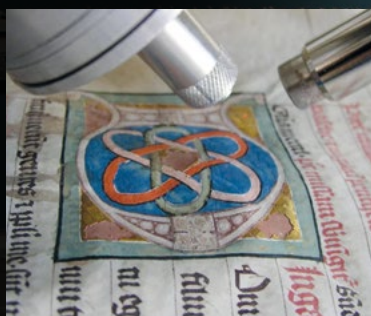


ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

VĚDECKO-POPULÁRNÍ ČASOPIS ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH FYZIKŮ / recenzovaný dvouměsíčník



Nobelova cena
za chemii 2017:
Kryoelektronová
mikroskopie

Iontové svazky
v Trnavě

Havárie
ve Fukušimě

Kompaktní tory pro
termojadernou fúzi

Zkoumání
a restaurování
starých rukopisů

Úlohy MFO
o přírodních
jaderných
reaktorech



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

6/2017

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fysiky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.
Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: prosinec 2017

Founded in 1872 as „Časopis pro pěstování
matematiky a fysiky“ "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:
Libor Juha

Oboroví redaktori – Associate Editors:
Pavel Cejnar, Michal Fárník, Jiří Limpouch,
Peter Lukáč, Jan Mlynář, Karel Rohlena,
Patrik Španěl, Jan Valenta, Vladimír Wagner

Redakční rada – Editorial Board:
Ivo Čáp, Pavel Demo, Antonín Fejfar, Ivan Gregora,
Eva Klimešová, Jan Kříž, Petr Kulhánek,
Štefan Lányi, Jana Musilová, Martin Orendáč,
Fedor Šimkovic, Aleš Trojánek

**Sekretariát redakce –
Editorial Office Administration:**
Ondra M. Šípek, Jana Tahalová
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
tel.: 266 052 152, fax: 286 890 527
e-mail: cscasfyz@fzu.cz, http://ccf.fzu.cz

Jazyková úprava:
Stanislava Burešová, Lúdia Murtinová

Technický redaktor, grafik a výroba:
© Jiří Kolář

WWW stránky: Matěj Bulvas

Tisk: Grafotechna Print, s. r. o.

Cena jednoho výtisku je 85 Kč
při odběru v prodejnách nebo v redakci.
Objednávky a prodej jednotlivých čísel
v ČR vyřizuje redakce.

Na Slovensku časopis rozšiřuje
Jednota slovenských matematikov a fyzikov,
pobočka v Žiline, 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 od 31. 1. 2014 zařazen na
Seznam recenzovaných neimpaktovaných
periodik vydávaných v ČR.
Registrace: MK ČR E 3103,
ISSN 0009-0700 (Print),
ISSN 1804-8536 (Online).
Copyright © 2017
Institute of Physics of the ASCR, v. v. i.



Editorial



Vážení čtenáři,

číslo otevíráme aktuální zprávou o Nobelově ceně udělené letos za chemii. Jako ostatně poněkoli káté během uplynulé dekády, byl oceněný (bio)chemický výzkum umožněn uplatněním specifických fyzikálních přístupů a instrumentace. Konkrétně využitím kryogenní techniky v elektronové mikroskopii. S principy, vývojem a aplikacemi kryoelektronové mikroskopie nás seznamuje Jana Nebesářová.

Druhá aktualita nás zavede do Trnavy, kde je s podporou evropských rozvojových fondů budováno *Centrum materiálového výzkumu ATRI (Advance Technologies Research Institute)* zaměřené na aplikace plazmatu a svazků urychlených iontů ve fyzikálním a materiálovém inženýrství a nanotechnologiích.

Na aktuality navazují tři referáty. První poskytuje přehled o radiologických následcích havárie v JE Fukušima způsobené enormní vlnou tsunami. Obsahuje cenné informace o jejím skutečném vlivu jak na blízké okolí, tak na vzdálené oblasti. Nepřekvapí, že ve srovnání se zničujícími účinky samotné tsunami (vzpomeňme dvacet tisíc obětí na životech a vzdejme hold statečnému a houževnatému japonskému národu, který po dlouhé věky úspěšně čelí živlům, jejichž ničivou sílu si ve střední Evropě jen těžko dokážeme představit) se tyto škody ukázaly jako ne až tak výrazné. O to horší se pak jeví líceměrnost některých evropských politiků, kteří neváhali využít této tragédie k naplnění svých osobních, nízké motivovaných cílů. Druhý referát se zabývá kompaktními tory využívajícími k udržení vysokoteplotního plazmatu samoorganizované magnetické pole. Ve výzkumu termojaderné fúze tato zařízení představují menšinový, ale vytrvale sledovaný proud. Vzhledem k nižší finanční náročnosti se při jejich výzkumu ve větší míře uplatňuje i soukromý kapitál. Blok referátů uzavírá článek připravený kolektivem autorů z VŠCHT, FJFI ČVUT a Národního archivu. Jde o další příspěvek v řadě textů iniciovaných dvoustým výročím objevu RKZ.

Mikroskopickému a chemickému zkoumání rukopisů poskytujeme prostor i v rubrice Dokument. Reprodukujeme zprávu o výsledcích studia Rukopisu královédvorského vydanou roku 1887 Vojtěchem Šafaříkem (1829–1902), prvním profesorem chemie na české Karlo-Ferdinandově univerzitě po rozdělení utrakvistické univerzity v roce 1882. O životě a díle této zajímavé osobnosti, syna spisovatele a slavisty Pavla Josefa Šafaříka, jsme podrobně referovali již dříve, viz Čs. čas. fyz. 61, 377 (2011).

V rubrice „Mládež a fyzika“ naleznete úlohy fyzikálních soutěží pro mládež (FO ČR a FYKOS) pojednávající o přírodním jaderném reaktoru v Gabonu. Více informací o tomto pozoruhodném jevu naleznete v článku Jana Krmely a Ireny Špendlíkové otištěném před lety v našem časopisu, viz Čs. čas. fyz. 60, 341 (2010).

Číslo uzavírá rozhovor s astrofyzikem Pavlem Kroupou, profesorem Univerzity v Bonnu, a rejstřík aktuálního ročníku časopisu.

Rád bych využil příležitosti a rozloučil se s vámi jako šéfredaktor. O třetí funkční období vedoucího redaktora jsem se rozhodl již se neucházet a předávám nyní vedení redakce Janu Valentovi jako novému vedoucímu redaktorovi a Evě Klimešové jako výkonné redaktorce. Přeji jim do následujících let v redakční práci mnoho úspěchů.

Libor Juha
vedoucí redaktor

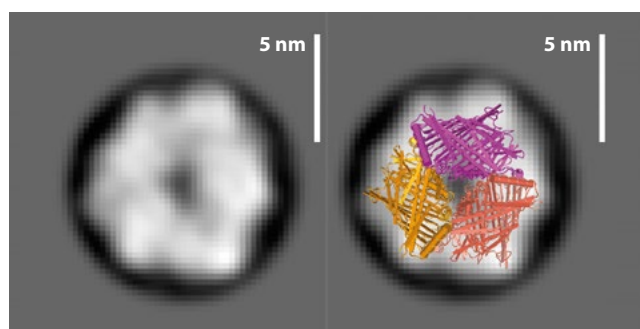
Obsah

AKTUALITY

Kryoelektronová mikroskopie biomolekul v roztoku

322

Jana Nebesářová

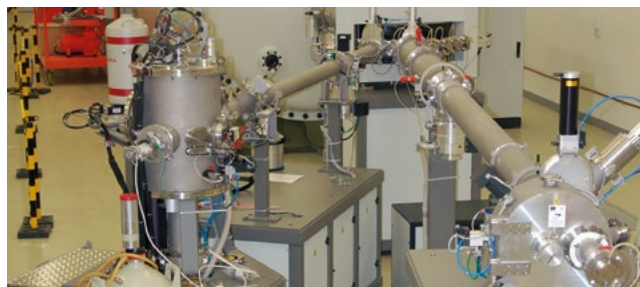


AKTUALITY

Analýza a modifikácia materiálov pomocou iónových zväzkov v Centre materiálového výskumu v Trnave

325

Róbert Riedlmajer

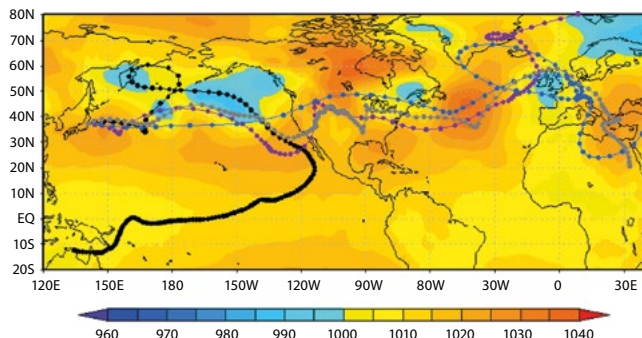


REFERÁTY

Environmentálne aspekty Fukušimskej havárie

330

Pavel P. Povinec



REFERÁTY

Kompaktní tory

337

Milan Řípa



REFERÁTY

Využití rentgenofluorescenční a infračervené spektroskopie při průzkumu středověkých rukopisů

342

Michal Ďurovič, Tomáš Trojek, Tomáš Čechák, Hana Paulusová, Klára Drábková

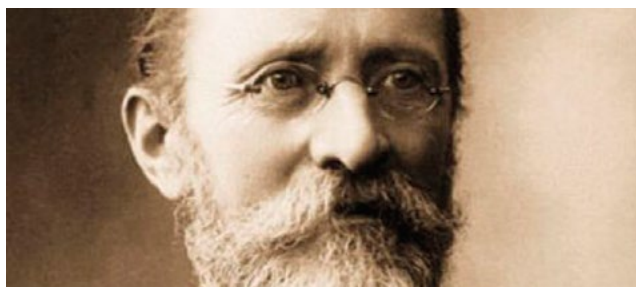


HISTORIE FYZIKY – DOKUMENT

Zpráva o chemickém a mikroskopickém zkoumání rukopisu Kralodvorského

348

Vojtěch Šafařík



Obrázek na obálce: Pohled na Fukušimskou jadrovou elektrárnu po výbuchu.

Více text na str. 330–336.

Menší vložený obrázek: Rentgenofluorescenční aparatura umožňující provádět mikroanalýzu a skenování vzorků. Více viz str. 342–347.

MLÁDEŽ A FYZIKA

Přírodní jaderný reaktor v úlohách pro talentované středoškoláky 354

Jan Kříž, Jiří Lipovský, Filip Studnička, Lubomír Konrád, Bohumil Vybíral



MLÁDEŽ A FYZIKA

Fyzikální Náboj 2017 356

Mária Polačková



Podzimní soustředění FYKOSu 2017 358

Vít Beran

ZPRÁVY

Seminář *Matematika a fyzika ve škole* v Jevíčku 359

Aleš Trojáněk



VII. ročník letní školy Bruna Pontecorva proběhl v Praze 360

Ivan Štekl

ROZHOVOR

Po stopách evoluce hvězd, kulových hvězdokup a spirálních galaxií 362

Pavel Kroupa, Jana Žďárská



RECENZE KNIH

Radomír Šofr, Martin Vlach, Zdeněk Drozd:

Rande s Fyzikou 370

Libor Juha



JINÉ

Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 67 (2017) 372



Kryoelektronová mikroskopie biomolekul v roztoku

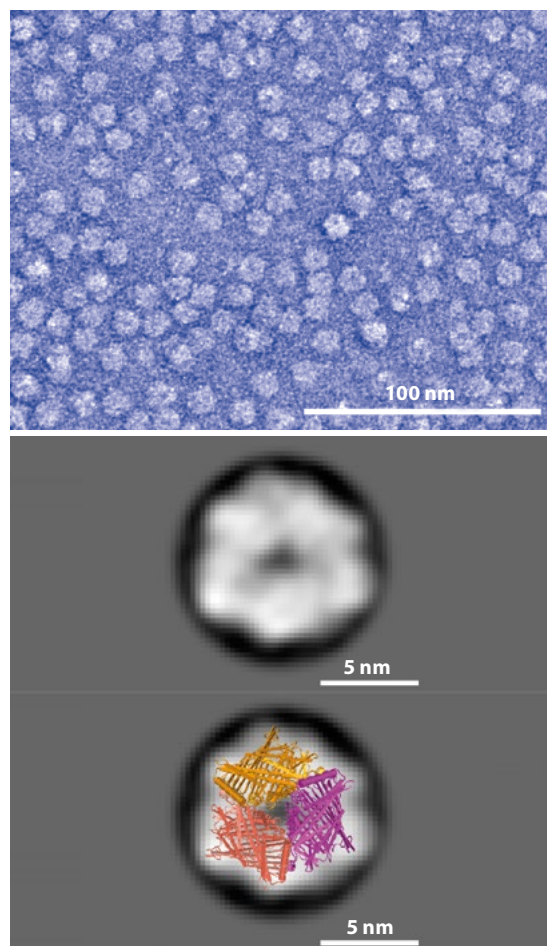
Jana Nebesářová

Laboratoř elektronové mikroskopie, Biologické centrum AV ČR – Parazitologický ústav, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice; nebe@paru.cas.cz

V poměrně krátkém časovém odstupu pouhých čtyř let byla v letošním roce udělena Nobelova cena za chemii opět v oblasti mikroskopických technik, tedy v oboru nacházejícím se na pomezí fyziky a chemie. Šťastnými oceněnými v tomto případě byli Jack Dubochet, Joachim Frank a Richard Henderson. Cenu dostali za vývoj metod k určení struktury biomolekul v roztoku s vysokým rozlišením pomocí kryoelektronové mikroskopie. Co se pod touto větou vlastně skrývá?

Je zajímavé, že transmisní elektronový mikroskop (TEM), navržený a sestrojený týmem německých fyziků v třicátých letech minulého století [1], se často používá ke studiu biologických objektů, i když nejsou pro pozorování v elektronových mikroskopech vůbec vhodné. Prostor tubusu, kde se pohybuje paprsek urychlených elektronů, je vyčerpán na vysoký stupeň vakua, který není slučitelný se značným obsahem vody v biologických vzorcích. Nad touto skutečností se pozastavil Ladislaus Marton již v roce 1934. Ve svém článku [2] se zabýval hranicemi možností pozorovat biologické objekty pomocí nově zkonstruovaného mikroskopu. Konstatoval, že intenzivní bombardování organických buněk vede k jejich destrukci. Navíc snímky biologických makromolekul v TEM vykazují nízký kontrast, protože jsou tvořeny atomy s nízkým atomovým číslem, které nedostatečně rozptylují urychlené primární elektrony. Vrstva vzorku musí být velmi tenká, aby jí primární elektrony mohly projít s minimální pravděpodobností vícenásobného rozptylu. Bylo zřejmé, že pro biologické objekty je třeba najít nový způsob, jak je před vlastním prohlížením v TEM připravit.

První metodou přípravy biologických makromolekul, která se objevila ve čtyřicátých letech minulého století, byla metoda negativního kontrastování [3]. Je založena na ukotvení drobných biologických objektů s velikostí pod penetračním limitem urychlených elektronů (cca 100 nm) umístěných na podložní fólii do tenkého amorfního filmu roztoku soli, která obsahuje těžký kov (uran, wolfram, molybden). Kontrastující činidlo obklopuje objekt a rozptyluje primární elektrony mnohem více než samotný vzorek. Navíc zabraňuje kolapsu vzorku ve vakuu a zajišťuje i jeho odolnost k poškození elektronovým svazkem. Tato metoda byla řadu let zdokonalována [4, 5] a je doposud využívána ke studiu bakterií, virů a izolovaných buněčných organel. Nicméně při studiu jednotlivých molekul nebo makromolekulárních komplexů je schopna poskytnout jen obraz povrchu daných objektů s rozlišením limitovaným granularitou kontrastujícího činidla.



Obr. 1 Struktura FMO chlorofylproteinového komplexu byla jako jedna z prvních známá v atomárním rozlišení. Na horním snímku jsou částice proteinu připravené metodou negativního kontrastu vizualizovány pomocí TEM. Prostřední obrázek ukazuje situaci po zprůměrování 5 tisíc jednotek. Dole je obrázek s projekcí struktury proteinu skládající se ze tří podjednotek, každá obsahuje 7 bakteriochlorofylových molekul [25].

Nobelova cena
za chemii 2017



ANALÝZA A MODIFIKÁCIA MATERIÁLOV POMOCOU IÓNOVÝCH ZVÄZKOV V CENTRE MATERIÁLOVÉHO VÝSKUMU V TRNAVE

Róbert Riedlmajer

Ústav výskumu progresívnych technológií, Materiálovotechnologická fakulta Slovenskej technickej univerzity v Trnave,
Jána Bottu č. 2781/25, 917 24 Trnava; robert.riedlmajer@stuba.sk

Úvod

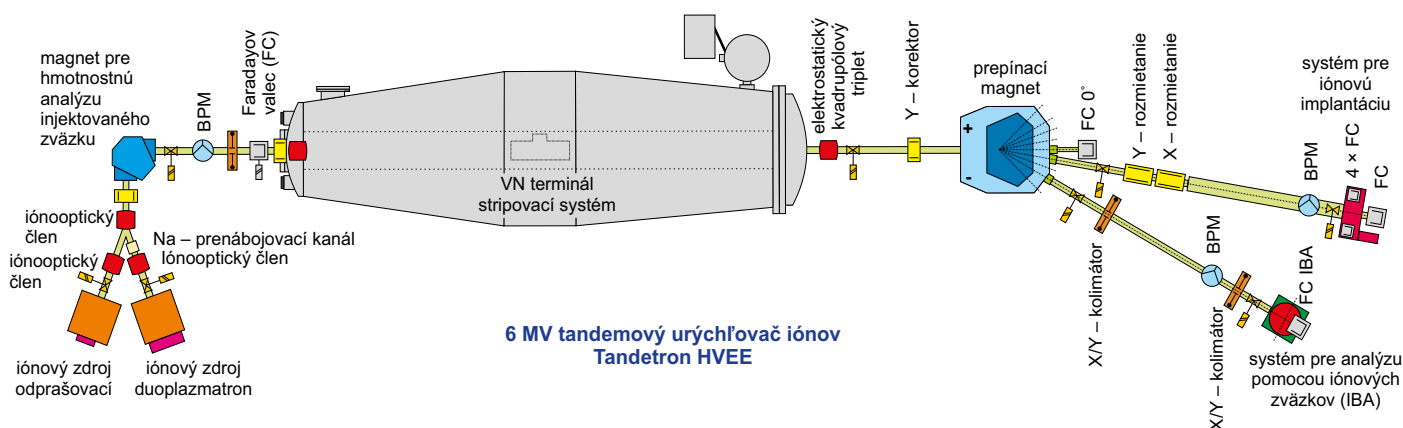
Novobudované Centrum materiálového výskumu ATRI (Advance Technologies Research Institute) na MTF STU v Trnave predstavuje vedecko-výskumnú základňu pre aplikáciu iónových zväzkov a plazmy vo fyzikálnom a materiálovom inžinierstve a v nanotechnológiách. Je vybavené excelentnými technológiami na modifikáciu a analýzu povrchových, podpovrchových a tenkých vrstiev tuhých látok s využitím pôsobenia urýchlených zväzkov iónov a plazmy.

Ambíciou Centra je zaradiť sa v čo najkratšej dobe do medzinárodnej siete výskumných zariadení a medzi uznávané výskumné pracoviská v danej oblasti. Medzinárodne integrovaný špičkový výskum je základom aplikovaného výskumu a prenosu nových technológií do priemyslu. V úzkej spolupráci najmä s priemyselnými partnermi v regióne rozvíjame aj činnosti podporujúce zavádzanie inovácií do praxe.

Cesta od myšlienky k jej uskutočneniu

Už dlhšiu dobu mala MTF STU potrebu i ambíciu rozširovať svoju technologickú základňu v rámci materiálového výskumu, s cieľom podporiť inovácie a vývoj

nových materiálov o možnosti aplikácie urýchlených iónových zväzkov. Prvá myšlienka na vytvorenie samostatného pracoviska sa objavila už v roku 2006, pričom túto víziu začal naplňovať prof. Oliver Moravčík, terajší prorektor Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Cesta od inovatívnej myšlienky k jej uskutočneniu býva často dlhá a aj táto vízia sa začala realizovať až v roku 2013 najmä za podpory štrukturálnych fondov Európskej únie. Investovalo sa 42 miliónov eur nielen na rekonštrukciu existujúcich objektov, ale predovšetkým na výstavbu dvoch nových (objektu pracoviska pre materiálový výskum a pre automatizáciu a informatizáciu procesov). Jadro výskumnej infraštruktúry však tvorí najmä najnovšia technológia. Tá slúži aj tunajšiemu priemyslu, či už v rámci optimalizácie výrobných procesov alebo v rámci vývoja. Zároveň ešte v októbri 2013 bolo vyslaných 14 výskumných pracovníkov (vedeckých pracovníkov a operátorov) do Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf na dvojročný vzdelávací program. Program sa týkal účasti v pracovných skupinách orientovaných na materiálový výskum a na riešenie projektov a úloh orientovaných na využitie iónových zväzkov. Ich poznatky boli



Obr. 1 Schéma 6 MV tandemového iónového urýchľovača (v strede) s dvomi iónovými zdrojmi, hmotnostnou analýzou injektovaného zväzku iónoptickými elementmi (vľavo), s prepínacím magnetom a systémom pre vysoko energetickú implantáciu a systémom pre analýzu materiálov (vpravo). [5]

Environmentálne aspekty Fukušimskej havárie

Pavel P. Povinec

Katedra jadrovej fyziky a biofyziky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava

Zatiaľ čo jadrové skúšky spôsobili globálnu rádioaktívnu kontamináciu, Černobyľská havária (1986) mala dopad predovšetkým na európske krajiny a Fukušimská havária (2011) predovšetkým na Japonsko, aj keď uvoľnené rádionuklidy bolo možné sledovať v malých koncentráciách na všetkých kontinentoch ako aj vo svetových oceánoch a moriach. Havária Fukušimskej jadrovej elektrárne spôsobila v porovnaní s Černobyľskou haváriou (1986) približne 10-násobne nižší únik ^{131}I a päťnásobne nižší únik ^{137}Cs do životného prostredia. Radičné dávky obyvateľstva nepresiahli v Japonsku 25 mSv/rok a v Európe boli rádovo 1 $\mu\text{Sv/rok}$.

Úvod – Fukušimská havária

Veľké zemetrasenie o magnitúde 9,0 a následné tsunami o výške 15 m pri pobreží Fukušimskej jadrovej elektrárne č.1 spôsobili 11. marca 2011 druhú najväčšiu jadrovú haváriu v histórii jadrovej energetiky. Ani veľké zemetrasenie ani vysoké tsunami nespôsobili havárie na ďalších 48 jadrových reaktoroch, ktoré boli prevádzkované v Japonsku v rámci 18 jadrových elektrární, pretože po výpadku elektrickej energie boli automaticky uvedené do prevádzky dieselové generátory na dodávku elektrickej energie, ktoré zabezpečili bezpečnú prevádzku jadrových reaktorov. Podobne sa situácia vyvíjala aj na Fukušimskej jadrovej elektrárni, avšak po príchode tsunami, ktorých výška približne dvojnásobne prevýšila ochranné bariéry, došlo k zatopeniu prevádzkových hál dieselových generátorov (nevhodne umiestnených pod úrovňou mora), čo znamenalo zastavenie dodávky elektrickej energie, a teda aj chladenia jadrových reaktorov. Manuálne externé chladenie jadrových reaktorov nebolo dostatočne účin-

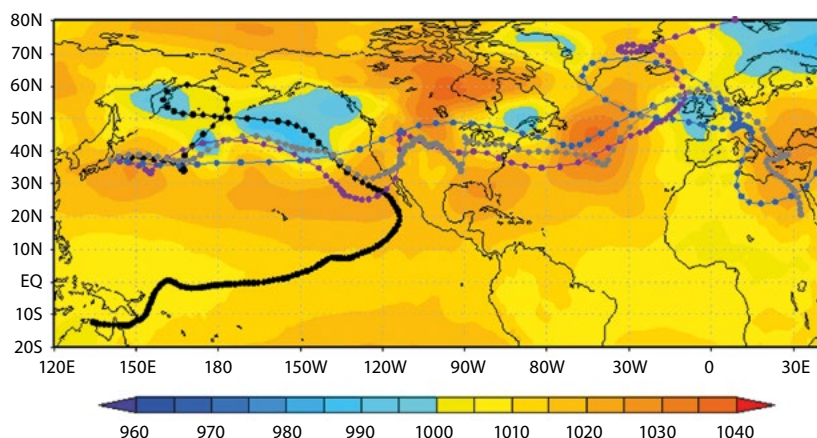


Obr. 1 Jadrové reaktory č. 1 a 3 po výbuchu.

né, a preto došlo v troch zo šiestich jadrových reaktorov k výbuchom (obr. 1).

Počas havárie došlo v niekoľkých etapách k uvoľneniu veľkého množstva rádionuklidov do ovzdušia ako aj do pobrežných vôd Tichého oceánu. Najväčšie úniky do ovzdušia boli zaznamenané pre ^{131}I (okolo 160 PBq)¹ a pre ^{137}Cs (okolo 15 PBq). Z ďalších rádionuklidov treba spomenúť ^{132}I , ^{132}Te , ^{134}Cs , ^{90}Sr , a najmä rádioaktívne vzácne plyny, ktoré predstavovali okolo 95 % všetkej uniknutej aktivity. Do pobrežných vôd uniklo približne 5 PBq ^{137}Cs [1].

V dôsledku typického západného prúdenia vzdušných mäs nad Japonskými ostrovmi (obr. 2) prevažná väčšina rádioaktívnych mrakov postupovala nad Tichý oceán (obr. 3), a len malá časť spôsobila povrchovú kontamináciu Japonska [1]. Maximálne koncentrácie ^{137}Cs (do 30 MBq/m²) namerané na území Japonska boli po-



Obr. 2 Simulácie transportu vzdušných mäs z Fukušimy (12. 3. 2011 o 12:00) do Bratislavy (sivé body predstavujú hladinu 925 hPa, čierne 850 hPa, fialové 700 hPa a modré 500 hPa; oblasti so zrážkami sú vyznačené modro) [2].

1 Aktivitu udávame v jednotkách Becquerel (Bq), 1 Bq = 1 premena jadra za sekundu, 1 PBq = 10¹⁵ Bq; staršou jednotkou aktivity je Curie (Ci), 1 Ci = 37 GBq (takúto aktivitu má 1 gram ^{226}Ra).

Kompaktní tory

Milan Řípa

Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i., Za Slovankou 3, 182 00 Praha 8; ripa@ipp.cas.cz

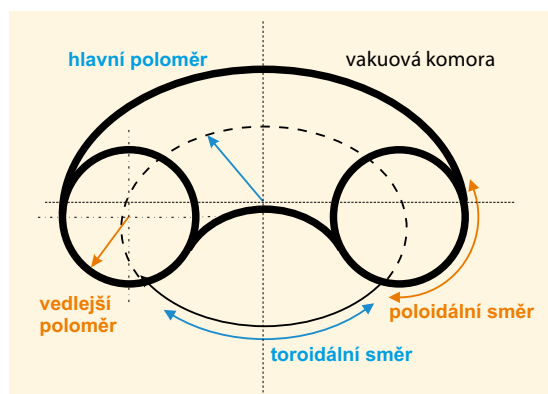
Kompaktní toroidální magnetické nádoby pro uchovávání termojaderného plazmatu mají poměr velkého a malého poloměru (aspect ratio) blízký jedničce. Ačkoli jsou považovány za termojaderná zařízení vyvíjená a studovaná mimo hlavní proud výzkumu termojaderné fúze, jejich zkoumání rozhodně má svoji cenu.

Jedna ze dvou výhod stellarátoru oproti tokamaku je nepřítomnost elektrického proudu v plazmatu. Ne že by ho stellarátor nemohl použít pro ohmický ohřev plazmatu, ale udržovací magnetické pole si vyrábí kompletně vnějšími cívkami. Nyní si představte, že by pokusné termojaderné zařízení v kategorii magnetické udržení nemělo magnetické cívkky vůbec!?

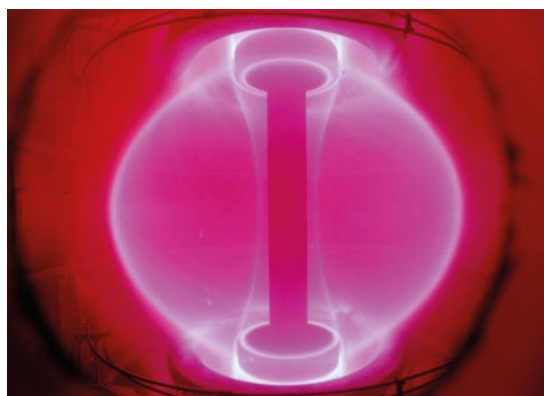
Významnou, ne-li největší položkou ceny mezinárodního tokamaku ITER, který se staví ve Francii, jsou gigantické supravodivé cívkky. Není tedy divu, když se objevila mikro-, či spíše nano-možnost, jak dosáhnou termojaderné fúze pomocí magnetického udržení bez cívek vyrábějící magnetické pole, vystartovala řada i významných laboratoří, včetně PPPL (Princeton Plasma Physics Laboratory), LLNL (Lawrence Livermore National Laboratory), LANL (Los Angeles National Laboratory) a japonské Nihon University, a začala takové možnosti zkoušet. Některá pracoviště to zkoušejí dosud.

Zní to poněkud tajemně. Plazma se dokáže organizovat samo! Umí snad plazma přemýšlet? Pokud ano, proč tedy stavět nákladná, obrovská a složitá zařízení, abychom zvládli termojadernou fúzi ku prospěchu svému, kdyby bylo možné „požádat“ plazma, aby se samoorganizovalo podle našich pokynů? Poslechně? Co za to bude vyžadovat?

Konec konců množství nestabilit, které bránily dosažení potřebné hustoty, teploty a doby udržení, jež museli badatelé překonat, by vydalo na hodně dlouhý seznam. Když konečně v tokamaku čeká klidné plazma na velký objem zajišťující potřebnou termoizolaci, tedy na dostatečně veliké zařízení, zjistí se, že plazma má svoji „hlavu“.



Obr. 1 Vysvětlení pojmů poloidální a toroidální. (Kresba: autor)



Obr. 2 Výboj v kulovém tokamaku START v Culhamu, Spojené království. (Foto: Culham Science Center)

Nestability byly více méně chaos, ale název samoorganizace navozuje představu pořádku. Nicméně dosáhnout samoorganizovaného plazmatu není jednoduché, a když už se podaří, je otázkou, jak dlouho samoorganizovanost vydrží. Lze vůbec zvláštní vlastnost plazmatu využít pro naše účely? Pro zapálení termojaderné fúze?

Kulový tokamak

Začneme však od začátku. Stopy samoorganizovanosti plazmatu se objevily v padesátých letech v Moskvě a v Los Alamos. Svobodu plazmatu neupřel ani jeden z politických režimů.

K samoorganizovanosti plazmatu zamíříme přes kompaktní tory. Konkrétně přes kulové tokamaky. Kompaktní tory mají poměr velkého R a malého a poloměru, tzv. aspect ratio $A = R/a$ blízký jedné. Jsou to „pneumatiky“ známé z tokamaků, ale jsou to pneumatiky mimořádně tlusté. Mezi kompaktní tory patří kulový tokamak, sféromak a konfigurace s obráceným polem: FRC – *Field Reversed Configuration*. Kulový tokamak je tokamak se vším všudy, ale jeho aspect ratio A se příliš neliší od jedničky. Kulový tokamak má jak toroidální, tak poloidální magnetické pole, které dohromady vytváří pole šroubovicové – helikální. Kulový tokamak má velký parametr beta (poměr kinetického tlaku plazmatu ku tlaku magnetického pole), tudíž pro stejný výkon plazmatu ve srovnání se standardním tokamakem mu stačí menší magnetické pole – je tedy lacinější, a navíc plazma v něm je magnetohydrodynamicky (MHD) stabilní. Problém spočívá ve snaze dosáhnout co nejtenčího středového sloupce. Středový sloupec ob-

Využití rentgenofluorescenční a infračervené spektroskopie při průzkumu středověkých rukopisů

Michal Ďurovič¹, Tomáš Trojek², Tomáš Čechák², Hana Paulusová³, Klára Drábková¹

¹ Ústav chemické technologie restaurování památek, Fakulta chemické technologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6; durovicm@vscht.cz

² Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Staré Město

³ Oddělení péče o fyzický stav archiválií, Národní archiv, Archivní 4, 149 01 Praha 4

Rentgenofluorescenční a infračervená spektroskopie patří mezi nejvíce využívané analytické metody při materiálových průzkumech iluminovaných rukopisů, kodexů a graduálů. V článku je stručně popsán princip obou metod a základní instrumentace. Na třech konkrétních případech – průzkumu rukopisů z archivního fondu Desky zemské Království českého, Kodexu Václava z Jihlavy a Graduálu mistra Václava – je ukázáno využití informací získaných pomocí těchto metod pro samotné konzervování a restaurování.

Úvod

Při restaurování, konzervování nebo preventivní péči o naše hmotné kulturní dědictví se střetává svět přírodních věd s vědami humanitními a se světem uměleckým či umělecko-řemeslným. Každý odpovědný zásah do objektu kulturního dědictví, ať je to závěsný obraz, nástěnná malba, socha, polychromovaná plastika, pergamenová listina s voskovými pečeti či olovenými bulami, inkunábule, nebo středověký rukopis, vyžaduje úzkou spolupráci a porozumění mezi restaurátorem, technologem a uměnovědcem, knihovníkem nebo archivářem. Na jednom z vrcholů tohoto rovnostranného trojúhelníku jsou přírodní vědy (chemie, fyzika, mikrobiologie, ...), jejichž úlohou je hledání odpovědí na otázky týkající se materiálové podstaty konzervované a restaurované památky, hledání příčin a mechanismů rozpadu jejich materie, metod a materiálů, kterými lze tento rozpad alespoň zpomalit a oddálit zánik památky. Důkladný materiálový průzkum by měl předcházet každému restaurátorskému a konzervátorskému zásahu na kterékoliv památce, protože pouze na základě takto získaných informací lze odpovědně připravit postup samotného restaurování či konzervování (tzv. restaurátorský záměr). Tyto informace mnohdy mohou posloužit nejen technologovi a restaurátorovi, ale také uměnovědci, historikovi umění či archiváři při jejich historických výzkumech.

<http://ccf.fzu.cz>

Středověké rukopisy, graduály či kodexy uložené v našich knihovnách a archivech představují nesmírné bohatství dokumentující naši historii. Pohříchu jsou však před veřejností mnohdy v těchto institucích schované. Na jednu stranu je to pro tento druh památek dobře, ale na druhou stranu o potřebě jejich záchrany vědí pouze zasvěcení odborníci a finanční prostředky určené pro záchranu kulturního dědictví jsou tak směřovány především pro „viditelnější“ památky, jako jsou hradby, zámky, obrazy, sochy, polychromované plastiky atd.

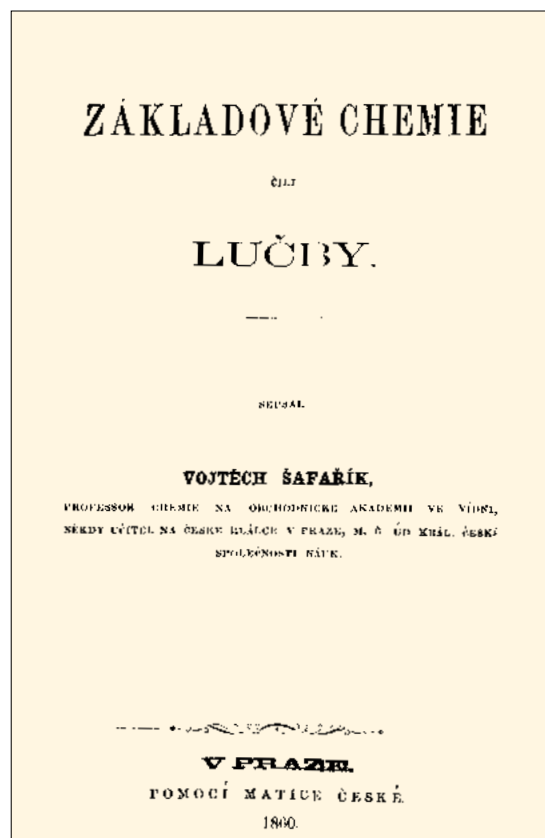
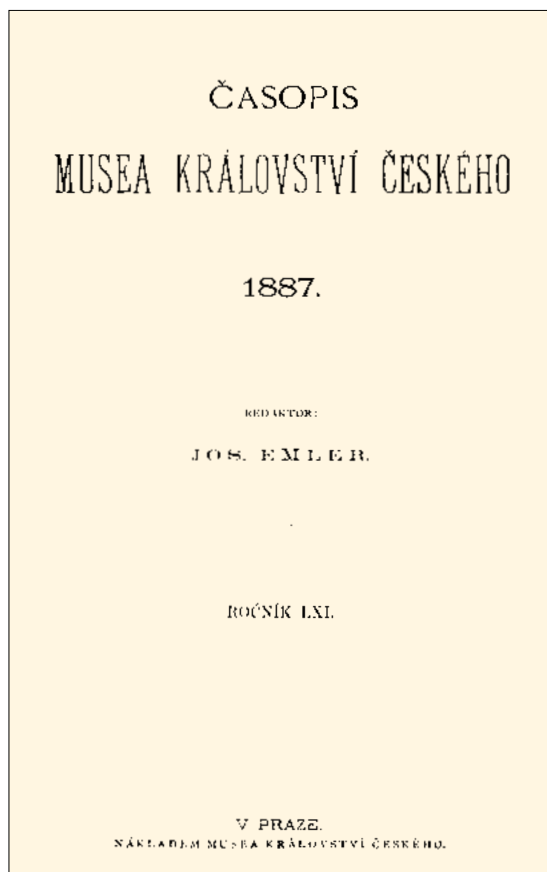
Díky dlouhodobému a systematickému úsilí především restaurátorského pracoviště Národní knihovny ČR v Praze se situace postupně změnila. Projekty řešené v Národní knihovně v roce 2002 *Restaurování knižních iluminací* nebo *Výzkum a vývoj nových postupů v ochraně a konzervaci písemných památek* (2005–2011), jehož jedním z výstupů byla Metodika průzkumu a konzervace iluminací středověkých rukopisů, významně posunuly naše znalosti o průzkumu a restaurování těchto unikátních památek, a navíc významně také přispěly k obecnějšímu povědomí o této problematice. Právě rentgenofluorescenční spektroskopie a infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací se staly zcela běžnými instrumentálně-analytickými metodami využívanými právě při materiálovém průzkumu středověkých rukopisů. Proto v následujícím textu budou obě metody nejprve stručně popsány

Zpráva o chemickém a mikroskopickém zkoumání rukopisu Kralodvorského

Časopis Musea Království českého 61, 318–327 (1887)

Vojtěch Šafařík

V minulém čísle časopisu jsme v této rubrice přetiskli referát doktora Karla Komárka zaměřený na raná zkoumání Rukopisů královédvorského a zelenohorského (RKZ) provedená chemickými a fyzikálními metodami. Kromě prací profesora Bělohoubka, jež jsme v originále přiblížili čtenářům v elektronické verzi předcházejícího čísla, v přehledu pojednal i zkoumání Rukopisu zelenohorského (RZ) provedená profesorem Šafaříkem. Zde přinášíme dobovou zprávu, jak byla otištěna v Časopise musea Království českého. Vojtěch Šafařík byl všestranným přírodovědcem. Kromě chemie se zajímal hlavně o mineralogii a astronomii.



Narodil se 26. 10. 1829 v Novém Sadu a zemřel 2. 7. 1902 v Praze. Byl synem významného spisovatele, jazykovědce, historika, etnografa a buditele Pavla Josefa Šafaříka (1795–1861). V našem časopise jsme již o životě a díle Vojtěcha Šafaříka poměrně podrobně pojednali, viz Čs. čas. fyz. 61, 377 (2011). Nyní tedy uvedeme jen jeden doplněk. Na str. 381 jsme v roce 2011 reprodukovali titulní stranu Šafaříkova nejvyzrálejšího díla vydaného roku 1884 pod názvem „Počátkové chemie čili lučby“. Nyní zde čtenáři zprostředkujeme titulní list jeho starší knihy. Vyšla již v roce 1860 jako „Základové chemie čili lučby“.

Šafaříkovu zprávu přetiskujeme s laskavým svolením vedení redakce Časopisu Národního muzea.

Přírodní jaderný reaktor v úlohách pro talentované středoškoláky

Jan Kříž¹, Jiří Lipovský³, Filip Studnička¹, Ľubomír Konrád², Bohumil Vybíral¹

¹ Ústřední komise Fyzikální olympiády, Univerzita Hradec Králové, Rokitského 62, 500 03 Hradec Králové

² Gymnázium, Veľká okružná 22, 010 01 Žilina

³ Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové

Úlohy s tematikou štěpení jader už jsme na stránkách Československého časopisu pro fyziku představovali několikrát, viz [1, 2]. Před dvěma lety jsme dokonce v rámci zprávy o 46. Mezinárodní fyzikální olympiádě publikovali úlohu o návrhu jaderného reaktoru [3]. Kupodivu se nám žádné další s podobnou tematikou v mezinárodních archivech už nalézt nepodařilo, proto jsme se obrátili na úlohy soutěží pro talentované žáky v ČR. Shodou okolností jsme našli jednu úlohu korespondenčního semináře FYKOS (viz např. [3]) a jednu úlohu fyzikální olympiády, které se obě zabývají přírodním jaderným reaktorem v Gabunu, viz např. [5]. Zajímavé je, že obě úlohy jsou v drobném nesouladu. Zadání úlohy z fyzikální olympiády odpovídá výsledku úlohy ve FYKOSu ohledně doby, po jakou jaderná reakce probíhala, pouze řádově. Níže vám přinášíme text autorského řešení obou úloh. Ta z FYKOSu je převzatá z ročenky 19. ročníku FYKOSu [6], který proběhl ve školním roce 2005/2006. Originál úlohy domácího kola 53. ročníku fyzikální olympiády kategorie A (školní rok 2010/2011) naleznete v archivu na webu [8].

Teoretická úloha domácího kola 53. FO ČR, kategorie A: ŠTĚPENÍ URANU

Přírodní čistý uran tvoří směs izotopů ^{235}U a ^{238}U , přičemž $p_1 = 0,72\%$ hmotnosti připadá na ^{235}U a zbytek na ^{238}U . Poločas rozpadu ^{235}U je $T_1 = 7,038 \cdot 10^8$ let, poločas rozpadu ^{238}U je $T_2 = 4,468 \cdot 10^9$ let.

- Jaká je aktivita vzorku přírodního uranu o hmotnosti $m = 1$ kg?
- V gabunském Oklo došlo před asi 1,9 mld. let k zapálení přírodního reaktoru. Jaké bylo tehdy procentuální hmotnostní zastoupení ^{235}U v přírodním čistém uranu?

Při rozštěpení jádra ^{235}U pomalými neutrony může vzniknout např. jádro $^{143}_{56}\text{Ba}$ s klidovou hmotností $m_{\text{Ba}} = 142,92062 m_u$ a jádro $^{90}_{36}\text{Kr}$ s klidovou hmotností $m_{\text{Kr}} = 89,919524 m_u$.

- Napište rovnici reakce a vypočítejte energii reakce. Klidová hmotnost neutronu $m_n = 1,0086649 m_u$, klidová hmotnost jádra ^{235}U je $m_U = 235,0439 m_u$.

- Štěpení uranu v přírodním reaktoru probíhalo asi 500 000 let a vyhořelo přitom asi 5 tun ^{235}U . Jaká energie se přitom uvolnila, předpokládáme-li, že se při rozštěpení jednoho jádra uvolní průměrně energie $E_1 = 200$ MeV? Porovnejte tuto energii s průměrnou denní spotřebou jednoho člověka (veškerou energii spotřebovanou civilizací za jeden den v průmyslu, v dopravě, při vytápění atd. vydělenou počtem obyvatel planety), která se odhaduje na 0,36 GJ.

Řešení

- Aktivita je definována jako počet rozpadů za sekundu. V 1 kg přírodního uranu je $N_1 = p_1 m / M_{m1} \cdot N_A$, kde za p_1 dosadíme číselnou hodnotu 0,0072. Číselně $N_1 = 1,845 \cdot 10^{22}$ atomů ^{235}U a obdobně $N_2 = p_2 m / M_{m2} \cdot N_A = 2,512 \cdot 10^{24}$ atomů ^{238}U . Jejich aktivita je $A = A_1 + A_2 = N_1 \ln 2 / T_1 + N_2 \ln 2 / T_2 = 1,29 \cdot 10^7$ Bq.
- Před dobou $t = 1,9 \cdot 10^9$ let byl počet atomů ^{235}U a ^{238}U , které dnes tvoří jeden kilogram

$$N_{01} = N_1 2^{\frac{t}{T_1}}, N_{02} = N_2 2^{\frac{t}{T_2}},$$

a jejich poměr

$$\frac{N_{02}}{N_{01}} = \frac{N_2}{N_1} \ln \left(\frac{t}{T_2} \cdot \frac{T_1}{t} \right) = 28,14.$$

Poměr počtů částic ^{238}U a ^{235}U byl tehdy 28,14:1, poměr hmotností obou izotopů uranu byl

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{N_{02}}{N_{01}} \frac{A_{r2}}{A_{r1}} = 28,50.$$

Jestliže $m_1 + m_2 = 1$ kg, pak $m_1 + 28,50 m_1 = 1$ kg, a tedy $m_1 = 0,0339$ kg, $m_2 = 0,9661$ kg. V jednom kilogramu přírodního uranu bylo tedy 3,39 % izotopu ^{235}U a 96,61 % izotopu ^{238}U .

- Jde o reakci $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{143}_{56}\text{Ba} + {}^{90}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0\text{n}$. Uvolněná energie při rozštěpení jednoho jádra je $\Delta m \cdot c^2 = (m_U - m_{\text{Ba}} - m_{\text{Kr}} - 2m_n) c^2 = 174$ MeV.
- Pět tun ^{235}U obsahuje $N = m / M_{m1} \cdot N_A = 1,28 \cdot 10^{28}$ atomů. Jejich přeměnou by se uvolnila energie $E = N E_1 = 4,1 \cdot 10^8$ GJ, což je denní spotřeba 1,1 miliardy lidí.

Fyzikálny Náboj 2017

Mária Polačková

Gymnázium, Veľká okružná 22, 010 01 Žilina

A j tento rok sa uskutočnila súťaž Fyzikálny Náboj určená pre maximálne päťčlenné tímy stredoškôľakov zo Slovenska, Česka, Poľska a Maďarska. V tomto jubilejnom 20. ročníku sa v piatok 20. októbra 2017 popasovalo s úlohami vysokoškôľakov z FMFI UK v Bratislave 205 tímov z Vyšehradskej štvorky, každý vo svojom štáte. Súťažilo sa v dvoch kategóriách: junióri – prvý a druhý ročník stredných škôl, a senióri – ostatní starší študenti. Ich úlohou bolo vyriešiť čo najviac príkladov počas dvoch hodín, pričom so stúpajúcim počtom vyriešených úloh sa náročnosť príkladov zvyšovala. Všetkých úloh bolo spolu 40. V medzinárodnom hodnotení starších súťažiacich zvíťazil tím z Maďarska (Pécs, vyriešil 35 úloh), druhým v poradí bol tím z Gymnázia Jura Hronca z Bratislavy (vyriešil 34 úloh). Z juniorských tímov na prvom mieste zažiarilo družstvo z gymnázia v Brne (třída Kapitána Jaroše 14), ktoré získalo 21 bodov.

Súťažné úlohy sú navrhované tak, aby existovalo riešenie, ktoré nevyžaduje znalosť náročného matematického aparátu (s výnimkou posledných úloh, kde sa môže objaviť riešenie pomocou infinitezimálneho počtu), ani zdĺhavé vyjadrovanie neznámych z rovníc. Pre efektívne riešenie príkladu je preto výhodné, ak riešiteľ hľadá najľahší spôsob, ako sa dopracovať k výsledku, prípadne využije spoluprácu s členmi tímu. Príklady nepresahujú rámec stredoškolskej fyziky, venujú sa klasickým témam (mechanika hmotného bodu, sústava hmotných bodov, mechanika tekutín, kmity a vlny, termodynamika atď.), sú však netypické oproti bežným učebnicovým úlohám a veľmi kreatívnym a netradičným spôsobom rozvíjajú fyzikálne myslenie.

Úloha 1

Jednou z nábojových úloh s vtipným kontextom je úloha o záchrane čajníka¹:

1 Zbierka úloh 19. ročníka Fyzikálneho Náboja.



Súťažiaci riešia úlohy počas súťaže v Bratislave.



Gymnázium, Volgogradská 6a, Ostrava-Zábřeh, víťazný tím v kategórii junióri – Ostrava.

Superman z trosiek horiaceho múzea práve zachránil vzácny porcelánový čajník. Teraz sa vznáša vo výške h nad mestom a chce letieť po ďalší artefakt. Čajník mu však zavadzia, takže by ho potreboval najprv čo najrýchlejšie odložiť do bezpečia, teda do nulovej výšky nad zem.

Superman je síce nezničiteľný, čajník však prežije najviac preťaženie $G > 1g$. Za aký najkratší čas ho dokáže položiť na zem bez toho, aby ho rozbil?

Uvedomte si, že čajník stojaci na zemi cíti preťaženie $1g$.

A jej autorské riešenie:

Vysvetlime si, čo naozaj znamená preťaženie, aj keď sme to v zadaní naznačili. Je to celková sila, ktorá tlačí mechanicky na teleso, vzťahnutá na jednotku hmotnosti. Teda samotná gravitačná a elektromagnetická sila spôsobujú nulové preťaženie. Preto, keď taký čajník padá voľným pádom, jeho preťaženie je nulové, a keď stojí na zemi a pôsobí naň normálová sila od podložky, je rovné $1g$.

Na základe toho nie je ťažké dospieť k tomu, že Superman môže na čajník pôsobiť maximálnou silou mG , a teda čajník môže byť zrýchľovaný smerom k zemi zrýchlením $G + g$, ale spomaľovaný iba spomaľením $G - g$. Ak chce teda Superman položiť čajník na zem čo najrýchlejšie, bude čo najdlhší čas t_1 zrýchľovať a potom zvyšok času t_2 bude brzdiť, až kým neprestane. Pre prejdenu dráhu a maximálnu dosiahnutú rýchlosť teda platí:

$$h = \frac{1}{2}(G + g)t_1^2 + vt_2 - \frac{1}{2}(G - g)t_2,$$

$$v = (G + g)t_1 = (G - g)t_2.$$



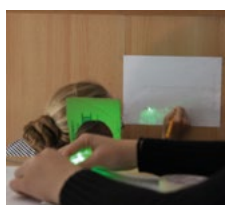
Při konstrukční hře se využívají nejen teoretické, ale i praktické dovednosti.

Podzimní soustředění FYKOSu 2017

Vít Beran

Masarykovo gymnázium, Petáková 2, 301 00 Plzeň

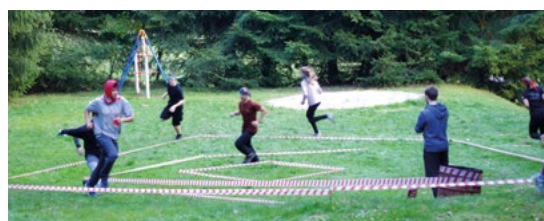
Každoroční týdenní soustředění fyzikálního korespondenčního semináře FYKOS se letos konalo na sklonku září na západě republiky v Zelené Lhotě. I tentokrát se tři desítky řešitelů rozhodly strávit celý týden svého času studiem fyziky a matematiky.



Jedním z experimentů bylo i měření tloušťky vlasu.

Pro mne osobně byl odborný program nejsignifikantnějším prvkem soustředění. To bylo tradičně zahájeno základním kurzem matematiky infinitezimálního a diferenciálního počtu. Já tak měl možnost rozšířit si svoje znalosti v oblasti křivkových a plošných integrálů, novinkou pak byla zejména Gramova matice. Protože matematika probíhala na několika úrovních paralelně (včetně úplných základů), každý z účastníků si přišel na své. Následující dny jsme si mohli každý den vybrat dvě dvouhodinové přednášky z osmi nabídnutých, rozdělených do dvou bloků. S novou matematikou jsme mohli pochopit do hloubky obsah především fyzikálních přednášek, které byly opět odstupňovány podle obtížnosti, aby si každý odnesl co nejvíce. Mezi jednodušší patřily například *Úvod do mechaniky tuhého tělesa* nebo *Tepelné stroje pro začátečníky*, mezi pokročilejší pak *Lagrangeův formalismus* či *Statistická fyzika*. Pro mě však byly nejpřínosnější *Analytické řešitelné kvantové systémy* a *Vlnová optika*, protože jsem si mohl ujasnit celou řadu věcí, konkrétně matematický formalismus popisující interferenci světla a použití Laplaceova operátoru ve sférických souřadnicích při výpočtu atomu vodíku.

Vedle fyzikálních přednášek jsme měli možnost vyslechnout si i řadu informatických. Osvojili jsme si fyziky používané programy, jako jsou Gnuplot, Matlab, Mathematica, a sázecí jazyk LaTeX. Za nejzajímavější považuji přednášku o *machine learningu*, což je oblast umělé inteligence, která vyvíjí algoritmy a techniky umožňující počítačovému systému učit se. Toto téma je v dnešní době více a více aktuální, proto považuji za pří-



S odreagováním se po dopolední plném přednášek pomůže třeba běhací hra.

nosné, že jsme se obeznámili se základními přístupy a nástroji používanými v tomto oboru počítačové vědy.

Na soustředění je také kladen velký důraz na zpracování výsledků experimentů, kterým je věnován celý jeden den. Po přednáškách o zpracování výsledků fyzikálních měření jsme se rozdělili do skupin a provedli deset různých experimentů. Rozhodl jsem se pro měření susceptibility tuhy pomocí magnetické pasti, kde se úlomek tuhy umístí mezi dva paralelní magnety (póly polarizované po celé délce stran válcového magnetu), úlomek tuhy pak levituje, protože díky své záporné susceptibilitě vytváří magnetické pole opačného směru. Ve dvojici jsme pomocí této metody určili numerickou hodnotu susceptibility tuhy, statisticky zpracovali data a připravili si prezentaci, kterou jsme pak přednášeli před porotou složenou z organizátorů formou Turnaje mladých fyziků. Dalšími experimenty, jimiž se účastníci zabývali, byly například určování hodnoty matematických konstant π a e , závislost intenzity dopadajícího záření na tloušťce olova nebo závislost velikosti síly potřebné na odtržení dvou magnetů na počáteční vzdálenosti. Do rukou se nám tak dostaly přístroje, se kterými ve škole nemáme šanci pracovat, jako jsou optická past, osciloskop a Geiger-Müllerův počítač.

Odborný program byl doprovázen hraním sportovních her v přírodě, nočními hrami (šifrovačka) či řešením fyzikálních problémů na čas. Pro všechny zúčastněné bylo soustředění velmi přínosné. Měli jsme možnost posunout naše znalosti o hodně vpřed a poznat fyziku i z jiného, neobvyklejšího úhlu pohledu. Na soustředění je kladen důraz hlavně na rychlé pochopení podstaty studovaných jevů a na odvozování příslušných závislostí. Vedle toho jsme měli možnost poznat nové kamarády a znovu se shledat se starými.



Měření magnetické síly v závislosti na vzdálenosti magnetů.

Seminář *Matematika a fyzika ve škole* v Jevíčku

Aleš Trojánek

Gymnázium Velké Meziříčí, Sokolovská 235/27, 594 01 Velké Meziříčí; trojanek@gvm.cz

V srpnu roku 2016 se účastníci XVIII. semináře o filosofických otázkách matematiky a fyziky shodli na tom, že by se chtěli setkávat častěji než jednou za dva roky. Protože se mnozí z nás zajímají o výuku matematiky a fyziky i o obecné otázky vzdělávání, padl návrh na pořádání semináře i s touto tematikou. Volba místa byla také jasná: pro pořádání setkání v rámci JČMF jsme zvolili tradiční a oblíbené Jevíčko.

Ve dnech 23. až 25. srpna 2017 se tak sjelo do Jevíčka 60 středoškolských a vysokoškolských učitelů, studentů a dalších účastníků, z nichž někteří přijíždějí zcela pravidelně na „filosofický seminář“. Všichni přihlášení účastníci dostali v elektronické i papírové formě předseminární brožuru s hlavními organizačními informacemi a s anotacemi přednášek. Z ní se například také dozvěděli, že Československý časopis pro fyziku byl mediálním partnerem akce.

Po slavnostním zahájení bylo středeční odpoledne věnováno přednáškám obecně pedagogickým: T. Janík: *Pátání po původu pedagogických profesí*, J. Slavík: *Zkoumání kvality výuky: překážky i slibná místa*, P. Najvar, T. Pavlas: *Hodnocení procesu vzdělávání prostřednictvím sledování výuky*. Ve čtvrtek dopoledne zazněly fyzikálně pedagogické přednášky: A. Trojánek: *Naše školská fyzika*, J. Dolejší: *Více fyziky do hodin fyziky!*, M. Černohorský: *Diskutabilní odpovědi na otázky uplatnitelné ve školské fyzice*, J. Musilová, A. Lacina:



Pohled na účastníky semináře při přestávce.

Základní pojmy mechaniky, termiky a molekulové fyziky ve výuce a v učebnicovém zpracování. Kromě informace L. Navrátilové o tom, co nabízí společnost ČEZ, a. s., středním školám, byl zbytek semináře věnován výuce matematiky a zazněla tato vystoupení: E. Řídká: *Současný stav matematiky ve školách očima výsledků*, E. Fuchs, E. Zelendová: *Co se učitelům líbí (a nelíbí)*, J. Zíka: *Maturita a jednotné přijímací zkoušky – zkušenosti*, J. Šimša: *Mé olympijské projevy*, J. Rákosník: *Kdo byl Nilcolas Bourbaki a jak ovlivnil matematiku a její výuku*, D. Hrubý, J. Molnár, E. Fuchs: *Terminologie v matematice*.

Podle Daga Hrubého, jednoho z hlavních organizátorů, byla cílem semináře, mimo jiné, „snaha vyvolat širší diskusi mezi učiteli matematiky a fyziky na jedné straně a obecnými pedagogy na straně druhé. Seminář ukázal, že se jedná o obtížný úkol. Lze říci, že učitelé matematiky a fyziky na středních školách preferují ve své práci odbornou stránku předmětu, který vyučují, a o pedagogicko-psychologickou stránku vzdělávacího procesu mají menší zájem.“

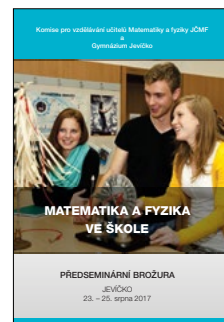
Z myšlenek, které zazněly na semináři, uvedme např. návrh na překlad jedné současné a moderně pojaté zahraniční středoškolské učebnice fyziky, která by sloužila jako jistý vzor či standard pro žáky, učitele i případné tvůrce českých učebnic.

Všechna jednání probíhala v aule Gymnázia Jevíčko a přednášky byly doprovázeny diskusí účastníků s autory přednášek. Prezentace přednášek jsou vystaveny na stránkách semináře: <http://www.gvm.cz/cs/o-studiu/seminare>.

Poděkování patří řediteli Gymnázia Jevíčko Jiřímu Janečkovi i dalším zaměstnancům za vlídné přijetí a péči o účastníky během semináře.



Doc. Jiří Dolejší při přednášce.



VII. ročník letní školy Bruna Pontecorva proběhl v Praze

Ivan Štekl

Ústav technické a experimentální fyziky ČVUT v Praze, Horská 3a/22, 128 00 Praha 2; ivan.stekl@utef.cvut.cz

Ve dnech 20. srpna až 1. září 2017 se konala v Praze již VII. letní mezinárodní škola neutrinové fyziky (<http://theor.jinr.ru/~neutrino17/>), pojmenovaná po Brunovi Pontecorvovi (https://en.wikipedia.org/wiki/Bruno_Pontecorvo), což byl vynikající celosvětově uznávaný fyzik pracující v oblasti neutrinové fyziky. Unitární matice míchání neutrin nese tedy zaslouženě i jeho jméno – Pontecorvo–Maki–Nakagawa–Sakata.

Na úvod stojí za to přiblížit si tuto zajímavou osobnost. Na začátku svojí vědecké kariéry Bruno Pontecorvo pracoval v Římě (1934–1936) jako asistent Enrica Fermiho, kde byl jedním ze skupiny označované jako „*Ragazzi di via Panisperna*“, jejímiž členy byli např. E. Amaldi, E. Segre, D'Agostino či E. Majorana. Poté absolvoval stáž u Frédérica Joliot-Curieho v Paříži (od roku 1936) a později pracoval v USA (od roku 1940, naftová společnost v Texasu), Kanadě (od roku 1943, projekt atomového reaktoru v Chalk River) a Velké Británii (od roku 1949, britský jaderný projekt v Harwellu). Od roku 1950 žil v Rusku, kde působil ve Spojeném ústavu jaderných výzkumů v Dubně (SÚJV). Měl přezdívku Mr. Neutrino a je třeba připomenout, že byl „namočen“ v několika Nobelových cenách za fyziku (kterou ale nikdy nedostal). V roce 1946 zformuloval program neutrinové fyziky založený na detekci slunečních, atmosférických a reaktorových neutrin. V této souvislosti navrhl specifickou jadernou reakci, při které se chlor mění na vzácný plyn argon. Pomocí této metody skutečně Raymond Davis detekoval sluneční neutrina v podzemním dole Homestake (1967, Nobelova cena za fyziku v roce 2002). Bruno Pontecorvo také navrhl experimentálně prověřit, zda neutrina produkovaná v beta rozpadu jsou identická s neutrinami produkovanými při rozpadu pionů (pozn. na jeho hrobě v Římě je vytesané $\nu_\mu \neq \nu_e$).



Účastníci letní školy v Národní technické knihovně v Dejvicích.

<http://ccf.fzu.cz>

V roce 1962 pak Leon Lederman, Melvin Schwartz a Jack Steinberger na urychlovači v Brookhavenu určili, že tato neutrina nejsou totožná. Tento poznatek vedl k zavedení leptonového čísla (Nobelova cena za fyziku v roce 1988). V roce 1957 již během svého působení v SÚJV Dubna Bruno Pontecorvo jako první předpověděl existenci oscilací neutrin. V roce 1967 po objevu deficitu slunečních neutrin společně s Vladimírem Gribovem identifikoval tento jev na základě teorie oscilací neutrin v jeho současné podobě. Přesvědčivý důkaz o oscilaci slunečních a atmosférických neutrin přinesly až experimenty SNO v podzemní laboratoři Sudbury v Kanadě a Super-Kamiokande v podzemní laboratoři Kamioka v Japonsku (Arthur McDonald a Takaaki Kajita, Nobelova cena za fyziku v roce 2015).

Neutrinová fyzika dnes představuje jednu z nejdynamičtějších se rozvíjejících oblastí fyziky. Existenci neutrina předpověděl již v roce 1930 Wolfgang Pauli. Neutrino bylo experimentálně potvrzené v roce 1956 Fredericem Reinesem a Clydem Cowanem. Přestože patří mezi nejrozšířenější částice ve vesmíru, je stále velkou záhadou. Její vyřešení by pomohlo pochopit evoluci vesmíru, astrofyzikální procesy a vybudovat teorii velkého sjednocení elektroslabých, silných a gravitačních interakcí. I přes nesporný pokrok jsme ve výzkumu neutrin teprve na začátku a mnoho dalších objevů teprve čeká na své objevitele. Předmětem zájmu je podstata neutrin (zda je, či není neutrino samo svojí antičásticí), absolutní škála hmotností neutrin, možné nezachování nábojové a prostorové symetrie v případě neutrin, existence reliktních a tzv. sterilních neutrin (tato neutrina nevstupují do interakcí podle pravidel standardního modelu částic). Tato aktuální témata byla na programu VII. mezinárodní školy fyziky neutrin Bruna Pontecorva v Praze a přitáhla pozornost mladých vědců, doktorandů a studentů k této mimořádné vědecko-vzdělávací akci.

Tato mezinárodní škola byla založena v SÚJV Dubna v roce 1998 a odrážela tradici a významné postavení ústavu v neutrinové fyzice. Prvních pět ročníků proběhlo v konferenčním a ubytovacím centru SÚJV v Aluště na Ukrajině (<http://pontecorvosch.jinr.ru/>). Do organizace šestého pokračování letní školy, která se konala v hotelu Bellevue v Horním Smokovci na Slovensku v roce 2015, se společně s SÚJV Dubna aktivně zapojily české a slovenské univerzity (České vysoké učení technické v Praze, Karlova Univerzita a Univerzita Komenského v Bratislavě). Bylo to logické vyústění spolupráce těchto univerzit s SÚJV Dubna v oblasti výzkumu fyziky neutrin.

Po stopách evoluce hvězd, kulových hvězdokup a spirálních galaxií

Pavel Kroupa¹, Jana Žďárská²

¹ Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, D-53121 Bonn, SRN

² Kosmologická sekce České astronomické společnosti, K Panskému poli 274, 251 01 Světlice

Vesmír, hmota, energie, galaxie, hvězdy a planety... Prapodstata fyziky prostoročasu a našeho pohledu na něj. Vesmír... Jak se vlastně vyvíjel? A proč jsou si všechny galaxie obdobné hmotnosti tolik podobné? Definice praví, že vesmír či kosmos (z řeckého slova značícího cosi uspořádaného) je vžité souhrnné označení veškeré hmoty, energie a časoprostoru. Vývojem vesmírných struktur se zabývá vědní obor astrofyzika. Badatelé se pomocí simulací na počítačích snaží porozumět evoluci hvězd a hvězdných systémů. A na to, jak chutná denní chleba astrofyzikovi, jsem se zeptala prof. Pavla Kroupy, významného vědce s českými kořeny, profesora Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität v Bonnu a také hostujícího profesora v Astronomickém ústavu UK v Praze.

■ **Jana Žďárská:** Vážený pane profesore, velice si cením vašeho času, který jste se uvolil věnovat našemu rozhovoru pro Československý časopis pro fyziku. Je známo, že váš vědecký záběr je dost široký. Zabýváte se nejen evolucí hvězd, ale i dynamikou galaxií, výzkumem kulových hvězdokup či trpasličích galaxií. Pátráte po informacích, hledáte souvislosti. Mohl byste nám prosím říci, co vy osobně považujete za největší úspěch svého dosavadního vědeckého života?

Pavel Kroupa: Já svoji vědeckou kariéru a její postup nevnímám jako směřování k určitému jedinému cíli, jedinému objevu, ale spíš jako neustálý pokrok v chápání zákonitostí vesmíru, který nelze rozdělit na jednotlivé vědecké problémy, nýbrž naopak je naprosto nutné chá-

pat jej ve všech jeho souvislostech. Velmi rád vzpomínám na své amatérské astronomické začátky i na svůj první skutečný vědecký výzkumný projekt, týkající se naší druhé nejbližší hvězdy Proximy Centauri. Zabýval jsem se také studiem naší Galaxie a jejích satelitních galaxií, strukturou kulových hvězdokup a trpasličích galaxií. Postupnými kroky jsem dospěl až k výzkumu těch nejzákladnějších zákonitostí vesmíru, do nichž patří i zkoumání hypotetické temné hmoty. Významnou součástí mé vědecké práce je zároveň vzdělávání studentů, z nichž 18 doktorandů již úspěšně ukončilo doktorské studium. Dva z mých německých doktorských studentů získali Hubbleovo stipendium a nyní pracují v USA (Andreas Kuepper a Marcel Pawlowski). Asi nejvíce jsem v povědomí díky svým výsledkům o rozdělení hvězd a dynamice a vývoji mladých hvězdokup. Pro mnoho vědců jsem známý také tím, že moje práce silně kritizuje standardní kosmologický model. Dokázal jsem, že pozorovaná data nedovolují existenci temné hmoty. V rámci této intenzivní činnosti měli moji doktorandi velké úspěchy, protože objevili nové struktury kolem naší Galaxie.

■ **JŽ:** Narodil jste se v Jindřichově Hradci. Vaším nejranějším domovem se stala půvabná jihočeská krajina, plná rybníků, lesů a polí. Přestože jste zde pobýval jen několik let, mohl byste nám prosím říci, co pro vás česká krajina znamená, jak ji vnímáte a zdali vás něčím okouzila?

PK: Ano, máte pravdu. Jižní Čechy se mi staly domovem jen na necelých pět let. Poté bylo toto kouzlo



Univerzita v Bonnu zaměstnává 5 500 zaměstnanců, vyučuje na ní 550 profesorů a studuje zde přibližně 34 tisíc studentů.

RADOMÍR ŠOFR, MARTIN VLACH,
ZDENĚK DROZD

Rande s Fyzikou

Vydala Česká televize – Edice ČT

v Praze v roce 2015, 200 stran.

ISBN 978-80-7404-150-1. Cena: 249 Kč.

Kniha navazuje na úspěšný stejnojmenný seriál České televize [1]. Jako partneři podpořily její vydání Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta (hlavní partner) a Nadace Depositum Bonum (partner). Kniha pokrývá všechny relevantní části elementární klasické mechaniky. Látka je rozdělena do následujících kapitol: (1) Pohyb a rychlost, (2) Zrychlení a volný pád, (3) Newtonovy zákony, (4) Skládání sil, (5) Gravitace okolo nás, (7) Hmotnost a tíha, (8) Tření a valivý odpor, (9) Hybnost a impuls síly, (10) Práce a energie, (11) Mechanický tlak, (12) Pascalův a Archimédův zákon a (13) Jednoduché stroje. Uzavírá ji dodatek složený z „opravníků“ běžných fyzikálních omylů a fyzikálně-historického cestopisu (o něm níže).

Každé „rande“ je vystavěno na dialozích moderátorky (režisér a scenárista Radomír Šofr, spoluautor knížky, do této role šťastně obsadil herečku a akrobatku Kláru Hajdinovou; její výkon je výborný, působí přesvědčivě a přirozeně jak v TV a videích, tak na momentkách v knize; divák/čtenář jí věří, že ji to, o čem se hovoří/píše, skutečně zajímá) se dvěma fyziky, spoluautory knihy doktorem Vlachem a docentem Drozdem, známými odborníky na výuku a popularizaci fyziky. Na text dialogu vždy navazuje graficky odlišný blok shrnující v tezíh základní poznatky a pojmy, jež byly předmětem daného „rande“. „Rande“ pak uzavírá kvíz. Správné odpovědi na některé otázky jsou uvedeny na konci knihy. Odpovědi na vybrané otázky chybí, neboť jsou předmětem soutěží o ceny následující TV seriál v jiných médiích. Na různých místech knihy jsou rozmístěny QR kódy, jimiž lze spustit výše zmíněná videa. Grafická úprava knihy je účelná, úhledná a moderní, ovšem nijak revoluční. Forma dobře slouží obsahu. Nenalezl jsem žádné samoučelnosti.

TV seriál a knihu hodnotím jako počiny jednoznačně zdařilé. Přestože usilují o uvedení neškoleného diváka, resp. čtenáře do úplných základů klasické mechaniky, nejdou autoři vyšlapanou cestou „fyziky bez počítání“. Prezентují nejdůležitější vztahy mezi osvětlovanými fyzikálními veličinami jako vzorce, k jejichž čtení postačí znalost elementární matematiky na úrovni druhého stupně ZŠ. Mohlo by se to jevit jako samo-

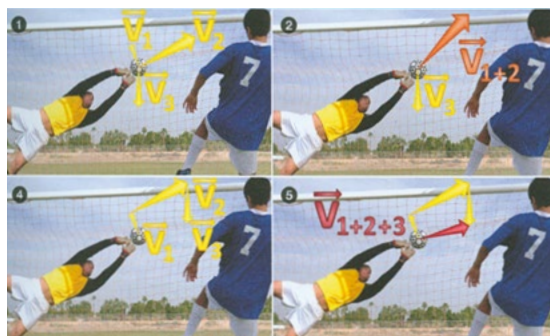


zřejmost. V dnešní době, která mílovými kroky směřuje ke klasifikaci konfrontování hlupáka s jeho hloupostí nebo lenocha s jeho leností jako trestného činu na úrovni těžkého ublížení na zdraví, však kladení určitých nároků na publikum už není tak obvyklé, jak bývalo.

Ačkoliv kniha ani scénář nesledují důsledně historický vývoj mechanických pojmů a mechaniky jako disciplíny, jsou na mnoha místech graficky oddělené pasáže věnovány klíčovým osobnostem fyziky a vůbec vzdělancům, kteří ovlivnili náš pohled a názor na svět, jenž nás obklopuje. Kromě těchto „vstupů“ je v závěru knihy umístěno již zmíněné několikastránkové „Prázdninové putování za velikány mechaniky“, jež míří nejdříve do Itálie, ale zavede nás i do Polska, Německa a dalších zemí, včetně té naší.

Zde mám snad jedinou (dílčí) výhradu ke knize. V popisu činnosti těchto velikánů lze vystopovat pasáže, jež nám Newtona, Galileia, Keplera a další představují optikou toho, co bylo později z jejich díla převzato do základů současné fyziky, matematiky a astronomie a filozoficky reflektováno a reinterpretovalo pozdějšími generacemi. Autoři pak logicky musí vyjádřit podiv nad Newtonovou zbožností (připomněl bych, že byl i zdatným alchymistou a biblickým badatelem) nebo tím, jak to vlastně Kepler měl s tou astrologií. Vždyť tomu přece nemohli věřit! Ale ovšemže mohli. Jmenovaní byli totiž především náboženští myslitelé. Přírodní jevy studovali proto, aby pronikli co možná nejbližší k podstatě Stvoření. Na jejich snahy tedy musíme důsledně nahlížet v rámci tehdejší soustavy věd a jejich vlastního světonázoru, ne prizmatem těch současných.

Osvětlil bych to na Keplerově příkladu. Na str. 190 nás autoři provázejí do bavorského Řezna (Regensburgu), kde Kepler roku 1630 zemřel. Správně píší, že místo jeho posledního odpočinku neznáme. Vystoupí-li čtenář z vlaku na řezenském hlavním nádraží a přejde ulici, setká se s ním alespoň symbolicky. V parčíku před nádražím, na vnější stěně svatopeterského kostelíka (původně katolické hřbitovní kaple, nyní pravoslavného svato-stánku) byla v roce 1994 umístěna pamětní deska pořízená z prostředků Keplerovy univerzity v Linci. Keplera připomíná nejen jako slovutného astronoma a průkopníka křesťanských ekumenických snah, ale je na ní označen i jako „Weltharmoniker“ – vyznavač světové harmonie. Autoři na straně 189 vyzdvihují spis *Astronomia*



Obsah a autorský rejstřík

Čs. čas. fyz. sv. 67 (2017)

číslo 1 (Nobelova cena za fyziku 2015)	str. 1–56	číslo 4	str. 191–258
číslo 2	str. 57–130	číslo 5	str. 259–318
číslo 3	str. 131–190	číslo 6	str. 319–376

Obsah

Aktuality

- Veronika Grzimek, Gerrit Günther, Margarita Russina, NEAT II.*
Nový nástroj skúmania štruktúry a dynamiky hmoty využívajúci neutónový rozptyl 4 194
- Jana Nebesářová, Elektronová kryomikroskopie biomolekul v roztocích* 6 322
- Robert Riedlmajer, Analýza a modifikácia materiálov pomocou iónových zväzkov v Centre materiálového výskumu v Trnave* 6 325

Editorial

- Libor Juha, Editorial 1/2017* 1 1
- Libor Juha, Editorial 2/2017* 2 57
- Libor Juha, Editorial 3/2017* 3 131
- Libor Juha, Editorial 4/2017* 4 191
- Libor Juha, Editorial 5/2017* 5 259
- Libor Juha, Editorial 6/2017* 6 319

Fyzika a spoločnosť

- Daniil Charms, Fyzik si zlomil nohu* 2 118

Historie fyziky

- Jiří Jindra, Neúspěšní kandidáti na Nobelovu cenu za fyziku v letech 1951–1965* 1 27
- Jan Hladký, 60 let synchrotrónu Laboratoře vysokých energií SÚJV Dubna a 110 let od narození V. J. Vekslera* 3 158
- František Jáchim, Život a dílo Christiaana Huygense* 4 212

Historie fyziky – dokument

- František Weyr, Vysokoškolská autonomie a svoboda badání. Večer klubu Přítomnost dne 16. prosince 1936* 1 30
- František Koláček, Rozvětvení proudů; zákony Kirchhoffovy; proud v mediích anizotropních; Hallův jev; Rowlandův pokus* 2 101
- V. J. Veksler, D. B. Jefremov, A. L. Mine, M. M. Vejsbejn, F. A. Vodopjanov, M. A. Gašev, A. I. Zejdlic, P. P. Ivanov, A. A. Kolomenskij, J. G. Komar, I. F. Malyšev, A. Monoszon, I. Ch. Něvjažskij, V. A. Petuchov, M. S. Rabinovič, S. M. Rubčinskij, K. D. Sinělnikov, A. M. Stolov, Synchrotrón Akademie věd SSSR na energie do 10 BeV* 3 164
- Jiří Marek, Ke vztahu Huygense a českých fyziků* 4 220
- Ierom Bernard Cohen, Dynamika, klíč k nové vědě 17. století* 4 222
- Karel Komárek, Historie chemického výzkumu RKZ* 5 267
- Vojtěch Šafařík, Zpráva o chemickém a mikroskopickém zkoumání rukopisu Kralodvorského* 6 348

Jiné

- Red., Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 66 (2016)* 1 50
- Red., Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 67 (2017)* 6 372

Lidé a fyzika

- Zdeněk Janout, Šedesát let SÚJV Dubna ve filatelii* 5 278

- Stanislav Antalic, Karol Holý, Pavel Povinec, Štefan Šáro (10. 12. 1933 – 28. 5. 2013). Osobnosť slovenskej jadrovej fyziky* 5 283

Mládež a fyzika

- Filip Studnička, Lubomír Konrád, Jan Kříž, Bohumil Vybíral, Fyzikální olympiáda a neutrina* 1 43
- Lubomír Konrád, Jan Kříž, Filip Studnička, Jiří Lipovský, Bohumil Vybíral, Fyzikální soutěže a akustika* 2 106
- Jiří Bartoš, Jana Musilová, Luboš Vozdecký, Valení – teorie a experiment, gymnaziální studentský projekt* 2 109
- Lubomír Konrád, Jan Kříž, Filip Studnička, Bohumil Vybíral, Kinetická teorie plynů v úlohách Slovenské fyzikální olympiády* 3 174
- Marie Mollerová, Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 8 pohledem účastníků* 3 178
- Kateřina Rosická, Jarní soustředění FYKOSu 2017* 3 180
- Lubomír Konrád, Jan Kříž, Filip Studnička, Bohumil Vybíral, Neutrony v moderních úlohách Mezinárodní fyzikální olympiády* 4 242
- Jakub Vošmera, Jan Kožuško, Václav Pavlík, Druhý mezinárodní workshop v astronomii a astrofyzice proběhl v Praze* 4 246
- Jarmila Kodymová, Mimořádné ocenění mladých badatelů ve fyzikálních vědních oborech Prémii Otto Wichterleho* 5 288
- Ivo Čáp, Lubomír Konrád, Jan Kříž, Filip Studnička, Mezinárodní fyzikální olympiáda: bronzový poklad z Indonésie vylepšený slovenským zlatem a českým stříbrem* 5 295
- Renata Holubová, Lukáš Richterek, Veletrh nápadů učitelů fyziky 22* 5 300
- Lubomír Konrád, Lubomír Mucha, Nové mezinárodní fyzikální soutěže pre talentovaných žiakov* 5 301

