

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

1/2023

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: únor 2023

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,
of the Czech Academy of Sciences

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Žďárská

Redakční kruh – Editorial Board:
Jaroslav Bieličik, Ivo Čáp, Stanislav Daniš,
Miroslav Dočkal, Ivan Gregora, Libor Juha,
Petr Kácovský, Eva Klimešová, Ivana
Kolmašová, Jan Kříž, Martin Ledinský,
Jan Mlynář, Jana Musilová, Karel Výborný,
Ivan Zahradník, Peter Zamarovský

Sekretariát redakce:

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

Propagace, inzertní oddělení:

Jana Žďárská
e-mail: zdarskaj@fzu.cz

Jazyková úprava:

Stanislava Burešová, Naďa Mrkvýková

Vedoucí výroby a grafik:

© Jiří Kolář

Tisk: Grafotechna plus, s. r. o.

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

Na Slovensku časopis rozšiřuje
Jednota slovenských 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 zařazen na Seznam recenzovaných
neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

Registrace: MK ČR E 3103, ISSN 0009-0700
(Print), ISSN 1804-8536 (Online).

Copyright © 2023 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Web: <https://ccf.fzu.cz>
Facebook: @ccf.fzu.cz
Twitter: @proFyziku



Úvodník

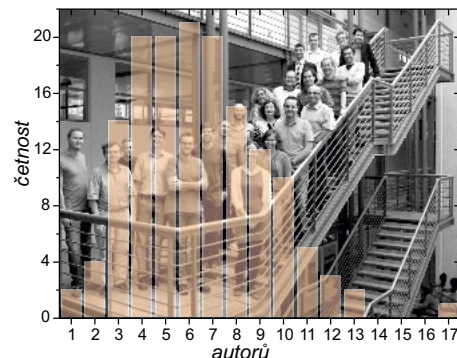
Inventura spoluautorů

Začátek roku je obvyklý čas pro bilanci minulého životaběhu a plánování budoucího, často včetně definování cílů, takzvaných předsevzetí. Je dobré přitom také udělat v některých věcech pořádek, nejlépe i ve vlastní hlavě – což je ovšem moc těžké a nehodí se to pro úvodník.

Našel jsem mnohem zábavnější bilanční úkol, a to rozbor své spoluautorské komunity. Přivedlo mě k tomu zjištění, že počet mých publikací, jak uvádí Web of Science, dosáhl 150. Není to nijak výjimečný výkon vzhledem k délce mého působení – předpokládám, že patří spíše do průměru, což snad přinese jistou obecnější platnost. Druhou motivací pro mě bylo nalezení článku o studii fyzikálních publikací za rok 1961.¹ V ní mě zaujala tabulka s počtem autorů článků. Uvádí se, že jediného autora mělo ve fyzice celkově 49,68 %, ve fyzice pevných látek 45,01 %, a dokonce i v jaderné fyzice 41,57 % (a pouze 3,39 % s šesti a více autory)! Zastoupení 2, 3, 4, 5 a >6 autorů ve fyzice obecně tehdy rychle klesalo: 31,8; 12,4; 3,6; 1,1; 1,0 %. Dnes je situace zřejmě zcela jiná, autorské kolektivy se rozrůstají (o obřích kolaboracích nemluvě). Je tomu skutečně tak i pro můj případ prací, pohybujících se mezi fyzikou pevných látek, optoelektronikou, nanotechnologií, chemickou fyzikou až trochu biofyzikou?

Provedl jsem rozbor a zde jsou výsledky. Distribuce počtu autorů má široký vrchol mezi 4–7 autory (celkem je zde 81 článků). Křivka je pochopitelně asymetrická s ocasem protáhlým k většímu počtu autorů, mizející u 13 (2 články) a s jedním „úletem“ se 17 autory. Mám i dva soloautorské články, které jsem si udělal pro radost a pro naplnění přesvědčení, že každý vědec by takový článek měl mít. Jsou to články v zásadě metodické, na nichž jsem pracoval sám, takže jsem žádného spoluautora neošidil.

Co je poněkud šokující fakt, je celkový počet osob, které se objevují mezi mými spoluautory – celkem 184 lidí² (po pracovním pátrání po duplicitních jménech a jejich sloučení), pracujících v době publikace minimálně ve 20 různých zemích. Z toho 72 spoluautorů (39 %) se vyskytuje jen jednou. Při zamyšlení nad celým seznamem jsem odhadl, že asi 40 (22 %) z nich jsem nikdy neviděl, nekomunikoval s nimi nebo už jsem to



zapomněl. Je to dáno převládajícím charakterem práce, kdy spolupracuje více vzdálených skupin, takže některé tamní spolupracovníky vůbec neznám. Kdybych se rozhodl udělat veselou spoluautorskou párty, potřeboval bych k tomu najít pořádné velké prostory. A bohužel, nejméně pět milých kolegů by už přijít nemohlo.

Rekordmanem nepřekonatelným s 54 spolučlánky je můj bývalý školitel. S ním jsem spolupracoval celých 30 let, i když jsme byli prakticky celou dobu na jiných pracovištích, ale měli jsme občas společné projekty, studenty nebo alespoň společné zájmy. A navíc oba rádi píšeme... Druhé místo zaujímá s 24 položkami šéf (a postupně i přítel) z mého druhého postdok pobytu, z něhož vznikla dlouhodobá spolupráce. Jinak ale typická spolupráce je krátkodobá a po čase z různých důvodů (vyčerpání tématu, skončení projektu, změna zaměření atd.) uvažne. Přes dvacet spolučlánků se dostali už jen další tři spoluautoři. Celkově se přes desítku dostalo pouze 13 spoluautorů (z toho 5 žen!).

Spoluautorství publikací bývá často bolavým místem kolegiálních vztahů ve vědě. Já jsem se již poměrně brzy na jednom pracovišti setkal s tím, že vedoucí řídil autorství a spoluautorství článků podle tabulky, kde sledoval, jak který doktorand (či jiný spolupracovník) splňuje požadavky. Stalo se, že článek téměř celý odpracovaný a napsaný mnou měl v čele docela neschopného doktoranda. Vadilo mi to, ale akceptoval jsem to. Také jsem si povšiml, že není neobvyklé, že z takových sporů vzniknou dlouhodobé animozity. To bylo poučení na celý život. Od té doby se snažím v tomto směru našlapovat po špičkách a takticky. Nikdy už jsem na zásadní problémy nenarazil.³

S některými spoluautory je radost spolupracovat, s jinými nikoliv – takový je život. Člověk se z těch interakcí může mnohé naučit. Vzpomínám rád třeba na opravy našich společných článků, které mi posílal rodilý mluvčí (Australan). Ten moje díla zdvořile pochválil, že se to dobře čte, ale papír byl celý červený od poznámek a oprav.

Přeji vám, nejen v roce 2023, úspěšné prolouvání úskalí publikační činnosti a co nejvíce skvělých spoluautorů. A nezapomeňte na oblíbené Strouhalovo heslo „Nulla dies sine linea“!⁴

Jan Valenta

- ¹ O studii referuje článek: K. Pátek: Světová fyzika v číslech (a naše postavení v ní), *Pokroky mat. fyz. astr.* **10**, 187 (1965). Najdete v dml.cz.
- ² Umělá inteligence mezi mými spoluautory není – zatím.

- ³ O etických pravidlech spoluautorství existuje spousta zdrojů, např. <https://www.phdontrack.net/share-and-publish/co-authorship/>.
- ⁴ Ani den bez řádku (textu).

Obsah

OTÁZKY A NÁZORY

Když se dva hádají, třetí... pozoruje:
Sociologické studium vědeckých
kontroverzí 4

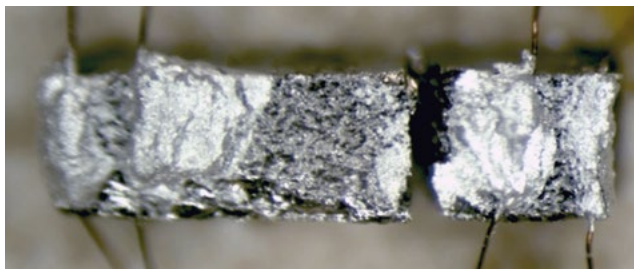
Zdeněk Konopásek, Jan Maršálek



REFERÁTY

Vliv tlaku na fyzikální chování
intermetalických látek 8

Jiří Prchal, Jaroslav Valenta, Jakub Šebesta, Petr Král,
Daniel Staško, Petr Doležal, Petr Proschek, Marie
Kratochvílová, Volodymyr Buturlim



NOBELOVY CENY ZA FYZIKU 2020

Životopisy laureátů Nobelovy ceny
za fyziku pro rok 2020 23

Telefonická interview 25

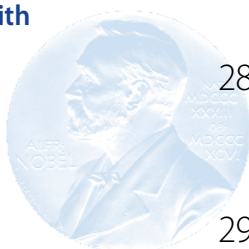
Roger Penrose, Reinhard Genzel,
Andrea Mia Ghezová, Adam Smith

Nobelovský proslov 28

Ulf Danielsson

Nobelovská přednáška:
Čtyřicetiletá cesta 29

Reinhard Genzel



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Experimentální úlohy Fyzikální
olympiády v době online výuky 39

Jan Kříž

Science on Stage 44

Jitka Houfková, Věra Koudelková



HISTORIE FYZIKY

O čem psal Čs. čas. fyz.
před 50+ lety v roce 1972 49

vybral Jan Valenta



ZPRÁVY

Studený kelímek 64

Experimentální výzkum
těžkých jaderných havárií v Řeži

Jana Žďárská



PILATUS 67

Čeští vědci spolupracují na evropském
projektu ekologické výroby fotovoltaiky

Jana Žďárská

Obrázek na obálce: Obrázek ukazuje simulaci pohybu plynového oblaku (červená dráha), který byl pozorován v blízkosti černé díry v centru Mléčné dráhy. Ukázány jsou také dráhy hvězd obíhající v blízkosti centra Galaxie (modré dráhy). Hvězdy a oblak jsou ukázány v poloze z roku 2011. Obrázek se vztahuje k nobelovské přednášce R. Genzela (str. 29–38). Kredit: ESO

ZPRÁVY

Uznání teoretickému fyzikovi

69

Nušlova cena byla udělena prof. RNDr. Jiřímu Podolskému, CSc., DSc., z Matematicko-fyzikální fakulty UK

Jana Žďárská



ROZHOVOR

Slunci blíž

71

rozhovor s astrofyzikem Petrem Heinzelem nejen o naší nejbližší hvězdě

Petr Heinzel, Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Vzpomínka na Eduarda Schmidta

84

(prof. RNDr. Eduard Schmidt, CSc., 11. 12. 1935 – 10. 11. 2021)

Dominik Munzar a Petr Dub



Obsah a autorský rejstřík

94

Čs. čas. fyz. sv. 72 (2022)

RECENZE

Teorie relativity: pro české čtenáře přístupně a na výši doby i po sto letech

88

Albert Einstein: *Teorie relativity*

Leoš Dvořák



ZPRÁVY

Relativistická škola hrou v HaDivadle

90

Nenechte si ujít skvělou inscenaci *Indián v ohrožení*

Jiří Podolský



RECENZE

Učebnice *Laserová fyzika a nelineární optika* autorů Petra Malého a Františka Trojánka

92

Miloslav Dušek



Když se dva hádají, třetí... pozoruje: Sociologické studium vědeckých kontroverzí

Zdeněk Konopásek¹, Jan Maršálek²

¹ Centrum pro teoretická studia Univerzity Karlovy, Jilská 361/1, 110 00 Praha 1; konopasek@cts.cuni.cz

² Filosofický ústav AV ČR, Jilská 1, 110 00 Praha 1; marsalek@flu.cas.cz

Když jsme v úvodním textu našeho cyklu [1] vymezovali působnost sociologie vědy, opřeli jsme se o Shapinovu a Schafferovu knihu věnovanou střetu Thomase Hobbesa s Robertem Boylem, která si v kruzích tzv. vědních studií (Science Studies) zajistila postavení takřka ikonické analýzy vědecké kontroverze [2]. Proč se ale právě vědecké rozepře staly během 70. a 80. let minulého století častým a diskutovaným předmětem sociálních věd, je otázka, které stojí za to porozumět blíže.

Jako historici vědy se Steven Shapin a Simon Schaffer přirozeně zaměřili na dávno uzavřený spor. Ve stejnou chvíli silící zájem některých evropských socioložek a sociologů o procesy vytváření vědeckého poznání však naváděl pozornost především k „horkým“, a tedy k ještě probíhajícím sporům současné vědy. Mimo jiné i proto, že takové zaměření umožňovalo dobře využít běžné sociologické postupy, jakými jsou analýza dokumentů, rozhovory či třeba zúčastněné pozorování. Studium již uzavřených, nebo dokonce dávno uzavřených případů vědeckých kontroverzí se samozřejmě ani sociologové bránit nebudou, bude to však právě zkušenost ze studia živých sporů, co nakonec perspektivu celého oboru tvarovalo nejvýrazněji.

Co vlastně je „vědecká kontroverze“? Není to ustálené, ale obecně se za takovou kontroverzi počítá větší či menší vědecký spor, do kterého je typicky zataženo

více osob a v němž lze ideálně rozpoznat dvě svářící se strany. Takový konflikt přitom nejčastěji končí tak, že se z jedné stávají vítězové, ze druhé poražení. Jedni pravdu měli, druhí nikoli. Některé kontroverze se táhnou roky, jiné se rychle vyčerpají. Některé vstoupí do dějin, na jiné se brzy zapomene.

Pro sociologa představuje studium probíhajících kontroverzí výhoda, ale i rizika. Především ne každý bude mít stejné štěstí jako Harry Collins, který si v polovině 70. let za svůj předmět zvolil v tu chvíli periferní problematiku detekce gravitačních vln, ze které se ovšem po čtyřech desítkách let, které jí věnoval, stala vědecká senzace... Zároveň ale platí, že sociologie vědy (jež je velmi často sociologií fyziky) neusiluje o to, stát se sociologií velkých (fyzikálních) objevů. S nástupem evropské vlny vědních studií, za níž významnou měrou stojí právě Collins a jeho následovníci, zaměřuje sociologie svoji pozornost k vlastní vědecké praxi a jejím nejrůznějším detailům. A tato praxe je pro sociology zajímavá zcela nezávisle na tom, zda budou její výsledky posvěceny Nobelovými cenami. Nově se tedy bude mluvit o „sociologii vědeckého poznání“ (*sociology of scientific knowledge*, SSK), která se konečně bude zabývat tím, na čem i samotným vědcům tolik záleží: Jak to vlastně přijde, že s takovou neotřesitelnou jistotou víme to či ono?

Může to na první pohled vypadat jako paradox: S pozorností upřenou ke kontroverzím se sociologové rozhodli studovat vytváření jistoty z místa zjevné nejistoty – tedy ze situací, ve kterých se vědecká fakta teprve rodí a které bývají ve zpětném historickém pohledu překryty tím vším, co „se vědecky prokázalo“ nebo co „dnes už dobře víme“. Vědecké spory tak poskytují velmi vhodnou půdu pro uplatnění jednoho ze základních metodologických imperativů moderní sociologie vědy, totiž pro princip *symetrie*: chceme-li nestranně a nezájatě studovat, jak se některé poznatky stávají pevnějšími a trvanlivějšími než jiné, tj. jak se z jedné tvrzení stává vědecký fakt a z jiných vědecký omyl, měli bychom všem stranám, tedy epistemickým vítězům i poraženým, měřit stejným metrem. A k tomu mimo jiné patří odepřít si pohodlí spojené s předpokladem, často tichým a nereflektovaným, že jedni svoji pravdu dluží přírodě, zatímco druhí svůj omyl před-



Hlasování není zrovna typickým způsobem uzavírání vědeckých kontroverzí. Zde hlasování o definici planety (a tedy o postavení Pluta) na 26. valném shromáždění Mezinárodní astronomické unie v Praze 23. srpna 2006.

Vliv tlaku na fyzikální chování intermetalických látek

Jiří Prchal, Jaroslav Valenta, Jakub Šebesta, Petr Král, Daniel Staško,
Petr Doležal, Petr Proschek, Marie Kratochvílová, Volodymyr Buturlim

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra fyziky kondenzovaných látek (KFKL), Ke Karlovu 5, 121 16 Praha 2; prchal@karlov.mff.cuni.cz

1. Předmluva

Mezi termodynamickými podmínkami, které lze při studiu fyzikálních vlastností materiálů měnit, má hydrostatický tlak jedinečné postavení. Vnější mechanické působení tlakem vede ke spojitému ovlivnění meziatomových vzdáleností ve zkoumané látce, a to bez nutnosti měnit její chemické složení. Změna vzdáleností mezi jednotlivými atomy mění schéma energetických hladin elektronové struktury. To má za následek přímé ovlivnění magnetismu na atomární úrovni i vnějšího magnetického chování materiálu v důsledku působení na vzájemné magnetické interakce a výsledné magnetické uspořádání (například tlakem vyvolané přeměny mezi feromagnetem a antiferomagnetem). Tato práce přináší výběr intermetalických sloučenin studovaných při působení vnějšího mechanického tlaku a následného ovlivnění jejich strukturních a elektronových vlastností. Tlak, coby nejčistší způsob změny krystalové mřížky, představuje pro svou technickou náročnost nejméně využívanou metodu změny fyzikálních vlastností materiálů (ve srovnání s teplotou a magnetickým polem). To je také někdy příčinou delší cesty mezi objevem zajímavého materiálového systému a získáním adekvátních vysokotlakých dat. Současná fáze zvládnutí vysokotlakých technik nicméně umožňuje provádění některých experimentů i studenty. V uvedených ukázkách jsou často obsaženy výsledky, kterých dosáhli studenti všech vysokoškolských stupňů (Bc., Mgr., Ph.D.).

Tlak jako jedinečný nástroj pro charakterizaci materiálů

Fyzikální vlastnosti materiálů jsou intenzivně zkoumány širokou škálou experimentálních metod a teoretických přístupů. V mnoha experimentech je materiál vystaven malému podnětu a je sledována jeho reakce. Například slabá magnetická pole indukující magnetizaci různého znaménka nám řeknou, zda jde o materiál paramagnetický, nebo diamagnetický. Vnější působením lze rovněž studovaný materiál změnit. Lze tak zkoumat prostředí rovnovážného stavu nebo stabilitu termodynamických fází v různých podmínkách. Při vystavení materiálu tzv. extrémním podmínkám lze pozorovat silně nelineární chování. Vnější působením je možné dosáhnout nestability aktuální fáze a fázového přechodu. Definice a teorie fázových přechodů popisují četné knihy (např. v [1, 2]).

Při studiu vlastností pevných látek se k ovlivnění vlastností studovaného materiálu užívá proměnných termodynamických veličin, jako je teplota, magnetické

pole nebo vnější tlak. Jejich vliv lze stručně shrnout následujícím výčtem:

- *Teplota:* Jako termodynamický parametr je především a hlavním nástrojem fyziky (extrémně) nízkých teplot.
- *Magnetické pole:* Vývoj magnetů generujících vysoké magnetické pole podporuje dostupnost silných vnějších polí. Tyto snahy podnítily objev supravodivosti. Dnes existují komerčně dostupná zařízení pracující se silnými magnety na bázi supravodivých materiálů, která poskytují magnetická pole o velikosti několika desítek tesel.
- *Tlak:* Nejméně využívanou termodynamickou veličinou z výše uvedených je tlak, a to především pro svou technickou náročnost. Přesto dochází v posledních desetiletích k výraznému rozvoji vysokotlakých technik a zařízení, zejména díky zavedení tlakových cel s protilehlými anvily¹ Percym Bridgmanem. Tento vývoj tlakových cel a pokrok ve vysokotlakých technikách, podporovaný pokrokem v technologiích obecně, umožnil rozvoj materiálového výzkumu a objevy nových fenoménů v jednotlivých vědních oblastech. Technická náročnost souvisí s tím, že stlačitelnost kapalin a pevných látek je ve srovnání s plyny daleko menší. Chceme-li tedy tlakem zmenšit objem pevné látky o několik procent, musíme mít k dispozici tlaky alespoň v řádu jednotek GPa (1 GPa = 10 kbar = 10 tis. atm). Tyto extrémní tlaky někdy kombinujeme s velmi nízkými teplotami a vysokými magnetickými poli, která jsou dnes laboratorně dosažitelná supravodivými magnety (pole až 20 T). Mluvíme pak o multiextrémních podmínkách.

Změny vnějších fyzikálních podmínek jsou základem různých fyzikálních metod a specializovaných oborů. Vliv vnějšího tlaku na pevnou látku lze porovnat s jinými použitými fyzikálními veličinami na energetické škále následujícím způsobem. Při aplikaci tlaku 1 GPa na kus železa tvořeného počtem N_A atomů lze generovat elastickou energii $\approx 0,9$ meV/atom (pro strukturu BCC s mřížovým parametrem $a = 287$ pm, s použitím hodnoty modulu objemové stlačitelnosti (*bulk*

¹ Pozn. red.: Pojem „anvil“ se obvykle překládá jako „kovadlina“, což zní zvláštně, vzhledem k tomu, že se jedná o malé výbrusy velmi tvrdých krystalů (nejčastěji diamantu). Proto necháme pojem v anglické podobě, jak je zvykem v příslušné fyzikální komunitě.

Životopisy laureátů Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2020

ROGER PENROSE (*8. SRPNA 1931)

Narodil se v Colchesteru (Essex, Anglie) do lékařské rodiny. Jeho sourozenci jsou fyzik Oliver Penrose, genetička Shirley Hodgsonová a šachový velmistr Jonathan Penrose. Jejich nevlastním otcem byl pak matematik a počítačový vědec Max Newman.

Během 2. světové války žil Roger v Ontariu (Kanada), kde jeho otec pracoval. Po válce studoval v Anglii na University College London (B.Sc. v roce 1952) a University of London. Vědecky pracovat začal pod vedením sira W. V. D. Hodge, profesora geometrie a astronomie, a doktorát získal na St. John's College v Cambridgi roku 1958 u algebraika a geometra Johna A. Todda.

V 50. letech navrhl a zpopularizoval známý Penroseův trojúhelník jako příklad „nemožného v nejčistší podobě“ a navázal kontakt s grafikem M. C. Escherem, jehož díla jej inspirovala, když uviděl roku 1954 jeho výstavu v Amsterdamu. Následně Penrose inspiroval Eschera k dílům *Vodopád* a *Stoupající a klesající*.

V akademickém roce 1956/57 působil jako asistent lektor na Bedford College v Londýně. Následně byl postdokem na St. John's College v Cambridgi, kde se roku 1959 oženil s Joan Isabel Wedgeovou. Díky stipendiu NATO odjel do Princetonu a poté na Syracuse University (1959–61). Následně působil na Kings College v Londýně (1961–63) a opět v USA na Texaské univerzitě v Austinu (1963–64). Hostoval také na dalších univerzitách. Roku 1967 byl jmenován profesorem aplikované matematiky na Birkbeck College v Londýně a v roce 1973 mu bylo nabídnuto vedení katedry na univerzitě v Oxfordu, kde byl zvolen za člena Wadhamské koleje. V letech 1983–87 vyučoval na Rice University v Houstonu. Je čestným hostujícím profesorem fyziky a matematiky na Pennsylvania State University.

V roce 1964, v době, kdy byl lektorem na Birkbeck College v Londýně a byl již přeorientován od čisté matematiky k astrofyzice pod vlivem kosmologa Dennise Sciama (tehdy v Cambridgi), Penrose „revolucionizoval matematické nástroje, které používáme k analýze vlastností prostoročasu“ (dle slov Kipa Thorna). Penroseův epochální článek *Gravitational Collapse and Space-Time Singularities* položil základy moderní teorie černých děr. Článek měl však mnohem širší dopad, třeba i pro „velký třesk“, kterým se Penrose zabýval spolu se Stephenem Hawkingem (nejvýznamnějším Sciamaovým žákem) – jsou po nich pojmenovány Penroseovy-Hawkingovy teorémy singularity.

Penroseův příspěvek k matematické fyzice je velice rozmanitý. Zabýval se spinory a vytvořil tak základní nástroj, na jehož použití je založena podstatná



část pozdějších prací v oblasti relativity. Vytvořil také teorii twistorů, která nejenže přináší nové metody pro řešení standardních fyzikálních problémů, ale otevírá také alternativní cestu pro budování moderní fyzikální teorie způsobem, při němž je fyzikální realita popsána komplexní analytickou strukturou (nikoli reálnou diferencovatelnou strukturou) a konflikty mezi obecnou relativitou a kvantovou mechanikou jsou řešeny na podkladě kohomologie svazků. Mezi dalšími Penroseovými příspěvky matematice lze uvést Mooreovu-Penroseovu zobecněnou inverzi matice (která je důležitá v numerických metodách lineární algebry i při optimalizaci) a konstrukce dvojic obrazců, kterými lze pokrýt rovinu, avšak jenom neperiodickým způsobem – známé Penroseovo dláždění [1].

Penrose společně s Hawkingem získali v roce 1988 cenu Wolfovy nadace za fyziku s odůvodněním „za vynikající přínos k obecné teorii relativity, ve kterém ukázali nutnost kosmologických singularit a objasnili fyziku černých děr. Svou prací podstatně rozšířili naše znalosti o počátku a možném dalším osudu vesmíru“. Dále Penrose obdržel Cenu Dannieho Heinemana Americké fyzikální společnosti a Amerického institutu pro fyziku v roce 1971, Eddingtonovu medaili Královské astronomické společnosti v roce 1975 a Královskou medaili od Royal Society v roce 1985 (Fellow of the Royal Society je od roku 1972).

Zpracováno podle dat dostupných na Wikipedii a v časopisecké literatuře (JV)

[1] L. A. Zalcman: *Pokr. mat. fyz. astr.* **36**, 137–138 (1991).

Nobelova cena
za fyziku 2020



Telefonická interview

Interview s Rogerem Penrose, Reinhardem Genzelem a Andreou Ghezovou vedl po telefonu Adam Smith, vedoucí vědecký redaktor Nobel Media, krátce po oznámení Nobelovy ceny za fyziku 6. října 2020. © The Nobel Foundation



Roger Penrose

Roger Penrose: Haló?

Adam Smith: Haló, u telefonu je Adam Smith.

RP: Ano, haló.

AS: Mnohokrát gratuluji k udělení Nobelovy ceny.

RP: Velice vám děkuji a cením si toho.

AS: Jak vás ta zpráva vlastně zastihla?

RP: (smích) Všechno bylo trochu zvláštní – nejsem se jist, že bych to měl znova vyprávět. Zavolala mi Petrona, která dostala zprávu za Švédské akademie a nebyla si jistá, co to znamená. Myslím si však, že tušila, o čem to je, ale nedovolili jí s nimi mluvit a snažili se kontaktovat mě. Jejich telefon však selhal, a tak jsem zavěsil. Nakonec mi zavolali znovu a všechno mi řekli.

AS: Takže vás konečně informovali...

RP: Ano!

AS: ... opět tu máme krásnou demonstraci vzájemné interakce mezi teoretickou a experimentální fyzikou.

RP: Ano, to je pravda. Šlo vlastně o to, co jsem dělal převážně v roce 1964, a tak se vracíme do minulosti... Bylo to krátce poté, co byly pozorovány kvasary a lidem to připadalo dost záhadné. V roce 1939 se objevila Oppenheimerova a Snyderova práce s teoretickým modelem kolapsu prachového shluku, a to byla víceméně situace, kterou bychom dnes klasifikovali jako kolaps černé díry. Zásadní je to, že šlo o prach, a z definice vyplývá, že je to něco bez tlaku, a tak tam není nic, co by kolaps zastavilo. A za druhé to bylo zcela symetrické, takže všechno padalo směrem k centru, a protože tam nebylo nic, co by ten pád do centra zastavilo – dostali jste v centru singulární bod, který vypadá jako černá díra. Moc lidí tomu ale nevěřilo, zejména z hlediska symetrie. Pak dva Rusové, Lifšic a Chalatnikov, napsali článek, který víceméně říkal, že v obecném případě byste nedostali žádnou singularitu. Na ten článek jsem se podíval, ale připadalo mi, že jaksi není příliš přesvědčivý. A tak jsem nevěděl, mám-li mu věřit, a začal jsem o tomto problému přemýšlet spíše geometrickým způsobem, aniž bych skutečně řešil rovnice. Jak jistě víte, rovnice jsou příliš komplikované a nenabízejí jednoduché předpoklady o symetrii. Vtip je v tom, že předpoklady mít nesmíte, a tak jsem vymýšlel argumenty. Je zajímavé, jak mě to vlastně napadlo. Nevím, zda byste chtěl celou tu historku slyšet.

AS: Ano, prosím, historka by se mi líbila.

RP: V té době jsem byl na Birkbeck College a jeden můj přítel, Ivor Robinson, Angličan pracující tehdy v Dallasu (Texas), se mnou hovořil... už jsem zapomněl o čem... Uměl krásně zacházet se slovy a něco mi povídal. Došli jsme ke křižovatce, a když jsme přecházeli ulici, tak přestal a dávali jsme pozor na provoz. Přešli jsme na druhou stranu a pak zase začal mluvit. A když potom odešel, měl jsem podivný pocit nadšení a nemohu už si vybavit proč. Tak jsem si prošel, co všechno se mi za celý ten den stalo – víte, co jsem měl k snídani, už nevím – a nakonec



Roger Penrose ukazuje svůj diplom stvrzující udělení Nobelovy ceny. © Nobel Prize Outreach. Foto: F. Kennedy

jsem se dostal k bodu, kdy jsem přecházel silnici a uvědomil jsem si, že mě něco napadlo. A tento nápad souvisel s klíčovou charakteristikou okamžiku, kdy kolaps dosáhne bodu, ze kterého není návratu, aniž by se předpokládala jakákoli symetrie nebo něco podobného. To jsem nazval zachycenou plochou (*trapped surface*). A to byla klíčová věc, takže jsem se vrátil do své pracovny a nastínil jsem důkaz „teorému zhroucení“ (*collapse theorem*). Nedlouho potom jsem napsal článek, který jsem poslal do *Physical Review Letters*, kde byl také publikován – myslím, že v roce 1965.

AS: A tak to byl ten článek! Představa, že vás něco napadne na křižovatce, je docela zvláštní. Kde přesně je ta křižovatka?

RP: Vlastně... byl jsem tam ještě jednou a dnes je poněkud poničená, protože na druhé straně jsou teď nové budovy. Někdo si ji tam chtěl vyfotografovat, ale bylo to

spíš zklamání. Dnes je tam cesta pro pěší. Myslím, že to už není silnice... Hlavní silnici jsem nebyl schopen identifikovat.

AS: Kdybyste ji našel, tak by ji teoretici houfně přecházeli pro inspiraci.

RP: Myslím, že bude lepší o tom nemluvit. (smích) Když jsem se tam vrátil, nenapadlo mě nic rozumného, a tak nemohu říct, že to vždy funguje.

AS: Úžasné – jak byste se cítil, kdyby vás portrétovali v něčem podobném, jako je seriál „Teorie všeho“?

RP: Trošku divně, protože to nejsem opravdu já. Nemohu se identifikovat s postavou, která mi není vůbec podobná.

AS: Představy, o nichž mluvíme, černé díry, jsou ohromně atraktivní v lidové fantazii. Když o nich přemýšlíte, dovedete si je představit, nebo o nich přemýšlíte z hlediska matematiky?

RP: No, ano i ne, určitě si představuji... Měl jsem velmi dobrou geometrickou představu – to bylo podstatné. Prostorová geometrie je trojrozměrná, a musíte vzít v úvahu celý čtyřrozměrný prostoročas, a já jsem si jaksi zvykl přemýšlet o čtyřech rozměrech a používat různé triky, abych dostal správný obraz. Přemýšlím převážně ve vizuálních pojmech – jsem velmi vizuální myslitel, spíše než bych si psal rovnice. Kde jsme přestali? Chtěl jsem něco říct. Myslím, že jste se mě na něco ptal a já jsem neodpověděl. Ne, víte, černé díry se staly stále důležitějšími, a to i tam, kde by je lidé normálně neocenili. Jsou základem druhého principu termodynamiky, což je docela podivná věc. Chci říci, že druhá věta termodynamická mi byla vždycky podivnou záhadou. Víte, byl jsem zmaten druhou větou, která nám říká, že entropie narůstá, a proto narůstá i náhodnost, a tak dál... Ach, bože, teď zvoní druhý telefon... (smích)

AS: Toužím po tom dozvědět se, proč existuje základ druhé věty termodynamické.

RP: Můžete chvíli počkat, protože si myslím... Ach, je to moje sestra!

AS: Ano, samozřejmě mohu.

RP: Je mi líto, byl jsem teď na dvou telefonech, jak jste jistě uhasil – to mi volala sestra... Kde jsem to přestal? Ano, jsou absolutně fundamentální pro druhou větu, ano. Opravdu jsou, pozorujete, že entropie, či chcete-li náhodnost ve vesmíru, narůstá s časem a mohli byste se ptát, kde je nyní ve vesmíru největší entropie. Tedy absolutně největší hodnotu entropie mají černé díry. A jak to pokračuje? Hawking nám



Nobelovský proslov

Slavnostní proslov profesora Ulfa Danielssona před předáním Nobelových cen za fyziku pro rok 2020. © The Nobel Foundation

Vaše Veličenstva, Vaše královské Výsosti,
vážení laureáti, dámy a pánové!

Letošní laureáti učinili průkopnické objevy týkající se nejzáhadnějších a nejpodivnějších objektů ve fyzice: černých děr.

Černé díry jsou tělesa s gravitací tak silnou, že ani světlo ji nemůže překonat. Abychom vyrobili černou díru, musela by se Země stlačit na velikost hrášku a Slunce na velikost centrální části Stockholmu.

První spekulace, že taková věc by mohla existovat v našem vesmíru, pochází z konce 18. století. Avšak teprve když Einstein v roce 1915 publikoval svoji obecnou teorii relativity, byla k dispozici dostatečně mocná teorie, která ji mohla popsat.

Podle Einsteinovy teorie jsou gravitace a čas spolu úzce spojeny. Čas ubíhá o triliontinu sekundy pomaleji u mých nohou než u mé hlavy. Ačkoli je tento rozdíl malý, definuje to, čemu říkáme gravitace. Je podivné, že pouhým zvednutím sklenice s vodou mohou cítit ten malý rozdíl v plynutí času.

Naproti tomu na horizontu černé díry je gravitace tak silná, že čas se zdánlivě zastaví. A uvnitř horizontu se čas natolik zkřiví, že ukazuje směrem ke středu černé díry. Každý, kdo má takovou smůlu, že do černé díry spadne, má pak velký problém dostat se z černé díry zpět – musel by se totiž pohybovat zpět v čase. A uprostřed černé díry, kam nešťastný cestovatel brzy dorazí, na něj čeká singularita, kde známé zákony přírody pře-

stávají platit. Černé díry jsou skutečně nejextrémnější objekty ve fyzice.

Ale – kde jsou? Po dlouhý čas existovalo podezření, že by se černé díry mohly skrývat v centru mnoha galaxií, čímž by se mohly vysvětlit erupce extrémní energie. Mohla by snad také existovat nějaká černá díra ve středu naší Galaxie – Mléčné dráhy?

Reinhard Genzel a Andrea Ghezová použili výkonné dalekohledy ke studiu záhadného vnitřku Mléčné dráhy. Srdce naší Galaxie je však skryto za oblakem prachu, takže pouze s použitím infračerveného světla lze rozlišit, co se tam odehrává.

Pomocí přístrojů, které vyvinuli, byli schopni sledovat pohyby jednotlivých hvězd a objevit, jak tyto hvězdy obíhají kolem něčeho, co nebylo vidět. Výpočty ukázaly, že neviditelný objekt musí mít hmotnost přibližně čtyřmilionkrát větší než Slunce. V rámci současných teorií neexistuje jiné vysvětlení, než že jde o černou díru. Byla tak rozřešena záhada starší více než dvě stě let. Černé díry však také označují meze našich znalostí fyzikálního světa. Nahlédneme-li do temných propastí černých děr, mohli bychom tam objevit nová tajemství.

Profesore Penrosi, profesore Genzele a profesorko Ghezová, byla vám udělena Nobelova cena za fyziku, a to za vaše vynikající příspěvky k našemu porozumění černým děrám. Je pro mne ctí a privilegiem předat vám jménem Královské švédské akademie věd naše nejvřelejší blahopřání.

Přeložil Ivan Gregora

Nobelova cena
za fyziku 2020



Reinhard Genzel a Andrea Ghezová na slavnosti předávání Nobelových cen ve Stockholmu. © Nobel Prize Outreach.

Foto: Nanaka Adachi

Nobelovská přednáška: Čtyřicetiletá cesta

© The Nobel Foundation

Reinhard Genzel

Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, 85748 Garching, Německo
Departments of Physics and Astronomy, University of California, Berkeley, CA 94720, USA

I. Prologue¹

Černá díra (např. [1]) je oblast prostoru, kde je gravitace tak silná, že z jejího horizontu událostí nemohou hmotné částice, dokonce ani elektromagnetické záření (nehmotné fotony) uniknout. Reverend John Michell v roce 1784 [2] a matematik Pierre-Simon Laplace v roce 1795 [3] si jako první všimli, že na základě Newtonovy teorie gravitace může úniková rychlost z povrchu dostatečně kompaktní hmotné hvězdy být větší než rychlost světla. Takový objekt by proto byl „temný“ a tedy neviditelný. Správné matematické vysvětlení tohoto pozoruhodného návrhu muselo počkat na Einsteinovu teorii obecné relativity [4]. Karl Schwarzschild ve svém řešení rovnic vakuového pole ve sférické symetrii ukázal existenci charakteristického horizontu událostí hmoty M , tzv. Schwarzschildův poloměr $R_S = 2 GM/c^2$, uvnitř kterého není žádná komunikace s externími pozorovateli možná [5]. Je to pouze „jednosměrný průchod“. Schwarzschildovo řešení zobecnil později Kerr [6] na rotující černé díry. Tato řešení se nicméně vztahují na konfigurace s dostatečně vysokou symetrií, kde Einsteinovy rovnice mohou být řešeny analyticky, a tak vznikly pochybnosti o tom, zda jsou takové případy typické. Roger Penrose, jeden z dalších letošních laureátů Nobelovy ceny, opustil předpoklad sférické symetrie a analyzoval tento problém topologicky [7, 8]. S použitím klíčového pojmu „zachycených povrchů“ (*trapped surfaces*) ukázal, že jakákoli libovolně tvarovaná plocha o poloměru menším než Schwarzschildův poloměr je zachycená plocha, a radiální směr se při průchodu horizontem stává „časovým“. Jakýkoli pozorovatel je pak nevyhnutelně vtažen směrem do středu, kde čas končí. Veškerá hmota tvořící černou díru obývá tento jediný okamžik času – singularitu.

Z úvah o informačním obsahu černých děr vyplývá značný rozpor mezi předpověďmi obecné teorie relativity (OTR) a obecnými koncepty kvantové teorie (např. [9–11]). Je pravděpodobné, že správná kvantová teorie gravitace bude modifikovat předpovědi OTR na škálách srovnatelných s Planckovou délkou, $l_{Pl} = 1,6 \times 10^{-33}$ cm, odstraní koncept centrální singularity a potenciálně zpochybní interpretaci horizontu událostí OTR [12].

Jsou však tyto bizarní objekty teorie relativity v přírodě skutečně pozorovány?

II. Overture: Rentgenové dvojhvězdy a kvasary

Astronomické důkazy existence černých děr se začaly objevovat před šedesáti lety v souvislosti s objevem binárních objektů vydávajících rentgenové záření v Mléčné dráze [13, 14] (nobelovská přednáška 2002) a také vzdálených svítivých „kvazistelárních objektů“ (kvasarů) [15]. Pro asi dva tucty takových binárních objektů bylo z Dopplerovy spektroskopie viditelné primární hvězdy stanoveno, že hmotnost sekundární rentgenové hvězdy musí být významně větší než maximální hmotnost stabilní neutronové hvězdy, tj. větší než asi 2,3 hmotnosti Slunce [16–19]. Binární rentgenové zdroje jsou tedy vynikajícími kandidáty na hvězdné černé díry (*stellar black hole*: SBH). Pravděpodobně vznikají, když masivní hvězda po vyčerpání paliva pro termojadernou fúzi exploduje jako supernova a její kompaktní jádro zkolabuje do černé díry. Měření gravitačních vln z kolabujících binárních hvězd pomocí LIGO² [20, 21] (Nobelova cena 2017) nám nedávno poskytla velmi silný a pravděpodobně definitivní důkaz existence stelárních černých děr.

Svitivosti kvasarů často převyšují celkovou luminozitu celé Mléčné dráhy o tři až čtyři řády. Jejich silná emise o vysoké energii v pásmech UV, X a γ paprsků, jakož i jejich pozoruhodné relativistické výtrysky mohou být nejpříjemněji vysvětleny akrecí hmoty do masivních černých děr (MBH), např. [22–26]. Tyto černé díry mohou přeměnit 7 % (pro nerotující Schwarzschildovu díru) až 43 % (pro maximálně rotující Kerrovu díru) klidové energie dopadající hmoty na záření vně horizontu událostí, což je o jeden až dva řády více, než jaká je účinnost jaderné fúze ve hvězdách. K vysvětlení energetické bilance kvasarů pomocí tohoto mechanismu je potřeba černých děr o hmotnostech 10^8 – 10^9 hmotností Slunce a akreční tok mezi 0,1 a 10 hmotnostmi Slunce za rok. Kvazistelární objekty se nacházejí (bez výjimky) v jádrech velkých hmotných galaxií (např. [27]). Kvasary tak představují nejextrémnější a neefektivnější formu aktivních galaxií.

Pádny experimentální důkaz existence SBH nebo MBH, jak jsou definovány teorií relativity, vyžaduje stanovení gravitačního potenciálu na škále horizontu událostí. Tento gravitační potenciál může být odvozen z prostorově rozlišených měření pohybu tes-



Nobelova cena
za fyziku 2020



¹ Pozn. red.: Autor používá k názvům jednotlivých kapitol italské hudební názvosloví, které zde zachováváme.

² Pozn. red.: LIGO – Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, viz R. Weiss, B. C. Barish, K. S. Thorne: Čs. čas. fyz. 69, 103–143 (2019).

Experimentální úlohy Fyzikální olympiády v době online výuky

Jan Kríž

Ústřední komise FO ČR, Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové, Hradecká 1285, 500 03 Hradec Králové III, jan.kriz@uhk.cz

Nedílnou součástí Fyzikální olympiády jsou i experimentální úlohy. Právě ty představovaly největší problém v době, kdy veškerá výuka na základních a středních školách v České republice, a tedy i soutěže pro talentované žáky probíhaly výhradně v online prostředí. V tomto příspěvku představíme, jak si s touto situací organizátoři Fyzikální olympiády poradili.

Úvod

Fyzikální olympiáda (FO) je tradiční soutěž žáků základních a středních škol v řešení teoretických i experimentálních úloh. O její historii i současné podobě jsme na stránkách Československého časopisu pro fyziku několikrát informovali, viz např. [1]. V současné podobě se objevují experimentální úlohy v domácím kole všech kategorií s výjimkou nejnižší kategorie G – Archimediády, a poté až v ústředním (celostátním) kole nejvyšší kategorie A, určené pro maturanty. Podmínkou postupu do krajského kola (u středoškolských kategorií), resp. do okresního kola (u základěškolských kategorií) je mimo jiné pokus o řešení experimentální úlohy v kole domácím. Úlohy domácího kola bývají koncipovány tak, aby je žák byl schopen vyřešit ve školní fyzikální laboratoři běžné střední či základní školy.

Celosvětovou pandemií onemocnění covidem-19 byl výrazně ovlivněn již 61. ročník FO, který se konal ve školním roce 2019/20. Díky únorovému termínu ústředního kola stihla být kategorie A olympiády kompletně ukončena, ovšem nižší kategorie již nikoliv. Bohužel tak muselo být zrušeno krajské kolo kategorie E (nejvyšší kategorie pro základní školy), takže kategorie E a F skončily okresním kolem, a nejnižší kategorie G – Archimediáda byla zrušena zcela. Ve středoškolských kategoriích nebyla požadována podmínka odevzdání řešení experimentální úlohy pro postup do krajského kola. Krajské kolo středoškolských kategorií B až D pak



Český student měří experimentální úlohu na „online“ Mezinárodní fyzikální olympiádě v roce 2021.

proběhlo společně v online prostředí se stejnými úlohami pro všechny tři kategorie. Řešitelé řešili úlohy doma, pouze podepsali prohlášení o tom, že soutěží čestně podle dohodnutých pravidel. Zcela výjimečně bylo při řešení povoleno používání jakékoliv literatury, včetně internetových zdrojů. Ostatně v květnu 2020 nebylo moc prostředků, jak na dodržování nepoužívání literatury dohlížet.

Poznamenejme zde, že v důsledku pandemie byla zcela zrušena v roce 2020 i Mezinárodní fyzikální olympiáda, zatímco Evropská fyzikální olympiáda proběhla s využitím prostředků komunikace na dálku a v prosinci téhož roku proběhla ještě Mezinárodní distribuovaná fyzikální olympiáda – více podrobností viz [2].

Optimismus organizátorů FO v letních měsících roku 2020 měl za následek to, že se v zadání domácích kol pro 62. ročník FO objevily standardní experimentální úlohy. Následně se opět musela měnit pravidla pro postup do krajských, resp. okresních, kol, a to u kategorií B až F, kdy byl již podruhé stažen požadavek na pokus o řešení experimentální úlohy. V kategorii A byla však v domácím kole zadána úloha, která byla pro soutěžící realizovatelná v domácím prostředí. Byla naprosto nenáročná na pomůcky. Její zadání a autorské řešení přinášíme níže. Inspirací byla úloha zadaná v *Nordic-Baltic Physics Olympiad 2020* (Severobaltská FO), která měla být pořádána v Litvě, viz úloha 5 v dokumentu [3]. Zajímavostí je, že stejnou úlohou se nechali inspirovat i organizátoři slovenské FO a v témže



Experimentální sadu na Mezinárodní fyzikální olympiádě v roce 2021 zaslali litevští organizátoři poštou společně s drobnými dárky.

Fyzikální vzdělávání
Studentské soutěže a práce

Science on Stage

Jitka Houfková, Věra Koudelková

Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, V Holešovičkách 2, Praha 8; jitka.houfkova@matfyz.cuni.cz

12. mezinárodní festival Science on Stage se konal v březnu 2022 v Praze. Sešlo se zde skoro 350 učitelů přírodovědných předmětů, matematiky a informatiky z téměř celé Evropy. Čtyři dny si ukazovali své projekty a nápady do výuky, sdíleli zkušenosti, navazovali nová přátelství a spolupráce a vzájemně se motivovali.

Víte, co je *polydensity bottle* a jak ji využít ve výuce fyziky nebo chemie? Přemýšleli jste někdy o tom, jak dlouho by to trvalo, než „se uvaříte“ v uzavřeném autě stojícím na sluníčku? Zkusili jste fotit přes nádoby s vodou nebo difrakční mřížku? Napadlo vás někdy, jak různorodě se dají využít vejce v přírodovědě na prvním stupni základní školy pro získání zájmu dětí o fyziku? Účastníci a návštěvníci festivalu *Science on Stage 2022*, který se konal na konci března 2022 v Praze, měli příležitost seznámit se nejen s těmito zajímavostmi, ale i se spoustou dalších.

Sešlo se zde skoro tři sta padesát učitelů přírodovědných předmětů, matematiky a informatiky z téměř celé Evropy. Čtyři dny si ukazovali své projekty a nápady do výuky, sdíleli zkušenosti, navazovali nová přátelství a spolupráce a vzájemně se motivovali. Během dne otevřených dveří navíc celou akci navštívilo více než dvě stě českých učitelů a zájemců o přírodovědné vzdělávání. Tento mezinárodní festival, který se koná jednou za dva roky a putuje po různých evropských městech, se v České republice konal poprvé.

Polydensity bottle

V našich „vícehustotových lahvích“ jsou dvě průhledné kapaliny – isopropanol a slaná voda, ve kterých plavou dva druhy korálků s různými hustotami. Podrobnosti a návod na výrobu naleznete například v [4] na straně 112 a 113.



Jednotlivé fáze rozložení korálků v polydensity bottle.



Lahve vyrobené na semináři pro učitele fyziky.

Festival organizoval *Elixír do škol*, z. ú., ve spolupráci se *Science on Stage* s podporou Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy, Jednoty českých matematiků a fyziků a České fyzikální společnosti. Podpora byla nejen finanční – děkujeme za podporu morální i za cenné zkušenosti. Velkým přínosem pro účastníky z různých zemí byli vědci z ČFS, kteří pod vedením doc. RNDr. Jiřího Dolejšího, CSc., a doc. RNDr. Jana Mlynáře, Ph.D., během festivalu diskutovali s účastníky, přispěli mnohými dobrými radami a vysvětleními a zprostředkovali učitelům nejnovější vědecké poznatky a informace ze svých oborů. Na základě jejich expertizy udělila ČFS i jednu z velkých cen festivalu.

Science on Stage – mezinárodní platforma pro učitele přírodních věd

Učitelé tvoří budoucnost. Mohou zvýšit zájem žáků o přírodní vědy a techniku a podpořit jejich kompetence, nebo být naopak důvodem, proč se děti a mladí lidé od těchto předmětů odvracejí. To platí zejména ve světě, který je stále více utvářen technologiemi a digitalizací. Proto *Science on Stage* spolupracuje s učiteli a podporuje je v jejich neustálém profesním rozvoji tím, že jim nabízí různé příležitosti k výměně jejich brilantních nápadů v oblasti výuky STEM (*science-technology-engineering-mathematics*).

Co je Science on Stage

Organizace *Science on Stage* (SonS), dříve *Physics on Stage*, spojuje již přes dvacet let učitele přírodovědných předmětů napříč různými evropskými zeměmi a Kanadou i napříč různými stupni vzdělávání. Od počátku bylo důležité i propojování učitelů a výuky na školách s vědci, moderní vědou a nejnovějšími poznatky. SonS se věnuje šíření dobré praxe mezi učiteli přírodovědných předmětů, matematiky a informatiky v evropském měřítku.

Jednotlivé země zapojené do SonS si samostatně řídí a organizují své národní aktivity, mezi které patří workshopy a setkávání učitelů, lokální a národní festivaly a přehlídky a výběr reprezentantů na mezinárodní festivaly. Na mezinárodní úrovni vše zastřešuje mezinárodní výbor SonS Europe, který podporuje národní organizátory, koordinuje mezinárodní spolupráce a vymýšlí a organizuje mezinárodní projekty. Informace o činnosti, o pořádaných akcích a materiály ke stažení zdarma zveřejňuje SonS Europe na svém webu [1],

O čem psal Čs. čas. fyz. před 50+ lety v roce 1972

vybral Jan Valenta

Pokračujeme v tradici uvedení několika ukázek ze žlutého časopisu, které vyšly před půlstoletím. Vybíráme především ty, které jsou zábavné, inspirativní a zajímavé svým překvapivě velkým, nebo naopak překvapivě malým kontrastem s dneškem. Některé články také připomenou významné, ale i zapomenuté osobnosti československé fyziky.

Čs. čas. fys. 22, 107 (1972) / Appendix

Novoroční poznámky

V březnu [1972] uplyne sto let od vydání prvního čísla Časopisu pro pěstování matematiky a fyziky.¹ Zasvěcený článek M. Brdičky, který je zařazen na prvních stranách tohoto čísla, a případné prostudování prvních ročníků původního časopisu vede k závěru, že se z vydavatelského hlediska k lepšímu za sto let mnoho nezměnilo. Místo Drobných zpráv obstaráváme nyní – s podobnými potížemi – Aktuality, nyníjší na stroji psaný Appendix má výrobní lhůtu delší než tehdejší knihtiskem tištěné celé číslo, a ani zlatky za řešení tehdejších tzv. Cenných úloh časopis už delší dobu neuděluje. A tak je vlastně s podivem, že jsme mohli v minulém čísle referovat o celkem pozitivním výsledku čtenářské ankety pořádané ke stému výročí založení časopisu. Možná, že tedy nezáleží tolik na podmínkách a formách, které jsou dány, ale spíše na tom, co se v nich podaří realizovat; možná, že se fyzikální obec za těch sto let rozvoje fyziky naučila, že tomuto rozvoji prospívá, jsme-li k sobě občas vlídnější, než si zasloužíme.

V tomto ročníku nechystá redakce žádnou změnu v koncepci časopisu, spíše se chceme pokusit – ve shodě s požadavky vyplývajícími z ankety – pečovat o získávání a kvalitní redakční zpracování příspěvků do všech oddílů a tematických skupin článků, které se postupně v časopise vyvinuly. I nadále budeme při tom vděční za Vaši případnou spolupráci...

Vzhledem k jubilejnímu charakteru tohoto ročníku zařadíme letos několik článků věnovaných analýze historie a současného stavu i rozboru pravděpodobných hlavních budoucích směrů rozvoje fyzikálního výzkumu... I nadále bude věnována určitá pozornost psychologickým aspektům rozvíjení tvůrčí osobnosti ve fyzice a konkrétním osobnostem, které svým životem a dílem k rozvoji fyziky výrazně přispěly.

Jubilejní ročník nebude tedy ničím mimořádný, ale snad se podaří, že v něm pro sebe naleznete něco zajímavého.

Zdeněk Málek

¹ [Pozn. red. 2022] Viz nedávný článek ke 150. výročí Časopisu, J. Valenta: Čs. čas. fyz. 72, 373–381 (2022).

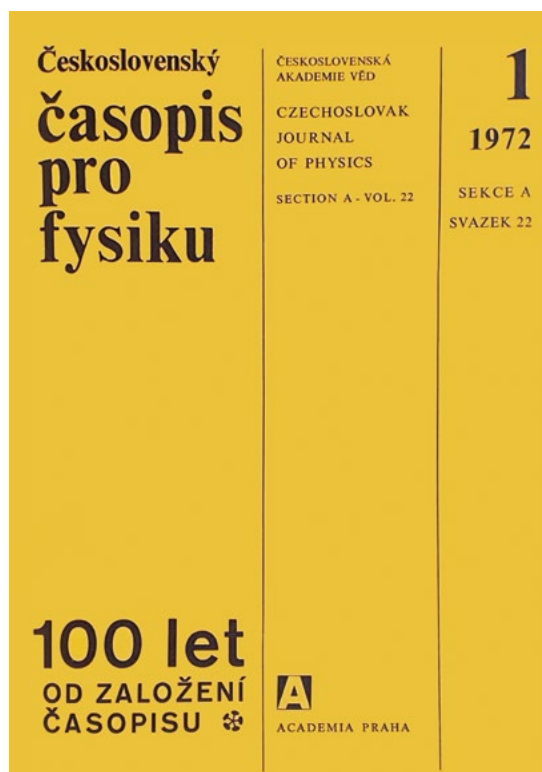
Čs. čas. fys. 22, 74–81 (1972)

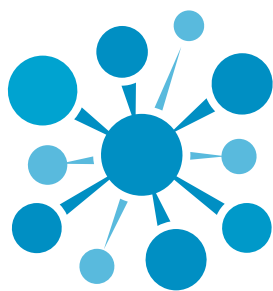
/ Otázky a názory

Budoucnost fyziky²

Byl jsem požádán, abych řekl něco o budoucnosti fyziky. Nebudu se pouštět do dlouhodobého předvídání v měřítku století ... Budu se zabývat převážně experimentální fyzikou. O teorii řeknu jen málo. Není tomu tak proto, že bych nepovažoval teorii za důležitou. Elegantní teorie, spojující matematickou krásu s fyzikální pravdou, je nejvyšší metou všeho našeho snaže-

² Jedná se o překlad proslovu, který měl prof. F. J. Dyson při otevření nových fyzikálních laboratoří na univerzitě v Princetonu 17. 3. 1970, tak jak byl později otištěn ve Physics Today (září 1970). [Pozn. 2022: Zde citujeme jen menší část textu.]





Studený kelímek

Experimentální výzkum těžkých jaderných havárií v Řeži

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Centrum výzkumu Řež se zaměřuje mimo jiné na simulace nestandardních stavů jaderných elektráren – především na těžké havárie reaktorů, při kterých dochází k protavení tlakové nádoby jaderného reaktoru a úniku aktivního jaderného paliva. Tým Jana Hrbka sleduje a analyzuje fyzikální a chemické vlastnosti oxidických směsí tavenin na bázi koría, které je produktem roztaveného paliva a komponent aktivní zóny lehkovodních reaktorů, a jeho chování při míchání s obětním materiálem.

V Řeži nedaleko od Prahy, v sevřeném skalnatém údolí řeky Vltavy, leží areál Ústavu jaderného výzkumu¹. Vlak kopíruje břeh řeky i její zákruty a na zastávce Řež se k výstupu chystá nečekaně mnoho cestujících. Velká většina z nich jsou vědečtí pracovníci, kteří sem dojíždějí. A každý jejich příchod do zaměstnání začíná na praktickém, pod kroky se mírně chvějícím mostku pro pěší, který spojuje zdejší vlakové nádraží a zmiňovaný výzkumný ústav.

Výzkum v ÚJV Řež je orientován především na podporu bezpečného a efektivního provozu energetických zdrojů, zejmé-

na jaderných. Vědci se zde zabývají také bádáním v oblasti nakládání s radioaktivními odpady či vyřazování jaderných zařízení z provozu včetně souvisejících inženýrských prací. Další výzkumnou oblastí jsou vodíkové technologie a také oblast nukleární medicíny – kde probíhá vývoj, výroba a distribuce radiofarmak a do této vývojové skupiny patří i výstavba a provoz center pro pozitronovou emisní tomografii². Výzkum, kterému se budeme v tomto článku věnovat, probíhá v Centru výzkumu Řež, které je dceřinou společností ÚJV, sídlí v areálu ÚJV (stej-

1 ÚJV Řež, a. s.

2 PET



Obr. 1 Ústav jaderného výzkumu leží v malebně sevřeném skalnatém údolí řeky Vltavy.



Jan Hrbek (*1988) získal titul Ph.D. na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni. V disertační práci se zabýval metodami výzkumu vlastností a chování materiálů při teplotách vyšších než 2000 °C se zaměřením na použití při studiu těžkých havárií jaderných reaktorů. Tomuto tématu se věnuje nadále. Za disertační práci obdržel cenu České nukleární společnosti a Skupiny ÚJV. Absolvoval pobyty na Leibnizově univerzitě v Hannoveru, Sibiřské federální univerzitě v Krasnojarsku a Institutu Jožefa Stefana v Lublani. V letech 2014 a 2015 působil jako pracovník vývoje a výzkumu Elektrotechnické zkušebny ETD TRANSFORMÁTORY a.s. Roku 2015 nastoupil do Centra výzkumu Řež, kde od roku 2020 vede vědecko-výzkumnou skupinu zabývající se experimentálním výzkumem těžkých havárií jaderných reaktorů. Od roku 2019 působí zároveň v Centru energetického výzkumu Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Foto: Jana Žďárská

PILATUS

Čeští vědci spolupracují na evropském projektu ekologické výroby fotovoltaiky

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Čeští vědci z Fyzikálního ústavu AV pod vedením dr. Martina Ledinského se zapojili do projektu PILATUS, který je součástí HORIZONT Europe. Cílem tohoto projektu je zvýšení výrobní kapacity fotovoltaických článků v Evropě o 30 %. Bude se jednat o ekologickou výrobu modulů s vysokou účinností, která sníží dopad na životní prostředí. Solární panely budou také vyrobeny s ohledem na recyklaci použitých materiálů a budou splňovat nejprísnejší evropské ekologické požadavky.

V roce 2020 se v Evropě vyrobilo méně než 1 % celosvětové produkce solárních článků. Evropa je kvůli tomu závislá na dovozu solárních článků z Asie – kde se vyrobí více než 97 % křemíkové fotovoltaiky. Přitom se ale právě v Evropě nainstalovalo přes 20 % globální fotovoltaické kapacity. V roce 2022 byl celosvětově kumulativně nainstalován první TWP fotovoltaiky, zatímco pro porovnání v jaderných elektrárnách je to 700 GW. Proto se závislost na dovozu solárních článků z Asie v kontextu nedávných geopolitických událostí jeví jako energetický hazard, který může ukončit evropský zelený sen.

Jak tedy navrátit výrobu fotovoltaických panelů z Číny zpět do Evropy? Pomoci by mohlo grantové schéma – HORIZONT EU s projektem PILATUS, podpořeným částkou ve výši 10,5 milionu eur. Počítá se v něm se zvýšením výrobní kapacity fotovoltaických článků v Evropě o 30 % a současně se snížením dopadu na životní prostředí. Solární panely tak budou vyrobeny s ohledem na recyklaci použitých materiálů a budou splňovat nejprísnejší evropské ekologické požadavky.

Na tříletém projektu PILATUS se podílejí čeští vědci a také instituce z Belgie, Itálie, Německa, Nizozemska, Norska, Švýcarska a Velké Británie. Projekt PILATUS



Ekologické solární panely budou vyráběny s ohledem na recyklaci použitých materiálů a budou splňovat nejprísnejší evropské ekologické požadavky.

využije patentovanou technologii křemíkových solárních článků s kontakty na spodní straně fotovoltaických článků – což je právě doména týmu českých vědců. Osvětlenou stranu článku v tomto případě nestíní žádné neprůhledné kovové kontakty, což v kombinaci s optimální pasivací povrchových defektů umožňuje vyrobit sluneční články s maximální účinností fotovoltaické přeměny vyšší než 26 %. Solární články se zadními kontakty navíc mají jednu přirozenou výhodu – a to, že je tímto způsobem umožněno využít i světlo dopadající na spodní stranu panelu a odrážející se od plochy pod panelem.

V tomto případě by se dalo říci, že vědci vytvoří takové fotovoltaické „ferrari“. „Pokud chceme být konkurenceschopní, musíme přijít s novou, vysoce účinnou a jednoduchou technologií, díky které bude fotovoltaika cenově dostupná a zároveň splní i prísne ekologické požadavky. Proto budeme pro tohle fotovoltaické „ferrari“ využívat z velké části energii z norských vodních elektráren a minimalizovat tak jeho CO₂ stopu,“ vysvětluje Martin Ledinský a dodává: „Roční výrobní kapacita pi-



Nová metoda je založena na silné absorpci světla z modré části spektra v tenkých kontaktech amorfního křemíku.

Foto: René Volfík, FZU AV ČR

Uznání teoretickému fyzikovi

Nušlova cena byla udělena

prof. RNDr. Jiřímu Podolskému, CSc., DSc., z Matematicko-fyzikální fakulty UK

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Česká astronomická společnost udělila Nušlovu cenu za rok 2022. Jejím letošním laureátem se stal prof. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc., z Ústavu teoretické fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy za celoživotní přínos v oblasti teoretické fyziky. Slavnostní předání ceny proběhlo 7. prosince 2022 v Planetum Praha.



Česká astronomická společnost udělila Nušlovu cenu za rok 2022 prof. Jiřímu Podolskému z Ústavu teoretické fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy za jeho celoživotní přínos v oblasti teoretické fyziky. Foto: Jana Žďárská

Nušlova cena je nejvyšším oceněním, jež Česká astronomická společnost (ČAS) uděluje badatelům, kteří se svým celoživotním dílem zasloužili o rozvoj astronomie. Je pojmenována podle významného českého astronoma první poloviny 20. století – univerzitního profesora PhDr. Františka Nušla (3. 12. 1867 – 17. 9. 1951). Ten byl nejen prvním ředitelem hvězdárny v Ondřejově, ředitelem Státní hvězdárny v Praze a dlouholetým předsedou České astronomické společnosti, ale působil také jako profesor astronomie na tehdejší Univerzitě Karlově v Praze.

Prof. RNDr. Jiří Podolský, CSc., DSc.,¹ (1963) se narodil v Mladé Boleslavi, kde v roce 1982 maturoval na gymnáziu. V letech 1982–1987 vystudoval teoretickou (tehdy matematickou) fyziku na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Během vědecké

aspirantury u prof. Bičáka, zakončené roku 1993, studoval v letech 1990–1991 i na University of New Mexico v USA. Na MFF UK se habilitoval (2001) a byl jmenován profesorem (2011), za disertační práci *Gravitational Waves in Cosmology* mu byl Akademií věd ČR udělen vědecký titul DSc. (2006).

Působí na Ústavu teoretické fyziky MFF UK, kde se zabývá výzkumem přesných prostoročasů v Einsteinově obecné relativitě a kvadratické gravitaci, především teorií gravitačních vln a modely černých děr v kosmologii. Na toto téma publikoval více než 100 prací v odborných mezinárodních časopisech a s prof. Griffithsem také monografii *Exact Space-Times in Einstein's General Relativity*, vydanou Cambridge University Press (2009). Absolvoval řadu zahraničních studijních pobytů a participoval na mnoha grantech z oboru relativistické fyziky. Je členem *International Society on General Relativity and Gravitation* (2003), spoluorganizoval její konferenci GR21

¹ J. Podolský, J. Žďárská: Vesmírné a nadčasové otázky vědy. Čs. čas. fyz. 72, 314–329 (2022).

Slunci blíž

rozhovor s astrofyzikem Petrem Heinzelem nejen o naší nejbližší hvězdě

Petr Heinzel¹, Jana Žďárská²

¹ Astronomický ústav AV ČR, Fričova 298, 251 65 Ondřejov; Centrum excellence Vratislavské univerzity, Koperníka 11, 51 622 Wrocław, Polsko; petr.heinzel@asu.cas.cz

² Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Studium hvězd by se pro astrofyziky mohlo zdát téměř zapovězené – to proto, že hvězdy jsou pro detailnější zkoumání opravdu velmi daleko. Ale je tu Slunce – naše nejbližší hvězda. Do jeho výzkumu je zapojeno mnoho vědeckých misí, díky nimž mohou vědci jeho projevy pozorovat v opravdu velkém detailu a výsledky těchto pozorování pak aplikovat i na studium vzdálenějších hvězd. O podrobnostech takového výzkumu jsme hovořili se slunečním astrofyzikem profesorem Petrem Heinzelem ze Slunečního oddělení Astronomického ústavu AV ČR v Ondřejově, který podotýká: „Záření ve sluneční atmosféře, ale i v hvězdných atmosférách obecně a jeho interakce s plazmatem je můj hlavní vědecký zájem. Důležité pro nás je, že můžeme využít veškeré znalosti, které máme o Slunci, a aplikovat je na hvězdy.

■ **Jana Žďárská:** Slunce pohání téměř veškeré procesy probíhající na Zemi. Závisí na něm podnebí, změny teploty i počasí. Spolu s Měsícem se podílí na mořském přílivu a odlivu a napomáhá na zemském povrchu udržet vodu v kapalném stavu. Neúnavně zásobuje povrch Země světlem a teplem. Bez energie Slunce by neprobíhala fotosyntéza. Vy jste celý svůj vědecký život zasvětil právě jeho výzkumu. Mohl byste na začátku našeho rozhovoru popsat, co všechno o naší nejbližší hvězdě již víme?

Petr Heinzel: Na to není snadná odpověď. I když už dlouhá desetiletí pozorujeme na Slunci stejné struktury a jevy, stále jim dost dobře nerozumíme. Situace se ještě dále komplikuje tím, že v posledních desetiletích se výrazně zvýšilo prostorové i časové rozlišení jak pozemních, tak i kosmických pozorování, což bylo nedávno opět dokumentováno na konferenci Hinode/IRIS v Praze¹. Pozorované struktury vidíme ve velkém detailu, na úrovni několika desítek km, a jejich vývoj jsme schopni detekovat na subsekundových časových škálách. Ke Slunci se přiblížila sonda Evropské kosmické agentury² Solar Orbiter a hned první pozorování v EUV³ oblasti ukázala na velmi malé, ale jasné záblesky v koróně, které vědci nazvali „táborové ohně“. Je to, jako když na velké ploše zapálíte mnoho ohničků. Nyní se diskutuje o jejich významu pro ohřev koróny, což je stále jeden z těch nepochopených problémů. V současné době také došlo k významnému pokroku v analýze nových dat použitím sofistikovaných inverzních metod. Máme-li pozorované spektrum včetně po-



Obr. 1 Dort ve tvaru Slunce, plazma ve formě plamínku a při přehřátí hrozící erupce – běželo to snad už tehdy hlavou současnému významnému slunečnímu astrofyzikovi?

larizace, vhodné inverzní metody nám umožní získat informaci, jak se s hloubkou v atmosféře Slunce mění fyzikální parametry plazmatu a také třeba magnetického pole. Neustále se vyvíjejí nové přístroje na pozorování Slunce, zmínil bych zejména japonský satelit Solar-C, kde bude širokopásmový spektrograf od UV až do infra oboru, dále satelit NASA, nazvaný MUSE, což bude mnohošterbinový UV spektrograf. Největší pozemní sluneční dalekohled DKIST o průměru 4 m již začíná na Havaji pravidelně pozorovat. Díky všem těmto přístrojům vidíme na Slunci stále více a více nových detailů, což nás – sluneční astrofyziky – velmi těší a zároveň motivuje.

■ **JŽ:** Slunce je koule žhavého plazmatu, jedná se o hvězdu hlavní posloupnosti, spektrální třídy G2V, žlutého trpaslíka. Jaké procesy na něm probíhají?

1 J. Žďárská: Hinode – důležité poznatky ve výzkumu Slunce. Čs. čas. fyz. 72, 480–483 (2022).

2 ESA – European Space Agency.

3 Extreme Ultra-Violet.

Vzpomínka na Eduarda Schmidta

(prof. RNDr. Eduard Schmidt, CSc., 11. 12. 1935 – 10. 11. 2021)

Dominik Munzar¹ a Petr Dub²

¹ Ústav fyziky kondenzovaných látek, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno; munzar@physics.muni.cz

² Ústav fyzikálního inženýrství, Fakulta strojního inženýrství a CEITEC VUT, Vysoké učení technické v Brně, Technická 2, 616 69 Brno; dub@fme.vutbr.cz

Desátého listopadu 2022 jsme si připomněli první výročí odchodu na věčnost našeho kolegy profesora Eduarda Schmidta.

Eduard Schmidt (obr. 1) se narodil 11. prosince 1935 v Uherském Hradišti. Vystudoval fyziku na Přírodovědecké fakultě Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Brně (tak se tehdy brněnská univerzita nazývala, dále pro jednoduchost všude používáme dnešní název Masarykova univerzita, zkráceně MU). Absolvoval v roce 1958 a o osm let později (1966) získal hodnost kandidáta věd, tedy obdobu dnešního Ph.D., v oboru fyzika pevných látek. Pedagogická a vědecká dráha E. Schmidta je spjata s Masarykovou univerzitou. Začínal jako asistent na Katedře experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty, od roku 1960 do roku 1971 byl vědeckým pracovníkem v Laboratoři fyziky, od roku 1971 odborným asistentem, po roce 1989 pak docentem a profesorem na Katedře fyziky pevných látek, ze které se vyvinul Ústav fyziky kondenzovaných látek. Na jeho vědeckou dráhu měly velký vliv dva zahraniční pobyty: delší na Pennsylvania State University v USA v letech 1968–1969 a kratší na Chalmers University ve Švédsku v roce 1989.

Ve svém výzkumu se E. Schmidt zabýval optickými vlastnostmi pevných látek. Při nástupu do funkce rektora Masarykovy univerzity (obr. 2) tuto oblast fy-



Obr. 2 Inaugurace profesora Schmidta rektorem Masarykovy univerzity. Ve své inaugurační přednášce představil obor svého výzkumu. V pozadí první polistopadový rektor MU profesor Milan Jelínek, napravo dlouholetý pedel MU Jaroslav Gregr. Zdroj: Archiv rodiny E. S.



Obr. 1 Eduard Schmidt ve své pracovně na rektorátu MU. Zdroj: Archiv rodiny E. S.

ziky sám charakterizoval slovy (převzato z [1], v několika místech nepatrně upraveno autory tohoto článku): „Mým oborem je fyzika pevných látek se zaměřením na jejich optické vlastnosti a rád dodávám, že v tradičním dělení na experimentální a teoretickou fyziku jsem dělníkem té první a přítelem té druhé ... Rozsah zájmu současné fyziky je obrovský a zahrnuje snahu o pochopení přírody od submikrosvěta až po vesmír ve smyslu světa jako celku. Někde uprostřed těchto fantastických rozměrů je naše bezprostřední okolí, a podíváme-li se dobře, převažují v něm pevné látky ... Rozmanitost látek tohoto světa a jejich vlastností je taková, že se fyzice pevných látek věnuje relativně největší množství fyziků a jsou na ni vynakládány nepředstavitelně velké finanční částky. Je to však také oblast, kde je ohromné množství užitečných aplikací, které jen potvrzují smysluplnost těchto investic do vědy a vzdělání. Studium optických vlastností látek není nic jiného než studium interakce světla s nimi a tady je třeba si uvědomit, že převážnou část informací o světě kolem nás získáváme díky našemu zraku. Z fyzikálního hlediska je vidě-

Teorie relativity: pro české čtenáře přístupně a na výši doby i po sto letech

Albert Einstein: *Teorie relativity*

(2., doplněné vydání), VUTIUM, Brno 2022. ISBN:978-80-214-5888-8

Není asi přehnané říci, že jméno Alberta Einsteina se stalo synonymem pro génia. Jeho tvář zná snad každý, z fotografií, triček i televizního seriálu. Hodně lidí si asi ve spojení s ním vzpomene i na pojem *teorie relativity*, byť si jej možná leckdo vybaví jen v karikované podobě výroku „všechno je relativní“.

Speciální a obecná teorie relativity přitahují zájem už přes sto let. Potvrzuje to i řada knih na toto téma, od zcela populárních až po ty se slušnou porcí mate-

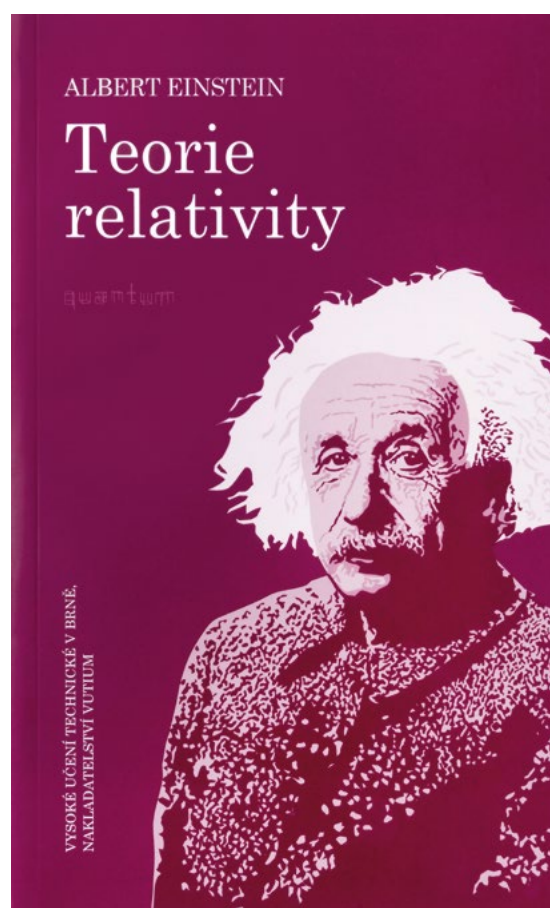
matiky. Kdyby o ně nebyl zájem, určitě by nebyly stále vydávány.

Vyložit teorii přístupně a bez nepřipustného zkreslení ovšem není triviální. (Koneckonců, prý se na tom pozná, jestli jí ten, kdo ji vykládá, opravdu rozumí.) Zájemci o teorii relativity ale měli od počátku štěstí, že se výkladu „těm, kdo se o ni zajímají z obecně vědeckého, filosofického hlediska, aniž ovládají matematický aparát teoretické fyziky“ ujal knihou *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie* sám Albert Einstein již koncem roku 1916. Čeští čtenáři pak měli štěstí, že již v roce 1923 vyšel její český překlad (*Teorie relativity speciální i obecná*, nakladatel Fr. Borový, překlad V. Štíbr), a to dokonce se zvláštní Einsteinovou předmlouvou k českému vydání.

Ve světě nezůstalo u jediného vydání, k některým dalším Einstein ještě přidával dodatky; již ve zmíněném českém vydání je i dodatek o experimentálním ověřování obecné relativity. A vydávání pokračuje dodnes. V nakladatelství Springer můžete koupit 24. německé vydání z roku 2009; na Amazonu lze najít anglické vydání z listopadu 2022, u vydání z roku 2010 (v Dover Books on Physics) je na Amazonu k datu psaní tohoto textu 3 843 čtenářských recenzí. První z těch „top“ má titulky „The most important scientific treatise for the public since 1900“. No nekupte to...

Čeští čtenáři měli štěstí nejen v roce 1923, ale i v novém tisíciletí. V roce 2005 u příležitosti Světového roku fyziky vydalo nakladatelství VUTIM výše uvedený český překlad znovu. Pod názvem *Teorie relativity* obsahovalo navíc i rozsáhlou předmluvu prof. Jana Novotného. Toto vydání už je rozebrané – ale štěstí a nakladatelství VUTIUM se na české čtenáře usmály ještě jednou. V roce 2022, tedy skoro po sto letech od vydání Fr. Borového, vyšla v nakladatelství VUTIUM daná kniha v druhém vydání. A stojí za to!

Jednak a především za to stojí sám Einsteinův text. Ten je prakticky bez úprav převzat z původního překladu V. Štíbra, a tak přináší i krásu zhruba sto let staré češtiny. Viz již první věta první části: „Zajisté jsi se,



Relativistická škola hrou v HaDivadle

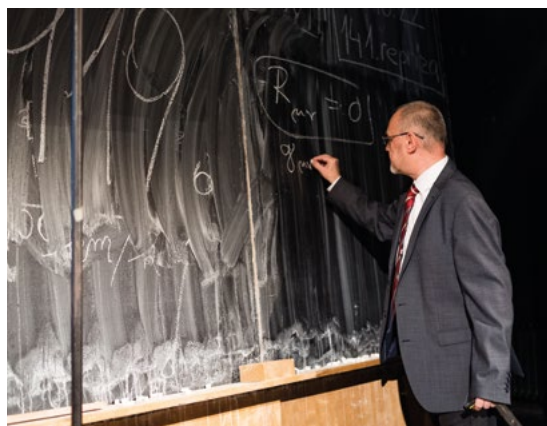
NENECHTE SI UJÍT SKVĚLOU INSCENACI *INDIÁN V OHROŽENÍ*

Jiří Podolský

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

Před třemi lety začal profesor Petr Dub z VUT připravovat pro edici QUANTUM brněnského nakladatelství VUTIUM druhé, doplněné vydání Einsteinovy slavné knihy *Teorie relativity*. Pokládám za velkou čest, že mne oslovil, abych do knihy připojil text o aktuálních objevech gravitačních vln i stoleté historii tohoto oboru. Příspěvek nazvaný *Gravitační vlny aneb co Einstein do své knihy také mohl dát, ale nedal*, vznikl v únoru roku 2020, tedy v depresivní době silící covidové pandemie. Připomeňme, že všechny školy byly tenkrát 11. 3. uzavřeny a další tvrdá opatření, jež převrátila naše životy vzhůru nohama, následovala vzápětí. To také způsobilo, že kniha nakonec vyšla až v létě 2022. Na jejím půvabu, kvalitě a hloubce to ovšem vůbec nic neubralo – jedná se o výtečné nadčasové dílo, viz recenze *Teorie relativity: pro české čtenáře přístupné a na výši doby i po sto letech* od docenta Leoše Dvořáka z MFF UK, otištěná v tomto čísle.

Mírně opožděné vydání knihy sice způsobilo, že v korekturách bylo nutno aktualizovat některá fakta (desítky detekcí gravitačních vln se během oněch dvou let rozrostla na stovku), ale zato se dílo mohlo „na veřejnou část své světočáry“ vydat už v mnohem příznivější době postcovidové. Zejména však mohla být kniha 27. října 2022 veřejně pokřtěna v brněnském HaDivadle během unikátního večera, který spolu s prof. Dubem zorganizovala ředitelka nakladatelství VUTIUM dr. Jana Kořínková. Prostředí divadla i atmosféru chvíle dokumentují snímky, jež pořídil Jan Prokopius.



Vlastní křest se uskutečnil až v samotném závěru dlouhého večera, konkrétně po přednášce, v níž jsem hovořil o géniovi Einsteinovi a jeho pozoruhodné teorii gravitace. Toto více než hodinové „one man show“ (věnované hlavně testům obecné relativity, včetně aktuálních pozorování binárních pulsarů, černých děr a gravitačních vln) zde popisovat nechci. Velmi mě totiž zaujalo, co mé přednášce předcházelo.

Večer věnovaný křtu Einsteinovy knihy *Teorie relativity* začal už v 17:30 famózním divadelním představením *Indián v ohrožení*. Konkrétně to byla 193. repríza (!) kultovního díla, které mělo v HaDivadle premiéru již v roce 2008. Mysleli byste si, že není možné napsat divadelní hru o fyzice, dokonce o teoretické fyzice? A když už vznikne, kdo a proč by na ni vůbec šel? A že by se při hře na toto všeobecně nepochopitelné téma divák poučil a současně i skvěle pobavil? To už se zdá být jako čirá fantazie! Nuže vězte, že právě taková fantazie se již patnáctým rokem odehrává na brněnské experimentální scéně se specificky „hadiadelní“ poetikou.

Pokud jde o vnitřní strukturu, hra trvající bez přestávky 80 minut má (podobně jako v inscenacích Divadla Jára Cimrmana) dvě odlišné části: první tvoří „školní“ přednáška o Einsteinově speciální a obecné teorii relativity, druhá část hry je pak doslova relativistickou féerií. V obou částech je nutné velmi ocenit výkony herců, v čele s „panem profesorem“ Milošem Černouškem alias Cyrilem Drozdou. Díky herecké profesionalitě divák záhy uvěří, že Newtonově fyzice i Einsteinově relativitě dobře rozumí a snaží se vše pěkně vysvětlit. Monology a repliky jsou přítomny z odborného i pedago-

Učebnice *Laserová fyzika a nelineární optika* autorů Petra Malého a Františka Trojánka

Petr Malý a František Trojánek: *Laserová fyzika a nelineární optika*.

MatfyzPress, Praha 2022, 390 stran.

Lasery a nelineární optika představují důležitou součást moderních technologií. S jejich aplikacemi se setkáváme téměř na každém kroku. Krásným příkladem je zelené laserové ukazovátko, které v sobě většinou skrývá polovodičový čerpací laser, pevnolátkový laser a generaci druhé harmonické frekvence. Lasery a nelineární optické jevy jsou také hojně využívány v nejrůznějších oblastech výzkumu. Proto je nezbytné vychovávat pro tuto oblast optiky nové vysoce kvalifikované odborníky, zaměřené jak na další výzkum, tak na praktické aplikace.

Kniha Petra Malého a Františka Trojánka vyplňuje mezeru v česky psané odborné literatuře. Je nejen kvalitní učebnicí pro kurs *Základy kvantové a nelineární optiky*, vyučovaný na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze, ale také bohatým zdrojem informací pro magisterské a doktorské studenty fyzikálních a inženýrských oborů na jiných vysokých školách, jakož i pro odborníky, kteří ve své práci využívají lasery a moderní optické metody od spektroskopie po optické komunikace.

Publikace sestává ze dvou částí: *Laserová fyzika* a *Nelineární optika*. Vysvětluje základní fyzikální principy fungování laserů a nelineárních optických procesů, včetně teorie interakce záření s látkou, popisu optických rezonátorů, výkladu kinetických rovnic laseru a rovnic vázaných vln v nelineární optice. Diskutovány jsou kon-

krétní typy laserů a podrobně analyzovány nejdůležitější nelineární optické jevy a stimulované rozptyly. Výklad je veden jasným a srozumitelným způsobem. Je přiměřeně intuitivní, přístupný pro studenty, ale zároveň dostatečně rigorózní. Výchozí fakta a rovnice jsou patřičně okomentovány a jsou uvedeny odkazy na odpovídající učebnice a původní odbornou literaturu. Odvození jsou poměrně podrobná, postupují krok za krokem, vždy je zdůrazněno, jaké jsou použity aproximace. Vedle docela důkladné teoretické průpravy obsahuje text i mnoho experimentálně a prakticky orientovaných poznámek a příkladů, jakož i hluboký fyzikální vhled do problematiky.

Laserová fyzika

Tato část začíná stručným historickým přehledem – například je zde uveden seznam Nobelových cen souvisejících s laserovou fyzikou. Následuje základní popis interakce světla s látkou, mimo jiné jsou vysvětleny Einsteinovy koeficienty, zmíněny Rabiho oscilace a popsán tvar spektrální čáry přechodu. Rozsáhlá kapitola je věnována formulaci a řešení kinetických rovnic laseru. Diskutován je také práh laseru, saturace zisku a homogenní a nehomogenní rozšíření spektrální čáry přechodu. Dále jsou zrekapitulovány klíčové vlastnosti optických rezonátorů s ohledem na jejich použití v laserech. Jsou popsány nejdůležitější typy rezonátorů, diskutována stabilita rezonátoru, shrnuty vlastnosti Gaussova svazku jakožto řešení pole v rezonátoru se dvěma kulovými zrcadly, dále vlastnosti Gaussových–Hermiteových a Gaussových–Laguerrových svazků, zmíněn je také formalismus ABCD matice a selekce příčných a podélných módů. V kapitole o dynamickém chování laseru je zkoumána stabilita laseru ve stacionárním režimu, ale také různé způsoby Q-spínání a synchronizace módů za účelem získání ultrakrátkých pulsů. V další, technicky poměrně hutné kapitole je shrnuta semiklasická teorie laseru, která vychází z klasického popisu elektromagnetického pole a kvantového popisu dvouhladinového atomu. Pro jednomódový laser jsou odvozeny kinetické rovnice. Zajímavá je podkapitola o deterministickém chaosu v laserech. Poslední kapitola



František Trojánek a Petr Malý (v popředí) na meetingu EU projektu NASCEnt v Bologni roku 2012. Foto: J. Valenta

Obsah a autorský rejstřík

Čs. čas. fyz. sv. 72 (2022)

číslo 1	str. 1–78	číslo 4	str. 255–340
číslo 2	str. 79–164	číslo 5	str. 341–420
číslo 3	str. 165–254	číslo 6	str. 421–506

Obsah

Aktuality

Jiří Limpouch: Významný pokrok ve výzkumu inerciální termojaderné syntézy	1 8
Václav Janiš: Komplexita a neuspořádanost ve fyzikálních systémech od atomárních po planetární škály	1 14
Stanislav Daniš: Fyzikální ohlédnutí za rokem 2021	2 99
Petr Vácha, Sebastian Nývlt, Roman Koryčanský: Projekt českého vysokoteplotního jaderného reaktoru HeFASTo	3 177
Miroslav Dočkal: Nový radionuklid pro léčbu nádorů připravují v Řeži	5 344
Miloslav Dušek: Strašidelné působení na dálku aneb Nobelova cena za fyziku v roce 2022	6 427

Fyzikální vzdělávání

Leoš Dvořák, Miloš Rotter: Kilogram, Kibblovy váhy a jak je přiblížit studentům	1 21
Jiří Podolský, Aleš Trojánek: Paradox dvojčat jako pedagogický problém	1 27
Martin Tomáš: Využití přístrojového vybavení laboratoře pro vodíkové palivové články v přípravě učitelů fyziky	1 37
Jana Jurmanová: Veletrh nápadů učitelů fyziky – dvacátý šestý skončil, ať žije dvacátý sedmý!	2 124
Jakub Vošmera: Kulová hvězdokupa Messier 13 jako úloha astronomické olympiády	2 127
Jiří Růžička, Jan Valenta: Keplerovo jméno na Pohořelci stále žije	2 130
Karol Jesenák: Termobarické zbrane	3 184
Ivan Pelant, Jan Valenta: Švejk a fyzika. Inspirace v devadesát let starých skriptech z Vojenské akademie v Hranicích	3 187

Renata Holubová: Fermiho úlohy jako prostředek motivace žáků ve výuce fyziky	3 191
Milan Řípa: Ronald Richter a Oleg A. Lavrentěv – iniciátoři výzkumu jaderné fúze	3 196
Vojtěch Žák: Hustota na několik fyzikálních způsobů	4 294
David Omrai: Hisako Kojama – život a dílo pozorovatelky slunečních skvrn	4 298
Pavla Wegenkittlová, Vladimír Vochozka: Praktická úloha okresního kola FO kategorie G 2022	5 366
Anežka Čechová, Aleš Opl: Jubilejní 10. letní tábor korespondenčního semináře Výfuk	5 369
Renata Holubová: Veletrh nápadů učitelů fyziky 27	5 371
Pavla Musilová, Jana Musilová: „Princip nezávislosti pohybů“ a „skládání rychlostí“ ve výuce fyziky	6 434
Roman Chváta, Alice Nováková, Vladislav Lang, Anna Krčmářová, Jan Šroub: Využití termokamer nejen ve výuce fyziky	6 446
Tomáš Gráf, Radka Křížová, Jakub Vošmera: 15. ročník Mezinárodní olympiády v astronomii a astrofyzice	6 451
Alena Šolcová, Jan Valenta: Thomas Alva Edison – nejslavnější vynálezce. Návštěva T. A. Edisona v českých zemích před 111 lety a jeho uctívání v české společnosti a kultuře	6 455
Martin Hemelík: Ing. Dr. h. c. Emil Kolben (1862–1943)	6 464

Historie fyziky

František Jáchim: Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811–1877)	1 41
Vladimír Štefl: Keplerovy představy o dynamice pohybu planet	3 201

Vladimír Hnatowicz, Jiří Vacík: Neutron – částice, která změnila svět	3 208
Aleš Lacina: Jean Baptiste Perrin (1870–1942)	3 219
Jan Valenta: Vznik a profilování prvního českého matematicko-fyzikálního vědecko-popularizačního časopisu	5 373
Filip Grygar: Werner Heisenberg a nacistický uranový projekt 1939–1945	5 382
Vladimír Štefl: Keplerova učebnice Souhrn koperníkovské astronomie	6 472

Jiné

Red.: Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 71 (2021)	1 73
---	------

Lidé a fyzika

Jan Hladký: Zemřel úspěšný technik Ivan Lehrs	1 69
Jan Hladký: Nedožití devadesátiny prof. RNDr. Ladislava Roba, DrSc.	2 156
Jan Valenta: Sto let od narození teoretika excitonových jevů prof. Miroslava Trlifaje	2 159
Jan Hladký: Nedožitých 90 let RNDr. Jiřího Vrány, CSc.	3 250
Jan Valenta (ed.): Jan Tauc – autobiografické poznámky	4 330
Jiří Hlinka, Jan Fábry: Zemřel laskavý profesor, který rozpoznal tajemství symetrie doménových stěn	5 417
Jan Hladký: Osmdesátiny Ing. Stanislava Pospíšila, DrSc.	6 501

Metody a přístroje

Karol Jesenák: Lesk a bída laboratorních digestorů	5 362
--	-------

Nobelovova cena za chemii 2019

Tisková zpráva Královské švédské akademie věd: Nobelova cena za chemii pro rok 2019: Dobíjecí lithium-iontové baterie	4 265
---	-------

- Michael Stanley Whittingham:
Zrození lithiové baterie 4 267
- John B. Goodenough: Cesta k objevu
vhodných materiálů pro katodu
dobíjecí Li⁺-iontové baterie 4 276
- Akira Jošino: Stručná historie
a budoucnost lithioiontových
baterií 4 281

Otázky a názory

- Patrik Novotný: Smutné úsměvy
technooptimistů 1 4
- Jaroslav Nešetřil, Helena Nešetřilová:
Poznámky k Mendelově
matematice 3 168
- Jan Maršálek, Zdeněk Konopásek,
Lukáš Hadwiger Zámečník: Kolik
fyziky se vejde do vývěvy (a co
všechno do fyziky)? 6 424

Recenze

- Miroslav Dočkal: Greenova fyzikální
meditace 4 339
- Jiří Spousta: Mechanika pro vysoké
školy (ale vlastně skoro pro
každého) 5 420

Referáty

- Gregor Bánó, Pavol Miškovský,
Marián Antalík, Zoltán Tomori,
Pavel Zemánek, Gabriel Žoldák:
Dr. Ashkin: dlhá cesta optickéj
pinzety k Nobelovej cene 2 82
- Jiří Chýla: Druhá tvář Giorgia
Parisiho 2 89
- Petr Bouchal, Zdeněk Bouchal:
Optika duhy a pokročilé
ovládání světla. Analogie vzniku
světelných vřív v anizotropních
nanostrukturách a vodních
kapkách 4 258
- Michal Žák: Městské klima ve střední
Evropě 5 348

Rozhovor

- Jana Žďárská: Nebeské úkazy
nepočkají, až se vyspíte. Rozhovor
s Pavlem Suchanem 1 61
- Jan Vondrák, Jana Žďárská:
Astrometrická pozorování.
Rozhovor s Janem Vondrákem 2 145
- Jan Fischer, Jana Žďárská: Jan Fischer
známý neznámý. Rozhovor s Janem
Fischerem 3 239
- Jiří Podolský, Jana Žďárská:
Vesmírné a nadčasové otázky vědy,
s Jiřím Podolským o vzdělávání
i bádání na poli astronomie
a fyziky 4 314
- Jan Valenta, Jana Žďárská: Jak
minimalizovat nejistotu měření.
Rozhovor s Janem Valentou 5 408

- Filip Grygar, Jana Žďárská: Filosof si
nemůže dovolit jinak myslet a jinak
žít. Rozhovor s Filipem Grygarem 6 489

Úvodník

- Jan Valenta: Sans refaire – od templářů
k teleskopu Jamese Webba 1 1
- Jan Valenta: O něčem jiném – náhodě
i umění vést a odcházet 2 79
- Jan Valenta: Everywhere-office neboli
všudepracovna 3 165
- Jan Valenta: Příležitost dělá
predátora 4 255
- Jan Valenta: Když fakulta slaví
kulatiny, co jí popřejete? 5 341
- Jana Žďárská: Když se řekne
hvězdárna 6 421

Zkratka

- Eduard Hulicius, Jan Valenta:
Polovodičové lasery – nejmenší,
nejpočetnější a neúčinnější 4 287

Zprávy

- Red.: Druhý ročník Cen Albertus
pro mimořádné učitele fyziky
a informatiky 1 51
- Jana Žďárská: Cena Doctorandus
za přírodní vědy pro Libora
Šmejkalu 1 52
- Jana Žďárská: Bačkorový astronom
na cestách za tmou 1 54
- Jana Žďárská: Dotkni se (exo)planet... 1 56
- Jana Žďárská: Může astronomie
pomoci s hledáním nalezišť ropy
a plynu? 1 59
- Jana Žďárská: NAFTA – na fyziku
v týmu 2 134
- Jana Žďárská: PlasmaLab@CTU –
nová laboratoř na FJFI 2 136
- Alena Šolcová, Jan Valenta: Pražské
oslavy 450 let od narození Johanna
Keplera 2 139



- Jana Žďárská: Mezinárodní
konferencia 150 rokov hviezdárne
v Hurbanove 2 141
- Jana Žďárská: Komunikace vědy očima
britských popularizátorů 2 143
- Jana Žďárská: Einstein opět v Praze –
fyzika v seriálu Génius 3 229
- Jana Žďárská: Hvězdní vítězové. Ceny
Jindřicha Zemana a Jindřicha
Zemana Junior byly uděleny 3 231
- Jana Žďárská: Zrcadlo kosmu.
Po sedmdesáti letech spatří světlo
světa kniha Antonína Bečváře 3 234
- Jana Žďárská: Velké oči malých vědců.
Odborný seminář k 5. výročí
odchodu Jaroslava Trnky 3 236
- Jana Žďárská: Hmotnostní spektrometr
HANKA. Světově unikátní
spektrometr s vysokým rozlišením,
určený pro analýzy vesmírných
částic 4 302
- Jana Žďárská: Využití atmosférických
reanalýz pro odhady budoucího
vývoje klimatu 4 304
- Jan Valenta: Dvacátý sjezd Jednoty
českých matematiků a fyziků
a předávání Cen Milana Odehnala
České fyzikální společnosti 4 306
- Jana Žďárská: Týden vědy na FJFI
ČVUT 4 310
- Jana Žďárská: Současná česká
astronomická fotografie 4 312
- Marie Fojtíková, Jana Musilová:
Milion na podporu fyzikálního
vzdělávání. Cena Martina
Černohorského za přínos
fyzikálnímu vzdělávání 5 393
- Jana Žďárská: Kde končí vesmír?
Od historie po současnost hvězdárny
v Hradci Králové 5 394
- Jana Žďárská: Mise DART. Ondřejovští
astronomové se podílejí na misi
NASA Double Asteroid Redirection
Test 5 398
- Jana Žďárská: Perovskity. Čeští vědci
objasnili, jak zvýšit životnost
a účinnost solárních článků 5 400
- Jana Žďárská: Vize TRL Space – dostat
českou vlajku na Měsíc 5 402
- Jana Žďárská: Gymnázium Christiana
Dopplera – špičkové vzdělávání
v oborech matematiky, fyziky
a živých jazyků 5 405
- Aleš Trojáněk: XX. seminář o filosofic-
kých otázkách matematiky a fyziky 6 479
- Jana Žďárská: Hinode – důležité
poznatky ve výzkumu Slunce 6 480
- Jana Žďárská: 60 let na Cihelném
vrchu, reportáž z oslav narozenin
hvězdárny Josefa Sadila
v Sedlčanech 6 484
- Jana Žďárská: Vesmír blíže lidem, ESO
očima fotoambasadora ESO 6 487

Autorský rejstřík

A

M. Antalík viz G. Bánó a kol. 2 82

B

G. Bánó, P. Miškovský, M. Antalík, Z. Tomori, P. Zemánek, G. Žoldák: *Dr. Ashkin: dlhá cesta optické pinzety k Nobelovej cene* 2 82

P. Bouchal, Z. Bouchal: *Optika duhy a pokročilé ovládání světla. Analogie vzniku světelných vírů v anizotropních nanostrukturách a vodních kapkách* 4 258

Z. Bouchal viz P. Bouchal 4 258

Č

A. Čechová, A. Opl: *Jubilejní 10. letní tábor korespondenčního semináře Výfuk* 5 369

D

S. Daniš: *Fyzikální ohlédnutí za rokem 2021* 2 99

M. Dočkal: *Greenova fyzikální meditace* 4 339

M. Dočkal: *Nový radionuklid pro léčbu nádorů připravují v Řeži* 5 344

M. Dušek: *Strašidelné působení na dálku aneb Nobelova cena za fyziku v roce 2022* 6 427

L. Dvořák, M. Rotter: *Kilogram, Kibblovy váhy a jak je přiblížit studentům* 1 21

F

J. Fábry viz J. Hlinka 5 417

J. Fischer, J. Žďárská: *Jan Fischer známý neznámý. Rozhovor s Janem Fischerem* 3 239

M. Fojtíková, J. Musilová: *Milion na podporu fyzikálního vzdělávání. Cena Martina Černohorského za přínos fyzikálnímu vzdělávání* 5 393

G

J. B. Goodenough: *Cesta k objevu vhodných materiálů pro katodu dobíjecí Li⁺-iontové baterie* 4 276

T. Gráf, R. Křížová, J. Vošmera: *15. ročník Mezinárodní olympiády v astronomii a astrofyzice* 6 451

F. Grygar: *Werner Heisenberg a nacistický uranový projekt 1939–1945* 5 382

F. Grygar, J. Žďárská: *Filosof si nemůže dovolit jinak myslet a jinak žít. Rozhovor s Filipem Grygarem* 6 489

H

L. Hadwiger Zámečník viz J. Maršálek a kol. 6 424

M. Hemelík: *Ing. Dr. h. c. Emil Kolben (1862–1943)* 6 464

J. Hladký: *Zemřel úspěšný technik Ivan Lehraus* 1 69

J. Hladký: *Nedožitě devadesátiny prof. RNDr. Ladislava Roba, DrSc.* 2 156

J. Hladký: *Nedožitých 90 let RNDr. Jiřího Vrány, CSc.* 3 250

J. Hladký: *Osmdesátiny Ing. Stanislava Pospíšila, DrSc.* 6 501

J. Hlinka, J. Fábry: *Zemřel laskavý profesor, který rozpoznal tajemství symetrie doménových stěn* 5 417

V. Hnatowicz, J. Vacík: *Neutron – částice, která změnila svět* 3 208

R. Holubová: *Fermiho úlohy jako prostředek motivace žáků ve výuce fyziky* 3 191

R. Holubová: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 27* 5 371

E. Hulicius, J. Valenta: *Polovodičové lasery – nejmenší, nejpočetnější a neúčinnější* 4 287

Ch

R. Chvátal, A. Nováková, V. Lang, A. Krčmářová, J. Šroub: *Využití termokamer nejen ve výuce fyziky* 6 446

J. Chýla: *Druhá tvář Georgia Parisiho* 2 89

J

F. Jáchim: *Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811–1877)* 1 41

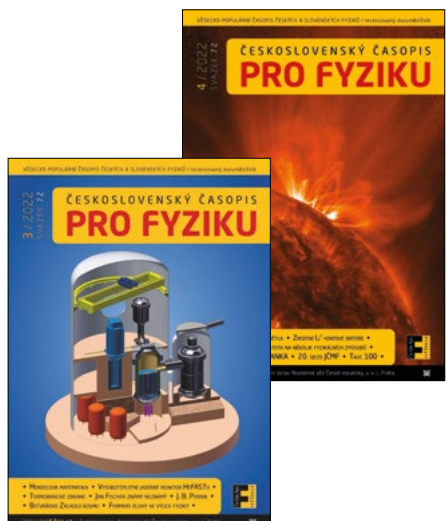
V. Janiš: *Komplexita a neuspořádanost ve fyzikálních systémech od atomárních po planetární škály* 1 14

K. Jesenák: *Termobarické zbrane* 3 184

K. Jesenák: *Lesk a bieda laboratorních digestorů* 5 362

A. Jošino: *Stručná historie a budoucnost lithioiontových baterií* 4 281

J. Jurmanová: *Veletrh nápadů učitelů fyziky – dvacátý šestý skončil, ať žije dvacátý sedmý!* 2 124



K

Z. Konopásek viz J. Maršálek a kol. 6 424

R. Koryčanský viz P. Vácha a kol. 3 177

Královská švédská akademie věd – tisková zpráva: *Nobelova cena za chemii pro rok 2019: Dobíjecí lithium-iontové baterie* 4 265

A. Krčmářová viz R. Chvátal a kol. 6 446

R. Křížová viz T. Gráf a kol. 6 451

L

A. Lacina: *Jean Baptiste Perrin (1870–1942)* 3 219

V. Lang viz R. Chvátal a kol. 6 446

J. Limpouch: *Významný pokrok ve výzkumu inerciální termojaderné syntézy* 1 8

M

J. Maršálek, Z. Konopásek, L. Hadwiger Zámečník: *Kolik fyziky se vejde do vývěvy (a co všechno do fyziky)?* 6 424

P. Mikšovský viz G. Bánó a kol. 2 82

J. Musilová viz M. Fojtíková 5 393

J. Musilová viz P. Musilová 6 434

P. Musilová, J. Musilová: *„Princip nezávislosti pohybů“ a „skládání rychlostí“ ve výuce fyziky* 6 434

N

H. Nešetřilová viz J. Nešetřil 3 168

J. Nešetřil, H. Nešetřilová: *Poznámky k Mendelově matematice* 3 168

A. Nováková viz R. Chvátal a kol. 6 446

P. Novotný: *Smutné úsměvy technooptimistů* 1 4

S. Nývlt viz P. Vácha a kol. 3 177

O

D. Omrai: *Hisako Kojama – život a dílo pozorovatelky slunečních skvrn* 4 298

A. Opl viz A. Čechová 5 369

P

I. Pelant, J. Valenta: *Švejka a fyzika. Inspirace v devadesát let starých skriptech z Vojenské akademie v Hranicích* 3 187

J. Podolský, A. Trojánek: *Paradox dvojčat jako pedagogický problém* 1 27

J. Podolský, J. Žďárská: *Vesmírné a nadčasové otázky vědy, s Jiřím Podolským o vzdělávání i bádání na poli astronomie a fyziky* 4 314

R

Red.: *Druhý ročník Ceny Albertus pro mimořádné učitele fyziky a informatiky* 1 51

Red.: Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 71 (2021)	1 73
M. Rotter viz L. Dvořák	1 21
J. Růžicka, J. Valenta: Keplerovo jméno na Pohořelci stále žije	2 130

R

M. Řípa: Ronald Richter a Oleg A. Lavrentěv – iniciátoři výzkumu jaderné fúze	3 196
---	-------

S

J. Spousta: Mechanika pro vysoké školy (ale vlastně skoro pro každého)	5 420
--	-------

Š

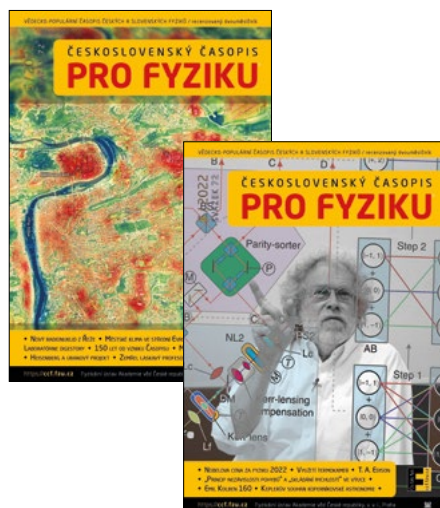
A. Šolcová, J. Valenta: Pražské oslavy 450 let od narození Johanna Keplera	2 139
A. Šolcová, J. Valenta: Thomas Alva Edison – nejslavnější vynálezce. Návštěva T. A. Edisona v českých zemích před 111 lety a jeho uctívání v české společnosti a kultuře	6 455
J. Šroub viz R. Chváta a kol.	6 446
V. Štefl: Keplerovy představy o dynamice pohybu planet	3 201
V. Štefl: Keplerova učebnice Souhrn koperníkovské astronomie	6 472

T

M. Tomáš: Využití přístrojového vybavení laboratoře pro vodíkové palivové články v přípravě učitelů fyziky	1 37
Z. Tomori viz G. Bánó a kol.	2 82
A. Trojáněk viz J. Podolský	1 27
A. Trojáněk: XX. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky	6 479

V

J. Vacík viz V. Hnatowicz	3 208
P. Vácha, S. Nývlt, R. Koryčanský: Projekt českého vysokoteplotního jaderného reaktoru HeFASTo	3 177
J. Valenta: Sans refaire – od templářů k teleskopu Jamese Webba	1 1
J. Valenta: O něčem jiném – náhodě i umění vést a odcházet	2 79
J. Valenta viz J. Růžicka	2 130
J. Valenta viz A. Šolcová	2 139
J. Valenta: Sto let od narození teoretika excitonových jevů prof. Miroslava Trlifaje	2 159
J. Valenta: Everywhere-office neboli všudepracovna	3 165
J. Valenta viz I. Pelant	3 187
J. Valenta: Příležitost dělá predátora	4 255
J. Valenta viz E. Hulicius	4 287
J. Valenta: Dvacátý sjezd Jednoty českých matematiků a fyziků	



a předávání Cen Milana Odehnala České fyzikální společnosti	4 306
J. Valenta (ed.): Jan Tauc – autobiografické poznámky	4 330
J. Valenta: Když fakulta slaví kulatiny, co jí popřejete?	5 341
J. Valenta: Vznik a profilování prvního českého matematicko-fyzikálního vědecko-popularizačního časopisu	5 373
J. Valenta, J. Žďárská: Jak minimalizovat nejistotu měření. Rozhovor s Janem Valentou	5 408
J. Valenta viz A. Šolcová	6 455
V. Vochozka viz P. Wegenkittlová	5 366
J. Vondrák, J. Žďárská: Astrometrická pozorování. Rozhovor s Janem Vondrákem	2 145
J. Vošmera: Kulová hvězdokupa Messier 13 jako úloha astronomické olympiády	2 127
J. Vošmera viz T. Gráf a kol.	6 451

W

P. Wegenkittlová, V. Vochozka: Praktická úloha okresního kola FO kategorie G 2022	5 366
M. S. Whittingham: Zrození lithiové baterie	4 267

Z

P. Zemánek viz G. Bánó a kol.	2 82
-------------------------------	------

Ž

M. Žák: Městské klima ve střední Evropě	5 348
V. Žák: Hustota na několik fyzikálních způsobů	4 294
J. Žďárská: Cena Doctorandus za přírodní vědy pro Libora Šmejkal	1 52
J. Žďárská: Bačkorový astronom na cestách za tmou	1 54
J. Žďárská: Dotkni se (exo)planet...	1 56
J. Žďárská: Může astronomie pomoci s hledáním nalezišť ropy a plynu?	1 59

J. Žďárská: Nebeské úkazy nepočkají, až se vyspíte. Rozhovor s Pavlem Suchanem	1 61
J. Žďárská: NAFTA – na fyziku v týmu	2 134
Jana Žďárská: PlasmaLab@CTU – nová laboratoř na FJFI	2 136
J. Žďárská: Mezinárodní konference 150 roků hvězdárne v Hurbanově	2 141
J. Žďárská: Komunikace vědy očima britských popularizátorů	2 143
J. Žďárská viz J. Vondrák	2 145
J. Žďárská: Einstein opět v Praze – fyzika v seriálu Génius	3 229
J. Žďárská: Hvězdní vítězové. Ceny Jindřicha Zemana a Jindřicha Zemana Junior byly uděleny	3 231
J. Žďárská: Zrcadlo kosmu. Po sedmdesáti letech spatří světlo světa kniha Antonína Bečváře	3 234
J. Žďárská: Velké oči malých vědců. Odborný seminář k 5. výročí odchodu Jaroslava Trnky	3 236
J. Žďárská viz J. Fischer	3 239
J. Žďárská: Hmotnostní spektrometr HANKA. Světově unikátní spektrometr s vysokým rozlišením, určený pro analýzy vesmírných částic	4 302
J. Žďárská: Využití atmosférických reanalýz pro odhady budoucího vývoje klimatu	4 304
J. Žďárská: Týden vědy na FJFI ČVUT	4 310
J. Žďárská: Současná česká astronomická fotografie	4 312
J. Žďárská viz J. Podolský	4 314
J. Žďárská: Kde končí vesmír? Od historie po současnost hvězdárny v Hradci Králové	5 394
J. Žďárská: Mise DART. Ondřejovští astronomové se podílejí na misi NASA Double Asteroid Redirection Test	5 398
J. Žďárská: Perovskity. Čeští vědci objasnili, jak zvýšit životnost a účinnost solárních článků	5 400
J. Žďárská: Vize TRL Space – dostat českou vládku na Měsíc	5 402
J. Žďárská: Gymnázium Christiana Dopplera – špičkové vzdělávání v oborech matematiky, fyziky a živých jazyků	5 405
J. Žďárská viz J. Valenta	5 408
J. Žďárská: Když se řekne hvězdárna	6 421
J. Žďárská: Hinode – důležité poznatky ve výzkumu Slunce	6 480
J. Žďárská: 60 let na Cihelném vrchu, reportáž z oslav narozenin hvězdárny Josefa Sadila v Sedlčanech	6 484
J. Žďárská: Vesmír blíže lidem, ESO očima fotoambasadora ESO	6 487
J. Žďárská viz F. Grygar	6 489
G. Žoldák viz G. Bánó a kol.	2 82