.r.o.* (*Field Electron and Ion Company*, dnes *Thermo Fisher Scientific*) se zvláštním dotazem, zda by podle nás byl ve výuce na střední škole využitelný elektronový mikroskop. Kdo se trochu orientuje ve výukových plánech středních škol, asi se usměje. Vždyť většina vyučujících zápasí s tím, aby stihla ve svých hodinách probrat vše, co je potřeba. Tam moc místa pro něco navíc není.

Asi bych reagoval podobně jako moji kolegové, kteří pochybovačně pokrčili rameny. Jenže já, než jsem začal učit, jsem pracoval jedenáct let ve vývoji elektronových mikroskopů v podniku Tesla Brno. Je jasné, že jsem se k zamýšlenému projektu vyjádřil kladně.

Koncem roku pozvala firma zástupce všech středních škol, které projevíly zájem, aby jim mikroskop předvedla. Sešli jsme se, učitelé asi jedenácti škol, většinou vyučující fyziky či biologie. Jednalo se o stolní elektronový mikroskop *Phenom*. Zástupci firmy nám oznámili, že počátkem roku 2014 bude vyhlášena soutěž o nejlepší projekt využití elektronového mikroskopu ve škole. Vítězná škola bude mikroskop zapůjčen na dobu jednoho školního roku.

Cílem projektu bylo podpořit středoškolské vzdělávání v technických a přírodovědných oborech a šířit mezi středoškolskou mládeží povědomí o oboru elektronová mikroskopie.

Tak zněla hlavní myšlenka vyhlášovatelů soutěže. Z hlediska firmy byla zřejmá motivace: pokud vyroste víc odborně připravených studentů, bude i víc potenciálních uživatelů mikroskopů, ale i víc potenciálních odborníků–zaměstnanců.



Obr. 2 Provizorní laboratoř.



Obr. 1 Slavnostní předání mikroskopu (vpravo Jiří Očadlík, generální ředitel společnosti FEI Czech Republic s. r. o., vlevo Karel Mikula, ředitel Biskupského gymnázia Brno).

Z hlediska školy byla motivace obdobná. Zájemem školy je vychovat budoucí odborníky, kteří se dobře uplatní na trhu práce. Vezmeme-li v úvahu, že na VUT Brno existuje studijní obor Fyzikální inženýrství a nanotechnologie a že v Brně existují dvě velké firmy vyrábějící elektronové mikroskopy, pak každý student, kterému bude obor blízký, může mít docela jasnou perspektivu.

Na přípravě projektu jsme si dali záležet. Vytvořili jsme dokonce učební texty *Elektronová mikroskopie*. V soutěži se nám podařilo zvítězit. Dne 18. dubna 2014 byl na naši školu přivezen a slavnostně předán elektronový mikroskop *Phenom* (obr. 1).

Do konce školního roku jsme se s mikroskopem seznámili v laboratoři provizorně vytvořené z jednoho ubytovacího pokoje. Po prázdninách jsme zahájili činnost kroužku Elektronová mikroskopie.

Nyní se mělo ukázat, zda dokážeme uskutečnit své představy. Nevzali jsme si příliš velké sousto? Budeme schopni splnit zadání projektu? Zatím jsme neměli žádnou zkušenost, ale nadšení pro věc jsme měli. A to byl hlavní předpoklad.

Pět let činnosti

Jak již bylo řečeno, od školního roku 2014/2015 pracuje na naší škole kroužek elektronové mikroskopie. Mikroskop byl nejprve umístěn v náhradní laboratoři (obr. 2) a v únoru 2015 byl přemístěn do nově vybudované labo-

Fyzikální vzdělávání
Zkušenosti učitelů a nové metody výuky

Einstein opět v Praze (3. část)

Ohlédnutí za „českým“ seriálem z produkce National Geographic aneb „fyzik potkává filmaře“

Jiří Podolský, Pavel Cejnar

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8; jiri.podolsky@mff.cuni.cz; pavel.cejnar@mff.cuni.cz

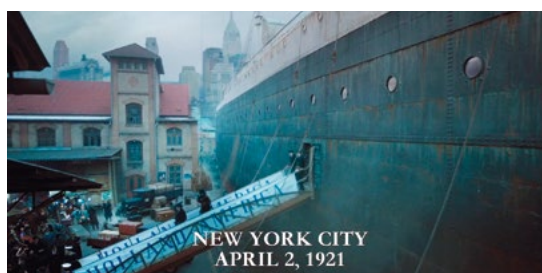
Na podzim roku 2018 odvysílala Česká televize na ČT2 unikátní desetidílný seriál *Génius: Einstein*, věnovaný životu a dílu asi nejslavnějšího fyzika všech dob. Každý pátek od září do listopadu mezi 20. a 21. hodinou tak měl každý možnost chronologicky sledovat celý Einsteinův pozoruhodný osud, často dramatický v osobní, vědecké i celospolečenské rovině.¹ Na jeho pozadí tvořil své objevy, z nichž mnohé byly hodny Nobelových cen a doslova změnily historii (vzpomeňme jeho podíl na vzniku kvantové teorie, formulování speciální i obecné relativity či pozemský i kosmický dosah jeho rovnice $E = mc^2$). To vše bylo nyní bravurně zachyceno v HD kvalitě, precizní dobové výpravě, s hvězdným hereckým obsazením postav. Co více si může přát fyzik, jemuž není lhostejná historie ani obraz, jaký má jeho obor mezi ostatními lidmi! Seriálem *Génius* dostal možnost sdílet „to nejlepší z dějin fyziky“ se svými rodinami, přáteli nefyziky, se všemi ostatními. Nám, autorům tohoto článku, však bylo řízením osudu dopřáno více. Dostali jsme šanci aktivně se podílet na tvorbě takového výjimečného díla.

Einsteinův osud ve 20. letech a jeho odchod z Německa (JP)

Osmá epizoda televizního seriálu *Génius: Einstein* nás zavádí do roku 1932. Podstatnou část zabírá úřední pohovor Alberta a jeho ženy Elsy na ambasádě USA v Berlíně. V retrospektivních zkratkách jsou vylíčeny i hlavní události Einsteinova života uplynulých deseti let od roku 1921.

Scény z ambasády přímo navazují na dramatický závěr úvodní 1. epizody, kdy mu zástupce konzula Raymond Geist sděluje: „Doktore Einsteine, tyto otázky vám kladu na žádost ředitele FBI Spojených států pana J. Edgara Hoovera. ... O vaše politické aktivity a kontakty se zajímá od vaší první návštěvy New Yorku. Takže pokud nezodpovíte mé otázky k jeho spokojenosti, vstup do Spojených států amerických vám bude odepřen.“ Úplně stejná slova se nyní opakují v prvních minutách 8. epizody.

Pro Alberta Einsteina je situace velmi vážná. Antisemitské útoky proti němu se stupňují, po dlouhém váhání se proto rozhodne přijmout nabídku působení v Princetonu a z Německa, čím dál více ovládaného nacisty, chce odejít. Potřebuje získat americké vízum, proti němu však stojí další nepřátelé, tentokrát na opačném břehu Atlantiku. Einstein se ocitá v absurdní pasti:



Obr. 42 Triumfální přivítání Alberta Einsteina po příjezdu do New Yorku 2. 4. 1921. Záběr v seriálu je samozřejmě trikový: natáčelo se v Žatci a v postproduktu byl naklíčován zaoceánský parník i silueta newyorských mrakodrapů. Scény z ulic New Yorku se filmovaly v Plzni. Zdroj: National Geographic, foto: Dušan Martinček

¹ Na začátku roku 2020 byl seriál reprízován na kanálu ČT Art po deset čtvrtéčních večerů.

Díky astrofotografům hvězdy nehasnou

Zdeněk Bardon, Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

Rozhovor se znamenitým astrofotografem a zakladatelem soutěže Česká astrofotografie měsíce Zdeňkem Bardonom o jeho zájmu o vesmír, výrobě prvního amatérského dalekohledu z babiččinych brýlí a zálibě v technice až po rekonstrukce světových teleskopů a špičkové astrofotografie, jež okouzly nejen NASA.

Nejprve jsme chtěli debatovat jen o astrofotografii, ale to zkrátka nešlo. Profesní dráha Zdeňka Bardona se prolíná mnoha vědeckými oblastmi a snímky hvězdné oblohy jsou jen třešničkou na pomyslném dortu jeho aktivit. Technik, konstruktér, učitel, „rozhodčí“ či fotograf – to je jen malý výčet jeho pracovních činností. A poselství? Třeba to, jímž Zdeněk Bardon komentuje vznik České astrofotografie měsíce: „*Je přece mnohem lepší, když budou mladí lidé fotografovat oblohu než se „poflakovat“ po hospodách nebo něco „lovit“ v mobilních telefonech.*“

■ **JŽ:** Narodil jste se v Josefově. Jaké bylo vaše dětství a na co z této životní etapy nejraději vzpomínáte?

ZB: Bezstarostnost dětských let je snad pro každého nejhezčí etapou života. Pokud na to pomyslí, tak mi okamžitě „naskočí“ obraz mojí milované babičky, u které jsem trávil téměř celé dětství. Obec Rasosky, kde žila, se nachází jen dva kilometry od pevnostního města Josefov a právě tam se zrodila moje vášeň pro astronomii. Bylo to místo, kde jsem mohl poprvé pozorovat noční nebe a zároveň snít o vesmírných dálkách.

■ **JŽ:** O co jste se v dětství nejvíce zajímal? Byla mezi vašimi koníčky i astronomie?

ZB: Zajímal jsem se o elektrotechniku a strojní konstrukce. Díky svému koníčku jsem byl donucen se samostudiem ponořit do tajů mechaniky, optiky a elektrotechniky. Ten poslední obor – elektrotechnika – se stal i mojí životní profesí. Astronomem jsem se nikdy stát nechtěl, i přesto, že je to moje životní vášeň. Dnes jsem již bohužel spíše úředník probírající se horou papírů a e-mailů. Na druhou stranu se mi občas poštěstí fyzicky se účastnit nějaké akce i se šroubovákem v ruce. A to je pro mne vždy velký svátek. Prostě srdcem a duší jsem stále technik a mám velkou úctu k lidem, kteří něco skutečně umějí.

■ **JŽ:** Jakou jste studoval střední školu?

ZB: Vystudoval jsem obor mechanik měření a regulace v Nové Pace. Pravděpodobně díky svojí lenosti a také politické situaci minulého režimu jsem to v otázce vzdělání dále nedotáhl. Obecně bych se charakte-



Obr. 1 Zdeněk Bardon se svým lehce přenosným astrofotografickým vybavením na cestách za tmou.

Foto: P. Rapavý

rizoval jako nadšenec do všeho nového a mezi přáteli jsem si vysloužil přezdívku „buldozer“. To neznamená nic hanlivého, ale je to jen popis toho, že jakmile mám nějakou myšlenku, jsem ochoten pro ni i „zemřít“.

■ **JŽ:** Přesto jste jako technik začal pracovat. Co bylo vaším prvním profesionálním počinem?

ZB: Mým prvním a skutečně velkým úspěchem byla stavba centrálního velínu v cukrovaru Směřice (již neexistuje), který byl řízen 8bitovým počítačem TNS-SC z JZD Slušovice. Nejen že jsem to vymyslel, ale za dva roky jsem to také uvedl do života, i přesto, že jsem si sáhl na dno svých možností. Tehdy jsem poprvé litoval, že jsem nevystudoval vysokou školu. Dnes to možná

» Nejkrásnější, co můžeme prožívat, je tajemno. To je základní pocit, který stojí u kolébky pravého umění i vědy... «
Albert Einstein

Zemřel prof. Jan Kratochvíl...

Pavel Demo^{1,2} a Martin Kružík^{2,3}

¹ Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8; demo@fzu.cz

² České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Thákurova 2077/7, 166 29 Praha 6-Dejvice

³ Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, Pod Vodárenskou věží 4, 182 00 Praha 8; kruzik@utia.cas.cz

Minulý rok zastihla fyzikální společnost smutná zpráva: 3. 7. 2019 zemřel ve věku 85 let významný odborník v oboru mechaniky kontinua a matematického modelování prof. RNDr. Jan Kratochvíl, DrSc.



Profesor Jan Kratochvíl absolvoval MFF UK v roce 1957. Do roku 1993 pracoval ve Fyzikálním ústavu ČSAV (později AV ČR), kde získal titul kandidáta (1962) a později i doktora věd (1983). V roce 1993 nastoupil na Katedru fyziky Fakulty stavební ČVUT v Praze, kde velmi úspěšně přednášel kurz fyziky pro cizince. Od roku 1987 až do nedávné doby měl také částečný úvazek na MFF UK – zde se v roce 1993 habilitoval a o dva roky později se stal profesorem UK. V roce 2009 obdržel od FSv ČVUT medaili prof. Bažanta za mimořádné vědecké výsledky a při příležitosti 80. narozenin se stal laureátem zlaté Pamětní medaile UK a byl oceněn také medailí prof. Rektoryse za mimořádnou pedagogickou činnost na FSv ČVUT.

Jeho vědecká spolupráce s MFF UK začala o mnoho let dříve – již počátkem šedesátých let minulého století, kdy byl pravidelným a aktivním účastníkem semináře z mechaniky kontinua založeným a vedeným profesorem Jindřichem Nečasem a Ing. Ivanem Hlaváčkem. Na tento seminář, dnes zvaný „Nečasův“, který je pořádán po více než padesát let, docházel až do roku 2018.

Profesor Kratochvíl stál v letech 1986–87 spolu s profesory J. Nečasem a I. Markem (MFF UK a FSv ČVUT) u zrodu mezioborového studia na MFF UK nazvaného *Matematické a počítačové modelování ve fyzice*. Po desetiletí na tomto studijním oboru přednášel kurz mechaniky kontinua, kde budoval racionální pohled na mechaniku – byl jeho zapáleným propagátorem a do Československa jej „přivezl“ ze svého pobytu v USA na konci šedesátých a počátku sedmdesátých let. Jeho nadšení pro mechaniku bylo možné jen s těžší

odolat, a tak vedl bezpočet diplomových a disertačních prací a ovlivnil několik generací studentů; z některých z nich se později stali jeho kolegové a spolupracovníci.

Profesor Kratochvíl patřil mezi světově uznávané odborníky v modelování pružně-plastických procesů v kovech. Je autorem či spoluautorem více než 150 převážně časopiseckých publikací. Specializoval se zejména na problémy formování materiálových mikrostruktur během plastické deformace, zvláště při torzi za vysokého tlaku (tzv. high-pressure torsion) a na mechanismus vzniku únavy deformovaného materiálu. Spolu s O. W. Dillonem zavedl kolem roku 1969 pojem gradientní plasticity, tedy modelu, ve kterém vystupuje gradient plastické deformace a vnáší tak do něho vnitřní škálu, na které se formuje plastická mikrostruktura, často ve formě skluzových pásů. Ačkoliv jejich motivace byla čistě fyzikální, gradient plastické deformace hraje zásadní roli i pro matematickou analýzu a důkaz existence řešení daného problému v rámci teorie velkých deformací. Průlomovou prací J. Kratochvíla byl článek publikovaný roku 1971 v *Journal of Applied Physics* (svazek 42, str. 1104), kde zavedl tzv. plastický spin, který tvoří vztah mezi materiálovým spinem a rotací plastické substruktury.

Odchodem Jana Kratochvíla ztrácí česká a světová vědecká komunita nejen vynikajícího odborníka a pedagoga, ale především milého a optimistického člověka, který své kolegy a studenty nezištně podporoval a upřímně se dokázal radovat z jejich úspěchů.



Abstracts of review articles

Stanislav Daniš: Physics' Review of 2019

This year we would like to also look back at the discoveries in physics from last year. We'll start with NASA's *New Horizons* space probe flyby of 2014 MU69, a dwarf planet, which is the most distant Solar System object ever explored. In addition, we are going to visit a number of laboratories, whose results have been published in prestigious journals, such as *Nature* and *Science*. This year's selection also includes contributions by Czech scientists.

Martin Hruška, Miriam Spodniaková Pfefferová, Stanislav Holec: Let's build a digital musical instrument using Arduino

Physics education is considered to be important in science and technology education in developed countries. Attracting young people and inspiring their teachers for these subjects is a long-term ambition of the authors of this article. In this paper, we focus on using a low-cost development board with a single-chip microcomputer Arduino Uno R3 in the construction of a simple music device – a synthesizer – and its subsequent use in teaching. The design of the device itself can be the subject of a time-consuming inquiry-based activity (in terms of IBSE – Inquiry Based Science Education). This article also includes suggestions for further inquiry-based activities, from the more time-consuming construction of the synthesizer to simpler ones, that can be achieved within one lesson.

Matěj Ryston: General theory of relativity at secondary school – Part 1: non-Euclidean geometry

General Relativity (GR) is traditionally viewed as being too abstract and mathematically complex to be taught at upper secondary school. It is for students, however, a very interesting and, thanks to its astrophysical predictions, quite appealing part of physics. In the up-coming four-part series we will describe a possible way to introduce the basics of GR using only the language of upper secondary mathematics and physics; in particular, why physicists "tell us" that "gravitation is curvature of spacetime". Individual arti-

cles: non-Euclidean geometry, geometrical view of gravitation, time dilation and GPS, and gravitation as curvature of spacetime correspond to a series of thoughts, which will hopefully lead to a better understanding of GR and ideally, also deepen interest in this beautiful theory as well as physics itself.

Petr Vencelides, Jana Jurmanová: Electron microscopy as an inspiration for teaching (not only) high school physics

This article presents electron microscopy as a suitable source of inspiration for teaching physics at secondary school. We use examples to explain the basic physical principles of these sophisticated devices. Today, electron microscopy is developing rapidly, and its inclusion in physics textbooks is highly desirable.

Vladimír Vochozka, Pavla Wegenkittlová: Practical assignment from the district round of the Physics Olympiad (Category G) 2019

The assignment of determination of the mass of a bunch of keys was part of the district round of the Physics Olympiad (category G), the so-called Archimediáda, in České Budějovice in 2019. The solution could have been reached by three different procedures using simple methods. The text of this contribution presents a possible solution procedure, an analysis of the results received from piloting and a discussion of the results of the district round.

Jiří Podolský, Pavel Cejnar: The "Czech" TV series produced by the National Geographic, or "physicist meets filmmakers"

Between summer 2016 and spring 2017, a unique project *Genius: Einstein*, devoted to the fascinating and dramatic life of the most famous physicist, was filmed in Prague and other Czech locations. The authors of this article actively contributed to this film saga by becoming its "on stage" science advisors. They designed the content of almost 100 blackboards and papers with physical and mathematical formulas, texts and schemes, which appeared throughout all ten episodes of the series. The article describes how the materials were created and explains the relevant historical background of 20th-century physics. Some stories "behind the scenes" are also narrated from the author's personal perspective.

ZÁBAVNÍ VĚDECKÝ PARK V BRNĚ

VIDA!

TIP na chytrou zábavu na doma

Desítky hravých pokusů najdete na webu

www.vida.cz/vida-na-doma

20.

KONFERENCE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH FYZIKŮ

7. - 10. 9. 2020

TERMÍN ZASLÁNÍ ABSTRAKTŮ
11. 5. 2020

PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA

AREÁL TROJA
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA
UNIVERZITA KARLOVA



indico.cern.ch/event/20kcsf