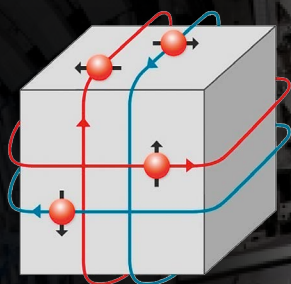


ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU



NC za fyziku 2016:
topologické fázové
přechody topologické
fáze

Materiály pokročilých
reaktorů

Ubíhající elektrony

Kdo vymyslel tokamak?

Nekonečno ve fyzice

Bratři Farkasové:
z Dunajské Stredy
do Berlína-Dahlemu

Patří matematické
kyvadlo na střední
školu?



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

6/2016

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: prosinec 2016

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:
Libor Juha

Oboroví redaktoři – 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 Trojáněk

**Sekretariát redakce –
Editorial Office Administration:**
O. 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, Lýdia 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 © 2016
Institute of Physics of the ASCR, v. v. i.



Editorial



Vážení čtenáři,

číslo otevíráme aktuální zprávou o Nobelově ceně za fyziku udělené v tomto roce za teoretické práce věnované jednorozměrným (1D) a dvojrozměrným (2D) fyzikálním systémům, především topologickým fázovým přechodům v nich probíhajícím. Ačkoliv pojmy jako topologický izolátor jsou širší fyzikální veřejnosti známe, nyní ocenění teoretici, jejichž objevy toto pole výzkumu v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století otevřeli a vzdělali, příliš známi nejsou – samozřejmě mimo okruh teoretiků pevných látek, především specialistů v teorii fázových přechodů. Představí nám je (a hlavně jejich práci) aktualita sepsaná pracovníky *Centra fyziky nízkých teplot SAV a PF UPJŠ* v Košicích.

Ve zkratce nás Jana Veterníková z *Ústavu jadrového a fyzikálneho inžinierstva STU* v Bratislavě seznamuje s materiály pro pokročilé reaktorové systémy, především štěpné, ale i fúzní. Článek je součástí série příspěvků, jimiž připomínáme, že uplynuly již tři čtvrtiny století od doby, kdy se zrodila štěpná jaderná energetika.

První dva referáty setrvávají v oboru fyziky plazmatu. S ubíhajícími elektrony, jež hrají roli v široké škále plazmových procesů, od přírodních až po tokamaky, nás seznámí Petr Kulhánek. Přestože existence „runaway electrons“ byla předpovězena C. T. R. Wilsonem již v roce 1924, teprve v současnosti se rozbíhá jejich intenzivní výzkum. Druhý referát přibližuje osobnost Olega Alexandroviče Lavrentěva (1926–2011) a jeho přínos sovětské a světové fyzice a technice termojaderné syntézy. V článku jsou pojednány faktory, jež určovaly a ovlivňovaly kariéru sovětských vědců. Věříme tedy, že osloví nejen fúzní specialisty, ale i zájemce o historii a sociologii vědy. Třetí referát nás zavede na pomezí fyziky a filozofie; pojednává o tom, jak je v těchto vlastně již po tisíciletí se stýkajících a potýkajících se oborech chápán pojem nekonečna.

V rubrice „Historie fyziky“ prezentuje Ján Čaplovič příspěvek o bratřích Ladislavovi a Adalbertu Farkasových, rodácích z Dunajské Stredy. Synové lékárníka mojižského vyznání studovali chemii a fyziku na německých vysokých školách, aby pak oba působili ve „vodíkovém týmu“ na *Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie* (dále KWI) v Berlíně-Dahlemu. Po nástupu nacismu se přestěhovali do Anglie, kde na Katedře koloidiky v Cambridge pokračovali ve výzkumu různých forem a stavů vodíku. Chaïm Weizmannem bylo v roce 1936 Ladislavovi nabídnuto místo profesora fyzikální chemie na Jeruzalémské univerzitě, jež pak zastával až do své smrti při leteckém neštěstí v prosinci 1948. Adalbert se po odchodu z Cambridge zaměřil na využití izotopů vodíku ke studiu mechanismů organických, hlavně katalytických reakcí. Katalýze se pak v USA věnoval prakticky až do své smrti v roce 1995.

Jako dokument reprodukuje dopis Fritze Habera, ředitele KWI, jímž L. Farkasovi oznamuje jeho propuštění z ústavu na základě právě přijatého nacistického služebního zákona. Haber sám vzápětí na svou ředitelskou funkci rezignuje, ale příkaz propustit zaměstnance židovského původu jako řádný a svědomitý německý úředník vykoná.

Jako každý rok informuje v rubrice „Mládež a fyzika“ Jarmila Kodymová o udělení Wichterleho prémie mladým vědeckým pracovníkům ve fyzice a příbuzných oborech. Přinášíme přehled výsledků, jichž letos dosáhla družstva ČR a SR na 47. MFO ve Švýcarsku. Následuje polemický text Jany Musilové, zda výklad pohybu matematického kyvadla patří ke středoškolské látce. Rubriku uzavírají úlohy FO o naší nejbližší hvězdou emitovaném záření, včetně neutrin, jimž budou věnovány nobelovské přednášky v následujícím čísle.

Číslo uzavírají zprávy, z nichž jedna je bohužel neradostná. V září tohoto roku zemřel profesor Jan Fousek, jeden z nejvýznamnějších pracovníků a organizátorů ve výzkumu ferroelektriny. Jeho život a dílo zde připomínají jeho žáci a spolupracovníci.

Libor Juha
vedoucí redaktor

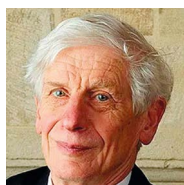
Obsah

AKTUALITY

Nobelova cena za fyziku v roce 2016 z oblasti fyziky kondenzované fáze:

D. J. Thouless, F. D. M. Haldane
a J. M. Kosterlitz ocenění za teoretické
objavy topologických fázových přechodů
a topologických fáz hmoty 346

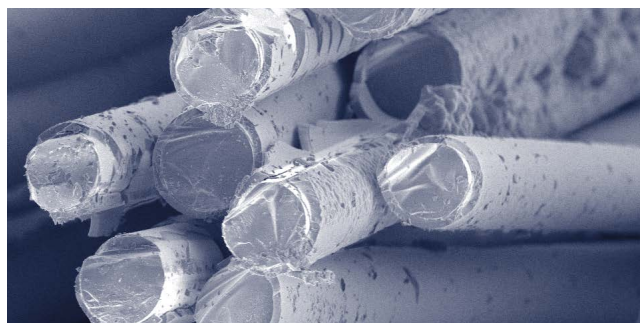
Alžbeta Orendáčová, Slavomír Gabáni, Martin Orendáč



VE ZKRATCE

Materiály pokročilých reaktorových systémů 349

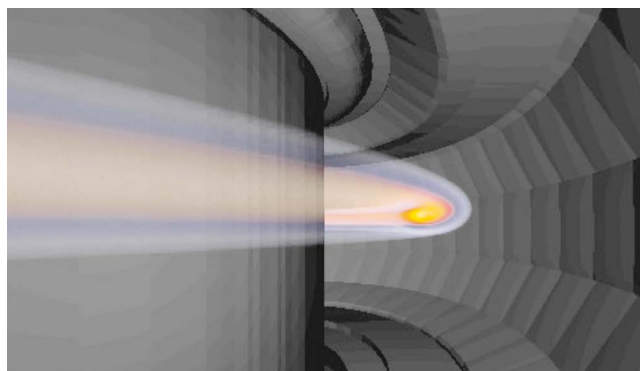
Jana Veterníková



REFERÁTY

Ubíhající elektrony 353

Petr Kulhánek



REFERÁTY

Oleg Alexandrovič Lavrentěv a výzkum termojaderné fúze v Sovětském svazu 357

Milan Řípa



REFERÁTY

Nekonečno, fyzika a realita 367

Peter Zamarovský



HISTORIE FYZIKY

Bratia Farkasovci Ich cesta fyzikálnou chémiou, chemickou fyzikou a svetom 377

Ján Čaplovič



Obrázek na obálce: Vnitro fúzného reaktora – prvá stena zložená z berýlia. Více na str. 349–352.

Menší vložený obrázek: Schéma trojrozměrného topologického izolátora. Více na str. 346–348.

MLÁDEŽ A FYZIKA

Deset úspěchů na 47. MFO ve Švýcarské konfederaci a Lichtenštejnském knížectví

380

Ivo Čáp, Jan Kříž, Ľubomír Mucha, Filip Studnička



MLÁDEŽ A FYZIKA

Mimořádné ocenění mladých badatelů ve fyzikálních a příbuzných vědních oborech Prémii Otto Wichterleho

385

Jarmila Kodymová

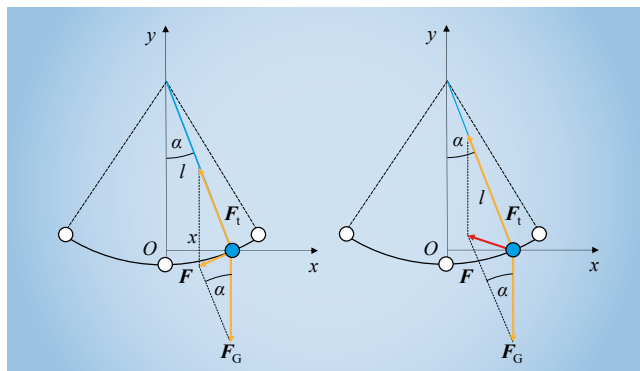


MLÁDEŽ A FYZIKA

Nejde jen o kyvadlo

393

Jana Musilová



MLÁDEŽ A FYZIKA

Sluneční záření v úlohách fyzikální olympiády

397

Filip Studnička, Ľubomír Konrád,
Jan Kříž, Bohumil Vybíral



ZPRÁVY

XVIII. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky

402

Petr Hadrava, Alena Hadravová



ZPRÁVY

Zemřel profesor Jan Fousek (1930–2016)

404

Jan Petzelt, Václav Janovec, Jiří Erhart,
Pavel Mokřý a Jaroslav Nosek

Zpráva z konference: Astronomické vzdělávání a popularizace astronomie 2016

406

Jan Kožuško



Nobelova cena za fyziku v roku 2016 z oblasti fyziky kondenzovanej fázy:

D. J. Thouless, F. D. M. Haldane a J. M. Kosterlitz
ocenení za teoretické objavy topologických
fázových prechodov a topologických fáz hmoty

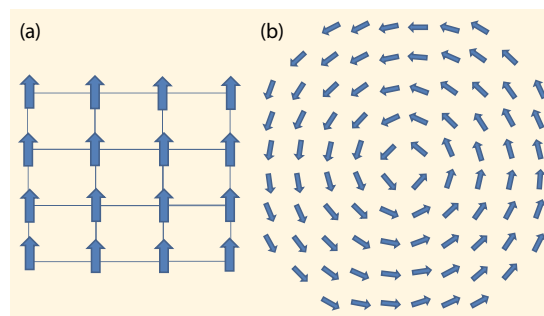
Alžbeta Orendáčová, Slavomír Gabáni, Martin Orendáč

Centrum fyziky nízkých teplôt SAV a PF UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

Nobelova cena bola udelená za teoretické práce venované jednorozmerným (1D) a dvojrozmerným (2D) fyzikálnym systémom. Napriek tomu, že tieto práce vznikli v 70. a 80. rokoch minulého storočia, v súčasnosti zásadným spôsobom ovplyvňujú veľkú časť fyziky nazývanej fyzika kondenzovanej fázy.

Prvé práce zaoberajúce sa 1D a 2D systémami sa objavili už začiatkom 20. storočia. Hlavným motívom bola relatívne ľahká riešiteľnosť 1D a 2D modelov, ktorá mala napomôcť pochopeniu reálnych 3D systémov. L. Onsager ukázal už v r. 1944 [1], že 2D Isingov model na štvorcovej mriežke (súbor interagujúcich magnetických momentov orientovaných prednostne do jedného smeru, tzv. ľahkej osi) vykazuje pri nenulovej teplote T_c fázový prechod z neusporiadanej do nízkoteplotnej usporiadanej fázy. Ak stanovíme ako indikátor fázového prechodu *parameter usporiadania*, v tomto prípade to bude spontánna magnetizácia m , potom pre teploty $T > T_c$ platí $m = 0$ a pod T_c je $m \neq 0$. V roku 1966 Mermin a Wagner podali teoretický dôkaz o absencii konvenčných fázových prechodov s magnetickým usporiadaním na dlhú vzdialenosť (t. j. $m \neq 0$) v 1D a 2D Heisenbergových (interagujúce spinové momenty $\equiv$ spiny, a teda aj magnetické momenty, nemajú prednostný smer v priestore) a XY systémoch (spiny sa prednostne orientujú do tzv. ľahkej roviny XY) [2]. Ich práca inšpirovala Hohenberga, ktorý ukázal absenciu konvenčného fázového prechodu do supratekutého stavu (stav s nulovou viskozitou) a supravodivého stavu (stav s nulovým elektrickým odporom) v 1D a 2D mriežkovej dimenzii odpovedajúcich súborov častíc [3]. Avšak Stanley a Kaplan vyslovili hypotézu, že v 2D Heisenbergových a predovšetkým XY systémoch by mohli byť nejaké nekonvenčné fázové prechody bez spontánnej

magnetizácie [4]. Bez toho, aby o sebe navzájom vedeli, Berezinskii v Sovietskom zväze publikoval v r. 1971 teoretickú prácu, v ktorej ukázal existenciu fázového prechodu v 2D mriežke planárnych rotátorov, 2D Boseho kvapaline a 2D XY magnete, po ňom v r. 1973 Kosterlitz a Thouless v západnej Európe urobili v podstate to isté [5, 6]. Všetci autori dospeli k záveru, že uvedené modely sú navzájom ekvivalentné, a teda majú spoločné črty, ktoré môžeme názorne demonštrovať na 2D XY magnete. V tomto systéme existujú delokalizované excitácie (spinové vlny – analóg rovinných vln z optiky) a lokalizované excitácie, ktoré svojou podobnosťou s lokalizovanými útvarmi v kvapaline dostali názov víry (V) a antivíry (AV). Tieto lokálne „defekty“ dostali pomenovanie topologické excitácie. A práve tie sú zodpovedné za tzv. topologické fázové prechody. Podľa štandardného scenára sa nad kritickou teplotou vytvárajú V a AV, ktoré sú navzájom nezávislé. Pri znižovaní



Obr. 1 (a) Súbor spinov s feromagnetickou interakciou na štvorcovej mriežke. (b) Izolovaný vír v 2D XY modeli na štvorcovej mriežke. Spiny v antivírovej formácii sa orientujú opačným smerom (t. j. v smere chodu hodinových ručičiek).

Materiály pokročilých reaktorových systémov

Jana Veterníková

Ústav jadrového a fyzikálneho inžinierstva, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita, Ilkovičova 3, 841 04 Bratislava; jana.veternikova@stuba.sk

Nová generácia jadrových reaktorov

Jadrové reaktory už prešli od počiatku svojej existencie dlhým vývojom (obr. 1) s cieľom zvyšovať jadrovú bezpečnosť a účinnosť výrobného procesu. Aj dnes je výskum a vývoj jadrových reaktorov sústredený hlavne na nové bezpečnejšie a efektívnejšie koncepty, ktoré sú zhrnuté v Generácii IV.

Táto najnovšia generácia jadrových reaktorov vyžaduje nielen nové technológie, ale aj nové alebo modifikované konštrukčné materiály, ktoré by splnili zvýšené prevádzkové parametre. Zatiaľ čo súčasné komerčné reaktory sú prevádzkované pri teplotách do 300 °C a sú dimenzované na 40 rokov, nové typy reaktorov budú prevádzkované pri vyšších teplotách (~ 1000 °C) s vyšším výkonom a počas dlhšej životnosti (60 rokov a viac). Tento fakt vedie k vyššiemu tepelnému a radiačnému namáhaniu konštrukčných materiálov, ktoré musia odolávať bez významného zhoršenia mechanických vlastností a prejavov praskania či lomu počas celého požadovaného obdobia.

Typy materiálov pre reaktory Generácie IV

Každý zo šiestich konceptov reaktorov Generácie IV (pozri obr. 3) má iné parametre (teplota, tlak), a preto vyžaduje aj iné konštrukčné materiály. Plynom chladené rýchle reaktory a vysokoteplotné reaktory budú mať na výstupe z aktívnej zóny teplotu do 1200 °C, preto sa v nich predpokladá využitie tepelne najodolnejších materiálov, ktorými sú keramické SiC alebo grafit. Jadrové reaktory chladené sodíkom alebo tekutými kovmi budú pracovať pri nižších teplotách (~ 700 °C) v chemicky nepriaznivom prostredí, a tak môžu využiť dobre chemicky stabilné feritomartenzitické ocele a oxidmi disperzne spevnené ocele. Ďalší typ reaktora Generácie IV je nadkritický vodou chladený reaktor



Obr. 2 SiC kompozit – krehká karbidová matrica spevnená SiC vláknami.

s maximálnou teplotou odhadovanou na 620 °C. Pre tento typ reaktora sú vhodné feritomartenzitické ocele s vyšším obsahom chrómu alebo niklové zliatiny vysoko odolné voči korózii. Niklové zliatiny sú využiteľné aj pre reaktor chladený tekutými soľami s teplotou chladiva do 800 °C. Zvláštnou kategóriou je však fúzny reaktor, tiež často zahrnutý do Generácie IV, ktorý funguje na inom princípe ako štiepne reaktory, a teda celá

Skoré prototypy:

Magnox (1956)
Shippingport (1957)
Dresden (1959)
RBMK (1963)
FBR (1963)
HTR (1966)

Komerčné reaktory:

LWR, PWR, BWR, CANDU
AGR



Nová generácia LWR + GCR:

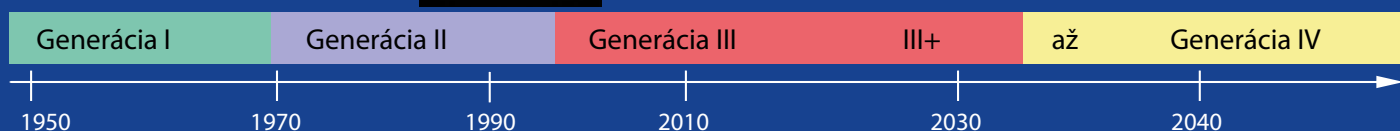
Ekonom. a bezpeč. zlepšené typy
• vysoká účinnosť
• dlhá životnosť
• pasívny bezpeč. systém

VVER-1000, ABWR
EPR, SWR-1000
AP-1000, ESBWR-1000

Generácia IV:

- Ekonom. zlepšené
- Nové aplikácie tepla - vodík, odsolovanie vody
- Inherentná bezpečnosť
- Redukcia odpadu
- Zlepšená bezpečnosť

HTR, GFR, SFR, MSR, SCWR, LFR

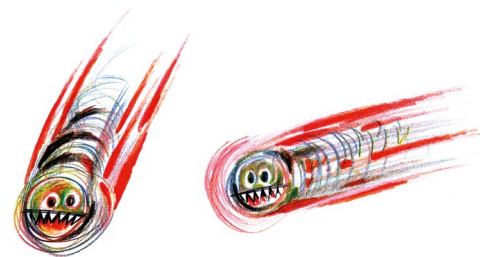


Obr. 1 Vývoj jadrových reaktorov v jednotlivých generáciách. Zdroj: U.S. Department of Energy, Office of Nuclear Energy

Ubíhající elektrony

Petr Kulhánek

Katedra fyziky Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze, Technická 2, 160 00 Praha 6; kulhanek@aldebaran.cz



Za normálních podmínek jsou elektrony na jedné straně urychlovány elektrickým polem a na straně druhé brzděny srážkovými procesy. Po určité době dojde k vytvoření stabilní rovnováhy mezi oběma procesy a elektrony driftují konstantní rychlostí proti směru pole. Takový režim nazýváme ohmický. Při vyšších rychlostech či elektrických polích se však situace může zcela změnit. Srážky nemusí být schopny kompenzovat urychlování a elektron získává stále vyšší a vyšší energii, a to až do okamžiku, kdy do dějů vstoupí nějaké další procesy, které urychlování „nade všechny meze“ zastaví. Elektronům v takovém režimu říkáme ubíhající elektrony, anglicky *runaway electrons*. Z anglického pojmenování se pro ně vžila zkratka RE. Ubíhající elektrony detekujeme za bouřek, v zemské magnetosféře, ve slunečním plazmatu, ale i v laboratorním plazmatu a v mnohých plazmových technologiích.

První námluvy

Při popisu pohybu elektronů v ionizovaném prostředí a kovech je nejjednodušší předpokládat, že srážky způsobují ztrátu hybnosti a pohybová rovnice elektronů je

$$\frac{d}{dt}(mv) = eE - \frac{mv}{\tau} = eE - \nu mv, \quad (1)$$

kde τ je průměrná doba mezi srážkami a její převrácená hodnota ν představuje srážkovou frekvenci. Při rovnováze mezi elektrickým urychlováním a srážkami bude výsledná rychlost elektronů rovna

$$v = \frac{eE}{\nu m} \quad (2)$$

a proudová hustota bude

$$j = env = \frac{ne^2}{m\nu} E = \sigma E; \quad \sigma \equiv \frac{ne^2}{m\nu}. \quad (3)$$

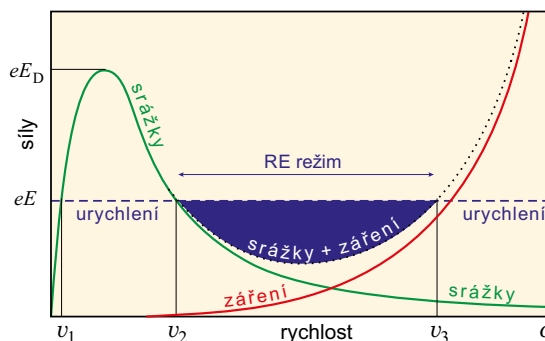
Jde o známý Ohmův zákon a výše naznačený postup jeho odvození poprvé použil Paul Drude [1] už v roce 1900. Uvedené vztahy ale platí pouze v omezeném rozsahu rychlostí a polí. To si dobře uvědomoval i vynálezce mlžné komory Charles T. R. Wilson, který věděl, že srážková frekvence při vysokých rychlostech začne klesat s druhou mocninou rychlosti, a už v roce 1924 předpověděl, že srážky nebudou v takové situaci schopny kompenzovat urychlování a částice v silném poli získá rychlost blízkou rychlosti světla [2]. Podrobnější analýzu podmínek, za kterých mohou vznikat ubíhající elektrony, provedl Harry Dreicer v roce 1959 [3]. Z Fokkerovy-Planckovy rovnice lze odvodit, že brzdná (srážková) síla v pohybové rovnici není úměrná rychlosti, ale má složitější závislost

$$\frac{d}{dt}(mv) = eE - C_e \psi(v/v_0);$$

$$\psi(x) \equiv \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \xi^2 e^{-\xi^2} d\xi. \quad (4)$$

Funkce $\psi(x)$ se nazývá Chandrasekharova funkce, v jejím argumentu je podíl rychlosti elektronu a tepelné rychlosti. Chandrasekharova funkce je pro malé argumenty přibližně lineární – Drudeho vyjádření je tedy pouze lineární aproximací obecnějšího vztahu. Při vyšších rychlostech začne brzdná síla klesat jako $1/v^2$ a nad určitou kritickou rychlostí může převládnout urychlování způsobené elektrickým polem. Na elektron působí elektrická síla, brzdná síla (daná Chandrasekharovou funkcí) a další síly způsobené zářením a jinými procesy. Třinejdůležitější procesy jsou patrné z grafu na obrázku 1.

Pro rychlosti menší než v_1 je urychlovací (elektrická síla) větší než brzdná síla a částice bude urychlována na rychlost v_1 . Pro rychlosti z intervalu (v_1, v_2) je brzdná síla větší než urychlovací a částice bude bržděna na rychlost v_1 . Rychlost v_1 je tedy stabilním bodem ve fázovém prostoru a v intervalu rychlostí $(0, v_2)$ částice vždy získá rychlost v_1 a dostane se do tzv. ohmického režimu. Pro rychlosti vyšší než v_2 budou srážky menší než urychlování a částice bude urychlována „nade všechny meze“. Při rychlostech vyšších než v_3 ale začne fungovat snižování energie a hybnosti vlastním vyzařováním, takže RE režim má nakonec i svou horní hranici (tuto skutečnost Dreicer neznal, analýzu prováděl jen pro urychlování a srážky). Do RE režimu se elektron může dostat dvojím způsobem: jeho počáteční rychlost je vyšší než v_2 nebo je elektrické pole větší, než odpovídá maximu Chandrasekharovy funkce. Toto pole se nazývá Dreicerovo pole a je dáno formulí



Obr. 1 Elektrická síla (modře) je znázorněna vodorovnou čárkovanou čarou. Brzdná srážková síla (zeleně) je dána Chandrasekharovou funkcí. Jen pro malé rychlosti ji lze považovat za lineární, při vyšších rychlostech ubývá jako $1/v^2$. Síla způsobená zářením je znázorněna červeně. Nakresleno podle [4].

Oleg Alexandrovič Lavrentěv a výzkum termojaderné fúze v Sovětském svazu

Milan Řípa

Ústav fyziky plazmatu Akademie věd ČR, v. v. i., Za Slovankou 3, 182 00 Praha 8

Hrdiny exkurze do počátků výzkumu řízené termojaderné fúze netřeba dlouze představovat. Takže stručně. Oleg Alexandrovič Lavrentěv, geniální mladík, iniciátor státem podporovaného výzkumu řízené termojaderné fúze v Sovětském svazu, se ve své kariéře setkal s nechvalně proslulým Lavrentijem Pavlovičem Berijou, vedoucím Zvláštní komise ovládající výzkum atomové energie v Sovětském svazu, s Andrejem Dmitrijevičem Sacharovem, otcem sovětské vodíkové bomby a nositelem Nobelovy ceny za disidentství, a Roaldem Zinnurovičem Sagdževem, ředitelem Ústavu kosmických výzkumů, profesorem fyziky na Marylandské univerzitě a autorem neoklasické teorie přenosu energie ve vysokoteplotním plazmatu. Článek popisuje jejich setkávání z pohledu obou protagonistů, jen v případě Beriji jeho pohled na Lavrentěva zprostředkoval spisovatel Jurij Muchin.

LAVRENTĚV – BERIJA

Po politické stránce rozhodovala o rychlosti a směru výzkumu, resp. využití atomové energie v Sovětském svazu vládou jmenovaná Zvláštní komise vedená Lavrentijem Pavlovičem Berijou. Nebylo náhodou, že Oleg Alexandrovič Lavrentěv, který se v Moskvě uvedl sachalinskou prací o vojenském a částečně i o civilním využití energie jádra, Beriju poznal osobně. Berija si Lavrentěva oblíbil již před osobním setkáním a Lavrentěv tak získal již na počátku studia Fyzikální fakulty MSU nepředstavitelné výhody: třípokojový (pokoj 14 m²) byt vybavený nábytkem v domě na Gorkého nábřeží řeky Moskvy číslo 32/34, individuální učitele matematiky – Samarského, fyziky – Tělegina a angličtiny. Ze Státní knihovny si mohl nosit domů nevypůjčitelné knihy a časopisy, dostal jednorázovou dávku 3 000 rublů, osobní stipendium 600 rublů, bylo mu odpuštěno školné. Především se mu stálou propustkou otevřely dveře do LIPAN... (dnešní Kurčatovův ústav pro atomovou energii).

Vše náhle skončilo po smrti Stalina a Beriji.

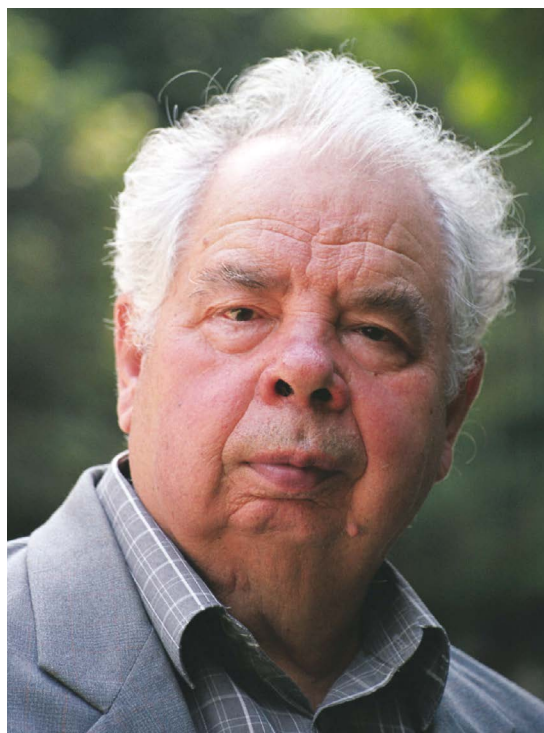
Gerš Ickovič Budker v Novosibirsku 1968 prohlásil: „Pohřbili dobrého chlapíka!“

Lavrentěv o Berijovi [1]

Kreml, 7. leden 1951, 21 hodin

(Sacharov, Lavrentěv, Machněv, Berija)

»Machněv nám řekl, že nás přijme předseda Zvláštní komise¹, ale má nyní schůzi a musíme tedy počkat. Čekat jsme museli docela dlouho, a pak jsme vešli do sousední budovy – Rady ministrů SSSR. Překvapil mě počet kontrol a jejich důkladnost. Prošli jsme tři



O. A. Lavrentěv. (Archiv MŘ).

kontrolní stanoviště: ve vestibulu budovy, při výstupu z výtahu ve třetím poschodí a konečně v prostředku dlouhé chodby. Potom jsme vstoupili do poměrně velké místnosti s dlouhým stolem uprostřed. Byla to viditelně místnost, kde zasedala Zvláštní komise. Místnost byla plná dýmu, otevřené větráčky se snažily, seč mohly, ale proti přesile hustého kouře byly bez šancí. Machněv rychle odešel na referát a zůstali jsme na krku dvěma mladičkým kapitánům s modrými výložkami. Nabídlí nám limonádu – říkali, že je velmi dobrá, ale my jsme neměli žízeň a já dodnes

1 Zvláštní komise – orgán, který se zabýval konstrukcí atomové a vodíkové zbraně. Komisi tvořilo několik členů politbyra. Všichni členové byli nejméně ministři. Předsedou komise byl L. P. Berija, tajemníkem V. A. Machněv. Zasedání Zvláštní komise se konala v Kremlu, v budově Rady ministrů.

Nekonečno, fyzika a realita¹

Peter Zamarovský

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd, Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze, Technická 2, 166 27 Praha 6; zamarovs@fel.cvut.cz

Nekonečno ve fyzice občas vystupuje, ačkoli se přímo nejeví – není jevem. Jeho existence závisí na použitých matematicky formulovaných fyzikálních zákonech, tedy idealizovaných modelech, pomůckách k pochopení. Tyto „pomůcky“ byly odvozeny ze zkušeností s konečným světem a jejich rozšíření na nekonečno je riskantním podnikem. Je tedy nekonečno pojmem ontologickým, vyjadřuje něco skutečně jsoucího?

Nekonečno vystupuje v matematice v trojí podobě: jako nekonečné množství, jako nekonečně malé číslo (veličina) a pak implicitně jako nekonečná přesnost (zahrnuta v pojmu reálného čísla, funkce apod.). Jak je to však s nekonečnem ve fyzice a v reálném světě? Všichni asi připustíme, že nekonečno se v reálném světě bezprostředně nejeví, není prvoevizovaným jevem. (To, co se občas jeví, je „nekonečno přirozené“, jak tento pojem označil Petr Vopěnka. Tím míní něco nepředstavitelně, a tedy i neurčitě velikého, početného.) Fyzika vychází z naší zkušenosti s přírodou, se světem jevů. Tato prvotní zkušenost je doplněna výsledky získanými pomocí často velmi důmyslných metod experimentování a pozorování. Důležitým nástrojem fyziky je matematika, která popisuje modely (teorie, hypotézy, tedy pomůcky k pochopení) fyzického světa. Nejen že je pasivně popisuje, ale v rámci těchto modelů umožňuje i předvídat jevy nové.

Avšak jaká matematika? Myslím, že většina fyziků ani matematiků si tuto otázku nepoloží. Matematika není náboženstvím, hudbou nebo politickým přesvědčením, aby každý vyznával tu svou pravou. Je jen jedna matematika. Opravdu? Ano, to je ovšem pravda pouze v případě matematiky „reálné“, matematiky aplikované na jevy tohoto světa, fyzikální jevy nevymáhá. Avšak nekonečno jevem tohoto světa zjevně není. A tak nejen matematici, ale ani fyzikové nejsou v případě „matematiky nekonečna“ vázáni požadavkem přímé korespondence s jevy vezdejšího konečného světa. (Maximálně ideálního světa platónského, ale existuje vůbec?) Nicméně z důvodů tradice vyjdu z „běžné“ matematiky, tj. matematiky založené na cantorovské teorii množin. O přístupech alternativních se zmíním jen letmo.

Do fyziky se tedy nekonečno dostává prostřednictvím matematických idealizací (modelů, teorií), které nějak zpracovávají veličiny zjevné, konečné. Někdy nekonečno do fyzikální koncepce bezproblémově zapadne, zvláště pokud jde o ono nekonečno přirozené (viz dále). Často však výskyt nekonečna předznamenává problém: může mít třeba hustota nebo teplota nekonečnou hodnotu? Co by to znamenalo?

Například na objektivu fotoaparátu znamená zaostrění na nekonečno jednoduše to, že v ohniskové rovi-

ně (kde je umístěn snímávací čip, u staromilců ještě film) se protnou paprsky vstupující do objektivu jako rovnoběžné. Takovéto paprsky by k nám přicházely od (bodového) zdroje v nekonečnu, kdyby tam nějaký byl. V praxi se jim dostatečně přibližují paprsky ze vzdáleného konečna, tj. přirozeného nekonečna. V případě ohmmetru značí nekonečno zase nulový proud. Samozřejmě nulový v rámci přesnosti měření. Nekonečno je tu tedy opět nekonečnem přirozeným, nekonečnem v rámci obzoru. Při zvýšené přesnosti, při překročení obzoru se pak stává velikým konečnem. Nekonečno by mohlo klidně být i na displeji okamžité spotřeby automobilu. Když auto stojí a motor běží, je jeho spotřeba v litrech na 100 km nekonečná, jednoduše proto, že dělíme nulou.

Jaké štěstí pochopit, že země, na níž stojíš, nemůže být větší, než co zakrývají obě chodidla.

Franz Kafka [1]

Nekonečno, co do přesnosti

Nekonečno, které se dostává (nenápadně) do fyzikálního popisu z použité matematiky, je především nekonečno, co do přesnosti. Pokud bereme vážně koncepcie Cantorovy teorie množin, tak docházíme k závěru, že ve fyzikálních výpočtech hraje roli nekonečno maximálně o mohutnosti kontinua [2]. Při kritičtějším pohledu je však i toto nekonečno příliš nekonečné. A dokonce i role nejmenšího nekonečna, nekonečna spočetného, je pochybná. A vzhledem k tomu, že v praxi mají veškerá fyzikální měření omezenou přesnost, funkční závislosti popisující reálné jevy nemá smysl redukovat na „reálné“ (v matematickém slova smyslu), tj. absolutně přesné hodnoty, v analogové mluvě na body.

V matematice běžný způsob zápisu funkce $f(x) = y$ předpokládá, že veličiny x a y mají charakter určitých reálných čísel (doplněných o příslušné fyzikální jednotky) – bodů. Ve skutečnosti jsou trochu neurčité, body jsou rozmazané. Když to připustíme, vyřadíme ze hry ony „nerozumné“ funkce, které realitu „reálných“ čísel berou vážně, zato však o reálném světě nic nevypovídají. Vyloučíme nejen funkci Bolzanovu, Weierstrassovu a Dirichletovu, ale i zdrcující většinu z hlediska standardní matematiky možných funkcí,

¹ Podle sedmé kapitoly autorovy knihy o nekonečnu.

Bratia Farkasovci

Ich cesta fyzikálnou chémiou, chemickou fyzikou a svetom

Ján Čaplovič

Emeritný pracovník Chemického ústavu SAV, Dúbravská cesta 9, 84538 Bratislava

V súčasnej záplave informácií sa ľahko môže stať, že niekomu ujde zaujímavá publikácia, na ktorú by bolo treba reagovať v čase, keď sa objavila. To sa prihodilo autorovi tohto príspevku, keď sa až s odstupom troch rokov dostal k článku berlínskych autorov Břetislava Friedricha a Dietera Hoffmanna v Československom časopise pro fyziku o storočnej histórii slávneho Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie (ďalej iba KWI) v Berlíne-Dahleme [1,2]. Výborný a pútavo napísaný článok je bohato ilustrovaný a na fotografiách sú všetci významní vedci, ktorí sa zaslúžili o vedecké vavriny ústavu.

Na jednej fotografii (pozri obr. vpravo) sú v zaujímavom a vtipnom zoskupení na akomsi lešení členovia tzv. „vodíkového teamu“ Karl Friedrich Bonhoeffer, Adalbert a Ladislav Farkasovci a Paul Harteck. Na rozdiel od ostatných osobností spomínaných v článku nie sú uvedené žiadne údaje o ich práci a životných osudoch. Bude preto azda vhodné stručne doplniť niektoré informácie už z toho dôvodu, že dvaja z nich boli rodáci zo Slovenska a aj tretí mal k Slovensku istý vzťah.

Bratia Adalbert a Ladislav Farkasovci (používam takú formu krstného mena, akou podpisoval svoje vedecké publikácie) sa narodili v Dunajskej Strede (vtedy častejšie spomínanej ako Dunaszerdahely), kde ich otec Štefan bol lekárnikom. Ladislav sa narodil 10. mája 1904 a Adalbert 10. júla 1906 [3-5]. Rodinné prostredie bolo iste harmonické; Adalbert venoval svoju knižku o skúmaní vodíka rodičom [6]. Obaja bratia študovali chémiu najprv na technike vo Viedni, Adalbert neskôr vo Frankfurte nad Mohanom a Ladislav v Berlíne. Po štúdiách sa bratia zišli na KWI u profesora Fritza Habera, kde sa zaoberali spolu s ďalšími pracovníkmi „ťažkým vodíkom“ (ešte v čase keď nebol ustálený jeho názov deutérium) a formami orto- a paravodíka. V literatúre sa pripisujú väčšie zásluhy Ladislavovi, ale podľa počtu publikácií bol ich podiel približne rovnaký. Prvé práce sú len od Adalberta, ktorý tiež napísal spomínanú monografiu [6]. Problematikou sa zaoberali aj po vynútenom odchode z KWI (r. 1933 po prvých rasových čistkách) až do začiatku 40. rokov. Od roku 1933 pracovali Farkasovci krátky čas v oddelení koloidnej chémie na univerzite v Cambridge. Odtiaľ odišli r. 1935 do Palestíny, v tom čase pod britskou správou, kde sa Ladislav stal profesorom fyzikálnej chémie na univerzite v Jeruzaleme. Neskôršie sa venoval využitiu miestnych surovinných zdrojov (najmä brómu z Mŕtveho



„Vodíkový team“ Haberoého ústavu v roku 1930, ktorý experimentálne potvrdil existenciu alotropických modifikácií molekuly vodíka (tzv. orto- a paravodíka), predpovedaných Heisenbergom. Zľava doprava: Ladislav Farkas, Paul Harteck, Adalbert Farkas a Karl Friedrich Bonhoeffer.

mora) a spolupracoval s britskými orgánmi pre vojnové zásobovanie. V posledných dňoch roku 1948 cestoval do USA, aby tam nakúpil vedecké prístroje pre univerzitu, ale pri havárii lietadla v Ríme zahynul. Nekrológ napísal jeho spolupracovník z Cambridge Eric Rideal [7]. O význame L. Farkasa pre izraelskú aj svetovú vedu svedčí kolektívna monografia – pamätníca [8]. Medzi jej autormi nachádzame veľké mená svetovej vedy, vrátane niekoľkých laureátov Nobelovej ceny.

Adalbert Farkas po 2. svetovej vojne pracoval v USA ako „consulting chemist“ u rozličných firiem (Air Products and Chemicals, Allied Chemical Corp., Union Oil, Houdry Process Corp.). Venoval sa najmä katalyzátorom pre výrobu polyuretánov, polyolefínov a iných polymérov a pre oxidáciu uhľovodíkov. Sám alebo so spoluautormi získal niekoľko patentov. Aktívny ostal

Deset úspěchů na 47. MFO ve Švýcarské konfederaci a Lichtenštejnském knížectví

Ivo Čáp², Jan Kříž¹, Ľubomír Mucha², Filip Studnička¹

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

² Slovenská komisia FO, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina

V roce 2016 proběhl už 47. ročník Mezinárodní fyzikální olympiády (MFO) – vrcholové světové soutěže středoškolských studentů ve fyzice. Soutěž pořádala ve dnech 11. až 17. července 2016 Curyšská univerzita za podpory Lichtenštejnského knížectví a Asociace švýcarských přírodovědných a fyzikálních olympiád, hlavním partnerem byl Státní úřad pro vzdělávání, výzkum a inovace. Soutěž hostilo město Curych. O významnosti soutěže svědčí i to, že se jí aktivně zúčastnilo přibližně 400 studentů z 84 států a teritorií z pěti světových kontinentů. Další tři státy se zúčastnily jako pozorovatelé bez studentů.

Českou republiku reprezentovali: Petr Hrubý, absolvent Gymnázia Polička, Lukáš Supik, absolvent Gymnázia Třinec, Jiří Etrych, absolvent Gymnázia Dašická v Pardubicích, Lukáš Honsa, absolvent Gymnázia Jírovce v Českých Budějovicích a Kryštof Kolář, absolvent Gymnázia třídy Kapitána Jaroše v Brně. Náhradníkem soutěžících, který sice necestoval, ale prošel až do poslední chvíle stejnou přípravou, byl Šimon Karch, student Gymnázia Komenského v Havířově. Výpravu vedli doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D., vedoucí delegace, a Mgr. Filip Studnička, Ph.D., zástupce vedoucího. Uvedení členové českého družstva byli nominováni na základě výběrového soustředění konaného 22. 3.–4. 3. 2016 na katedře fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové. Další příprava probíhala ve dvou etapách: jednak korespondenční formou,

jednak na dvanáctidenním intenzivním soustředění, opět v prostorách hradecké univerzity v červnu 2016.

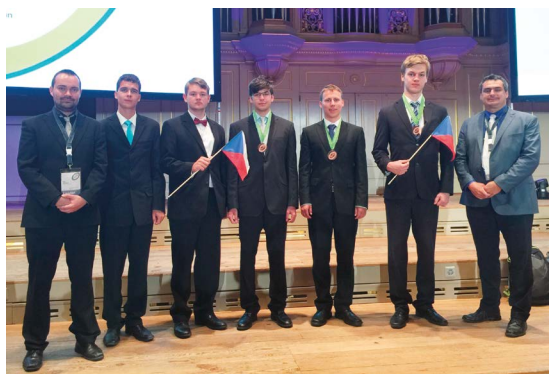
Slovensko reprezentovalo družstvo ve složení: Martin Gažo, student Gymnázia pro mimořádně nadané děti v Bratislavě, Jozef Lipták z Gymnázia Jozefa Gregora Tajovského v Banské Bystrici, Juraj Májek z Gymnázia na Grösslingovej ulici v Bratislavě a Juraj Halabrín a Adam Škrlec, oba z Gymnázia Jura Hronca v Bratislavě. Družstvo doprovázeli vedoucí prof. Ing. Ivo Čáp, CSc., RNDr. Ľubomír Mucha a jako pozorovatel prof. Ing. Klára Čápková, Ph.D. Výběr družstva z vítězů celostátního kola FO se uskutečnil na týdenním soustředění v Bratislavě ve dnech 25.–29. 4. 2016. Vybrané družstvo potom absolvovalo přípravné soustředění v Košicích ve dnech 6.–17. 6. 2016.

Studenti byli ubytováni v hotelu Novotel Airport Messe, vedoucí v 7 km vzdáleném hotelu Ibis Zurich City West v Curychu. Oba hotely byly vysoce kvalitní, organizátoři tak poskytli studentům i vedoucím pohodlné ubytování. Vlastní soutěž proběhla v prostorách kampusu Irchel curyšské univerzity, stejně jako zahajovací ceremoniál, slavnostní zakončení pak ve Filharmonii Curych. Všechna zasedání Mezinárodní rady MFO probíhala v Technoparku, který byl umístěn blízko ubytování vedoucích delegací.

Společným programem pro soutěžící studenty a jejich vedoucí bylo slavnostní zahájení, slavnostní zakončení a společná večere v kampusu Irchel. Pro studenty byly připraveny dva soutěžní půldny. Netradičně se začínalo experimentálními úlohami, teoretické úlohy přišly na řadu jako druhé. Ve zbylém čase organizátoři připravili prohlídky zajímavých míst Curychu a okolí, sportovní a společenské akce, jednodenní výlet do laboratoří CERN a jednodenní výlet do Lichtenštejnského knížectví.

Vedoucí věnovali dva celé dny diskusím úloh a jejich následným překladům do národních jazyků. Dále pak opravě úloh a moderacím, tj. diskusím s komisi hodnotitelů o hodnocení úloh. Ve volném čase pro ně organizátoři připravili prohlídky zajímavých míst okolí Curychu a jednodenní výlet do Lichtenštejnského knížectví.

Organizátoři připravili soutěžícím dvě velmi náročné experimentální úlohy, jejichž společným jmenovatelem bylo přiblížení zajímavých fyzikálních mode-



Reprezentace České republiky na 47. MFO ve Švýcarsku v roce 2016. Zleva: Mgr. Filip Studnička, Ph.D., Lukáš Supik, Petr Hrubý, Lukáš Honsa, Jiří Etrych, Kryštof Kolář a doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D.

MIMOŘÁDNÉ OCENĚNÍ MLADÝCH BADATELŮ VE FYZIKÁLNÍCH A PŘÍBUZNÝCH VĚDNÍCH OBORECH Prémii Otto Wichterleho

Jarmila Kodymová

Fyzikální ústav Akademie věd ČR, v. v. i., Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; kodym@fzu.cz

„Pěstovat vědu je nesmírně vzrušující a zábavné. Člověk se cítí velmi svobodný.“
Otto Wichterle

*„Komukoliv prospěti můžeš, prospívej rád, možno-li celému světu.
Sloužiti a prospívati je vlastnost vznešených.“*
Jan Amos Komenský



Prof. Ing. RTDr. Otto Wichterle, DrSc.

Dne 30. května 2016 se uskutečnilo v pražské Lannově vile významné ocenění mladých vědeckých pracovníků Akademie věd ČR Prémii Otto Wichterleho. Toto ocenění udělil předseda AV prof. Jiří Drahoš jednadvaceti mladým vědcům z šestnácti pracovišť, kteří dosáhli mimořádných úspěchů ve svém oboru, jsou nositeli vědeckých hodností (CSc., Dr., Ph.D., DrSc.) a v kalendářním roce podání návrhu nepřekročili věk 35 let. Za účasti představitelů Akademie věd a hostů převzalo ocenění osm badatelů z I. Oblasti věd o neživé přírodě, osm z II. Oblasti věd o živé přírodě a chemických vědách a pět z III. Oblasti humanitních a společenských věd.

Návrhy na udělení Prémie Otto Wichterleho zasílají ředitelé vědeckých pracovišť AV ČR po konzultaci s vědeckými radami pracovišť do sekretariátu Akademické rady AV k posouzení komisí, do které jsou jmenováni její vybraní členové a vybraní členové vědecké rady AV. Prémii tvoří diplom předsedy Akademie věd a mimořádná finanční odměna, která je oceněnému pracovníkovi

vyplácena jeho mateřským ústavem ve třech částech po 90 tis. Kč za rok. Finanční zajištění prémie je pracovištěm poskytováno z rozpočtových zdrojů Akademie. Prémie je udělována pouze pracovníkům, kteří jsou na pracovišti AV ČR zaměstnáni na plný pracovní úvazek.

V tomto čísle Československého časopisu pro fyziku představíme sedm laureátů Prémie Otto Wichterleho, kteří pracují v některém fyzikálním nebo s fyzikou příbuzném vědním oboru. U každého z nich uvádíme pět publikací podle vlastního výběru, kterých si ve své dosavadní vědecké kariéře nejvíce cení.

Ing. Michal Cifra, Ph.D.

**Ústav fotoniky a elektroniky
AV ČR, v. v. i.**

Michal Cifra absolvoval vysokoškolská studia na Slovensku na Elektrotechnické fakultě Žilinské univerzity, obor Biomedicínské inženýrství, která ukončil v roce 2006 diplomovou prací *Measurement of spontaneous*

photon emission from the human body. Během magisterského studia získával zkušenosti ve výzkumu v biofotonice a bioelektronice také na významných zahraničních institucích (v letech 2004–2005 celkem sedm měsíců), např. v ELCAT GmbH & Institut für Hochfrequenztechnik, RWTH Aachen v Německu. V doktorském studiu pokračoval na Elektrotechnické fakultě ČVUT v Praze na katedře elektromagnetického pole, obor Radioelektronika, a v roce 2009 obhájil disertační práci *Study of electromagnetic oscillations of yeast cells in kHz and GHz region*.

Během doktorského studia byl M. Cifra zaměstnán jako odborný pracovník/doktorand v Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR (ÚFE AV), v letech 2010–2012 jako postdoktorand a zároveň jako vědecký asistent na Elektrotechnické fakultě ČVUT (2010–2011). Jeho postdoktorandský grant GA ČR (2010–2012) *Měření a analýza lokálních elektrických oscilací a optické emise biomolekulárních nanostruktur* byl ohodnocen jako vynikající. V září 2013 byl na stáži v Japonsku v Tsukubě jako hostující výzkumník

Otto Wichterle (1913–1998), zakladatel české makromolekulární chemie, vynálezce silonu a měkkých čoček a první polistopadový prezident Československé akademie věd. V roce 2011 uplynulo padesát let od jeho vynálezu měkké hydrofilní kontaktní čočky a v roce 2012 čtyřicet let od uvedení měkké kontaktní čočky na trh. Životní příběh profesora Otto Wichterleho není jen příběhem o houževnatosti vědce, ale i příběhem boje

s lidskou hloupostí, nepoddajností agresivním ideologiím a o schopnosti udržet si skromnou důstojnost. Jeho úspěchy nebyly dílem náhody nebo pozice na společenském žebříčku – byly výsledkem nesmírné pracovitosti, nesmírné trpělivosti... (O. Wichterle: *Vzpomínky*)

Jan Amos Komenský (1592–1670), český teolog, kněz a biskup jednoty bratrské, teoretik vzdělá-

ní a autor pedagogických prací, shrnutých např. v dílech *Labyrint světa a ráj srdce* (1623) a *Opera didactica omnia* (1657). Usiloval o sjednocení všeho lidského vědění, které by umožnilo všeobecnou nápravu i v oblasti morálky. Komenského úsilí vyvrcholilo velkorysým plánem na nápravu lidstva, uloženým v sedmisvazkové *Všeobecné poradě o nápravě věcí lidských*, jež zůstala až do 20. století v rukopise; český vyšla v roce 1992.

Nejde jen o kyvadlo

Jana Musilová

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno; janam@physics.muni.cz

Didaktika je teoretická disciplína, která se zabývá vzděláváním, formami, postupy a cíli vyučování – stručně řečeno, je to teorie vyučování. Didaktika fyziky je tedy nepochybně teorií vyučování fyzice. Návodům „jak učit fyziku“, tj. jak přistupovat k výkladu daného fyzikálního tématu či konkrétního problému, musí předcházet zásadní požadavek fyzikální správnosti. Ten není v didaktických textech nikdy explicitně uváděn. Proč taky? Je přece tak samozřejmý, že zmínka o něm by mohla působit až urážlivě. Praxe však ukazuje, že výukové a didaktické texty mohou mít k fyzikální správnosti i dost daleko. Jedním z doslova vusatých problémů, k nimž se tato negativní charakteristika hodí, je jednoduchý problém z mechaniky – řešení pohybu matematického kyvadla, jak uvidíme v tomto článku.

Matematické kyvadlo – kámen úrazu středoškolské fyziky

Název úvodního odstavce je úmyslně doslova převzat z článku [1], kde je problematika chybného výkladu aplikace druhého Newtonova zákona na pohyb matematického kyvadla podrobně rozebrána; v kontextu s dalšími prohrěšky vůči fyzikální správnosti při výkladu jevů klasické newtonovské mechaniky se jí pak věnuje text [2]. Zdá se však, že jde o problém doslova „zakletý“, neboť v řadě středoškolských učebnic se stále dokola opakuje chybná interpretace silového působení okolí na kyvadlo (konkrétní citace jsou uvedeny v [2] a [3]). Z pohledu výuky fyziky na českých gymnáziích a v univerzitním bakalářském studiu je nepříjemné, že se to týká nejnámějších a nejužívanějších gymnaziálních učebnic opatřených tzv. ministerskou doložkou (konkrétně dílu Mechanické kmitání a vlnění [4] osmidílného kompletu) a bohužel také nového vydání překladu vysokoškolské učebnice [5], v němž překladatel chybu originálu neopravil. Jistě by nebylo třeba se k problému stále vracet, nebýt nedávné polemiky v časopisu Matematika-fyzika-informatika, který se na didaktiku předmětů uvedených ve svém názvu přímo specializuje – viz [6, 7]. Autor článku [6] se vrací k chybnému výkladu v učebnici [4] a uvádí jej na pravou míru. Autor učebnice [4] pak svůj postup obhajuje v reakci [7] a přitom avizuje, že ani v jejím dalším, již nyní připravovaném vydání jej nemíní měnit.

O jaký problém jde? V textu [4] je matematické kyvadlo (tělísko o hmotnosti m zavěšené na závěsu konstantní délky a zanedbatelné hmotnosti konající rovinný pohyb) použito jako model pro výklad harmonického pohybu. Abychom vadnost fyzikálního výkladu charakterizovali objektivně, citujme ze strany 34 zmíněné učebnice, včetně uvedení převzatého obrázku obr. 1–21b (obr. 1 vlevo):

„Harmonické kmitání jsme zavedli jako přímočarý pohyb. Aby tato podmínka byla přibližně splněna i u kyvadla, musí být výchylka tak malá, že oblouk, po němž se těleso pohybuje, můžeme považovat za úsečku. To je

dostatečně splněno, jestliže největší úhel α , který vlákno kyvadla při kmitavém pohybu svírá se svislým směrem, nepřekročí 5° . Pak také platí, $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$.

Příčinou kmitavého pohybu kyvadla je síla F (obr. 1–21b), která je výslednicí tíhové síly F_G a tahové síly F_p , kterou působí vlákno závěsu na těleso.“

Následuje velice zavádějící „odvození“ periody kyvadla, které však pro naše další úvahy není důležité. Věnujme se pouze výše citované učebnicové formulaci.

- Už to, že pětistupňová výchylka je prezentována jako „magická hranice“, do které můžeme výchylku považovat za „malou“ a použít náhradu $\sinu$ úhlu přímo tímto úhlem (samozřejmě převedeným do obloukové míry, na což autor textu zapomíná), odvádí studenta od přemýšlení o aproximacích. Na otázku „Co je to malá výchylka?“ uvádějí studenti prvního semestru bakalářského studia fyziky bez jediné výjimky právě oněch pět stupňů. Otázka „Proč ne čtyři, nebo šest?“ je zcela vyvádí z míry.
- Zkušenosti s výukou těchto studentů rovněž ukazují, že pro absolventa gymnázia je vyjádření „Příčinou kmitavého pohybu kyvadla je síla F ..“ naučným slovním spojením, které nedokáže uspokojivě vyložit.
- Zcela fatální a neodpustitelnou fyzikální chybou však je znázornění výslednice $F = F_G + F_p$, která je součtem gravitační (resp. tíhové) síly, již působí na kuličku kyvadla Země, a tahové síly, kterou na ni působí vlákno, tečně k trajektorii kuličky. I žákovi základní školy se dá rozumně vysvětlit, že v takovém případě by trajektorie nemohla být zakřivená. A není k tomu snad ani potřeba tak obšírný komentář, jaký je prezentován v [6].

Ke správnému postupu co nejstručněji: pro pochopení situace a správnou aplikaci druhého Newtonova zákona na středoškolské úrovni stačí

- umožnit studentovi pochopit, že při pohybu po kružnici (resp. při křivočarém pohybu obecně) odpovídá za změnu směru rychlosti, a tedy za za-



Sluneční záření v úlohách fyzikální olympiády

Filip Studnička¹, Lubomír Konrád², Jan Kříž¹, Bohumil Vybíral¹

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

² Gymnázium, Velká okružná 22, 010 01 Žilina

V tomto příspěvku se budeme zabývat úlohami fyzikální olympiády zaměřenými na sluneční záření dopadající na povrch Země, které lze považovat za součást kosmického záření. Úloh s touto tematikou nalezneme ve fyzikální olympiádě na různých úrovních celou řadu, my zde představíme dvě teoretické úlohy. První z nich byla zadána na 46. mezinárodní fyzikální olympiádě (MFO) v Indii v roce 2015. I druhá úloha je ze 46. ročníku, ale tentokrát slovenské fyzikální olympiády. Tento ročník proběhl již ve školním roce 2004/05.

TEORETICKÁ ÚLOHA ZADANÁ NA 46. MFO V INDII V ROCE 2015: Sluneční částice

Fotony ze slunečního povrchu a neutrina z jeho jádra prozrazují informace o teplotách ve Slunci a poskytuje také důkaz, že Slunce září díky jaderným reakcím.

V této úloze počítejte s následujícími konstantami: hmotnost Slunce $M_{\odot} = 2,00 \cdot 10^{30}$ kg, jeho poloměr $R_{\odot} = 7,00 \cdot 10^8$ m, zářivost (energie vyzařovaná celým povrchem za jednotku času), $L_{\odot} = 3,85 \cdot 10^{26}$ W, vzdálenost Země – Slunce $d_{\odot} = 1,50 \cdot 10^{11}$ m.

Matematická nápověda:

$$(i) \int x e^{ax} dx = \left(\frac{x}{a} - \frac{1}{a^2} \right) e^{ax} + \text{const}$$

$$(ii) \int x^2 e^{ax} dx = \left(\frac{x^2}{a} - \frac{2x}{a^2} + \frac{2}{a^3} \right) e^{ax} + \text{const}$$

$$(iii) \int x^3 e^{ax} dx = \left(\frac{x^3}{a} - \frac{3x^2}{a^2} + \frac{6x}{a^3} - \frac{6}{a^4} \right) e^{ax} + \text{const}$$

A Sluneční fotony

A1: Předpokládejte, že Slunce září jako dokonale černé těleso. Ze zákona vyzařování černého tělesa vypočítejte teplotu povrchu Slunce T_s .

Řešení:

Stefanův-Boltzmannův zákon: $L_{\odot} = (4\pi R_{\odot}^2)(\sigma T_s^4)$,

$$T_s = \left(\frac{L_{\odot}}{4\pi R_{\odot}^2 \sigma} \right)^{1/4} = 5,76 \cdot 10^3 \text{ K}.$$

Spektrum vyzařování Slunce lze dobře popsat Wienovým rozdělením. Podle něj je sluneční energie dopadající na zvolenou část povrchu Země odpovídající jednotkovému intervalu frekvencí dopadajícího záření za jednotku času $u(\nu)$ dána vztahem

$$u(\nu) = A \frac{R_{\odot}^2}{d_{\odot}^2} \frac{2\pi h}{c^2} \nu^3 \exp(-h\nu/k_B T_s),$$

kde ν značí frekvenci záření a A je plocha zvolené části povrchu kolmá na směr dopadajícího záření.

Uvažujte nyní solární článek sestávající z tenkého disku polovodičového materiálu o ploše A umístěný v kolmém směru k dopadajícím slunečním paprskům.

A2: Použitím Wienova rozdělení vyjádřete celkový výkon slunečního záření P_{in} dopadající na povrch solárního článku pouze pomocí A , $R_{\odot}$, $d_{\odot}$, T_s a základních fyzikálních konstant c , h , k_B .



Český student Filip Bialas přebírá na 46. MFO stříbrnou medaili od tajemníka MFO Matthew Verdona.

XVIII. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky

Petr Hadrava¹, Alena Hadravová²

¹ Astronomický ústav AV ČR, v. v. i., Boční II 1401, 141 31 Praha 4; had@asu.cas.cz

² Kabinet dějin vědy ÚSD AV ČR, v. v. i., Puškinovo nám. 9, 160 00 Praha 6; hadravova@usd.cas.cz

V dnech 22. až 25. srpna 2016 Gymnázium Velké Meziříčí hostilo v pořadí již XVIII. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky, který byl pořádán Komisí pro vzdělávání učitelů matematiky a fyziky Jednoty českých matematiků a fyziků a Gymnáziem Velké Meziříčí. Meziříčského setkání se zúčastnil poměrně vysoký počet zájemců o vyhlášená témata přednášek celkem padesát šest středoškolských profesorů, studentů i dalších účastníků, z nichž někteří přijíždějí zcela pravidelně na všechna setkání. Mnozí z nich ostatně vyprávěli o tom, jak je účast na tradičním semináři povzbuzuje a posiluje v jejich pedagogické činnosti a pomáhá jim jak po odborné stránce při zvyšování kvalifikace a informovanosti o nových trendech v jejich oborech, tak ve vědomí soudržnosti celé pedagogické komunity matematiků a fyziků.

Za pečlivou přípravou semináře je skryta zejména práce ředitele meziříčského gymnázia RNDr. Aleše Trojánka, Ph.D., a celého týmu jeho spolupracovníků. V neposlední řadě ke zduchu semináře přispělo i krásně udržované prostředí rozlehlé auly školy, v níž se všechna zasedání konala.

Po úvodních uvítacích slovech posluchače zaujala hned první přednáška Daga Hrubého o rizicích neo-



Obálka předseminární brožury.



Petr a Alena Hadravovi při představování českého překladu „Hvězdného posla“ a „Rozpravy s Hvězdným poslem“.

liberálního přístupu ke vzdělávání, která přinesla velké množství podnětů k zamyšlení nad směřováním a úkoly školství a vzdělávání, to vše navíc v historických kontextech i perspektivách. Dag Hrubý představil také řadu nových zahraničních i tuzemských publikací týkajících se dané problematiky (M. G. Fullan, K. P. Liessman aj.) a užitečných pro všechny zúčastněné. Velmi zaujala také následná přednáška Martina Černohorského o vztahu latinského originálu prvního zákona Isaaka Newtona k překladům do národních jazyků – odkryla určitou mezeru či spíše chybu, kterou překlady obsahují a tradují a poukázala na obecnější zásadu, již je nutnost vracet se *ad fontes*.

Jan Slavík zahájil druhý den semináře přednáškou „Čtyři čtvrtky, které změnilly fyziku“, v níž se zaměřil na Einsteinovu cestu k obecné teorii relativity, přičemž využil i některé dosud nepublikované prameny. „Čtyřmi čtvrtky“ je pak míněn cyklus přednášek

Zemřel profesor Jan Fousek (1930–2016)

Čtvrtého září po dlouhé těžké nemoci, která mu posledních šest let znemožnila pokračovat ve vědecké práci, zemřel profesor Jan Fousek, DrSc. Od šedesátých let minulého století byl jedním z nejvýznamnějších pracovníků a organizátorů v oboru feroelektriny a bezesporu nejznámějším českým reprezentantem tohoto oboru.

Narodil se 29. srpna 1930 v Příbrami a v r. 1953 absolvoval Matematicko-fyzikální fakultu UK v Praze. Spolu se svým univerzitním spolužákem Václavem Janovcem se stali prvními doktorandy i pracovníky v nově ustaveném oddělení dielektrik právě vznikajícího Fyzikálního ústavu ČSAV (školitelem byl prof. Josef Beneš, studium feroelektriny navrhl prof. Václav Petržílka). Tématem disertační práce, kterou J. Fousek obhájil v r. 1958 (publikováno v Čs. čas. fys. B 8, 254 (1958)), byly mikrovlnné dielektrické vlastnosti titanit-barnatého BaTiO_3 . Brzy poté byl pověřen vedením oddělení, což pak s kratšími přestávkami během svých dlouhodobějších zahraničních pobytů vykonával až do r. 1990.

Jako vedoucí se J. Fousek intenzivně snažil získávat mezinárodní kontakty, což nebylo v té době nikterak lehké. Podařilo se mu navázat bližší vztah s významným pracovníkem v oboru feroelektrik W. Merzem z laboratoří RCA v Curychu, se kterým pak udržoval přátelství až do jeho smrti v r. 2008. W. Merz podpořil myšlenku uspořádat první mezinárodní konferenci věnovanou feroelektrině v Praze, která se zde pak pod



předsednictvím J. Fouska konala v červnu 1966 pod názvem *The 1st International Meeting on Ferroelectricity* (IMF-1). Zde bylo poprvé umožněno setkání vědců z Východu a Západu, které iniciovalo řadu dlouhodobých mezinárodních spoluprací i vznik nového speciálního časopisu *Ferroelectrics*. Mezinárodní konference IMF se dosud pravidelně opakují a lze proto říci, že pražská IMF-1 představila feroelektrinu jako nový obor fyziky kondenzovaných látek.

Během IMF-1 navázal J. Fousek důležitý kontakt s dalším významným pracovníkem – prof. L. E. Crossem (později též celoživotním přítelem) – a přijal jeho pozvání, spolu se svou manželkou dr. Annou Fouskovou, roz. Misařovou, pracující ve stejném oddělení, k pobytu na Penn State University v USA v letech 1967–8. V tomto období se J. Fousek věnoval výzkumu domén a doménových stěn v klasických feroelektrikách, završenému jeho nejvíce citovanou prací (publikovanou spolu s V. Janovcem v J. Appl. Phys. 40, 135 (1969)) o dovolených feroelektrických doménových stěnách spojujících dvě mechanicky kompatibilní domény. Mezi jinými aktivitami A. Fousková a L. E. Cross objevili neobvyklé dielektrické chování molybdeničnanu gadolinitého $\text{Gd}_2(\text{MoO}_4)_3$. Tím začal následný intenzivní výzkum nevlastních feroelektrik, který představoval hlavní tematiku J. Fouska i celého oddělení v sedmdesátých letech. V této době se J. Fousek věnoval optickým a elektrooptickým vlastnostem feroelektrik zahrnujících nevlastní a pseudovlastní feroelektrika a s nimi spojené fázové přechody. Na konci



Jan Fousek v roce 1958.

Zpráva z konference: ASTRONOMICKÉ VZDĚLÁVÁNÍ A POPULARIZACE ASTRONOMIE 2016

Jan Kožuško

Česká astronomická společnost, Fričova 298, 251 65 Ondřejov; kozusko@astro.cz

Od 23. do 25. října se nedaleko Kašperských hor sešly české špičky v astronomickém vzdělávání a popularizaci astronomie. Během dvou dnů si 49 odborníků ze 30 institucí vyměňovalo zkušenosti a diskutovalo o stavu a dalším vývoji předávání astronomických znalostí. Účastníci se usnesli připravit didakticky ověřené návody pro zlepšení výuky a popularizace astronomie od mateřských škol až po univerzity.

Konference navazuje na více než padesátiletou tradici – první se konala již v roce 1965 v Plzni. Po úvodním slovu děkana Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni RNDr. Miroslava Randy, Ph.D., shrnul současné nároky na popularizaci a popularizátory čestný předseda České astronomické společnosti RNDr. Jiří Grygar, CSc. Zatímco v době konání první konference šlo především o zprostředkování astronomie klasickými prostředky – ať už výkladem demonstrátora v potměnlé kopuli hvězdárny, přednáškou, nebo populárně naučnou literaturou, v současnosti vstupují plnou silou do hry stále dostupnější nová média – od možnosti sdílet vlastní videa, texty a další materiály na internetu až po fulldome digitální planetária. Byla také zdůrazněna souvislost mezi podílem základního výzkumu na HDP a hospodářským růstem.



Čestný předseda České astronomické společnosti RNDr. Jiří Grygar, CSc., během úvodní přednášky.



Děkan Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., zahajuje celostátní konferenci o astronomickém vzdělávání a popularizaci astronomie.
(Foto: Ondřej Trnka)

Mgr. Dobromila Patáková z Hvězdárny ve Vyškově se ve svém příspěvku zaměřila na předškolní děti. Tato skupina si v posledních letech našla pevné místo v paletě akcí, které hvězdárny a planetária pro děti pořádají. Z hlediska vývojové psychologie se jedná o velmi specifickou cílovou skupinu, která vyžaduje cílenou přípravu lektorů a skrývá v sobě významný potenciál.

První panelové diskusi předcházela prezentace sondy do znalostí studentů Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Navzdory neutěšeným odpovědím respondentů převládá mezi diskutujícími názor, že zavedení samostatného předmětu Astronomie tento problém neřeší. Cesta vede přes pozitivní motivaci a podněcování zájmu o astronomii pestrou paletou prostředků: od popularizačních přednášek o astronomii a kosmonautice na školách přes řešení