

5 / 2021
SVAZEK 71

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**[®]

- ANTROPOGENNÍ PERSPEKTIVA • HEISENBERGŮV MAGICKÝ KROK • ZÁKONY POHYBU PLANET OD KEPLERA PO NEWTONA • HODNOCENÍ OBTÍŽNOSTI UČEBNIC
- ČARO FYZIKÁLNÍCH OBRAZOV • ZNOVUZROZENÍ HVĚZDÁRNÝ ŽEBRÁK •



Abstracts of selected articles

Tomáš Mančal: Heisenberg's magic step

In 1925 Werner Heisenberg (1901–1976) published a breakthrough article Über die quantumtheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen (Quantum-theoretical re-interpretation of kinematic and mechanical relations), in which he finalized the efforts of a number of outstanding physicists to overcome the clear problems of using classical mechanics to explain atomic phenomena. Quantum mechanics, the theory which still raises both admiration and resentment, could then be created in its modern form. The circumstances of the origin and motivation of Heisenberg's paper are wrapped in myths and mystery. Some of these we try to uncover in this contribution based on the results of historical research and reconstruction of the main ideas of the paper, with minimal mathematics using original notation. A complete translation of the Heisenberg's paper into Czech language has been made, the reading of which, is aided by this contribution.

Eduard Hulicius, Jan Valenta: Epitaxy – growth of crystalline layers on monocrystalline substrates

Epitaxy is a method of growing (depositing) 2D, 1D or 0D crystalline structures on (monocrystalline) substrates. One can distinguish homoepitaxy – when the growing layer has the same chemical composition as the substrate – and heteroepitaxy – when the growing layer has a different composition from substrate or underlying layer. The main advantages of epitaxy, are the superior quality of the grown material (compared with crystallization from melts), the ability to prepare mixed/alloyed materials, which are otherwise impossible to grow, and the growth of well-controlled combinations of hetero-

geneous and nano structures. Therefore, epitaxy is exploited mainly in the research of semiconductors and for the mass-production of modern heterostructural semiconductor devices (light-emitting diodes, semiconductor lasers or very-high frequency devices). In this brief overview, the authors summarize the basic principles of epitaxy, various approaches (solid state, liquid and vapour phase epitaxy) and the current dominant methods of metal-organic vapour phase epitaxy (MOVPE or MOCVD – chemical vapour deposition), used for research and mass production, and molecular beam epitaxy (MBE), which is used mainly for research.

Jiří Tesař, Veronika Burdová, Vladimír Vochozka, Pavla Wegenkittlová: Evaluation of the difficulty of textbook text and test of didactic equipment of selected physics textbooks for primary school.

This article deals with didactic analysis of physics textbooks used in primary schools. Here we evaluate the difficulty of the text and the didactic equipment of selected textbooks. The individual sets of textbooks and the results of both tests are compared.

Vladimír Štefl: The laws of motion of planets from Kepler to Newton

The history of the acceptance of Kepler's laws between his publication and Newton's Principia was ambiguous and complicated. Some of the leading astronomers in Europe were dissatisfied with Kepler's laws. The exemplary Boulliau accepted elliptical orbits, but with a different law of motion of planets from Kepler's, where he attempted to use the inverse square law by an optical analogy between light and power. Definite recognition of the validity of Kepler's laws only occurred after the publication of Newton's Principia, in which Newton explained dynamical theory of planetary motion.

Hvezdáreň v Rimavskej Sobote



Slovenský zväz astronómov



Pozývame malých i veľkých, školy i jednotlivcov na netradičné dobrodružstvo poznania a zábavy.

Prednášky a pozorovania:

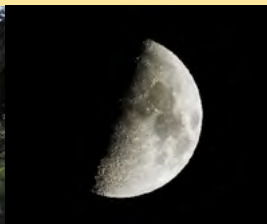
- *Slnka, Mesiaca, planét, objektov nočnej oblohy*

Astropark:

- *demonštrácie slnečnej energie a jej využitia*
- *oddych a relaxácia v astroparku*
- *UFO ohnisko, pergola, kozub, ubytovanie, astrovíkendy*

Výstavy:

- *astronomické, fyzikálne, svetelné znečistenie*



Hvezdáreň v Rimavskej Sobote, organizačná zložka Krajskej hvezdárne a planetária Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom v zriaďovateľskej pôsobnosti Banskobystrického samosprávneho kraja

Kontakt: Tomašovská 63, 979 01 Rimavská Sobota, www.astrors.sk, astrors@astrors.sk, tel. +421 47 56 247 09

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 5/2021

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fyziky“

Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.

Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: říjen 2021.

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

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Žďárská

Redakční kruh – Editorial Board:
Jaroslav Bielčík, Ivo Čáp, Stanislav Daniš,
Miroslav Dočkal, Ivan Gregora, Libor Juha,
Petr Kácovský, Eva Klimešová, Ivana
Kolmašová, Jan Kříž, Martin Ledinský,
Jan Mlynář, Jana Musilová, Tomáš Polívka,
Alena Šolcová, 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 matematiků a fyzikův,
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 © 2021 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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



Úvodník

O vědě a lidech – sto let bez Kučery a Strouhala



V dubnu letošního roku uplynulo už jedno století od nečekaného skonu profesora Bohumila Kučery (1874–1921), který předčasně odešel necelý měsíc po svých 47. narozeninách v důsledku srdeční choroby. Tato postava české fyziky je dnes známa již jen několika zájemcům o historii vědy. Kučera studoval matematiku a fyziku na filosofické fakultě Karlo-Ferdinandovy university (FF KFU) v Praze a na ETH v Curychu, poté působil v Německu na univerzitě v Darmstadtu, kde se i habilitoval prací o povrchovém napětí rtuťové kapkové elektrody. Tato práce pak inspirovala Jaroslava Heyrovského a navedla jej k vývoji polarografie a získání jediné české Nobelovy ceny ve vědeckých disciplínách. Poté se vrátil do Prahy na Fyzikální ústav (FU) FF KFU, kde se stal hlavním spolupracovníkem zakladatele a ředitele ústavu prof. Čenka Strouhala (1850–1922) při budování a zařizování nové budovy na Karlově (dostavěné 1907). V této době se stalo hlavním polem Kučerovy vědecké činnosti studium radioaktivity.¹

Strouhal vychovával Kučera jako svého nástupce v čele ústavu a vedení mu předal koncem roku 1920 (krátce po oddělení Přírodovědecké fakulty z FF UK)². Kučera tedy vedl ústav jen několik měsíců a 71letý Strouhal se místo odchodu na zasloužený odpočinek musel vrátit k přednášení. Bohužel, i on zanedlouho začátkem roku 1922 skonal.³ Ve vedení ústavu stanul Václav Posejpal bez možnosti zajít pro radu za svými předchůdci. K tomu se ještě připojily potíže se slabým financováním UK od státu – z omezeného rozpočtu bylo třeba také budovat nově založené univerzity v Brně (Masarykova) a Bratislavě (Komenského).

Zkrátka, po skonu Kučery a Strouhala ústav příliš nevzkvétal. Vzhledem k malému počtu zaměstnanců (celkem asi 10 akademických pracovníků – profesorů, docentů, asistentů) byly jejich úvazky ve výuce velké. Přitom měl být FU UK v zemi hlavním vědeckým pracovištěm, vedle kterého existovaly jen malé ústavy na pražské a brněnské technice a báňské akademii (podobně i na německých obdobách českých škol). Velikost české fyzikální vědy byla zřejmě podkritická nebo se jí stala po ztrátě dvou hlavních profesorů (která nebyla doplněna příchodem zkušených sil ze zahraničí, ale pouze mladšími odchovanci) a to může být je-

den z důvodů, proč česká fyzika – na rozdíl od chemie – poklesla v mezinárodním srovnání (snad jen mladý profesor Dolejšek začal budovat svoji školu na konkurenceschopné úrovni). To lze doložit třeba nahlédnutím do nominací na Nobelovy ceny (odtajněné zatím do r. 1964): za fyziku zde najdeme pouze jednu nominaci Viktora Kaplana (Rakušan působící na německé technice v Brně) a pět nominací pro J. Heyrovského; naproti tomu v chemii kromě J. Heyrovského (51 nominací) figurují i Emil Votoček (3), Dionýz Ilkovič (1) a František Šorm (3). Ovšem i ty chemické nominace jsou nepatrné, když si uvědomíme, kolik jich potřeboval J. Heyrovský. Bez nominací zkrátka není možné cenu dostat.

Dvě desetiletí první republiky uběhla a přišly další rány pro českou vědu: okupace, zavření vysokých škol a po krátkém nadechnutí další totalitní režim. Pro sledované pracoviště FU UK to znamenalo ztrátu dvou profesorů v německých táborech (Záviška, Dolejšek) a vyhození jednoho profesora po únorovém puči (Žáček). Na ústavu tak zbyl (po zdravotních problémech a smrti V. Vojtěcha) jediný z předválečných profesorů – Viktor Trkal –, sám v konfliktu s novým režimem a s podlomným zdravím. Přesto ještě československá fyzika dokázala za železnou oponou v jistých směrech alespoň držet krok (to už však existovaly různé ústavy akademie věd a další pracoviště). Přišla ovšem invaze vojsk Varšavského paktu v srpnu 1968, nástup „normalizace“ a masivní emigrace špičkových vědců. Takové tři rány do vývoje křehké drobné rostlinky československé fyziky během padesáti let způsobily zranění, která se zacelují dodnes.

Můžeme se nějak z pohledu na tuto historii poučit? Co bylo zdrojem silných základů české vědy počátku 20. století, ze které vzešel úspěch Heyrovského? Snad to byly velké vědecké a učitelské osobnosti moderní vědy – Ernst Mach (a jeho žák Čenek Strouhal) ve fyzice a Bohuslav Brauner v chemii, kteří měli světový přehled a dostali dostatečný prostor a čas k vybudování svých „škol“. Jsou už konečně po sto letech podmínky pro rozvoj české vědy opět dostatečně dobré? Vyrůstají zde budoucí kandidáti na Nobelovy ceny, nebo převládá extenzivní rozvoj a adoruje se kvantitativní „excellence“? To se ukáže časem – košatý strom vědy dává nejlepší plody až po mnoha letech.

Věda je zkrátka tak dobrá, jak dobří jsou lidé, kteří ji tvoří, a jak tvůrčí je jejich společenství.

Jan Valenta

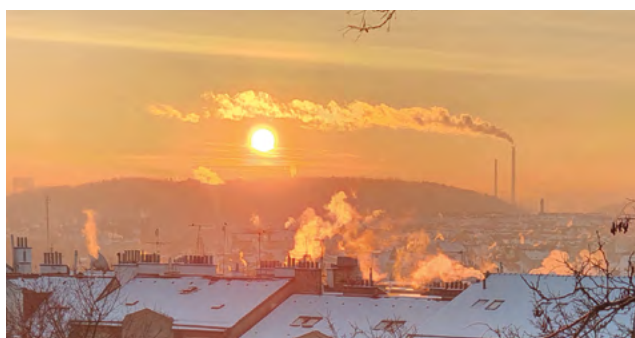
- 1 F. Záviška: Prof. Dr. Bohumil Kučera (nekrolog). *Čas. přest. mat. fys.* **51**, 240–245 (1922).
- 2 J. Valenta: Sto let od vzniku první samostatné přírodovědecké fakulty ... *Čs. čas. fyz.* **70**, 349–357 (2020).
- 3 J. Valenta: Budovatel české fyziky. *Čs. čas. fyz.* **60**, 165–173 (2010).

Obsah

OTÁZKY A NÁZORY

- Antropogenní perspektiva:
zrcadlo člověka** 340

Eliška Fulínová



REFERÁTY

- Heisenbergův magický krok** 344

Tomáš Mančal

- O novém kvantově teoretickém
významu kinematických
a mechanických vztahů** 352

W. Heisenberg (1925)

- DODATEK K ČLÁNKU – M. Řípa: Řízená
termojaderná fúze v soukromých rukou** 361

Milan Řípa

ZKRATKA

- EPITAXE – růst krystalických vrstev
na monokrystalických podložkách** 363

Eduard Hulicius, Jan Valenta



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

- Hodnocení obtížnosti textu učebnic
a test didaktické vybavenosti
vybraných učebnic fyziky
pro základní školu** 368

Jiří Tesař, Veronika Burdová,
Vladimír Vochozka, Pavla Wegenkittlová

- Jak se rodí příklady
pro Astronomickou olympiádu** 372

Jana Žďárská

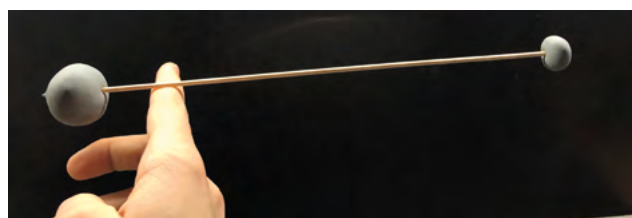
FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

- Skleníkový efekt
na fiktivní exoplanetě** 373

Ondřej Theiner

- Advent 2020 s fyzikou** 375

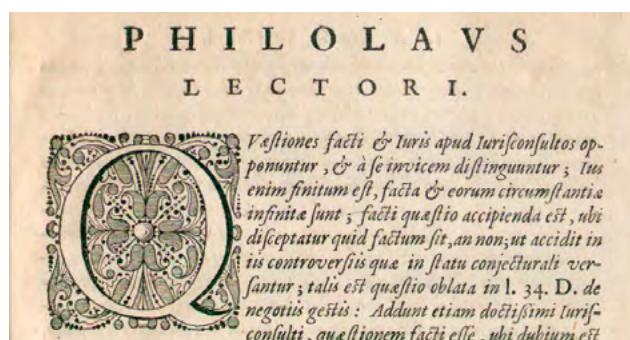
Jaroslav Reichl



HISTORIE FYZIKY

- Zákony pohybu planet
od Keplera po Newtona** 378

Vladimír Štefl



Obrázek na obálce:

Daniela Rapavá: Difrakcia na vlase v prirodzenom svetle, odfoťená pohnutým fotoaparátom za 0,8 s. (Canon 6D, $f = 100$ mm, ISO 200, clona 29).

ZPRÁVY

Prémie Otto Wichterleho pro mladé vědecké talenty uděleny po dvacáté 386

ed. Jan Valenta

Studium jaterních buněk ve 3D 389
Vědci Fyzikálního ústavu AV ČR zapojeni do vývoje zobrazovací techniky pro detailní sledování buněčných procesů

Jana Žďárská

ZPRÁVY

Bezovec 2021 – konference mladých astronomů 391

Jana Žďárská

Znovuzrození hvězdárny Žebrák 393

Jana Žďárská

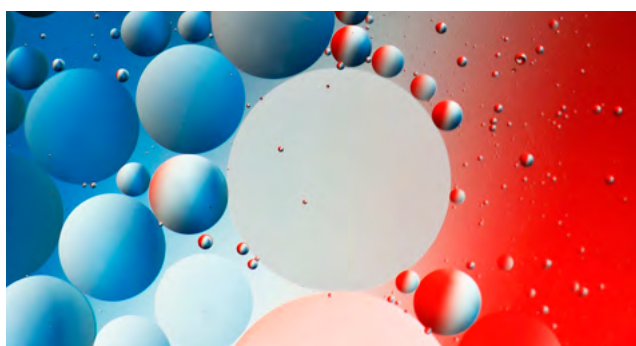


VĚDA A UMĚNÍ

Čaro fyzikálních obrazů 396

Makrofotografie Daniely Rapavé dobývají svět

Jana Žďárská



VĚDA A UMĚNÍ

Medailér a sochař Zdeněk Kolářský očima fyziků a matematiků 399
(při příležitosti jeho životního jubilea)

Alena Šolcová a Jan Valenta

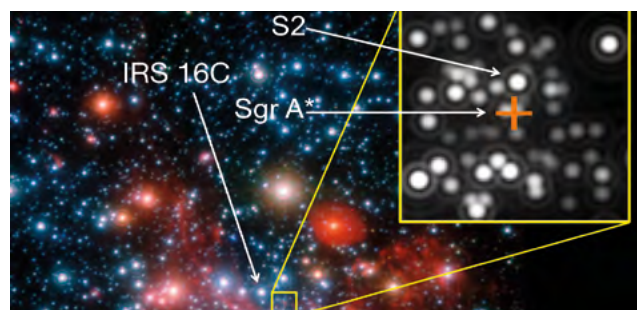


ROZHOVOR

Hvězdná dynamika 402

Rozhovor s Václavem Pavlíkem nejen o astronomii

Václav Pavlík, Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Sedmdesátiny RNDr. Stanislava Němečka, CSc. 410

Jan Hladký



Antropogenní perspektiva: zrcadlo člověka

Eliška Fulínová

Centrum pro teoretická studia Univerzity Karlovy v Praze, Jilská 361/1, 110 00 Praha – Staré Město; fulinova@cts.cuni.cz

V minulém roce vyšel v nakladatelství Academia rozsáhlý soubor statí od dvacítky českých vědců, nazvaný *Antropocén* (ed. P. Pokorný a D. Storch)¹. Kniha je široce rozkročena mezi vědními obory od filosofie přes sociologii až po přírodovědu. Na otázku antropocénu nahlíží z různých stran od pokusu o vymezení pojmu až po vize, jak může antropocén skončit. Pro ukázkou – bohatou na podněty k zamyšlení – jsme vybrali úryvky ze statí Elišky Fulínové. (red.)

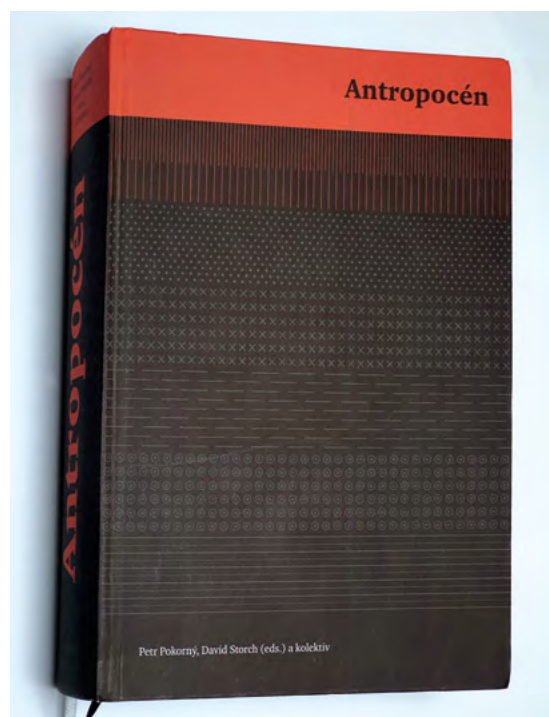
Sebepoznávání v zrcadle světa

Východisko, o němž se budu v této kapitole opírat, je následující: antropocén se mi jeví spíš jako určitý způsob pohledu než jako nová skutečnost, učeně řečeno, spíš jako epistemologický než jako ontologický koncept. Nechci ovšem popírat pojetí antropocénu jako „nové epochy“ – připadá mi nicméně důležité připomenout, že se nemění jen takové jevy jako množství CO₂ v atmosféře nebo tlak na divokou přírodu, ale proměňuje se také, ba možná především způsob, jakým rozumíme svět, a tedy i sobě samým a svému místu v něm. „Antropocén“ lze chápat jako pojmenování právě probíhajícího epistemického obratu, v němž se dosti pod-



A cenu kniha roku 2030 v kategorii „horor“ získává titul Spalovač uhlí!

¹ P. Pokorný a D. Storch (eds.): *Antropocén*. Academia, Praha 2020. (Ukázka je převzata s laskavým svolením vydavatelství.)



statně proměňuje lidské sebeporozumění. Jádrem této proměny je uvědomění si, připuštění si a převzetí (či alespoň snaha nebo volání po převzetí) lidské planetárně-konstitutivní role. Antropocén se tak ukazuje jako rámec určitého pohledu na nás samotné, na naše vlastní bytí; tento pohříchu antropocentrický koncept je příležitostí a výzvou položit si v nové dějinné situaci opět výslovnou otázku, kdo je ten *anthrōpos*, o kterého tu (zase jednou, jako obvykle) běží až v první řadě. Co se z našeho současného polidštěného světa máme šanci dozvědět o sobě my, lidé? [...]

Hledíme-li do antropocenního světa jako do zrcadla, je jaksi čím dál těžší udržet si některé obzvlášť oblíbené iluze, například tu o člověku – rozumném živočichu – nebo o člověku – pánu tvorstva: vždyť *tohle* jsme přece rozhodně v plánu neměli ... V jádru nejde pouze o strach o faktické přežití, ale o podstatnější, vskutku životní otázku: *Co jsme zač*, že jsme to dopracovali až sem? [...]

Člověk rozpolcený

[...] „Antropocén“ (na rozdíl od pojmů jako „eocén“ či „holocén“) je bytostně personální koncept; nemalá část jeho hodnoty a významu spočívá v tom, že je osobní a adresný: promlouvá o nás a promlouvá k nám, lidem tohoto místa a času, dotýká se nás bytostně či chcete-li

Heisenbergův magický krok

Tomáš Mančal

Fyzikální ústav UK, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy; mancal@karlov.mff.cuni.cz

V roce 1925 publikoval Werner Heisenberg (1901–1976) průlomový článek *Über die quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen* (O novém kvantově teoretickém významu kinematických a mechanických vztahů)¹, kterým završil úsilí celé řady vynikajících fyziků o překonání zřejmých nedostatků klasické mechaniky při vysvětlování atomárních jevů. Mohla tak vzniknout moderní kvantová mechanika, teorie, která dodnes budí obdiv i rozhořčení. Okolnosti vzniku a motivace Heisenbergova článku jsou opředeny mnoha mýty a záhadami, z nichž některé se v tomto příspěvku pokusíme na základě výsledků historického bádání a rekonstrukce hlavních myšlenek s nutným minimem matematiky a v dobovém značení rozklíčovat. K tomuto článku byl pořízen i kompletní překlad Heisenbergovy práce do češtiny, jehož čtení má tento příspěvek umožnit.



Werner Heisenberg
v roce 1926. Zdroj:
Wikipedie

Fakta a mýtus magického článku z roku 1925

„V roce 1924 byla atomová fyzika žalostnou míchanicí experimentálních pravidelností, kabalistických sumačních pravidel, výpočetních návodů, odvážných hypotéz a především nevyřešených problémů. A pak tu najednou byly dvě atomové teorie,“ píše filozof vědy F. A. Muller [1]. Tu „žalostnou míchanicí“, která vznikala mezi lety 1901 a 1925 a která měla formu jakési doplněné klasické mechaniky, známe dnes pod označením *stará kvantová mechanika* (rámeček 1). To, co lze z dnešního pohledu považovat za žalostný stav fyzikální teorie, ovšem představovalo teorii ve stavu zrodu. Z ní pak v krátkém časovém sledu vykristalizovaly hned dvě verze radikálně nové podoby mechaniky. V tomto příspěvku se pokusíme poodhalit tajemství vzniku chronologicky první větve kvantové teorie – Heisenbergovy maticové mechaniky. Do ní kulminovaly práce Nielse Bohra, Maxe Borna, Hendrika Kramerse, Wolfganga Pauliho a dalších. Přes nepopiratelný vliv těchto a dalších fyziků to byl nakonec Heisenberg, kdo podnikl zásadní krok k opuštění bezpečných vod klasické mechaniky. Inspirován svou předchozí prací na intenzitách spektrálních čar, se Heisenberg pokusil formulovat problémy tehdejší „mechaniky kvant“ v podobě, ve které by se vyskytovaly pouze principiálně pozorovatelné veličiny [2]. Výsledkem byla reformulace kinematiky, tedy nahrazení samotných základních mechanických veličin novými matematickými objekty. Nová mechanika již nereprezentovala pohyb částic pomocí polohy a hybnosti, tedy reálných funkcí času, ale pomocí veličin, které překvapivě nesplňovaly na první pohled samozřejmě vlastnosti, totiž komutativitu násobení (rámeček 2). Ještě v roce 1925 pak publikovali Max Born a Pasqual Jordan dva články nazvané *Zur Quantenmechanik* [3] (Ke kvantové mechanice) a *Zur Quantenmechanik II* [4] (druhý společně s Heisenbergem), ve kterých představili kompletní novou mechaniku za-

1 Zde se držíme překladu názvu Heisenbergova článku, který uvádí I. Štoll ve své knize *Dějiny fyziky*, Prometheus, Praha 2009, str. 467.

RÁMEČEK 1

Stará kvantová mechanika

Podle klasické mechaniky nejsou dráhy Rutherfordova planetárního modelu atomu stabilní. Elektron by na všech drahách nutně musel vyzařovat energii a nakonec spadnout do jádra. Pád do jádra se však nepozoruje, a tak Bohr navrhl doplnit klasickou mechaniku o dva postuláty týkající se vyzařování světla, které mu umožnily nalézt spektrum atomu vodíku.

Postulát I: Existují stabilní, tzv. stacionární stavy, v nichž atom (a podobné systémy) nevyzařují energii. Stacionární stavy byly určeny dodatečnými, tzv. Wilsonovými-Sommerfeldovými kvantovacími podmínkami. Kvantovací podmínky dovolují jen takové dráhy, při kterých je hodnota tzv. akčních integrálů rovna celočíselnému násobku Planckovy konstanty h , tedy:

$$J_i = \oint p_i dq_i = n_i h,$$

kde n_i je celé číslo. Integrace se zde provádí přes jednu periodu pohybu a v integrálu se nacházejí souřadnice q_i systému a jim přidružené hybnosti p_i .

Postulát II: K vyzáření energie dochází při událostech přeskoků mezi dvěma stacionárními stavy. Frekvence ν vyzářeného světla je dána rozdílem energií W_f počátečního a W_k koncového stavu

$$\nu = \frac{1}{h}(W_f - W_k),$$

kde h je Planckova konstanta.

Stará kvantová mechanika dokázala vysvětlit spektra atomu vodíku, harmonického oscilátoru a dalších mechanických modelů a její selhání při použití na některé obtížnější problémy navedlo Heisenberga k myšlence hledat formulaci mechaniky pomocí veličin, jejichž pozorování na atomárních systémech, na rozdíl od drah atomárních částic, nečiní principiální obtíže.

loženou na Heisenbergově reformulaci klasické kinematiky. Na rozdíl od původního Heisenbergova článku [2], ve kterém dnešní fyzik kvantovou mechaniku stěží poznává, jeví se Bornova a Jordanova maticová formulace již jako výrazně bližší dnešní formální tváři kvan-

O novém kvantově teoretickém významu kinematických a mechanických vztahů^a

Od W. Heisenberga v Göttingenu

(Došlo 29. července 1925)

V této práci se pokusíme získat základy pro kvantově teoretickou mechaniku, která se zakládá výhradně na vztazích mezi principiálně pozorovatelnými veličinami.

Je známo, že lze proti formálním pravidlům, která jsou obecně používána v kvantové teorii k výpočtu pozorovaných veličin (např. energie vodíkového atomu), vznést závažnou námitku, že tato výpočetní pravidla obsahují jako svoji podstatnou složku vztahy mezi veličinami, které pravděpodobně nelze principiálně pozorovat (jako např. pozici, oběžnou dobu elektronu), že tedy taková pravidla zjevně postrádají názorný fyzikální základ, pokud se ovšem nechceme stále ještě upínat k naději, že by se tyto doposud nepozorovatelné veličiny snad později mohly stát experimentu přístupnými. Tuto naději by bylo možno považovat za oprávněnou, pokud by zmíněná pravidla byla použitelná vnitřně konzistentně^b a na přesně vymezenou oblast kvantově mechanických problémů. Zkušenost ale ukazuje, že se tímto formálním pravidlům podrobuje pouze atom vodíku a jeho Starkův jev, že ale již v problému „zkřivených polí“ (atom vodíku v elektrickém a magnetickém poli různých směrů) vystupují fundamentální obtíže, že reakce atomu na periodicky se měnící pole s jistotou nelze pomocí zmíněných pravidel popsat, a že se nakonec rozšíření kvantových pravidel na popis atomu s více elektrony ukázalo jako nemožné. Je běžné tato selhání kvantově teoretických pravidel, která jsou v zásadě charakterizována použitím klasické mechaniky, popisovat jako odchylku od klasické mechaniky. Takové označení lze stěží považovat za smysluplné, uvážíme-li, že již (všeobecně platné) *Einstein* odmítl klasickou mechaniku, nebo lépe, z pohledu vlnové teorie, odmítl kinematiku^c, na které se tato mechanika zakládá, že už při nejjednodušších kvantově teoretických problémech nelze

naprosto pomýšlet na platnost klasické mechaniky. Za tohoto stavu věcí se zdá být vhodnější vzdát se jakékoliv naděje na pozorování doposud nepozorovatelných veličin (jako poloha^d, oběžná doba elektronu), současně připustit, že částečný souhlas jmenovaných kvantových pravidel se zkušeností je více méně náhodný, a pokusit se vybudovat, analogicky ke klasické mechanice, kvantově teoretickou mechaniku, ve které se vyskytují jen vztahy mezi pozorovatelnými veličinami. Za nejdůležitější první předpoklady^e takové kvantově teoretické mechaniky můžeme považovat vedle frekvenční podmínky Kramersovu disperzní teorii^f a na ní stavějící práce^g. V následujícím chceme ukázat některé nové kvantově mechanické vztahy a použít je k úplnému pojednání některých speciálních problémů. Omezíme se přitom na problémy s jedním stupněm volnosti.

§ 1. V klasické teorii je záření pohybujícího se elektronu (v radiální oblasti, tj. $\mathcal{E} \sim \mathcal{H} \sim \frac{1}{r}$) dáno nejen pomocí vztahů^g

$$\mathcal{E} = \frac{e}{r^3 c^2} [r[r\dot{v}]],$$

$$\mathcal{H} = \frac{e}{r^2 c^2} [\dot{v}r],$$

nýbrž v dalším přiblížení se vyskytují ještě členy, např. ve tvaru

$$\frac{e}{rc^3} \dot{v}v,$$

které můžeme označit jako „kvadrupólové záření“, v ještě vyšších řádech přiblížení členy např. ve formě

$$\frac{e}{rc^4} \dot{v}v^2;$$

tímto způsobem lze přiblížení protáhnout libovolně daleko. (V předcházejícím označují: $\mathcal{E}$, $\mathcal{H}$ intenzity polí ve zkoumaném bodě, e náboj elektronu, r vzdálenost elektronu od zkoumaného bodu, v rychlost elektronu.)

¹ H. v. Kramers, Nature **113**, 673, 1924.

² M. Born, ZS. f. Phys. **26**, 3798, 1924. H. A. Kramers und W. Heisenberg, ZS. F. Phys. **31**, 681, 1925. M. Born und P. Jordan, ZS. F. Phys. (v tisku).

DODATEK K ČLÁNKU

M. Řípa: Řízená termojaderná fúze v soukromých rukou Čs. čas. fyz. 71, 289–296 (2021)¹

Milan Řípa

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1; milan.ripa48@gmail.com

Společnost Applied Fusion Systems

V článku *Řízená termojaderná fúze v soukromých rukou* jsem opomněl zmínit aktivity Richarda Dinana (*28. 10. 1986). Tento absolvent St. Edward's School v Oxfordu se stal veřejně známým díky svému účinkování v seriálu *Made in Chelsea* (strukturované reality show pojednávající o výstřelcích zlaté mládeže). Je ale také majitelem společnosti *Applied Fusion Systems* a autorem knihy *The Fusion Age – Modern Fusion Reactors* – návodu pro majetné zájemce o podnikání ve výzkumu termojaderné fúze. Výhody soukromého výzkumu fúze vidí Dinan takto: „Nyní více než kdy jindy jsou kvalifikovaní pracovníci rádi, že mohou pracovat pro korporace jako *Applied Fusion*, které mají přístup ke stejným technologiím jako vládou podporované instituce, mohou jim poskytnout větší svobodu v jejich práci, nabídnout jim lepší plat a „podíl na úspěchu“ a slib, že uvidí plody své práce bez ohledu na politické počasí. Korporace jsou omezeny pouze svou schopností získat kapitál.“

Pod heslem „Fusion = Funding“ hodlá Richard Dinan poznat vzdálený vesmír v kosmické lodi poháněné malým tokamakem! Zde se poučený čtenář musí zarazit: malý tokamak přece nemůže existovat! Ano, ale Dinan cílí na aneutronovou fúzi deuteria s heliem-3, takže odpadá neutronové stínění i radiační ztráty doprovázející aneutronovou fúzi pB11. Jinými slovy, je

¹ [Pozn. red.] Připomeňme, že původní článek M. Řípy byl doplněn skeptickým komentářem – J. Mlynář: Ediční poznámka ke článku „Řízená termojaderná fúze v soukromých rukou“. Čs. čas. fyz. 71, 297–298 (2021).



Richard Dinan



možný i kulový tokamak. Pravda, He3 na Zemi téměř nenajdete, ale jeho bohaté zásoby jsou na Měsíci. Dinan uvádí odhad, že i při ceně 3 miliardy dolarů za tunu by dobývání He3 na Měsíci bylo výhodné.

Jak vidí svoji společnost sám Dinan? „*Náš Applied Fusion Systems je soukromý výrobce jaderných fúzních reaktorů, Spherical Tokamak ve Spojeném království. Naším cílem je postavit a navrhnout fúzní reaktory a související komponenty podle komerčně životaschopné specifikace. Investujeme také do spin-off technologií, které vycházejí z fúzního výzkumu.*“ Další inovací oproti „státním“ tokamakům jsou vysokovýkonné počítače, 3D tiskárny a symetrický divertor. Budou postaveny dva kulové tokamaky STAR (Small Toroidal Atomic Reactor), verze Alfa jako prototyp a verze Beta, která by měla poskytovat 100 MW fúzní elektřiny!

Několik citátů Richarda Dinana:

„Výzkum fúze má problém a ten problém je velikost.“

„Soukromá firma nabízí svobodu bádání, větší odměnu a možnost dožít se konečného výsledku.“

„Čím více lidí se účastní rozhodování, tím delší doba k vyřešení uplyne.“

„Dnes dokážou i malé firmy vyrobit cokoli – tajemstvím je ‚sdílení‘. Sdílí se čas na superpočítačích, sdílejí se drahá speciální zařízení atd.“

EPITAXE – růst krystalických vrstev na monokrystalických podložkách

Eduard Hulicius¹, Jan Valenta²

¹Fyzikální ústav AV ČR, Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6; hulicius@fzu.cz

²Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Ke Karlovu 2027/3, 121 16 Praha 2; jan.valenta@mff.cuni.cz

Epitaxní metody umožňují růst krystalických vrstev na monokrystalických podložkách (substrátech). Používají se především v polovodičovém výzkumu a při výrobě moderních heterostrukturálních polovodičových součástek. V tomto přehledu se seznámíme se základními metodami a principy epitaxe.

Princip epitaxního růstu

Proces **epitaxe** je růst (mono)krystalické vrstvy na monokrystalické podložce (substrátu), při němž se atomy rostoucí vrstvy přizpůsobují krystalickému uspořádání podkladového monokrystalu. Můžeme rozlišit **homoepitaxi**, kdy narůstající vrstva má stejné složení jako podložka (často se tak dá připravit vrstva extrémně vysoké kvality a čistoty), a **heteroepitaxi**, kdy narůstající materiál má odlišné chemické složení a mřížkové parametry oproti podložce. Růst ovšem nemůže být epitaxní, pokud je rozdíl mřížkových konstant příliš velký (obvykle musí být výrazně menší než 15 %).

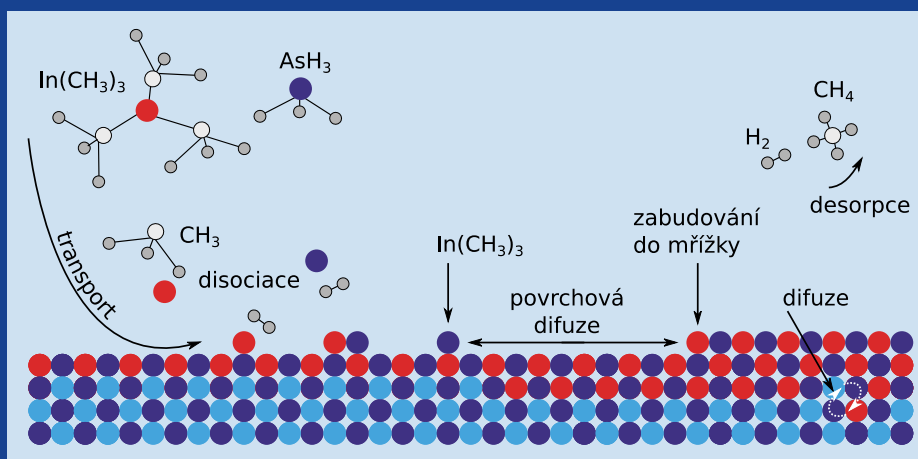
Název **epitaxe** (anglicky *epitaxy*) má původ v řečtině. Skládá se ze slov „**epi**“ (ἐπί) a „**taxis**“ (τάξις), což by se dalo přeložit jako „**uspořádaně nad**“ nebo „**na**“. Tento název zavedl Luis M. Royer již v roce 1928 [1].¹

¹ V odborné literatuře i ve Wikipedii se mylně traduje jako rok vzniku 1936.

Princip epitaxního růstu lze zjednodušeně popsat takto: Atomy či molekuly sloučeniny či slitiny, kterou chceme epitaxně deponovat na vhodnou podložku, jsou (různými způsoby, viz níže) transportovány k jejímu povrchu. Tento povrch musí být atomárně čistý (zbavený nečistot – převážně oxidů a různých sorbentů, hlavně uhlovodíků a vodní páry) a hladký (atomárně rovný – obvykle se objevují pouze schody o výšce rovné vzdálenosti dvou mřížkových rovin, neboť nepatrné krystalografické rozorientaci nedokážeme zabránit). Atomy se nejprve zachytí na povrchu (**fyzisorpce**), pak se po něm pohybují a na vhodném místě se lokalizují a zabudují do krystalové mřížky (**chemisorpce**). Takto narůstají monokrystalické atomární roviny, buďto po-

stupně (metoda ALD – *atomic layer deposition*), nebo i překotněji, kdy na části jedné atomární roviny už roste druhá či třetí.

Jako příklad je na obr. 1 znázorněn růst InAs (na podložce GaAs) z plyných složek (prekurzorů) AsH₃ a (CH₃)₃In. Znázorněny jsou i molekuly vodíku, které slouží v tomto případě jako nosný plyn unášející páry prekurzorů a používají se také k proplachování aparatury. Prekurzory vystupují z přesně temperovaných zásobníků, páry dále procházejí trubičkami, regulátory a měřidly průtoku, mísicí komorou i chladnou částí reaktoru. Důležité je, že za pokojové teploty k rozkladu molekul prekurzoru nedochází. Rozklad molekul je vyvolán až teplem substrátu, který je vyhříván na teplotu stovek stupňů Celsia.



Obr. 1 Příklad epitaxního růstu z plyné fáze. Je zde znázorněn růst arsenidu inditého InAs na GaAs (technika MOVPE), který lze popsat rovnicí $(\text{CH}_3)_3\text{In} + \text{AsH}_3 \rightarrow \text{InAs} + 3 \text{CH}_4$. Barevné označení atomů: In – červená, As – tmavě modrá, Ga – světle modrá, C – bílá, H – šedá. Upraveno z [2]

Hodnocení obtížnosti textu učebnic a test didaktické vybavenosti vybraných učebnic fyziky pro základní školu

Jiří Tesař, Veronika Burdová, Vladimír Vochozka, Pavla Wegenkittlová

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

Článek se zabývá didaktickou analýzou učebnic fyziky pro základní školu. Hodnotí obtížnost textu a didaktickou vybavenost vybraných učebnic. Porovnány jsou jednotlivé sady učebnic a výsledky obou testů.

Učebnice je základní nástroj, pomocí kterého žáci získávají vědomosti a postoje. Nástrojem, který jim zprostředkovává systém hodnot. Tyto hodnoty pak budou utvářet jejich postoje a pohled na svět. „Kvalitní učebnice se tak stávají zdrojem budoucího úspěchu národa.“ [1]. Při hodnocení učebnic je třeba vycházet z poznatků vědeckých výzkumů [1].

Proč provádět didaktickou analýzu učebnice? Protože podle všeobecného mínění obsah a kvalita učebnice výrazně ovlivňuje obsah a kvalitu výuky [2]. Kvalita vzdělávání se dnes stává velmi diskutovaným tématem. K těmto diskuzím přispívají i výsledky z mezinárodních srovnání TIMSS a PISA [3]. Jako příklad můžeme uvést článek [4], který zkoumá rozdílné jazykové vyjádření v testech PISA a v řeckých učebnicích, v těchto rozdílech nachází i jeden z možných problémů „neúspěchu“ řeckých žáků v testech PISA (2008). Na tyto výstupy navazují mnohé další výzkumy, které jsou zaměřeny na učebnice [5]. Velká pozornost je věnována i vysokoškolským učebnicím [6]. Ogan-Bekiroglu [7] ve své studii hledá nástroje, které by pomohly stu-

dentům vhodně používat učebnice a zefektivnit proces učení. Studie [8] spojuje vysokou náročnost fyziky v prvním kurzu vysoké školy s vysokou sémantickou obtížností příslušných učebnic tohoto kurzu. Touto složkou učebnic se zabývají i Kralíkova a Teleki [9], kteří zkoumali slovenské učebnice fyziky.

Podíváme-li se do okolních států, vidíme, že tam existují instituce, jejichž cílem je přímo výzkum učebnic: např. v Německu – Georg-Eckert-Institut für internationale Schulbuchforschung, v Rakousku – Institut für Schulbuchforschung und Lernförderung, ve Švédsku – Institute for Educational Text Research. Zajímavý je výzkum učebnic ve Francii, kde v rámci projektu Emmanuelle [10] vytvořili obrovskou databázi učebnic od roku 1789 až po současnost. Učebnice považují ve Francii za dědictví národa [11]. Výzkumy učebnic neprobíhají izolovaně v jednotlivých státech, ale jsou mezinárodně propojeny prostřednictvím organizace IARTEM (International Association for Research on Textbooks and Educational Media).

Výzkumy zaměřené na analýzu učebnic většinou vznikají na popud didaktiků a dalších odborníků. Ale například v Etiopii proběhl výzkum učebnic fyziky na základě workshopů a dalších aktivit se samotnými učiteli – *Analysis of Grades 7 and 8 Physics Textbooks: A Quantitative Approach*. Cílem tohoto výzkumu byla analýza obsahové stránky učebnic fyziky a na základě této analýzy vznikl návrh revizí, které by budoucí učebnice měly obsahovat [12]. Podobně zaměřené výzkumy nejsou ojedinělé – obecně lze konstatovat, že výzkumu učebnic fyziky je v zahraničí věnována vysoká pozornost [13, 14].

V textu se zaměřujeme na analýzu učebnic fyziky pro základní školy v České republice. Před několika desítkami let určovaly pojetí a obsah výuky na školách učební plány a učební osnovy. K nim byly vytvořeny, schváleny a vydány učebnice, které jsou mnohdy vyu-



Jak se rodí příklady pro Astronomickou olympiádu

Jana Žďárská

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

Astronomická olympiáda (zkráceně AO) je předmětovou soutěží z oboru astronomie a příbuzných oborů, která je určena pro žáky základních a středních škol. Cílem olympiády je napomáhat vyhledávání talentovaných žáků a systematicky podporovat a rozvíjet jejich odborný růst.

O průběhu Mezinárodní astronomické olympiády a úspěších českých řešitelů¹ jsme v Československém časopise pro fyziku již informovali, stejně tak jako o jejím průběhu v době covidové karantény^{2,3}. Na přípravě a pořádání Astronomické olympiády se celoročně podílí několik desítek organizátorů a porotců. V roce 2021 jim však připadl jeden náročný úkol navíc – zrealizovat průběh astronomické olympiády distanční formou. Že to nebylo nic jednoduchého, chápeme asi všichni a za to, že se o to organizátoři pokusili, jim patří veliký dík. Přesto věříme a doufáme, že průběh dalších kol se vrátí do běžných kolejí a řešitelé se setkají také osobně, a ne pouze pod ikonkou na monitoru počítače.

Astronomická olympiáda je podle potřeby členěna do jednotlivých kol a věkových kategorií. Nejmladší kategorie (H) je určena pro žáky 6. ročníků základních škol a 1. ročníků osmiletých gymnázií, nejstarší kategorie (A) pro žáky 4. ročníků středních škol, 8. ročníků osmiletých gymnázií a 6. ročníků šestiletých gymnázií.

Astronomická olympiáda probíhá ve třech základních kolech – školním (žáci s použitím libovolných pomůcek samostatně řeší zadané úlohy ve škole, úlohy vyhodnocuje a ověřuje pedagog pověřený ředitelem školy nebo pracovník pověřený statutárním zástupcem organizace, a to na základě obdrženého vzorového řešení a návodu na bodové hodnocení), korespondenčním (žáci s použitím libovolných pomůcek samostatně řeší zadané úlohy doma; zasláná řešení opravuje Ústřední komise astronomické olympiády) a celorepublikovém finále.

Úspěšní řešitelé finále mohou být vybráni na odborné soustředění a následně nominováni do reprezentace České republiky pro Mezinárodní astronomickou olympiádu. Astronomická olympiáda je Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky zařazena od roku 2006 v soutěžích typu A, které MŠMT ČR pravidelně vyhlašuje pro daný školní rok.

Důležitou součástí přípravy všech kol astronomické olympiády je návrh jednotlivých úloh. Na to, jak takový výběr probíhá, co všechno musí být dodrženo, jak se jednotlivé úlohy vybírají a zdali procházejí i neja-

kým posouzením nebo recenzí, jsme se zeptali předsedy Ústřední komise Astronomické olympiády Dr. Jana Kožuška: „Proces vzniku zadání jednotlivých soutěžních úloh je velmi rozmanitý a inspirace přichází často na nečekaných místech. Někdy to bývá koupelna, jindy paluba mezikontinentálního letu. Prvotní nápad je následně třeba zpracovat tak, aby bylo řešení rozděleno do dílčích kroků nebo podúloh, jejichž náročnost se postupně zvyšuje. Autoři připraví kompletní zadání a vzorové řešení svých úloh. Koordinátoři jednotlivých kategorií pak z úloh sestaví zadání daného kola tak, aby bylo tematicky vyvážené, a to i z hlediska použitého matematického aparátu. Ten je mimochodem zejména v nižších kategoriích limitujícím faktorem a autoři v kategoriích EF a GH opakovane předvádějí, že i s „malou“ matematikou lze dokázat velké věci. Zadání všech soutěžních kol revidují nezávisle na sobě vždy dva recenzenti a dle časových možností se do kontroly zapojují i ostatní členové ústřední komise.“

Rozhodně se jedná o velmi zajímavé příklady, o čemž svědčí i zájem a pozitivní reakce na řešení příkladu G V838 Monocerotis (výbuchu hvězdy V838 Mon a odhad a výpočet její vzdálenosti), které jsme publikovali v Československém časopisu pro fyziku 2/21³. Proto bychom vám rádi předložili ještě jedno atraktivní zadání, týkající se výpočtu tepelného záření exoplanety (obíhající mateřskou hvězdu) v souvislosti se skleníkovým efektem, které naleznete v podrubrice *Studentské soutěže a práce* pod názvem *Skleníkový efekt na fiktivní exoplanetě*.

Přejeme vám mnoho štěstí při řešení, a pokud byste si chtěli svůj výpočet zkontrolovat, výsledky naleznete na www.olympiada.astro.cz.

3 J. Kožuško, J. Žďárská: Finále astronomické olympiády. Čs. čas. fyz. 71, 210–213 (2021).



1 J. Žďárská: Ocenění nejvyšší náleželo Čechům. Čs. čas. fyz. 69, 366–367 (2019).

2 J. Žďárská: Mezinárodní astronomická olympiáda v době temna. Čs. čas. fyz. 71, 112–115 (2021).

Skleníkový efekt na fiktivní exoplanetě

Ondřej Theiner

Université de Genève, Département de physique nucléaire et corpusculaire, 24 quai Ernest-Ansermet, CH-1211 Genève 4; ondrej.theiner@unige.ch

PŘÍKLAD Z FINÁLE AO 2020/21, KATEGORIE AB (3. A 4. ROČNÍK STŘEDNÍ ŠKOLY)¹

Zadání 1

Mějme exoplanetu o poloměru R_e , která obíhá ve vzdálenosti d od středu její centrální hvězdy po kruhové dráze. Zářivý výkon centrální hvězdy označme L_* . Předpokládejme, že exoplaneta je dokonalá koule s povrchovým albedem A a nemá žádný vnitřní zdroj tepla.

a) Vypočítejte povrchovou teplotu T_{e1} exoplanety, pokud předpokládáme, že rotační perioda exoplanety kolem její osy je tak krátká, že můžeme uvažovat stejnou teplotu na celém povrchu. Výsledek vyjádřete pomocí zadaných veličin a Stefanovy–Boltzmannovy konstanty σ .²

Řešení

Exoplaneta musí být v tepelné rovnováze (přijatý zářivý výkon se rovná tomu vyzářenému), což nám dává

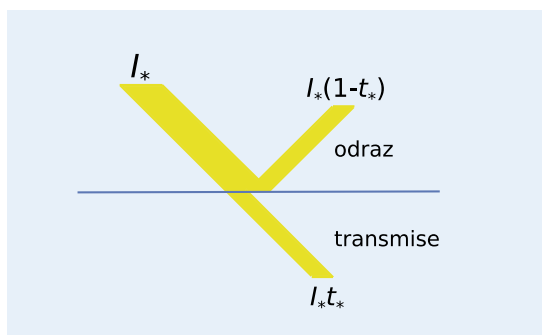
$$\frac{L_*}{4\pi d^2} \pi R_e^2 (1 - A) = 4\pi R_e^2 T_{e1}^4 \sigma, \quad (1)$$

a tedy

$$T_{e1} = \sqrt[4]{\frac{L_*(1-A)}{16\pi d^2 \sigma}}.$$

Zadání 2

Dosud jsme uvažovali, že exoplaneta nemá žádnou atmosféru. Jak by se však výsledek změnil, kdybychom atmosféru uvažovali? Modelujme atmosféru jako tenkou sférickou vrstvu nad povrchem planety, která má různé *transmisní koeficienty*⁴ pro záření pocházející z hvězdy (ať již přímo dopadající na atmosféru, nebo to, které je odraženo od povrchu exoplanety) a záření, které je vyzářeno exoplanetou tak, že je zachována tepelná rovnováha (viz obr. 1). Označme tyto transmisní koeficienty postupně jako t_* a t_e , $t_* \neq t_e$ a předpoklá-



Obr. 1 Ilustrace transmisního koeficientu.

dejme, že jejich hodnota je nezávislá na úhlu dopadu přicházejícího záření a že oba jsou obecně nenulové.

b) Ukažte, že rovnice tepelné rovnováhy se v případě našeho jednoduchého modelu atmosféry modifikuje do následujícího tvaru

$$\begin{aligned} \frac{t_*(1-A)}{1-A(1-t_*)} \frac{L_*}{4\pi d^2} \pi R_e^2 &= \\ &= \frac{t_e}{1-A(1-t_e)} 4\pi R_e^2 T_{e2}^4 \sigma, \end{aligned} \quad (2)$$

kde na levé straně rovnice máme zářivý výkon přijatý povrchem exoplanety a na pravé straně máme zářivý výkon, který je povrchem exoplanety vyzářen. Oproti původnímu tvaru této rovnice zde vystupují členy modifikující množství přijatého a vyzářeného výkonu v důsledku přítomnosti atmosféry.⁵

Při počítání mnohonásobného odrazu záření od atmosféry a povrchu planety by se vám mohlo hodit vědět, že pro $0 < |q| < 1$ platí

$$\sum_{n=0}^{\infty} aq^n = \frac{a}{1-q}$$

Řešení

Přítomnost atmosféry efektivně mění množství přijatého a vyzářeného výkonu, takže rovnice tepelné rovnováhy (1) se dá přepsat do tvaru

$$\alpha_{abs} \frac{L_*}{4\pi d^2} \pi R_e^2 = \alpha_{irr} 4\pi R_e^2 T_{e2}^4 \sigma. \quad (3)$$

5 Efekty související se směrem šíření záření (lom na rozhraní atmosféry, rozptyl na povrchu planety či v atmosféře atd.) zanedbávejte.

¹ Původní úloha je zde doplněna o ilustraci a některé komentáře.

² $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$

³ Povšimněte si, že teplota exoplanety za těchto ustálených podmínek nezávisí na její velikosti.

⁴ Transmisní koeficient t tenké vrstvy je reálné číslo, nabývající hodnot v intervalu $[0, 1]$ vyjadřující, jaká část záření projde skrz tuto vrstvu. Záření, které neprojde skrz, je odraženo zpět. Odražená část záření se většinou značí jako r a platí $t + r = 1$, což znamená, že vrstva samotná se neohřívá.

Advent 2020 s fyzikou

Jaroslav Reichl

Střední průmyslová škola sdělovací techniky, Panská 3, Praha 1 Reichl@panska.cz

Článek popisuje přípravu a průběh fyzikální aktivity, která byla připravena primárně pro žáky SPŠST Panská v Praze na předvánoční dobu roku 2020. Náměty z této aktivity mohou být inspirací pro ostatní učitele fyziky ze středních, ale i základních škol. Experimenty, které jsou v rámci aktivity popsány, vyžadují minimum pomůcek, a proto jsou dobře a rychle využitelné jak ve výuce fyziky, tak v rámci (dobrovolných) domácích úkolů a dalších aktivit. Současně jsou uvedeny i zdroje, z nichž byly experimenty čerpány, a odkaz na použitý software na zpracování natočeného videa.

Tak se mějte a přeju krásné Vánoce!“ loučil jsem se s kolegy v pátek 2. října 2020, kdy jsme byli podle vyhlášených vládních opatření ve škole naposledy. Kolegové se vysmívali, že uzavření škol přeci tak dlouho trvat nebude. Bohužel trvalo. Kromě asi pěti týdnů, kdy se vrátili do školy žáci čtvrtých ročníků, a prosince, kdy jsme viděli žáky nižších ročníků ve škole vždy na jeden týden, jsme se s nimi vídali pouze prostřednictvím kamer a obrazovek počítačů a slyšeli se jen pomocí mikrofónů a sluchátek. Komentovat politické rozhodnutí nebudu, protože to není hodno fyzikálního článku. Místo toho popíšu aktivitu, kterou jsem pro žáky, kteří byli doma, připravil.

Po měsíci doma studenty distanční výuka přestávala bavit a já přemýšlel, čím je nějak rozptýlit, jakou jinou aktivitu nabídnout. Pomalu se blížil konec kalendářního roku a s ním i Vánoce. Inspirace přišla z různých reklamních sloganů typu „Advent s ...“, „Netradiční advent ...“ a dalších. Proto jsem se rozhodl žákům zpestřit adventní čas fyzikálními experimenty. Ač jsem doufal, že se třeba v prosinci ve škole uvidíme, hledal jsem fyzikální experimenty, které nejenže nepotřebují žádné drahé a speciální pomůcky, ale které lze realizovat pouze s tím, co je běžně dostupné v domácnosti i v době několikaměsíčního zavření obchodů (papírnictví, domácí potřeby apod.). Chtěl jsem, aby experimenty byly, pokud možno, jednoduché jak na provedení, tak na vysvětlení, a do chystaných hrátek se tedy mohli zapojit i žáci prvního ročníku.

Experimenty jsem vybíral (a obměňoval) z těch, které sám v hodinách předvádím nebo které jsem viděl provedené od kolegů na různých seminářích (např. v projektu Heuréka [1]), konferencích (např. Veletrh nápadů učitelů fyziky [2]), ale i u „konkurenční“ soutěže Physics in Advent [3].

Moje představa byla, že žákům předložím na každý den v adventním čase (tj. od 1. do 24. prosince) den předem vždy jeden experiment, na jehož sestavení, realizaci a vysvětlení spojené s případným pořízením fotografie nebo videozáznamu budou mít 24 hodin. Od samého počátku tohoto nápadu jsem neměl v úmyslu zadávat tyto experimenty povinně! Ale pouze jako dobrovolnou aktivitu, která může žáky na chvíli odtrhnout od počítačů, donutit je chvíli pracovat vlast-



Kristýna Honzíková: Rej koření v mléce po vložení špejle s kapkou jaru.

níma rukama a hlavou, něco se u toho třeba i naučit (manuálně sestavit zařízení experimentu, vyrobit zadanou hračku a další) a v neposlední řadě si také zopakovat fyziku.

Proto jsem začal vybírat vhodné experimenty a současně i jejich vhodné pořadí. Chtěl jsem, aby se teoretičtěji zaměřená aktivita (nap. určit typ použité optické čočky) střídala s aktivitou výrobní (např. japonská hračka) nebo aktivitou vyložené experimentální (např. nadskakování mince na láhvi od piva – viz ukázkou zadaní jednoho z experimentů na obr. 1). Současně jsem chtěl, aby ke konci aktivity (tj. na dny těsně před Štědrým dnem a na Štědrý den) byly zařazeny experimenty, které neohroží již pečlivě uklizený byt připravený na slavnostní dny.

Pro řadu z experimentů přitom bylo vhodné natočit krátký videozáznam, který by posloužil buď jako návod na experimentování, nebo by byl součástí ře-

Fyzikální vzdělávání
Zkušenosti učitelů a nové metody výuky

Zákony pohybu planet od Keplera po Newtona

Vladimír Štefl

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta Masarykova Univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno; stefl@physics.muni.cz

Článkem si připomeneme 450. výroční narození Johanna Keplera – 27. 12. 1571. Jeho proslulé Rudolfské tabulky byly v první polovině 17. století široce uznávány a používány. Keplerovy zákony, s jejichž pomocí tabulky vznikly, však učenickou komunitou jednomyslně přijaty nebyly. I po jejich uveřejnění se objevovaly pokusy o odlišný výklad pohybu planet; nejvýraznější postavou v tomto ohledu byl Boulliau. Definitivní uznání platnosti Keplerových zákonů nastalo až po vydání Newtonových Principií.

Úvod

Počátkem 17. století zkoumal Kepler zákonitosti pohybu Marsu. Hledal matematické vyjádření křivky dráhy, jakož i vztah mezi jeho rychlostí a vzdáleností od Slunce. Ke geometrickému popisu jeho pohybu zavedl plošnou rychlost a zjistil její neměnnost. Studoval závislost rychlosti planety na vzdálenosti od Slunce a objevil, že čím je vzdálenější, tím se pohybuje pomaleji. K objasnění interakce mezi Sluncem a Marsem použil fyzikální magnetickou hypotézu. Ústřední těleso Sluneční soustavy umístil do ohniska eliptické dráhy¹. Vytvořenou kinematickou teorii shrnul ve třech zákonech.

Finální formulaci prvních dvou zákonů provedl Kepler ve *Výňatcích z koperníkovské astronomie* [1] z let 1618–1621, které jsou považovány za jeho nejvlivnější spis. Přispěly k tomu nejen vytříbené formulace, ale i účelné didaktické zpracování obsahu, připomínající moderní učebnice. Text byl psán formou otázek a odpovědí mezi učitelem a studentem. Kepler ve spisu rozšířil platnost svých zákonů na všechny v jeho době známé planety, nejen pouze pro Mars, jak původně učinil v díle *Astronomia nova* (*Nová astronomie*) [2] r. 1609.

Třetí harmonický zákon Kepler vyjádřil slovně v *Harmonii světa* [3] z r. 1619. Objevená zákonitost zachycovala úměrnost druhých mocnin oběžných dob planet třetím mocninám jejich středních vzdáleností od Slunce.

Přijetí Keplerových zákonů

Po svém uveřejnění byly kinematické Keplerovy zákony přijímány nejednoznačně, až do doby, než Newton objasnil jejich hlubší dynamické pozadí. Důvodem byla především nedůvěra k přibližným matematickým metodám, o které se Kepler ve svých spisech opíral. Pochyby do značné míry vyplývaly z menší



Obr. 1 Ismaël Boulliau

matematické erudice čtenářů jeho spisů, než kterou disponoval sám autor. Další překážkou bylo využívání logaritmů ve výpočtech, například v *Rudolfských tabulkách* [4] z r. 1627. V první polovině 17. století takové postupy nebyly běžné. Není náhodou, že ke stoupencům Keplera patřili matematici chápající výhody zjednodušení složitých výpočtů prostřednictvím logaritmu – Henry Briggs (1561–1630), objevitel dekadického logaritmu, nebo Nikolaus Mercator (1620–1687), jenž vytvořil první logaritmické tabulky goniometrických funkcí.

Postoje evropských osobností (z řad astronomů, matematiků, fyziků) k jednotlivým zákonům lze shrnout podle informací zpracovaných v článkách [5, 6, 7]. Au-

¹ K pojmu dráha používanému v článku upřesňujeme, že v dobách Keplera a Newtona neexistovalo nyníjší rozlišování pojmů dráha a trajektorie. V souladu s tehdejší terminologií ponecháváme pojem dráha.

Prémie Otto Wichterleho pro mladé vědecké talenty uděleny po dvacáté

Počátkem léta obdrželo dvacet čtyři talentovaných vědců Akademie věd ČR prestižní Prémii Otto Wichterleho.

Ta se uděluje od roku 2002 – šlo tedy o jubilejní, dvacátý ročník. „*Doufám, že to budete vy, kteří budou zaštitovat budoucnost Akademie, a že budete vědu v České republice posouvat mílovými kroky kupředu,*“ řekla předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová při slavnostním ceremoniálu v pražské vile Lanna 29. června 2021.

Ve svém úvodním projevu Eva Zažímalová také připomněla, že mnozí z oceněných v prvním ročníku Wichterleho prémie jsou dnes velmi významnými vědci, známými i mezi širokou veřejností (např. bratři Tomáš a Pavel Jungwirthové či Jan Konvalinka), a vyjádřila přesvědčení, že mnohé z letošních laureátů čeká podobně slibná kariéra.

Wichterleho prémie udělovaná perspektivním mladým vědcům a vědkyním do 35 let (termín se posunuje o dobu strávenou na rodičovské dovolené) je spojena s finanční odměnou 450 tisíc korun, rozloženou do tří let. Ve svém názvu nese jméno vynikajícího českého chemika, tvůrce kontaktních čoček či silonu, ale také prvního polistopadového prezidenta tehdejší Československé akademie věd.

Pojďme si přiblížit jedenáct letošních laureátů, jejichž práci lze zařadit do oblasti fyziky.

RNDr. Petra Suková, Ph.D.,

Astronomický ústav AV ČR

Jak se chovají částice a plyn, když se z prostředí „běžného“ vesmíru dostanou do blízkosti černých děr? Toto téma provázelo Petru Sukovou (nar. 1985) po celé studium teoretické fyziky na Matematicko-fyzikální fa-

kultě Univerzity Karlovy (MFF UK). Věnovala mu i svou disertační práci, kterou obhájila v roce 2013. Poté absolvovala tříletou stáž v Polské akademii věd ve Varšavě, načež nastoupila roku 2016 do Astronomického ústavu AV ČR. Zde pokračuje ve výzkumu energetických procesů a chaotických jevů spojených s aktivitou (mimo jiné) supermasivních černých děr. Zaměřuje se na provádění numerických simulací chování plazmatu za extrémních podmínek v blízkosti horizontu událostí. Využívá také data ze satelitů na oběžných drahách, jimiž lze pozorovat objekty mimo optické pásmo, např. v rentgenovém záření, což v podmínkách povrchu Země není možné. V neposlední řadě vyvíjí metody, jak zkoumat chaos v pojetí Einsteinovy obecné teorie relativity, kde se časoprostor zakřivuje.

V loňském roce získala Petra Suková Cenu Jana Friče,¹ roku 2019 obdržela Cenu AV ČR pro mladé vědecké pracovníky za vynikající výsledky vědecké práce a v roce 2017 Cenu pro mladé výzkumníky od Nadace Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových.

Ing. Ladislav Chytka, Ph.D.,

Fyzikální ústav AV ČR

Bohaté experimentální dovednosti a teoretické znalosti získal Ladislav Chytka (nar. 1987) během studií na ČVUT, následně při doktorském studiu na Univerzitě Palackého v Olomouci a při mezinárodních projektech. Pracoval také v CERNu, kde se podílel na simulacích tzv. dopředných detektorů experimentu ATLAS na urychlovači LHC (*Large Hadron Collider*) a na vývoji vysoce přesného detektoru času letu protonů. Na kurzu *CERN School of Computing* byl oceněn jako jeden ze šesti nejlepších studentů.

Poslední čtyři roky působí Ladislav Chytka zejména v oblasti astročásticové fyziky – tedy v oboru, který je na pomezí fyziky, astronomie a kosmologie. Kosmické záření (jehož některé částice mají rekordní energii) nejen měří, ale podílí se i na stavbách detektorů, které využívají optické teleskopy. Už čtyři roky spolupra-



Ladislav Chytka z FZU přebírá Wichterleho prémie z rukou předsedkyně AV ČR.

1 J. Žďárská: Prémie Jana Friče pro Petru Sukovou. Čs. čas. fyz. 71, 155–156 (2021).

Studium jaterních buněk ve 3D

Vědci Fyzikálního ústavu AV ČR zapojeni do vývoje zobrazovací techniky pro detailní sledování buněčných procesů

Jana Žďárská

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

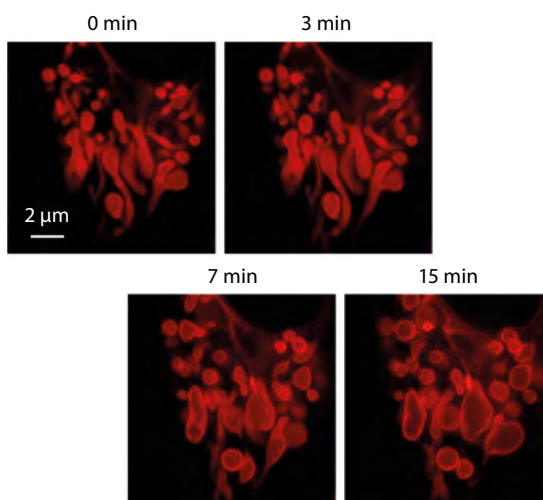
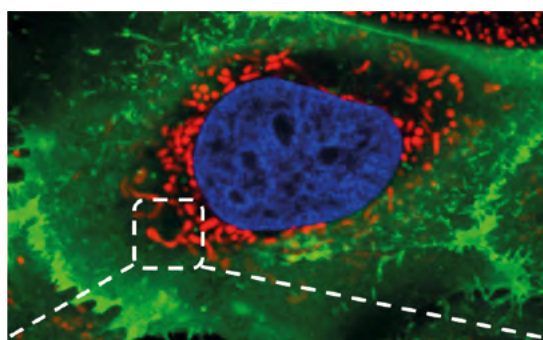
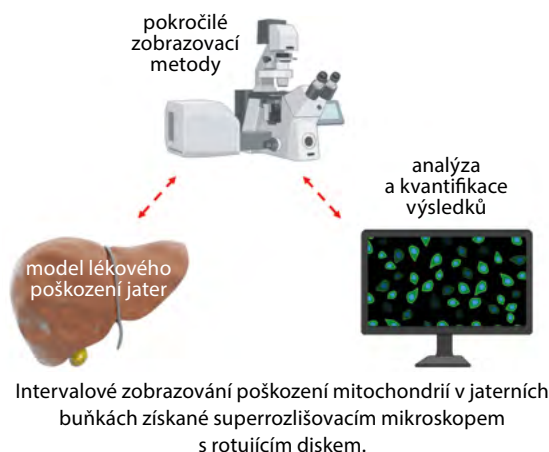
Vědci z Oddělení optických a biofyzikálních systémů Fyzikálního ústavu AV ČR se v rámci mezinárodního týmu zapojili do výzkumu, který přináší nové poznatky a přístupy v problematice lékového poškození jater. Tento multidisciplinární výzkum probíhá v rámci Evropské sítě pro lékové poškození jater, podporované ze společného evropského výzkumu PRO-EURO-DILI-NET¹. Výzkum byl publikován v prestižním časopise Journal of Hepatology².

Propojení fyziky a medicíny je jistě nepopíratelné. Dá se říci, že takřka každý nástroj či přístroj, který je v medicíně používán, má své základy ve fyzice a díky jejím pokrokům se modernizují i lékařské přístroje. Z toho důvodu jsme schopni stále lépe diagnostikovat a léčit mnohá onemocnění.

Jednou z velmi významných a zároveň neinvazivních diagnostických metod jsou zobrazovací metody. Vědci z Fyzikálního ústavu AV ČR se v rámci mezinárodního týmu, složeného z expertů z různých oborů, zapojili do výzkumu, který přináší nové poznatky a přístupy v problematice lékového poškození jater. Zároveň vede i k vytvoření modelu tohoto orgánu, který by se dal využít ke včasnému odhalení lékové toxicity. Výzkum byl publikován v prestižním časopise Journal of Hepatology.

1 Prospective European Drug-Induced Liver Injury Network. <https://proeurodilinet.eu/>

2 <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.06.021>



Zapojení pokročilého zobrazování v řešení problému lékového poškození jater.

Zapojení vědců z Oddělení optických a biofyzikálních systémů Fyzikálního ústavu Dr. Alexandra Dejneký a Dr. Olega Lunova spočívalo ve vytvoření postupu, jak studovat jaterní buňky ve 3D rozlišení

Bezovec 2021 – konferencia mladých astronómov

Jana Žďárská

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



Ve dnech 10. až 12. září 2021 proběhla tradiční konference astronomů Bezovec 2021. Jedná se již o 53. ročník, který tentokrát kvůli covidovým opatřením proběhl v neobvyklém podzimním termínu. Konference na Bezovci patří k předním akcím, které každoročně organizuje Slovenská astronomická spoločnosť pri Slovenské akademii vied a Hvezdárna a planetárium M. R. Štefánika v Hlohovci. Její hlavní náplní byla prezentace vědecko-výzkumné činnosti mladých astronomů, především z řad vysokoškolských studentů.

Tradičně se setkání astronomů na Bezovci koná již začátkem června, ale protože už druhým rokem pořádání takových akcí výrazně ovlivňuje celosvětové šíření infekce SARS-CoV-2, došlo k přesunutí termínu. Hlavní organizátor konference doc. Rudolf Gális k tomu dodává: „Keďže bolo ťažké predpokladať, ako sa situácia na Slovensku a vo svete bude vyvíjať, usúdili sme, že začiatok júna je príliš skorý termín pre organizovanie prezenčného stretnutia. Vzhľadom k viac než päťdesiatročnej tradícii podujatí na Bezovci sme sa rozhodli nezrušiť tohtoročnú konferenciu úpl-



Obr. 1 Konferencie o úspechoch stelárnej astronómie tradične umožňovali výmenu skúseností v oblasti výskumu premenných hviezd.

ne a len ju posunúť na jeseň 2021 s nádejou, že v tej dobe bude už situácia priaznivá aj pre takého osobné stretnutie, keďže ich hlavným cieľom je spájať predovšetkým mladú astronomickú komunitu na Slovensku a v Čechách.“

Bezovec je známá turistická lokalita s krásnou prírodou na západě Slovenska. „Tradičné stretnutie astronómov na Bezovci v roku 2021 písalo už svoje 53. pokračovanie. Podujatie nadväzuje na dlhoročnú radu Konferencií o úspechoch stelárnej astronómie, patriacim k popredným akciám, ktoré každoročne or-



Obr. 2 Leonard Kornoš (vpravo) prezentoval astronomický výskum na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave. Diskusiu po prednáške viedol Rudolf Gális (vľavo).

ganizuje Slovenská astronomická spoločnosť pri Slovenskej akademii vied a Hvezdárne a planetárium M. R. Štefánika v Hlohovci. Mnoho rokov sa o úspešnú organizáciu týchto konferencií starali RNDr. Ladislav Hric, CSc., a Mgr. Jozef Krištofovič,“ pripomína doc. Rudolf Gális.



Obr. 3 Pozvané prednášky sú lákadlom aj pre záujemcov z radov verejnosti.

Znovuzrození hvězdárny Žebrák



Jana Žďárská

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

Už od roku 1954 září na jižním okraji města Žebrák stříbrná kopule hvězdárny. Přesně o 50 let později obnovilo její činnost Sdružení Hvězdárna Žebrák v čele s Vladislavem Slezákem. Díky tomu zde v současné době znovu probíhají astronomická pozorování pro veřejnost, výstavy, přednášky, multimediální programy, astronomický kroužek pro mládež či pořady pro školy.

Hvězdárna Žebrák se nachází nad stejnojmenným městem Žebrák. V kopuli o průměru 5,5 m se ukrývá dalekohled typu Newton o průměru objektivu 0,358 m a ohniskové vzdálenosti 2,136 m. Je umístěn na speciální konstrukci, která je velmi podobná podkově amerického pětimetrového dalekohledu Hale na Mt. Palomar¹.

¹ Observatoř Palomar je americká soukromá astronomická observatoř v Kalifornii, ve správním obvodu San Diego, ležící v pohoří Palomar Mountain Range. Jejím vlastníkem a správcem je Kalifornský technologický institut (Caltech). Kromě Caltechu zde provádějí výzkum též jeho partneři, zejména Jet Propulsion Laboratory a Cornell University. Observatoř v současné době pozoruje pomocí tří hlavních dalekohledů: Haleova teleskopu (průměr 5,08 m), Teleskopu Samuela Oschina (průměr 1,22 m) a dalšího zrcadlového teleskopu (1,52 m). Kromě toho je zde umístěn také Palomarský zkušební interferometr.



Obr. 1 Dalekohled typu Newton o průměru objektivu 0,358 m a ohniskové vzdálenosti 2,136 m je umístěn na speciální konstrukci, která je kopií vidlice amerického pětimetrového dalekohledu Hale na Mt. Palomar.

K dispozici je i několik přenosných přístrojů s automatickým naváděním.

Duší hvězdárny je Vladislav Slezák, nadšený hvězdář a popularizátor vědy, jehož zájem o astronomii začal z rodného Prostějova až sem – takřka na druhý konec republiky. Ke svému vztahu k vesmíru a astronomii



Obr. 2 Na hvězdárně Žebrák probíhají astronomická pozorování pro veřejnost, výstavy, přednášky, multimediální programy, astronomický kroužek pro mládež či pořady pro školy.

Vladislav Slezák dodává: „*Jak jsem se dostal k astronomii? To už bylo velmi dávno a možná jako každý kluk v osmdesátých letech proto, že televize nabízela báječný seriál Okna vesmíru dokořán s dr. Jiřím Grygarem. Pocházím z Prostějova, kde jsem poprvé navštívil hvězdárnu. Moje teta bydlela v Záluží poblíž města Žebrák, a tak jsem se při jedné takové prázdninové návštěvě vypravil i do místní hvězdárny. Potkal jsem tam pana Karla Růžičku. Zrovna se vrátilo zrcadlo z pokovení, a tak dalekohled nebyl dobře seřízen. Chopil jsem se tehdy iniciativy a pro návštěvníky jsem hledal objekty, na které by se mohli podívat. Pan Růžička mi pak také přispíval do mého tehdejšího časopisu Astronomie dnes, který je v současnosti zpravodajem hvězdárny.*“

Astronomická pozorování ve městě Žebrák mají poměrně zajímavou historii. Asi nejznámějším historickým ukazem je dopad meteoritu Žebrák. Podle historických dat se tak stalo 14. října roku 1824. Vladislav Slezák cituje z archivních materiálů a příběhu, který namluvil pro hvězdárnu zpěvák Petr Rezek: „*Dle historických záznamů z doby vlády císaře rakouského, krále Františka I. se tak stalo brzy ráno, okolo osmé hodiny, kdy se malé královské komorní městečko Žebrák pomalu probouzelo do dalšího týdne. Velmi*

Čaro fyzikálních obrazov

Makrofotografie Daniely Rapavé dobývají svět

Jana Žďárská

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

Fotografovat začala astronomka Daniela Rapavá již na vysoké škole a přibližně před deseti lety se začala primárně zabývat fyzikální fotografií. Během této doby její obrazy doslova obletěly svět a posbíraly mnohá významná ocenění. V současné době jsou prezentovány na výstavách pro učitele, školy a veřejnost na Slovensku i v zahraničí a stálá výstava jejích obrazů je taktéž instalována na hvězdárně v Rimavské Sobotě. Nejdůležitějším krédem Daniely Rapavé je a zůstává touha zachytit krásu fyzikálních jevů a zprostředkovat ji ostatním.

Tato občasná rubrika Čs. čas. fyz. nazvaná *Věda a umění* vznikla z přesvědčení, že věda má s uměním skutečně mnoho společného¹. Harmonie v matematice, Fibonacciho posloupnost, difrakce, difuze, geometrie polarizovaného světla, tanec jasu a barev či zlatý řez. Věda v umění, věda v obrazech a umění uvnitř vědy. To vše lze nalézt ve fyzikálních obrazech astronomky Daniely Rapavé.

„Návštěvníci hvězdárny, kde mám stálu výstavu, bývají velmi nadšení a motivovaní. Když mi děkují, že sa znova cítia ako deti, čo objavujú, je to hrejivý pocit. A deti, tie sú občas veľmi zábavné a spontánne. Spomínam na jedného užasnutého chlapčeka, ktorý mi s vážnou tvárou oznámil, že keby on také fotil, bol by miliónár. Niekedy sa tak človek naozaj cíti, keď vidí ich iskry v očiach. A to nebolo len pri fotkách, ale aj pri polarizačnom akváriu, ktoré som kedysi dávno urobila z dvoch

¹ J. Žďárská: Věda a umění. Čs. čas. fyz 68, 244–245 (2018)
J. Žďárská: Makrofotografie nerostů v obrazech. 70, 316–317 (2020)



Obr. 1 Zamrznutá planéta (zamrzajúca bublina) s jemným vzorom získala najviac cien vo svete. Foto: Daniela Rapavá



Obr. 2 Ľadový indián s modrým vtákom šťastia v polarizovanom svetle. Foto: Daniela Rapavá

starých CPL² filtrov na monitor, špeciálne pre deti, aby si mohli vyskúšať pozorovanie fotoelasticity. Filtre boli svetlé a tak stačilo prírodné svetlo hocikde. Až omnoho neskôr som na internete našla, že existuje nejaký polariskop,² pripomína Daniela Rapavá.

Příroda nám den co den cosi sděluje, něčím nás fascinuje, jejím prostřednictvím můžeme vnímat její vůni, hladit ji očima a tiše naslouchat. A tak je nám občas dovoleno zablédnout nevšednost v běžném a všedním či neobyčejnost v tom docela obyčejném... A Daniela Rapavá k tomu dodává: „Fyzikálne fotografie majú zároveň veľmi estetický a niekedy aj metaforický a emotívny

² Circularly polarized light – kruhově polarizované světlo

Medailér a sochař Zdeněk Kolářský očima fyziků a matematiků

(při příležitosti jeho životního jubilea)

Alena Šolcová¹ a Jan Valenta²

¹Katedra aplikované matematiky, Fakulta informačních technologií ČVUT v Praze, Thákurova 9, Praha 6

²Katedra chemické fyziky a optiky, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Ke Karlovu 3, Praha 2

Učitelé, studenti či vědci si obvykle ani neuvědomují, jak významně k atmosféře a vnější tváři jejich institucí přispívají různí umělci. Nejde pouze o umělecká díla umístěná často před školami, o pozoruhodnou architekturu budov, ale také o každodenně používaná loga, symboly a ceremoniální předměty sloužící při slavnostních příležitostech, jako jsou například promoce – insignie, žezla, ozdobné řetězy s medailemi, pečetidla. Zřejmě nejproduktivnějším umělcem v tomto oboru v našich zemích, který pracoval pro řadu univerzit a vědeckých společností, je Mistr Zdeněk Kolářský, který letos na jaře oslavil 90. narozeniny.

Akademický sochař Zdeněk Kolářský se narodil 29. 4. 1931 v Kostelci nad Orlicí. Vystudoval Střední průmyslovou školu sklářskou v Železném Brodě (1947–51, prof. M. Janků, L. Přenosil, B. Novák, J. Černý) a Vysokou školu uměleckoprůmyslovou v Praze (1951–57, ateliér glyptiky a užité plastiky prof. Karla Štipla). V průběhu své aktivní kariéry se Kolářský zapojil do činnosti umělecké skupiny Medaile 66 a Asociace umělců medailérů při Unii výtvarných umělců (1990) [1].

Po ukončení školy nejprve navrhoval užité sklo (lité nebo ryté), přebaly gramofonových desek a jinou propagační grafiku apod. Postupně se však orientoval na portrétní, figurální a reliéfní grafiku a zejména medaile a mince – vytvořil více než desítku mincí: oběžných (např. tříkoruna) i příležitostných (pamětních). V jeho tvorbě najdeme busty významných osobností Petra Bezruče, Pabla Nerudy, Karla Högera či Václava Petržílky, ale mnohem více portrétů je provedeno formou reliéfu jako součást pamětních desek (či medailí) – z vědeckého světa jsou to např. Marek Marci (Lanškroun), Jan Amos Komenský (Pedagogické muzeum v Praze, obr. 1), Albert Einstein (Praha, obr. 2), Eduard Albert (Žamberk).

V roce 1971 zvítězil Z. Kolářský v soutěži o nové logo České státní pojišťovny se svým návrhem tří splétajících se lipových

listů. Návrh umožňoval využití nejen jako grafické logo, ale také jako reliéf, odznak a podobně, což se stalo později typickým prvkem Kolářského díla. Logo bylo čisté a nadčasové a přestalo být používáno teprve nedávno po převzetí pojišťovny zahraničním vlastníkem. Motiv lipového listu použil také při tvorbě ozdobného řetězu, který byl roku 1979 instalován okolo pomníku svatého Václava na Václavském náměstí. K tématu lípy Zdeněk Kolářský poznamenal: „*Lípa, lipová větévka, lipový list – symbol, který se stal národním, vyjadřuje svým tvarem podobu srdce, tedy lásku, štěstí, mírnost, vlídnost a pravdu. Tento atribut vstoupil do mého vě-*



Obr. 1 Reliéf u vstupu do Pedagogického muzea v Praze na Malé Straně z roku 2018.



Obr. 2 Pamětní deska Albertu Einsteinovi na domě U Jednorozce na Staroměstském náměstí v Praze. Dílo vzniklo z iniciativy JČMF za podpory magistrátu hl. města Prahy a bylo slavnostně odhaleno 14. března 1999 při příležitosti 120 let od narození A. Einsteina.

Hvězdná dynamika

Rozhovor s Václavem Pavlíkem nejen o astronomii

Václav Pavlík¹, Jana Žďárská²

¹ Astronomy Department, Indiana University Bloomington, Bloomington, IN, USA; pavlik@astro.cz

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

RNDr. Václav Pavlík, Ph.D., se již dlouhodobě zabývá hvězdnou dynamikou, zejména vývojem hvězdokup, které studuje pomocí numerických modelů. V současné době působí na postdoktorské pozici v USA na Astronomy Department, Indiana University Bloomington. Dr. Pavlík se také dlouhodobě věnuje výuce mladší generace astronomů a popularizaci vědy. Od roku 2012 působí v komisi Astronomické olympiády, mezi lety 2018 až 2020 pracoval jako člen programového oddělení Planetária Praha, přeložil několik populárně-vědeckých knih a už téměř 10 let pracuje jako redaktor v časopisu Astropis. Od dubna 2021 získal juniorské členství v Mezinárodní astronomické unii.

■ **Jana Žďárská:** Když jsem se začela do vašeho medailonku, měla jsem v první chvíli pocit, že rok vašeho narození popletl nějaký šotek. Výčet vašich vědeckých pozic a zájmů je velmi rozsáhlý, navíc se věnujete i podpoře mladých studentů. Mohl byste našim čtenářům říci, co pro vás znamená věda a vědecké bádání?

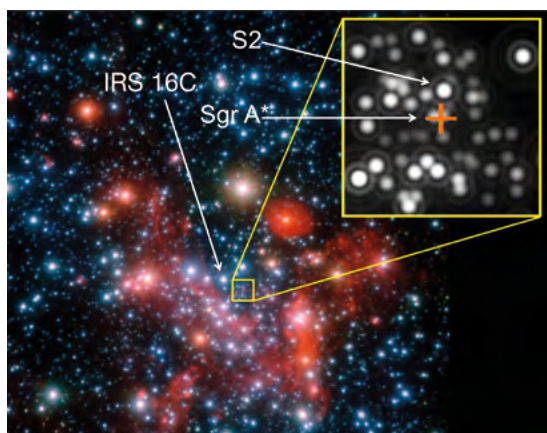
Václav Pavlík: Ve vědě (a myslím přírodní vědy) je spousta odvětví, která se zabývají studiem věcí tady na Zemi i mimo ni. Mně vždy připadal atraktivní vesmír, proto jsem se rozhodl pro dráhu astronoma. Věda je způsob poznávání světa kolem nás – a ne pouze jeden z mnoha různých, je to jediný způsob. Opírá se totiž

o testovatelné hypotézy a reprodukovatelné výsledky. Pro vědu jsou také specifické tyto dvě věci: zaprvé to, že vždy uvádíme výsledky s nějakou mírou nejistoty, není její slabina, ale naopak síla. Tím se věda liší od dogmat a víry. Dává nám tím možnost si zvolit, zda je pro nás daná přesnost dostačující, nebo zda potřebujeme lepší teorii či experiment. A zadruhé, na vědě je také skvělé, že nezáleží na člověku, který dělá pokus či formuluje teorii. Pocity či nepodložené osobní názory v ní nemají místo. Tím se liší od politiky nebo společenských věd.

■ **JŽ:** Těžištěm vašeho výzkumu je vznik a dynamický vývoj hvězdokup a hustého hvězdného prostředí. Zabýváte se také dynamickým původem dvojhvězd, retencí černých děr ve hvězdokupách a vývojem hvězdokup v Galaxii. Čeho byste chtěl v této vědecké oblasti dosáhnout?

VP: Jestli mohu, raději bych neuváděl, čeho chci dosáhnout sám, ale k čemu by se měl tento obor ubírat. Myslím, že ve vědě by nemělo jít o úspěchy a cíle jednotlivců, ale zejména o to, jestli se obor, ve kterém lidé pracují, za dobu jejich aktivní kariéry někde znatelně posune. Bohužel se z honění se za kariérou i zde stává obrovský nešvar.

Jedním z problémů, který bych za svého života rád viděl vyřešený, jsou počáteční podmínky modelů hvězdokup. Neustále děláme modely, které jsou velmi idealizované. Ačkoliv můžete některé fyzikální charakteristiky zanedbat a nedopustíte se tím téměř žádných chyb (např. považovat hvězdy za hmotné body), jiné vlastnosti hvězdokup jsou neodiskutovatelné, např. že do simulací vždy vhodíme všechny hvězdy najednou, ačkoliv v reálných systémech hvězdy vznikají postupně. Bylo by příjemné v tomto směru vidět pokrok a samozřejmě se k tomu jistým způsobem snažím směřovat.



Obr. 1 Snímek centra naší Galaxie. Hvězda S2 byla pozorována pomocí interferometru GRAVITY na VLTI a jako referenční hvězda sloužila IRS 16C. Ze změřené periody oběhu S2 kolem galaktického středu (Sgr A*), jež vychází z asi 16 let, a hlavních poloos její dráhy byla určena hmotnost neviditelného objektu v centru naší Galaxie na 4 miliony hmotností Slunce. Foto: © ESO/MPE/S. Gillessen et al.

Sedmdesátiny RNDr. Stanislava Němečka, CSc.

Jan Hladký

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

Stanislav Němeček se narodil 9. 6. 1951 v Brně, kde žil do svých pěti let. Na základní a střední školu (SVVŠ) chodil v Šumperku. Po maturitě roku 1969 nastoupil na Matematicko-fyzikální fakultu (MFF) Karlovy univerzity (UK) v Praze, kde studoval v letech 1969–74 a získal diplom v oboru jaderná fyzika.

V červnu 1974 vstoupil do manželství s ženou Janou a za několik měsíců ho čekal nástup na vojenskou službu do Kladna. Po návratu do civilu na konci srpna 1975 absolvoval pohovor ve Fyzikálním ústavu Československé akademie věd v Praze (FÚ ČSAV) u RNDr. Miroslava Jireše, který byl v Oddělení fyziky vysokých energií (VE) odpovědný za výpočetní techniku. Ten Němečka doporučil k přijetí na místo odborného asistenta a ředitel FÚ ČSAV Ing. Jaroslav Sedlák, CSc., ho následně přijal na období od 1. 10. 1975 do 30. 9. 1978.

V listopadu roku 1974 byla v USA objevena nová elementární částice – půvabná. To motivovalo kolaboraci BIS (bezfilmový jiskrový spektrometr) v Laboratoři vysokých energií (LVE) Spojeného ústavu jaderných výzkumů (SÚJV) v Dubně k podání návrhu nového pro-



Obr. 2 Diskuse ve Smolenicích, zleva: S. Němeček, J. Formánek, J. Chýla.

jektu experimentu hledání půvabných částic na svazku neutronů serpuchovského urychlovače v interakcích neutron–proton. Projekt byl přijat jako experiment BIS-2. V SÚJV se provádělo zejména studium půvabného baryonu Λ_c^+ . V Praze se tohoto experimentu zúčastnili všichni členové skupiny elektronického experimentu a k nim se připojil i Stanislav Němeček, viz obr. 3 [1].

Pro experiment BIS-2 se v Praze prováděla zejména počítačová analýza údajů naměřených na serpuchovském urychlovači. Využíval se k tomu počítač CDC-3300, a to v nočním čase, kdy byl volný strojový čas. To umožňovalo skupině VE být rovnocennými partnery s ostatními velkými laboratořemi, členy experimentu. Stanislav Němeček se podílel zejména na adaptaci programů a rovněž na zpracování údajů na počítači.

Pod vedením RNDr. Antonína Prokeše, CSc., sepisoval Stanislav Němeček svoji kandidátskou práci, kterou obhájil 17. 3. 1983 už v rozšířeném Fyzikálním ústavu ČSAV (FzÚ ČSAV). Získal diplom kandidáta fyzikálně-matematických věd – obor experimentální fyzika – a na Matematicko-fyzikální fakultě Karlovy univerzity také titul RNDr. za práci nazvanou *Pozorování půvabného baryonu Λ_c^+ v interakcích neutronů o střední energii 56 GeV*.

V roce 1975 vznikla kolaborace laboratoří Bologna–CERN–Dubna–Mnichov–Saclay (BCDMS), která se zúčastnila experimentu NA-4 v CERN. Vrcholné orgány ČSAV v Praze rozhodly, že účast československých



Obr. 1 Stanislav Němeček.