

6 / 2019
SVAZEK 69

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®



- OD LEMAÎTRA K RELIKTNÍMU ZÁŘENÍ A PEEBLESovi • EINSTEIN OPĚT V PRAZE • FOTOSYNTÉZA NA POVRCHU PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ • EXOPLANETY A NOBELOVA CENA • 50. MEZINÁRODNÍ FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDA



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 6/2019

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fyziky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.
Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: prosinec 2019.

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

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Žďárská

Oboroví redaktori – Associate Editors:
Jaroslav Bielčík, Pavel Cejnar, Juraj Fedor,
Petr Kácvovský, Jiří Limpouch, Jan Mlynář,
Karel Rohlena, Štěpán Stehlík, Alena Šolcová,
Patrik Španěl, Ivan Zahradník

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

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

Propagace, inzertní oddělení:
Jana Žďárská
e-mail: zdarskaj@fzu.cz

Jazyková úprava:
Stanislava Burešová, Lýdia Murtinová

Vedoucí výroby a grafik:
© Jiří Kolář

Tisk: Grafotechna plus, s. r. o.

Cena jednoho výtisku je 85 Kč.
Objednávky a prodej jednotlivých čísel
v ČR vyřizuje redakce.
Na Slovensku časopis rozšiřuje
Jednota slovenských matematiků a fyziků,
pobočka v Žilíně, Ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina,
e-mail: ivo.cap@fel.uniza.sk
Distribution rights in foreign countries:
Kubon & Sagner, PO Box 240108,
D-8000 München 34

Časopis je zařazen na Seznam recenzovaných
neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.
Registrace: MK ČR E 3103, ISSN 0009-0700
(Print), ISSN 1804-8536 (Online).
Copyright © 2019 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.



Úvodník



Ohlédnutí za třiceti lety ve vědě

Třicet let není nijak významně „historicky dlouhá“ doba, ale přesto – nebylo by již přínosné zamyslet se nad vývojem českého vědeckého prostředí v době „po sametu“? Abych šel příkladem, pokusím se zde o velmi zkratkovitý osobní pohled na minulá tři desetiletí okem běžného „dělníka vědy“, který roku 1989 zakončil vysokoškolská studia a stal se vědeckým aspirantem.

Nádhernou dobu, kdy se národ otevřeně přihlásil k ideálům svobodného života v pravdě a lásce (je příznačné, že se krásné ideje v myslích některých lidí transformovaly v hanlivé pojmenování „pravdo-láskař“), jsem prožil za zdi kasáren při výkonu „čestné občanské povinnosti“. I tam se děly věci, ale to by bylo na jiné povídání. Přejdeme rovnou k letům devadesátým. Dominantní vliv na prostředí vědy a výzkumu měla ekonomická „transformace“, kdy jsme rychle dospěli k tržním cenám, ovšem dynamika platů byla pomalejší. (Pominu zde různé přeměny/zániky resortních a posléze i akademických ústavů.) Bylo to období krušné, pro dnešní mladé badatele těžko představitelné. Příjmy stačily tak na holé přežití a provozní peníze sotva na údržbu zastaralých laborek (v souladu s názorem prof. Klause, že vědec má být hladový – nebylo myšleno „hladový po poznání“). My, co jsme tehdy začínali, jsme měli v zásadě dvě možnosti: odejít bádát do ciziny, nebo vydělávat více mimo vědu – možnosti, které se otvíraly, byly neopakovatelné (spolužáci fyzikové se stali třeba generálními řediteli bank, novináři či politiky). Neméně to platilo pro střední generaci vědců mezi 30 a 40 lety, která mnohde zcela zmizela (a tato mezera je patrná dodnes). O tom, kdo zůstal u vědy, obvykle rozhodovala souhra různých okolností (často náhodných), jako rodinné zázemí, bydlení, péče o děti, situace na pracovišti, vhodná volba stáže v zahraničí atd. Řekl bych, že talent nebyl dominujícím prvkem. S přílišnou péčí školitelů jsme nemohli počítat, a tak ten, kdo přežil toto období a neutekl z vědy, se musel naučit samostatnosti, nacházet své cestíčky, vypěstovat si kontakty i lásku k bádání.

Ve druhém období (~desetiletí) – počínaje posledními lety 20. století – se začala situace měnit. Fungovaly grantové agentury (zejména zrušené GA AV je škoda) a bylo možné občas koupit i nějakou (z dnešního pohledu malou) investiční věc. Také se vlády rozhodly investovat do regionálních (resp. mimopražských) univerzit a nové fakulty postupně rostly jak houby po dešti. To, že máme dnes možná už tucet přírodovědeckých fakult, způsobuje nesmyslné tříštění omezených zdrojů, a přitom (nejen proto) naše nejstarší (a zatím nejvýkonnější) univerzita v žebříčcích setrvale klesá. I v letech nultých ještě obziva badatelů nebyla lehká a musely pomoci víceúvazky (třeba na těch nových fakultách) či pobyty v zahraničí.

Nedlouho po vstupu do EU se nastartovalo současné období budování nových ústavů a center, zpočátku jen těch gigantických a pouze mimo území Prahy. Do nich se nakoupilo špičkové vybavení a pro období štědrých počátečních dotací i spousta dobře placených (často zahraničních) vědců (zde bych chtěl zdůraznit, že je to můj osobní pohled outsidera na základě návštěv a kontaktů s některými tamními rezidenty). V posledních letech se našťáště dařilo nakupovat dobré vybavení i ve starších institucích a platy jsou už přijatelné i tam.

Takže vítězství? Ne tak docela. Ten vývoj byl totiž velmi extenzivní a s rostoucími dávkami návykového dotačního dopingu. Snad by někdo mohl doufat, že kvantita se přeci jen nějak přetaví v kvalitu... Ale ve vědě to tak nefunguje. Už před řadou let, když jsem procházel laboratoře a posluchárny na MIT, jsem si říkal: Na naší alma mater to už vypadá velmi podobně, co se týče vybavení. Tak odkud pramení ten obrovský rozdíl v kvalitě? Odpověď nebyla těžká. Je to v lidech! Skvělé týmy vědců nekoupíte v e-shopu, ty se musejí pečlivě budovat kolem výjimečného vědce-organizátora, kterému dáme volnost v rozhodování. Teprve kvalitní prostředí a renomé pak začnou přitahovat nejlepší studenty a badatele i bez nutnosti nabízet nejvyšší platy v oboru. V období extenzivního bujení se v naší vědě také roztočila kola kafemlejnů, začal hon za H-indexy a velký tlak na takto počítaný výkon vědců. Jak se ukazuje, bude těžké zbavit se tohoto břemene. Další „zavazadla“ nám nakládají na ramena zákonodárci, vláda či dokonce vedení našich institucí v podobě špatně koncipovaných výběrových řízení, centrálních nákupů, zákoníku práce, GDPR, výkazů a tak dále. Na druhou stranu na některé zásadní změny stále čekáme – zejména chybí důkladná reforma vysokého školství.

Přes všechny potíže lze říci, že vývoj našeho vědeckého prostředí v minulých 30 letech byl pozitivní. Vidím řadu pracovišť, která mohou soupeřit s nejlepšími světovými konkurenty. Nyní je však třeba zapracovat na koncepčních otázkách vedoucích k obecnější přeměně kvantity na kvalitu. A také doufám, že toto extrémně krátké ohlédnutí vybudí někoho kompetentního k podrobnějšímu rozboru vývoje naší vědy.

Jan Valenta

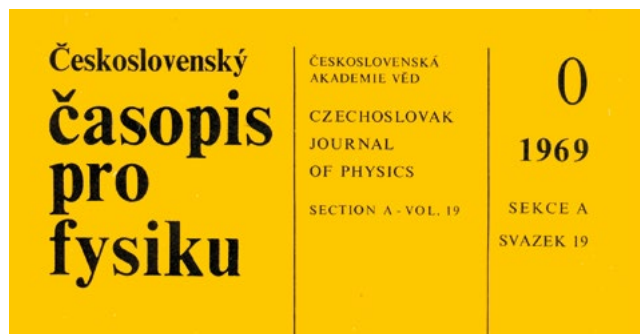
Obsah

O ČEM PSAL ČS. ČAS. FYZ. PŘED 50 LETY

O čem psal žlutý časopis v roce 1969

394

vybral Jan Valenta



AKTUALITY

Od Lemaître k reliktnímu záření a Jamesi Peeblesovi

401

Jiří Chýla



Exoplanety a Nobelova cena

407

Petr Kabáth

METODY A PŘÍSTROJE

Testování solárních článků pro vesmírné aplikace

409

Michaela Rabochová, Roman Mohyla, Martin Magyar

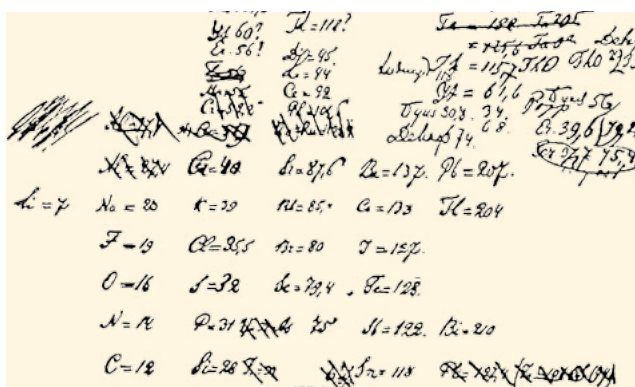


VE ZKRATCE

Periodická tabulka prvků

413

Aleš Lacina



REFERÁTY

Einstein opět v Praze (1. část)

421

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

Jiří Podolský, Pavel Cejnar

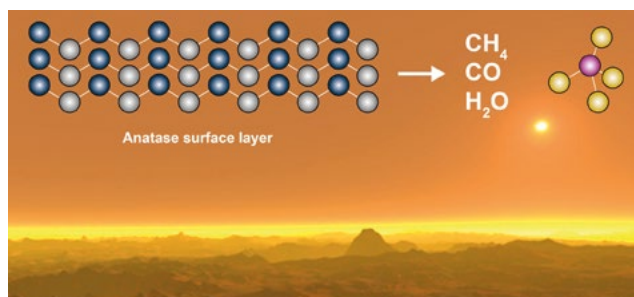


REFERÁTY

Umělá fotosyntéza na povrchu přírodních materiálů (cyklus oxidu uhličitého)

431

Svatopluk Civiš



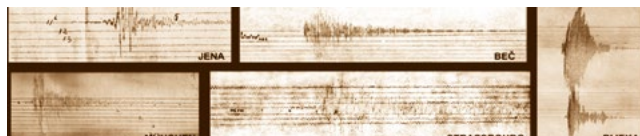
Obrázek na obálce:

Mléčná dráha nad anténami observatoře ALMA,
zdroj: A. Duro / ESO (viz str. 458)

HISTORIE FYZIKY

**110 let od objevu
Mohorovičičovy diskontinuity** 438

Zuzana Vařilová



**Lise Meitnerová a Otto Frisch:
Interpretace a ověření procesu
jaderného štěpení** 441

Filip Grygar

MLÁDEŽ A FYZIKA

**Jubilejní 50. mezinárodní
fyzikální olympiáda** 447

Jan Kříž, Ivo Čáp, Filip Studnička, Ľubomír Konrád

**Sonda středoškolského studenta
zkoumala stratosféru** 451

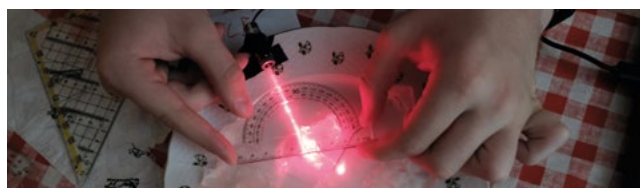
Jakub Dvořák, Jaroslav Reichl



ZPRÁVY

**Letní tábor korespondenčního
semináře Výfuk** 453

Anežka Čechová



**XIX. seminář o filosofických
otázkách matematiky a fyziky** 454

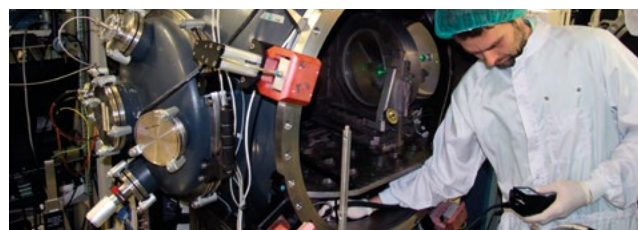
Jan Novotný

ZPRÁVY

**Prague laser spaceapps
workshop 2019** 456

V laserovém centru HiLASE a v Toskánském
paláci na Hradčanském náměstí proběhly
workshopy aplikací výkonových laserů

Jana Žďárská



ROZHOVOR

**Čeští vědci naučili observatoř
ALMA pozorovat Slunce** 458

Jana Žďárská



RECENZE

**Divadlo v Řeznické:
Mark St. Germain: Relativita** 462

Jan Valenta



**Jana Musilová a Pavla Musilová:
Matematika pro porozumění i praxi III** 462

Netradiční výklad tradičních témat
vysokoškolské matematiky

Olga Rossi

O čem psal žlutý časopis v roce 1969

vybral Jan Valenta

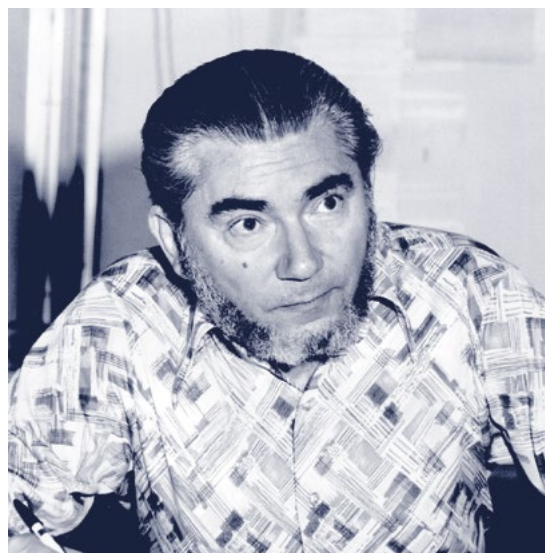
Tak jako společnost se v roce 1969 vzpamatovávala z nárazu do reality spojeneckých tanků, tak i ve žlutém časopise postupně dozněla velká anketa, kriticky hodnotící stav československé fyziky a výzkumu vůbec. V roce 1969 se již řešily praktičtější otázky: jak dál ve vztahu k nedávno založené EFS, příprava moderních učebnic fyziky apod. Objevují se také humorné příspěvky.

Čs. čas. fys. **A19** (1969), 235–236

Doc. Dr. Z. Švestka – nositel mezinárodní ceny Guggenheimových za rok 1968

Cenu Daniela a Florence Guggenheimových uděluje Mezinárodní astronautická akademie od r. 1961 vědcům, kteří se v předcházejících pěti letech zasloužili vynikající měrou o pokrok astronautiky. V minulých letech to např. byli sir Bernard Lovell, Van Allen a M. V. Keldyš. Slavnostním vyhlášením na letošním říjnovém kongresu *Mezinárodní astronautické federace* v New Yorku se stal osmým laureátem této ceny doc. Zdeněk Švestka, DrSc.

Narodil se v Praze 1925; absolvoval *Přírodovědeckou fakultu University Karlovy* r. 1949 doktorátem z astrofyziky a teoretické fyziky. Od začátku své vědecké činnosti pracuje doc. Švestka v Ondřejově na *Státní hvězdárně*, nyní *Astronomickém ústavu ČSAV*, kde se stává v r. 1953 vedoucím Slunečního oddělení. S výjimkou několika raných publikací se od počátku své činnosti zaměřil na výzkum sluneční aktivity a uveřejnil na 70 vědeckých prací, často citovaných ve světové literatuře. Středem jeho zájmu jsou sluneční erupce, tj. lokální vzplanutí na Slunci, jež se rozvinou do maximální fáze zpravidla během několika minut a pak během doby mnohem delší doznívají. Erupce jsou provázány výronem záření a částic, dosahujícím až několika % celkového toku slunečního záření a ovlivňujícím i meziplanetární prostor, zemskou magnetosféru a ionosféru. Unikátní erupční spektrograf, postavený v Ondřejově, poskytl velké množství materiálu pro výzkum fyzikálních podmínek v erupcích. Za výsledky tohoto výzkumu byl kolektiv vedený doc. Švestkou odměněn r. 1961 státní cenou. Shrnutí Švestkových výsledků obsahuje jeho více než stostránková publikace v *Advances in Astronomy and Astrophysics* (New York 1965). Z pozdějších prací připomeňme dva články, jež napsal společně s manželkou dr. L. Fritzovou v r. 1967 a jež obsahují



Zdeněk Švestka v roce 1980 v NASA (Goddard Space Flight Center).

nové, originálními metodami dosažené výsledky v oblasti studia hustoty elektronů v erupcích.

Bezprostředním podnětem udělení cen Guggenheimových byl zřejmě velký úspěch mezinárodního „Projektu protonových erupcí“ (PFP 1966), o který se doc. Švestka zasloužil jako předseda komise pro sluneční aktivitu při *Mezinárodní astronomické unii* (IAU) a k němuž přispěl i svými publikacemi. Při protonových erupcích mají produkované částice vysokou energii a obvyklé průvodní jevy erupcí jsou zvláště intenzivní. Astronautika má o ně pochopitelně veliký zájem, protože ohrožují život astronautů.

Včasné krátkodobé předpovědi a vyhlášená pohotovost observatoří při všech protonových erupcích, které se během trvání PFP objevily, umožnily opatřit obrovské množství komplexního pozorovacího materiálu. Výsledky pozorování Slunce při erupci z 7. 7. 1966 shrnul doc. Švestka v referátu na Symposiu IAU v Budapešti v r. 1967. Krátce předtím byl pozván na londýnské zasedání COSPAR přednášet o možnostech dlouhodobých předpovědí protonových erupcí, jež mají především význam z hlediska ochrany astronautů. Ukázal, že během

Od Lemaîtrea k reliktnímu záření a Jamesi Peeblesovi

Jiří Chýla

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

Polovina Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2019 byla udělena americkému kosmologovi Jamesu Peeblesovi za „teoretické objevy ve fyzikální kosmologii“. V tiskové zprávě je tato charakteristika rozvedena slovy:

„Peeblesův vhled do fyzikální kosmologie obohatil celý tento obor a během posledních padesáti let položil základy pro transformaci kosmologie ze spekulací na vědu. Teoretický rámec, který vyvinul od poloviny šedesátých let, představuje základ našeho současného chápání vesmíru.

Model velkého třesku popisuje vesmír od jeho prvních okamžiků před téměř 14 miliardami let, kdy byl velmi horký a hustý. Od té doby se vesmír rozpíná a chladne. Necelých 400 000 let po velkém třesku se vesmír stal pro hmotu průhledným a světelné paprsky mohly cestovat prostorem. I dnes je toto pradávné záření všude kolem nás a zakódováno v něm se skrývá mnoho tajemství vesmíru. S využitím svých teoretických nástrojů a výpočtů James Peebles dokázal interpretovat tyto stopy z doby mládí vesmíru a objevit nové fyzikální procesy.“

Letošní Nobelova cena za fyziku pro Jamese Peeblese (1935) je již třetí Nobelovou cenou spojenou s objevem a vlastnostmi reliktního záření. Po roce 1978, kdy ji získali Robert Wilson a Arno Penzias „za objev kosmického mikrovlnného reliktního záření“ ji v roce 2006 získali John Mather a George Smoot „za objev charakteru a anisotropie kosmického reliktního záření“.

Smyslem tohoto textu je připomenout, jak model velkého třesku vznikl, kdo a jak se na jeho formulaci podílel, proč právě objev reliktního záření v roce 1965 byl pro jeho přijetí zcela zásadní a jak k němu letošní laureát přispěl. Aby přelomový význam tohoto objevu byl pochopitelný a abychom docenili, jak těžko se rodila myšlenka, že vesmír má počátek v čase, musíme začít před sto lety a připomenout dva klíčové objevy, které objevu reliktního záření předcházely, a několik osobností, které při tom hrály klíčové role.

Vesmír je přece stálý

V roce 1917 aplikoval Einstein svou novou obecnou teorii relativity na idealizovaný případ vesmíru, v němž je hmota rozložena v prostoru homogenně. Předpokládal, že ze svých rovnic dostane stacionární řešení, které by odpovídalo tehdejšímu znalostem o stavu vesmíru. Protože hmota na sebe působí přitažlivou silou, musel do svých rovnic přidat tzv. kosmologickou konstantu, která přitažlivost hmoty kompenzuje a efektivně působí jako antigravitace. Jeho řešení odpovídalo troj-



Obr. 1 James Peebles

rozměrnému povrchu čtyřrozměrné koule s konečným poloměrem. S tím byl na čas spokojen.

Ale tak to být nemusí

V roce 1922 leningradský matematik Alexandr Fridman (1888–1925) přepsal Einsteinovy rovnice pro homogenní a izotropní vesmír do tvaru, který měl náznový fyzikální význam [1]. V něm vystupuje veličina $R(t)$, která popisuje, jak závisejí na čase vzdálenosti kterékoli dvojice bodů v trojrozměrném prostoru. Jeho krok lze pro případ kladné křivosti prostoru přiblížit jednoduchou analogií s nafukováním míče na obrázku 3. Metriku na povrchu koule, tj. předpis, jak spočítat vzdálenosti dvou bodů, lze napsat různým způsobem, například pomocí úhlů takto

$$d\sigma^2 = R^2(t)(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) = R^2(t)d\Omega_2, \quad (1)$$

kde $R(t)$ je poloměr koule, který může záviset na čase a $0 \leq \theta \leq \pi$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$. Souřadnice θ , φ se nazývají „spolupohybující“ (anglicky *comoving*) protože objekty s těmito souřadnicemi na nich zůstávají i při nafukování míče, zatímco vzdálenost dvou bodů na povrchu koule při nafukování roste. Podobný výraz napsal Fridman pro metriku trojrozměrného povrchu čtyřrozměrné koule

$$d\sigma^2 = R^2(t)(d\chi^2 + \sin^2\chi(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2)) \quad (2)$$

a pro metriku čtyřrozměrného prostoročasu v rámci obecné teorie relativity

$$ds^2 \equiv c^2 dt^2 - d\sigma^2 = c^2 dt^2 - R^2(t)d\Omega_3, \quad (3)$$

Bez ztráty na obecnosti lze položit $d\varphi = d\theta = 0$ a pro vzdálenost dvou bodů pevně svázaných s povrchem

Exoplanety a Nobelova cena

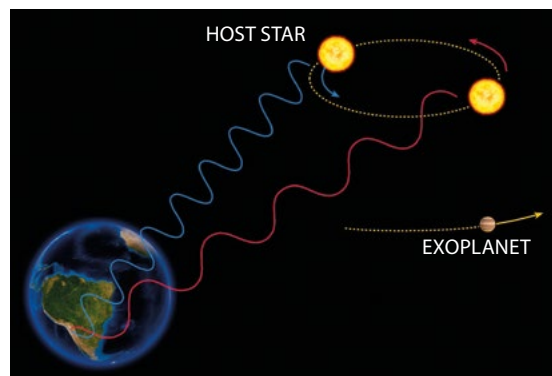
Petr Kabáth

Astronomický ústav AV ČR, Fričova 298, 251 65 Ondřejov; petr.kabath@asu.cas.cz

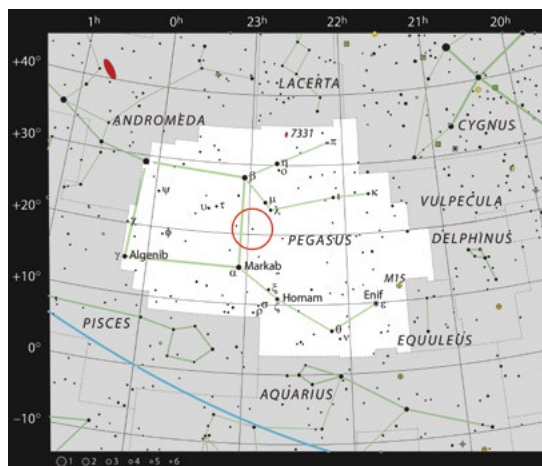
Otázka, zda ve vesmíru existují i jiné planety než Země, je stará jako lidstvo samo. Planety, i když pouze ty ve Sluneční soustavě, a jejich pohyb po obloze pozorovali již dávní Řekové, kteří si všimli, že některé hvězdy „stojí“ na místě a jiné se pohybují. Díky tomu dostaly tyto hvězdy pohybující se objekty své jméno – planety, což volně přeloženo z řečtiny znamená tuláci. Ale existují planety mimo Sluneční soustavu? Pokud ano, jak vypadají, jaké mají fyzikální vlastnosti a kolik jich je a jak vznikly? Toto byly otázky, které si astronomové kladli před rokem 1995 a částečně si je kladou i nyní.

Vraťme se trochu nazpět, před rok 1995. V roce 1952 vyšel článek amerického astronoma s ruskými kořeny Otto Struveho, kde bylo spočítáno, jak velkou změnu radiální rychlosti by způsobila planeta typu Jupiteru u hvězdy slunečního typu, tedy svými parametry podobná Slunci [1]. Otto Struve konstatoval, že změna v řádech desítek metrů za sekundu byla měřitelná už tehdy existujícími přístroji. Nicméně na první objev planety u hvězdy slunečního typu jsme si museli počkat až do již zmíněného roku 1995 [2], kdy dvojice švýcarských astronomů Michel Mayor a Didier Queloz, tehdy školitel a jeho student z univerzitní observatoře ve švýcarské Ženevě, publikovali svůj nejnovější objev.

Pánové Mayor a Queloz zaznamenali ve spektroskopických datech z jihofrancouzské observatoře *Observatoire de Haute Provence* pomocí spektrografu ELODIE změny v radiálních rychlostech u hvězdy 51 Pegasi, které měly velikost zhruba ± 50 m/s a odpovídaly tedy přítomnosti tělesa o hmotnosti zhruba poloviny Jupiteru (popis metody viz obrázek 1). Zajímavé ovšem bylo, že tato planeta oběhne svoji hvězdu za 4,2 dne. Tento systém byl podivný a vlastně úplně jiný než naše Sluneční soustava, kde Jupiter oběhne Slunce jednou za 12 let.



Spektroskopická metoda měření radiálních rychlostí hvězdy způsobených pohybem hvězdy a planety kolem společného středu hmotností. Zdroj: ESO (<https://www.eso.org/public/images/eso0722e/>)



Mapka zachycuje rozsáhlé souhvězdí severní oblohy Pegas (Peg). Nenápadná hvězda 51 Pegasi, označená kroužkem, je pozorovatelná jako slabý objekt pouhým okem. Kolem hvězdy obíhá planeta 51 Peg b, první extrasolární planeta objevená u běžné hvězdy. Zdroj: ESO, IAU and Sky & Telescope

Objev byl samozřejmě obrovským impulzem pro hledání nových planet a pro konstrukci nových přístrojů, které planety pomáhaly a pomáhají hledat – a také byl o skoro 25 let později oceněn udělením poloviny Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2019.

Kromě nových planet nalezených spektroskopickou metodou jako 51 Peg b, byla pozorována v roce 2000 planeta HD209458b, která byla první objevenou planetou zakrývající disk hvězdy a malinko tlumící její jas [3], tedy metodou zákrytu, která je využívána vesmírnými misemi. V roce 2003 začal fungovat systém malých čoček SuperWASP (*Wide Angle Search for Planets*) z La Palmy ve Španělsku a v roce 2005 z Jihoafrické republiky [4]. Tento projekt do dnešního dne našel více než 190 planet ze zemského povrchu právě pomocí fotometrické detekce zákrytu. V roce 2006 vystartovala první vesmírná mise zaměřená na hvězdné pulzace a exoplanety CoRoT, jenž byla misí Evropské vesmírné agentury [5]. Mise CoRoT změnila naše chápání analýzy fotometrických dat, ve kterých hledáme zákryty exoplanet, svojí na tu dobu neuvěřitelnou přesností. Další v řadě vesmírných misí byla sonda Kepler, která objevila více než dva tisíce planet, mezi nimi i několik desítek malých planet a tisíce kandidátů, kteří stále čekají na své potvrzení [6]. Kepler se rozloučil v roce 2018 poté, co sondě došlo palivo, ale to už byla nachystána nová mise NASA – TESS, která byla zdárně vypuštěna a začala hledat exoplanety v roce 2018 [7].

Ta původní a stále velice aktuální otázka, která vyvstala s objevem Mayora a Queloze, totiž zda je naše Sluneční soustava jedinečná, nebo ve vesmíru naopak naprosto běžná, stále zůstává otevřená a mohla by být

Testování solárních článků pro vesmírné aplikace

Michaela Rabochová¹, Roman Mohyla¹, Martin Magyar²

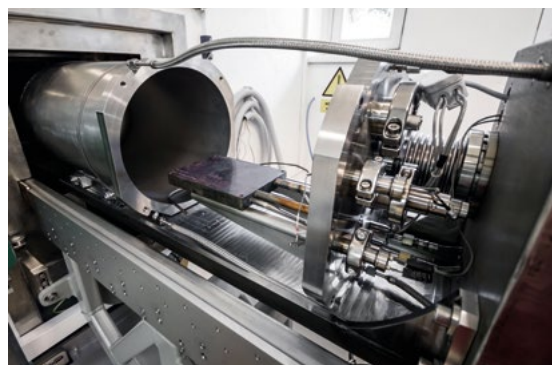
¹ Centrum výzkumu Řež s. r. o., Hlavní 130, 250 68 Husinec-Řež, Česká republika; Michaela.Rabochova@cvrez.cz; Roman.Mohyla@cvrez.cz

² RMC s. r. o., Trenčianská 863/66, 018 51 Nová Dubnica, Slovensko; Magyar@rmc.sk

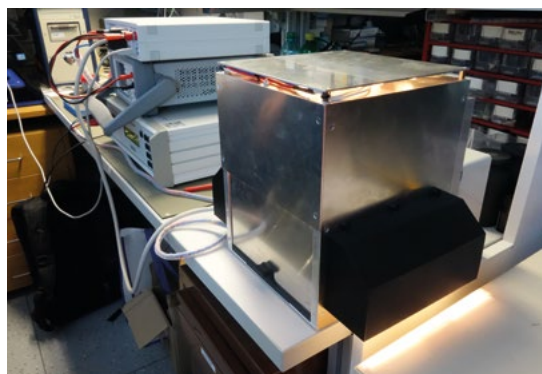
Technologie v Centru výzkumu Řež byly primárně postaveny za účelem vývoje a testování materiálů pro jaderné elektrárny současné i budoucí generace, nicméně jejich využití je mnohem širší. Jednou z možností je vytváření ekvivalentních podmínek, jaké panují ve vesmíru. Proto vznikl projekt zaměřený na testování komponentů pro vesmírný průmysl. Na konci bylo představení výsledků v podobě radiačního testování elektrických vlastností solárních článků od společností Spectrolab, Inc., a Azur Space Power GmbH. Tedy těch, které jsou používány pro vesmírné aplikace a v případě Azur Space i typově stejné, jaké byly umístěny na první slovenské družici skCUBE, která úspěšně krouží na orbitě Země od června 2017.

Představení projektu

Vše začalo jednou myšlenkou. V Řeži u Prahy v Centru výzkumu je k dispozici nově vybavená technologie, která se nazývá Gama ozařovna Malý kobalt. Toto zařízení jsme vám představili ve vydání Československého časopisu pro fyziku (3/2018). Unikem této technologie je speciální ozařovací box na testované vzorky (viz obr. 1), ve kterém je možné kromě vysokých teplot (až +400 °C) vytvořit díky chlazení tekutým dusíkem kryogenní teploty (−196 °C). Navíc lze připravit pomocí turbomolekulární vývěvy podmínky vysokého vakua. Zdrojem gama radiace je pak ⁶⁰Co zářič o aktivitě 200 TBq. Výhodou je také možnost ozařování při různých dávkových příkonech, které lze korigovat vhodně zvolenou ozařovací geometrií. A právě tyto podmínky: radiace + nízké/vysoké teploty + vakuum implikovaly myšlenku zaměření se na testování komponent pro vesmírné aplikace. Gama ozařovna primárně slouží ke zkouškám radiačního stárnutí zařízení a materiálů určených pro jaderné elektrárny, u nichž je důležité prokázat odolnost a robustnost daného materiálu. Vzhledem k vlastnostem



Obr. 1 Experimentální ozařovací box s vyhřívací kazetou/držákem na vzorky.



Obr. 2 Osvětlová komora a testovací aparatura pro měření I-V charakteristik solárních článků.

a parametrům technologie nás napadlo využít ji i pro kosmický průmysl.

A tak jsme navázali spolupráci se slovenskou společností RMC s. r. o., která vyvinula a vyrobila systém napájení první slovenské družice skCUBE (zdroj solární energie, nabíjení baterií a napájecí zdroj) (1). Mimo jiné se v jejím sídle v Nové Dubnici nacházela 3. pozemní stanice pro komunikaci s tímto satelitem. Díky vývoji skCUBE (obr. 5) a solárním článkům, které byly stále k dispozici po výrobě zdroje, byl projektový záměr stanoven s cílem experimentálního ověření radiační odolnosti článků se zaměřením na změnu jejich elektrických vlastností.

Experimentální setup

Testovanými vzorky byly dvě sady solárních článků používaných ve vesmírném průmyslu. V rámci první sady bylo testováno 6 ks fotovoltaických článků s typovým označením 3G30A od německé společnosti AZUR SPACE Solar Power GmbH. Druhou sadu představovalo 36 ks fotovoltaických článků typu SMX TASC-02x25 společnosti SPECTROLAB, Inc. Obě firmy představují

Periodická tabulka prvků

Aleš Lacina

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; lacina@sci.muni.cz

Periodická tabulka prvků, jež je jedním z vrcholných systemizačních počínů celé přírodovědy, je tradičně spojována se jménem Mendělejevovým. U příležitosti jejích stopadesátých narozenin je kromě nezpochybnitelných, široce známých a uznávaných zásluh tohoto ruského učenice namísto připomenout i nezanedbatelný podíl jeho předchůdců, současníků a následovníků.

Prehistorie

První náznaky cesty k dnešní periodické tabulce prvků se začínají rýsovat již v sedmnáctém století, kdy řada přírodních filozofů (Francis Bacon, Galileo Galilei, René Descartes, Pierre Gassendi) v dílčích úvahách postupně oživovala antické atomistické představy. Za její skrytý prvopočátek lze pak ve zpětném pohledu označit rok 1661, v němž *Robert Boyle* zásadně odmítl aristotelovskou doktrínu čtyř spojitých nehmotných elementů (teplo, chlad, vlhkost, suchost), jejichž vzájemné soupeření v univerzální spojitě pralátce mělo být příčinou rozmanitých vlastností všech těles, a zformuloval názor na strukturu hmoty, který je předobrazem jejího moderního pojetí. Látky rozdělil na prvky, jež sestávají z částic různých druhů a velikostí, na něž však nemohou být žádným známým způsobem rozloženy, a směsi a sloučeniny, které naopak rozložitelné (na tyto prvky) jsou. Jako první tak uvedl do chemie částicovou koncepci stavby látek, přičemž zdůraznil význam experimentu, čistoty materiálů a přesnosti vyhodnocení pro veškeré chemické úvahy.

Boylovým přímým ideovým pokračovatelem se stal *Antoine Lavoisier*, který roku 1789 vymezil chemický prvek způsobem, jenž postačoval všem potřebám přírodovědy po dalších více než sto let až do objevu izotopů – totiž jako *látku, kterou nelze chemickou reakcí rozdělit na látky jednodušší*. Třiatřicet z tehdy známých látek, jež považoval za nerozložitelné, rozdělil do čtyř skupin na plyny, zeminy, nekovy a kovy. Skutečných prvků však jeho soupis obsahoval o deset méně, neboť mezi plyny zařadil i světlo a teplo, kterým přisuzoval materiální povahu, do zemin pak řadu oxidů, jejichž rozklad tehdejší experimentální možnosti neumožňovaly.



Antoine-Laurent de Lavoisier (26. 8. 1743 – 8. 5. 1794)



John Dalton (6. 9. 1766 – 27. 7. 1844)

Počátky novodobého chemického atomismu

Téhož roku přišel *William Higgins* jako první s nápadem, že sloučeniny vznikají spojováním konečných částic (*ultimate particles*) chemických prvků. Použil jej jako jeden z podpůrných důvodů ve své argumentaci proti existenci flogistonu, která byla těžištěm jeho sdělení, a dále už jej nijak nerozvíjel. A tak, přestože svoji prvotní ideu vyjádřil i přehlednou symbolikou, většina chemické komunity považuje za zakladatele chemického atomismu *Johna Daltona*, jenž publikoval po řadě přípravných prací v roce 1808 obsažnější, ucelenější a propracovanější teoretickou koncepci.¹

Dalton založil svoje pojetí na předpokladu, že základními stavebními jednotkami hmoty jsou nezničitelné, nestvořitelné (a tudíž také nedělitelné) atomy prvků, které se mohou v chemických reakcích spojovat na „složené (dvojné, trojné, ..., vícenásobné) atomy“ sloučenin. Všechny atomy téže chemické látky přitom považoval za zcela identické, zatímco atomy různých látek za odlišné. Na základě originálně pojatého rozboru chemických experimentálních dat opřeného o tyto představy zformuloval již roku 1802 *zákon násobných poměrů slučovacíh*, z něhož následně vyšel při určování relativní atomové váhy (dnes bychom řekli hmotnosti) tehdy známých prvků. Dvacet z nich pak uspořádal podle hodnot, které této vůbec první – a na dlouhou dobu jediné – kvantitativní charakteristice atomů přiřadil.

¹ Více se lze o tomto svého času dosti ostrém prioritním sporu dočíst např. v [1].

Einstein opět v Praze (1. část)

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

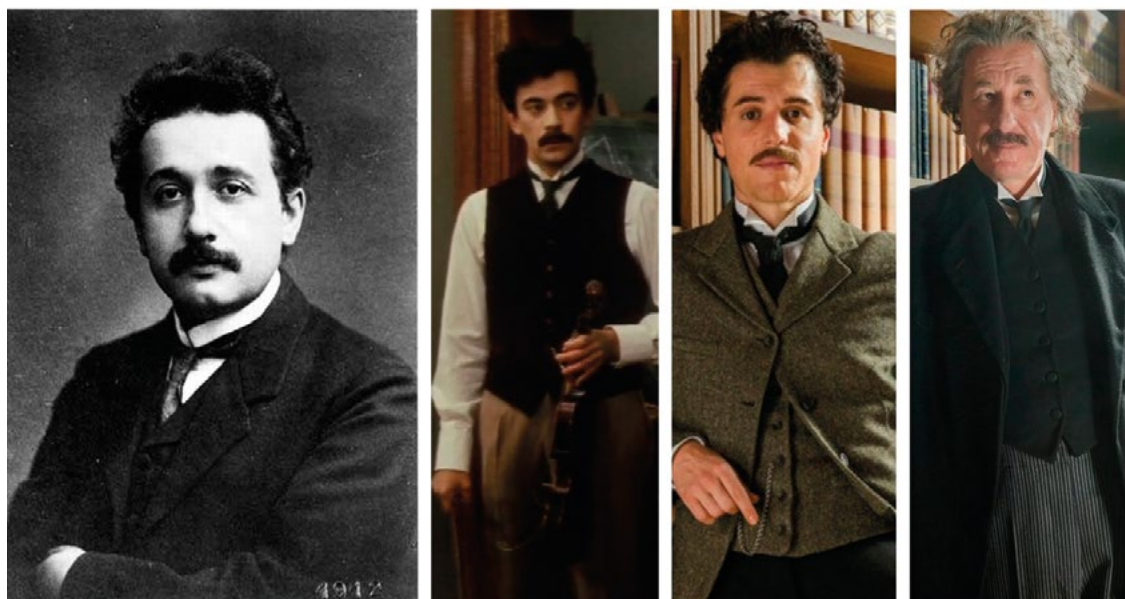
Jiří Podolský, Pavel Cejnar

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

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

Nám, autorům tohoto článku, však bylo řízením osudu dopřáno více. Dostali jsme šanci aktivně se na tvorbě takového výjimečného díla podílet. *Génius loci Prahy* magicky zafungoval a opět k sobě přitáhl génia *Einsteinova*! Už potřetí během století. Nejprve to bylo v roce 1911, kdy skutečný Albert Einstein přijal místo řádného profesora teoretické fyziky na Karlo-Ferdinandově univerzitě v Praze. Na její německé části

zůstal tři semestry a kromě učení zde začal systematicky budovat svou teorii gravitace – obecnou relativitu. Druhá Einsteinova pražská reinkarnace v roce 1969 již měla filmovou podobu, a to v potrhle sci-fi komedii *Zabil jsem Einsteina, pánové...*, kde si Einsteina s chutí sobě vlastní zahrál Petr Čepek. A nyní tedy do třetice se Einstein opět několik měsíců, konkrétně od srpna 2016 do března 2017, procházel pražskými ulicemi,



Obr. 1 Einsteinovy pražské reinkarnace v letech 1911, 1969 a 2017

Umělá fotosyntéza na povrchu přírodních materiálů (cyklus oxidu uhličitého)

Svatopluk Civiš

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského, AV ČR, Dolejškova 3, Praha 8; svatopluk.civis@jh-inst.cas.cz

Centrálním pilířem této studie, zaměřené na laboratorní syntézu biomolekul na základě spojení některých výjimečných vlastností vybraných přírodních materiálů s vlastnostmi běžně v přírodě existujících a všudypřítomných plyných molekul, je alegorie obrazu Hieronyma Bosche „Zahrada pozemských rozkoší“ (*Garden of Earthly Delights*) – viz obr. 1. Tento triptych visící v madridském Pradu je po staletí pevně spojen s mytickým příběhem křesťanské civilizace – stvořením světa.

Vstupní deska Boschova obrazu je klíčem k jeho pochopení. Křídla obrazu se po jejich uzavření složí a objeví se kouzelná blankytná koule celku stvoření (obr. 2). Centrálním motivem triptychu je třetí den stvoření světa. Třetího dne, lépe řečeno v rámci třetího řádu stvoření, povstala Země. Nad blankytnou koulí rozdělenou na dvě horizontální roviny nebe a země jsou

umístěny dva nápisy a malý obraz Stvořitele s knihou v ruce: „Ipse dixit et facta sunt – Ipse mandavit et create sunt“ (*On řekl a bylo učiněno – on přikázal a bylo stvořeno*).

Stvořitel ze svého absolutního „neznáma“ řekl – přečetl – příslušný příkazový řádek ze Zákona a ihned se samo stane (učiněno jest); Bůh odtamtud vzkázal (přikázal) a samo se utvoří (jest stvořeno), aniž by bylo zapotřebí jeho zásahu, dohlížení či přítomnosti. Řeč obrazu je jasná: Stvořiteli stačí dát pokyn, aby stvoření povstalo, vznikalo a vzházelo tak, jak to vidíme. Ikonografie vstupního výjevu zdůrazňuje, že tvůrčí schopnost byla delegována Zemi. Ta ji také bohatě využívá, jak vidno z roztodivně se rýsujících podob, jež povstávají z šedivé jednotvárně primordiální beztvorsti hmoty. Od této chvíle je svět nadán schopností samostatného vývoje a svěbytného rozvoje. Tento



Obr. 1 Obraz H. Bosche „Zahrada pozemských rozkoší“ s odklopenými křídly.

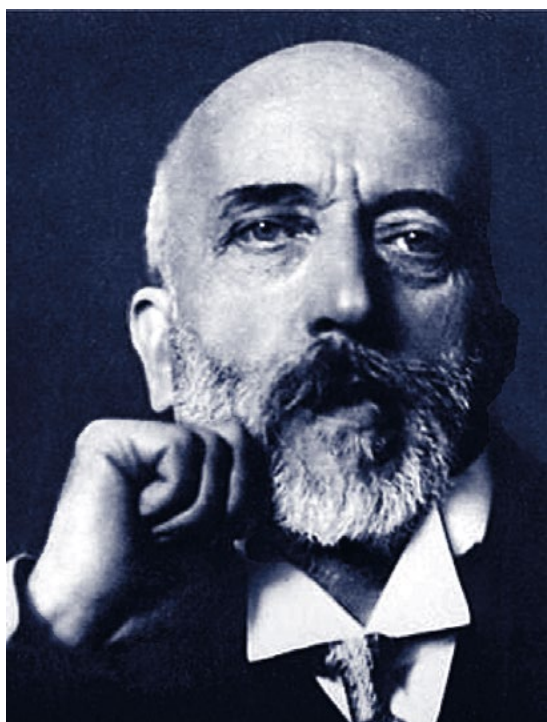
110 let od objevu Mohorovičičovy diskontinuity

Zuzana Vařilová

Muzeum města Ústí nad Labem, Masarykova 1000/3, 400 01 Ústí nad Labem; varilova@muzeumusti.cz

Letos na podzim uplynulo kulatých 110 let od objevu, který posunul znalosti o vnitřní stavbě Země výrazně kupředu. Velké objevy obvykle vznikají kombinací vědeckého nadšení, systematické mravenčí práce, schopnosti analýzy i předvídání a často také různých náhod. Nebylo tomu jinak ani v případě objevení takzvané *MOHO*, celým názvem označované jako *Mohorovičičova diskontinuita*. Objevu předcházelo mnoho let pozorování a bádání, k zásadnímu zjištění však přispělo jedno velké zemětřesení. To dne 8. října 1909 postihlo region Pokuplje v Chorvatsku necelých 40 km jihovýchodně od Záhřebu.

Odvětví geofyziky studující rychlost šíření, chování i původ zemětřesných vln se nazývá seismologie. Vzniklo již v polovině 19. století, kdy se Robert Mallet (1846) [1] pokusil vysvětlit úkazy spojené se zemětřesením a prováděl experimenty s měřením rychlosti šíření seismických vln v různorodém prostředí. Celosvětová síť stálých seismických stanic začala vznikat až koncem 19. století a po roce 1900 započal intenzivnější rozvoj této nové vědecké disciplíny, jež vnesla první experimentálně ověřená fakta do probíhajících diskuzí



Andrija Mohorovičić

Andrija Mohorovičić, chorvatský seismolog a meteorolog

(23. 1. 1857 Volosk – 18. 12. 1936 Záhřeb)

1875 až 1878 studoval matematiku a fyziku na Karlo-Ferdinandově univerzitě v Praze (v Klementinu mu byla 22. září 2011 za účasti chorvatské delegace odhalena pamětní deska). Jedním z jeho profesorů byl slavný experimentální fyzik Ernst Mach. Po ukončení studia v letech 1879 až 1893 působil jako středoškolský profesor (v Záhřebu, v Osijeku a na Královské námořní škole v Bakar u Rijeki). V roce 1892 se stal vedoucím meteorologické observatoře v Záhřebu a položil základy meteorologické služby pro celé Chorvatsko. Na přelomu století však zaměřil svou vědeckou činnost na seismologii, která se brzy stala jeho hlavním zájmem. V roce 1893 získal Mohorovičić doktorát z filozofie na Záhřebské univerzitě a v roce 1910 se stal docentem. Vyučoval v oborech geofyzika a astronomie na univerzitní úrovni a stal se členem Jugoslávské akademie věd a umění v Záhřebu. Je považován za jednoho ze zakladatelů moderní světové seismologie a jednoho z nejdůležitějších badatelů v oblasti nauk o Zemi 20. století. Do dějin se zapsal především objevem rozhraní mezi pláštěm a zemskou kůrou. Byla po něm pojmenována nejen tato výrazná zemská diskontinuita, ale také impaktní kráter na odvrácené straně Měsíce, gymnázium v chorvatské Rijeci, námořní loď a také asteroid objevený v roce 1996 (8422 Mohorovičić) [4, 5].

Originální seismografy, astronomické přístroje, chronometry, barometry a další měřicí zařízení i dokumentace k objevu zemské diskontinuity (včetně Mohorovičičova rukopisu) byly vystaveny v prostorách katedry geofyziky Přírodovědecké fakulty v Záhřebu.

o vnitřní stavbě Země. Přelomový byl pak rok 1906, kdy došlo k objevu zemského jádra. Angličan R. D. Oldham rozpoznal na základě zpoždění seismických vln hluboko uvnitř Země existenci zóny, která se chovala jako kapalina a dnes se nazývá zemským jádrem. Tato teorie byla potvrzena až o osm let později německým geofyzikem B. Gutenbergem (1914) a později upřesněna dánskou badatelkou Inge Lehmannovou (1936) [2, 3]. Mezitím však došlo k jinému převratnému objevu, za kterým stojí chorvatský vědec Andrija Mohorovičić... (obr. 1).

Vraťme se tedy ke zmíněnému silnému zemětřesení z roku 1909 s epicentrem v údolí Kupa nedaleko obce Pokuplje (magnitudo 5,8 s hloubkou ohniska kolem 14 km). Zemětřesení bylo registrováno na mnoha evropských seismologických stanicích. Silné otřesy půdy byly detailně zaznamenány také v nedaleké Geofyzikální observatoři v Záhřebu, kde byl shodou okolnos-

Lise Meitnerová a Otto Frisch: Interpretace a ověření procesu jaderného štěpení

Filip Grygar

Filozofická fakulta, Univerzita Pardubice, Studentská 84, 532 10 Pardubice; filip.grygar@upce.cz

Úvod

V našich třech předchozích článcích publikovaných v tomto časopise jsme zmapovali výzkum a životní pouť zejména dvou renomovaných vědců, kteří měli největší zásluhu na objevení a interpretaci procesu jaderného štěpení z přelomu roku 1938 a 1939.¹ Byli to radiochemik Otto Hahn (1879–1968), ikona německé vědy, elegán s pověstným sebeironizujícím smyslem pro humor, a neméně proslulá Lise Meitnerová (1878–1968), půvabná teoretická i experimentálně zručná fyzikálka rakouského a židovského původu. Oba nerozluční kolegové, milovníci klasické hudby a celoživotní přátelé spolu od roku 1907 zkoumali různorodé radioaktivní jevy a záření. Ze skromné sklepní laboratoře na *Univerzitě Fridricha Viléma* v Berlíně se v roce 1912 přestěhovali do nového Ústavu pro chemii ve *Společnosti císaře Viléma pro podporu věd*.

Během své zářné kariéry oba tito vědci zažili čtyři politické režimy a dvě světové války. Jestliže v té první hájili jako patrioti společně na frontě zájmy Německa, potažmo Rakouska-Uherska, v té druhé už stáli – i názorově – každý na jiné straně válečného konfliktu. On zůstal v nacistickém Německu, a třebaže nebyl nacistou, jako tisíce dalších vědců či techniků se zločinným režimem kolaboroval. Získával velké finanční prostředky na chod a rozvoj svého pracoviště, byl členem nacistického *Uranového spolku* na sestavení atomového reaktoru či bomb. Po válce se stal solidárním obhájcem Němců, nacistických vědců, manažerů průmyslu nebo norimberských zločinců. Meitnerová musela v červenci roku 1938 uprchnout do neutrálního Švédska, kde dlouho jako opuštěná i nešťastná přežívala v ponižujících pracovních a platových podmínkách.

Od roku 1934 do její emigrace pracovali oba jako šéfové svých oddělení v Ústavu pro chemii na výzkumu tzv. transuranů. Záhy se k nim připojil i Hahnův mladý německý asistent, analytický a fyzikální chemik Fritz Strassmann (1902–1980). Meitnerová však i ze Stockholmu s kolegy nadále spolupracovala prostřednictvím intenzivní korespondence a kromě toho se tajně v listopadu 1938 sešla s Hahnem v Kodani, kde po něm požadovala jiné uspořádání experimentů a kontrolní testy



Otto Hahn v roce 1930.

pro ni pochybných berlínských výsledků (tyto podstatné skutečnosti Hahn nikdy nezveřejnil). Podle Strassmanna byla lídrem jejich týmu Meitnerová, bez ohledu na to, že už nebyla fyzicky přítomna při závěrečných pokusech, jež vedly v prosinci k mimořádné události, a sice k objevu jaderného štěpení.

Ovšem jediný, kdo si za tento průlomový objev převzal v roce 1946 Nobelovu cenu, byl Otto Hahn. Navzdory četným nominacím žili Meitnerová a Strassmann neoprávněně desítky let v Hahnově stínu jako jeho *pouzí* spolupracovníci nebo *jen* významní žáci. V našich třech již publikovaných statích jsme proto nastínili i diskusi k této nespravedlnosti, která byla způsobena řadou propletených událostí, o nichž se historici vědy začali z nově otevřených archivů dozvídat nebo utvrzovat až koncem devadesátých let 20. století.²

Osudová třicátá léta 20. století

Ve třicátých letech 20. století došlo jak k nástupu nacistického Německa, tak k několika fatálním objevům,

1 Viz [1] a dále viz [2].

2 K dalším podrobnostem a použité literatuře viz [1] a [2].

Jubilejní 50. mezinárodní fyzikální olympiáda

Jan Kříž¹, Ivo Čáp², Filip Studnička¹, Ľubomír Konrád²

¹ Ústřední komise Fyzikální olympiády

² Slovenská komisia Fyzikálnej olympiády

Jubilejní 50. ročník Mezinárodní fyzikální olympiády hostil izraelský Tel Aviv. Čeští a slovenští středoškoláci se v konkurenci 363 soutěžících ze 78 států pěti kontinentů rozhodně neztratili a do střední Evropy přivezli 3 stříbrné a 4 bronzové medaile a jedno čestné uznání.

V roce 2019 proběhl v izraelském Tel Avivu již 50. ročník Mezinárodní fyzikální olympiády (MFO) – vrcholné světové soutěže středoškolských studentů v řešení teoretických i experimentálních fyzikálních úloh. Olympiádu pořádalo ve dnech 6. až 15. července 2019 Ministerstvo vzdělávání a sportu Izraele společně s Univerzitou Tel Aviv.

Českou republiku na olympiádě reprezentovali: Viktor Fukala, student Gymnázia Jana Keplera v Praze, Jindřich Jelínek, absolvent Gymnázia Olomouc-Hejčín, Michal Jireš, absolvent Gymnázia Františka Martina Pelcla v Rychnově nad Kněžnou, Josef Minařík, absolvent Gymnázia Brno, tř. Kapitána Jaroše, a Martin Schmied, student Gymnázia Jihlava. Výpravu vedli doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D., vedoucí delegace, a Mgr. Filip Studnička, Ph.D., zástupce vedoucího (oba z Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové). Uvedení členové českého družstva byli vybráni na základě výběrového soustředění konaného 31. 3. až 2. 4. 2019 na katedře fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové. Další příprava probíhala



Reprezentace České republiky na 50. mezinárodní fyzikální olympiádě ve státě Izrael v roce 2019. Zleva: Josef Minařík (bronzová medaile), Michal Jireš (bronzová medaile), Jindřich Jelínek (stříbrná medaile), Martin Schmied (čestné uznání), Viktor Fukala (bronzová medaile).



Reprezentace Slovenska na 50. mezinárodní fyzikální olympiádě ve státě Izrael v roce 2019. Zleva: Emil Leľák, Róbert Jurčo (bronzová medaile), Ronald Doboš (stříbrná medaile), Jonáš Dujava (stříbrná medaile), Marcel Polák.

ve dvou etapách: jednak korespondenční formou, jednak na dvanáctidenním intenzivním soustředění, opět v prostorách hradecké univerzity v červnu 2019.

Slovensko vyslalo delegaci ve složení: Ronald Doboš, student Gymnázia Poštová z Košic, Jonáš Dujava, absolvent Strednej priemyselnej školy elektrotechnickej v Prešove (a absolutní vítěz Evropské fyzikální olympiády, viz [1]), Róbert Jurčo, student Gymnázia L. Štúra v Trenčíně, Emil Leľák, absolvent Gymnázia J. A. Raymana v Prešově a Marcel Polák, student Gymnázia P. Horova v Michalovcích. Družstvo doprovázeli vedoucí delegace prof. Ing. Ivo Čáp, CSc., (Žilinská univerzita v Žilině), pedagogický vedoucí PaedDr. Ľubomír Konrád (Gymnázium Veľká okružná v Žilině), pozorovatelka prof. Ing. Klára Čápová, PhD., (Žilinská univerzita v Žilině) a host Mgr. Miroslava Konrádová (Evanjelická spojená škola v Martině). Výběr družstva z vítězů celostátního kola FO se uskutečnil na týdenním soustředění v Žilině na Žilinské univerzitě ve dnech 29. 4. – 3. 5. 2019. Vybrané družstvo potom absolvovalo přípravné soustředění v Košicích (PF UPJŠ) ve dnech 3.–14. 6. 2019.

Sonda středoškolského studenta zkoumala stratosféru

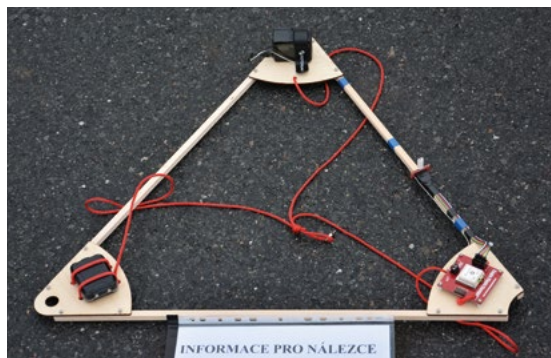
Jakub Dvořák¹, Jaroslav Reichl²

¹ České vysoké učení technické, Praha Fakulta elektrotechnická, Technická 2 166 27 Praha 6-Dejvice

² Střední průmyslová škola sdělovací techniky, Panská 856/3 110 00, Praha 1; reichl@panska.cz

V květnu 2019 obhájil na SPŠST Panská Jakub Dvořák svůj absolventský projekt na téma Stratosféra. Jednalo o práci, která byla vyvrcholením Jakubova snu a syntézou Jakubových znalostí a dovedností v oblasti elektrotechniky.

Předtím, ve školním roce 2017/2018, se Jakub zúčastnil soutěže *Vím proč* se svým videem Rubensova trubice (viz [1]). Ve svém videu popsal velmi fundovaně vznik stojatého vlnění a ukázal i jednu z jeho realizací právě pomocí Rubensovy trubice. To oslovilo porotu natolik, že Jakub vyhrál první místo ve své kategorii. Součástí výhry byl i finanční dar školy, jehož část vedení školy uvolnilo na další Jakubův projekt: konstrukci sondy, která by mohla být vyslaná do stratosféry Země.



Obr. 1 První sonda připravená na vyslání do stratosféry.

Příprava

Vyslat sondu do stratosféry (tedy do míst, kam se člověk běžně nepodívá) byl můj dlouhodobý sen, který se po získání finanční podpory začal rychle plnit. Nastudoval jsem si možné konstrukce sond, které byly kdy do stratosféry vyslány, a na základě této inspirace jsem sestrojil svou vlastní sondu (viz obr. 1). Domluvil se s Mgr. Martinem Motlem, pracovníkem Českého hydrometeorologického ústavu v Praze, že svou sondu vypustím spolu se sondou, kterou pracovníci ČHMÚ vypouštějí z Prahy-Libuše pravidelně třikrát denně.

V rámci přípravy sondy jsem otestoval doporučené baterie v parách kapalného dusíku, abych ověřil, zda vydrží pracovat za snížené teploty (očekávaná teplota ve stratosféře byla cca $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Výdrž baterií jsem proměřoval pomocí senzorů firmy Vernier. Baterie byla připojena k umělé zátěži, která baterii vybíjela konstantním elektrickým proudem. Na základě úbytku



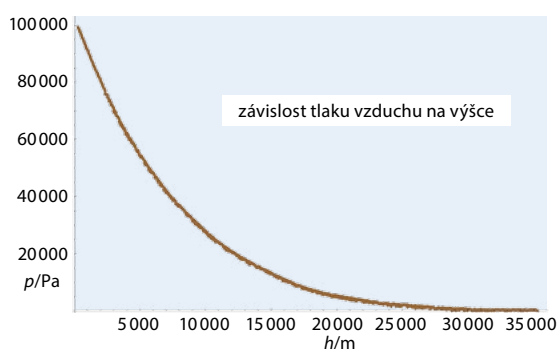
Obr. 2 Vypouštění první sondy.

napětí na výkonovém rezistoru a napětí nastaveným potenciometrem se podle potřeby spínal výkonový tranzistor typu MOSFET; tím byl udržován konstantní úbytek napětí (resp. konstantní elektrický proud procházející rezistorem). Z naměřených dat vyplynulo, že pro získání napětí 5 V nutného pro provoz kamery a další elektroniky na palubě sondy je nutné použít pět sériově spojených článků.

Dále jsem zakoupil čidla tlaku a teploty a zapojil a se svým telefonem propojil tracker (sledovač), který posílal do telefonu informace o aktuální poloze sondy. Všechny přístroje, které byly umístěny na palubu sondy, jsem před osazením na sondu otestoval v parách kapalného dusíku.

První sonda

V sobotu 3. 11. 2018 proběhlo ve spolupráci s pracovníky ČHMÚ první vypouštění sondy (viz obr. 2), které bylo velmi úspěšné. Sonda přistála na poli nedaleko Hradce



Obr. 3 Závislost tlaku vzduchu na nadmořské výšce.

Letní tábor korespondenčního semináře Výfuk

Korespondenční seminář Výfuk, Matematicko-fyzikální fakulta UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

V první polovině srpna se na skautské základně Dobrá Voda u Třebíče na Vysočině uskutečnil letní tábor korespondenčního semináře Výfuk (Výpočty fyzikálních úkolů), organizovaný studenty Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy.



Na přelomu 16. a 17. století se celkem 15 alchymistů ze všech koutů naší země Koruny české sjelo na dvůr Rudolfa II. Byli rozděleni do čtyř alchymistických spolků, ve kterých po dobu celého tábora spolupracovali a snažili se co nejlépe se umístit v celotáborové hře.

Hned po příjezdu byly otestovány jejich znalosti především v oblastech matematiky a silozpytu, podle kterých byli rozděleni do pěti úrovní, aby se mohli v těchto oborech co nevíce zlepšit. Přednášky byly první tři dny vždy dvě dopoledne a mezi nimi krátká pauza, kde se mentální námaha vyrovnávala fyzickou. Po posledním bloku matematických přednášek se psal kontrolní test k ověření získaných znalostí. Další dny navazovaly fyzikálními přednáškami, a to buď na různá témata, nebo na jedno téma různých úrovní. Po nočních hrách následovaly přednášky populární, které byly zaměřeny na nějaké zajímavé vědecké téma, jako například programování nebo lasery. Ke konci tábora se psal další kontrolní test z absolvovaných fyzikálních přednášek.



Společné foto z výletu do JE Dukovany.

V polovině tábora se alchymisté vydali na exkurzi se zaměřením na štěpení jádra uranu – do jaderné elektrárny v Dukovanech, kde se dozvěděli, jak se energie z jádra uranu získává, v čem jsou tyto elektrárny výjimečné a samozřejmě také to, že u nás jsou jedny z nejbezpečnějších na světě. Po cestě zpátky se ještě zastavili v nedaleké vodní elektrárně Dalešice.

Ve druhém týdnu byl zařazen experimentální den, kdy si všichni alchymisté vybrali téma experimentu. Podle toho byli rozděleni na dvou- až tříčlenné skupiny, v nichž dopoledne prováděli praktická měření a odpoledne je následně zpracovávali na velký plakát. Ten potom večer na VIII. alchymistické konferenci pře-



Účastníci tábora při deskové hře.

zentovali porotě i ostatním účastníkům. Experimenty zahrnovaly velmi rozsáhlé oblasti fyziky a bylo jich celkem pět (dva navíc ještě ukázkově přednášeli samotní organizátoři):

- **Rádio z Voltíku** – z této stavebnice podle schématu nejprve poskládali a následně ladili rádio.
- **Matematické kyvadlo** – úkolem bylo pomocí kyvadla změřit gravitační zrychlení s co nejmenší odchylkou.
- **Rychlost světla v želé** – skupina měřila pomocí změny úhlu paprsku laseru v želatině rychlost světla.
- **Nakloněná rovina** – skupina se zabývala otázkou, zda je lepší sunout, nebo valit dané těleso, přičemž během experimentu měla možnost používat rychloběžnou kameru.
- **Radioaktivita** – měřila se radiace v okolí objektu a k radosti všech byla nízká.
- Ukázkové přednášky od organizátorů obsahovaly dvě témata: **Hydraulické nůžky** a **Matematické dlaždice**.

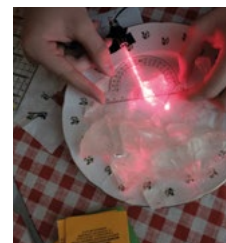
Poslední den tábora proběhlo vyhlášení jak celoročního semináře, tak i všech soutěží a celkové umístění všech čtyř alchymistických spolků, po němž následovala velká oslava.

Děkujeme všem alchymistům i organizátorům za skvělých čtrnáct dní! Přípravy na tábor v létě 2020 již započaly, a tak bychom si dovolili touto cestou pozvat všechny zájemce. (<https://vyfuk.mff.cuni.cz/doku.php?id=start>)

Anežka Čechová

Gymnázium Mikulov, Komenského 8/296

<https://ccf.fzu.cz>



XIX. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky

Jan Novotný

Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, Poříčí 538/31, 603 00 Brno; novotny@sci.muni.cz

Ve dnech 19.–22. srpna 2019 proběhl ve Velkém Meziříčí XIX. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky. Připomeňme nejprve několika slovy historii semináře.

Zrodil se roku 1980 z iniciativy odborné komise JČMF vedené profesorem Černohorským. Ačkoliv jeho deklarovaným cílem bylo pouze poskytnout prostor pro hlubší vzdělávání středoškolských učitelů, fakticky šlo i o to pootevřít jej pro svobodnější diskusi, než jaká byla tehdy obvyklá. Vývoj politické situace to umožňoval, a tak seminář roku 1988 připomněl 100. výročí narození donedávna „zamlčovaného“ Ernsta Macha. Seminář



Obr. 1 Obálka předseminární brožury.

se postupně ustálil do své nynější podoby, kdy se koná každé dva roky (i když letošní přestávka byla výjimečně tříletá). Jeho pořadatelem je Komise pro vzdělávání učitelů JČMF ve spolupráci s pořádajícím gymnáziem. Tím je od roku 2000 (s přestávkou v roce 2002) trvale Gymnázium Velké Meziříčí. Hlavní zásluhu o přípravu a průběh semináře má jeho ředitel Aleš Trojánek.

Letos odeznělo v krásné aule gymnázia 12 přednášek, jichž se zúčastnilo na padesát učitelů vysokých



Obr. 2 Aleš Trojánek uvádí přednášku prof. J. Podolského *Aktuality ze světa gravitačních vln*. Foto: Archiv GVM

i středních škol. Právě plně využívaná možnost navázání a prohloubení spolupráce mezi středoškolskými a vysokoškolskými učiteli je pro seminář charakteristická a pro jiné oblasti vzdělávání příkladná.

První den proběhly na semináři dvě přednášky. První měl Luboš Pick a jmenovala se „Dirichletovy šuplíčky“. Odvinula se od důkazu, že v naší republice žijí alespoň dvě osoby, které mají na hlavě stejný nenulový počet vlasů. Tento a několik dalších prostých příkladů ilustrovalo sílu Dirichletova principu, který je umožňuje jednotně řešit a má i mnohá užitečná a neočekávaná použití. Následná přednáška Lukáše Richterka „Život pod černým sluncem“ zavedla posluchače do vzdálené budoucnosti, kdy snad dědicové naší civilizace budou obývat planetu obíhající kolem rotující černé díry, využívat jako zdroj energie reliktní záření



Obr. 3 Pohled na účastníky semináře při přednášce doc. J. Šimši. Foto: Archiv GVM

Prague laser spaceapps workshop 2019

V laserovém centru HiLASE a v Toskánském paláci na Hradčanském náměstí proběhly workshopy aplikací výkonových laserů

Jana Žďárská

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

Koncem září roku 2019 proběhl v Praze mimořádný workshop, který byl zaměřen na aplikace výkonových laserů v oblasti detekce a odstraňování orbitálního smetí, mezihvězdných letů, odklánění nebezpečných blízkozemních objektů či dálkového průzkumu Sluneční soustavy.

V ýznamní čeští a zahraniční vědci a také soukromé firmy představili při této příležitosti základní fyzikální koncepty, výzvy a také současné racionální možnosti této techniky a její přepokládaný vývoj v blízké budoucnosti.

Tato důležitá akce byla mimo jiné věnována i souvisejícím závažným politickým otázkám, týkajícím se provozu těchto důležitých zařízení. Diskuse se týkala především toho, jak lze takto supersilné lasery na globální úrovni vybudovat a následně také účinně kontrolovat. Účastníci konference hovořili rovněž o nutnosti vzniku mezinárodního vědeckého konsorcia jako o ústředním tématu zahraniční politiky ČR. Důležitým bodem diskutovaným v rámci workshopu byly

také společenskovo-vední otázky možnosti globální spolupráce a souvisejícího mezinárodního práva.

Hlavními hosty zmiňovaného workshopu byli známý americký fyzik Philip Lubin (UC Santa Barbara) a bývalý ředitel Amesova výzkumného centra NASA astrofyzik Pete Worder. Philip Lubin představil koncept mise malých jednogramových výzkumných vesmírných plavidel, která by byla během cca osmi minut urychlena velmi silným laserovým zdrojem až na 20 % rychlosti světla. Toto by dovolilo v horizontu několika desítek let prozkoumat alespoň nejbližší hvězdný systém – trojhvězdy Alfy Centauri A (Rigil), B (Toliman) a C (Proxima). V první fázi se však tento projekt bude soustředit zejména na měsíce Europa a Enceladus ve Slu-



Obr. 1 Testy působení laseru Asterix na reálné vzorky meteoritů. Cílem je extrapolace parametrů aplikace výkonových laserů pro působení na nebezpečné blízkozemní objekty. Vakuovou komoru připravuje pro interakční experiment Dr. Miroslav Krůs, vedoucí Oddělení laserového plazmatu, Ústav fyziky plazmatu AV ČR.

Čeští vědci naučili observatoř ALMA pozorovat Slunce

Jana Žďárská

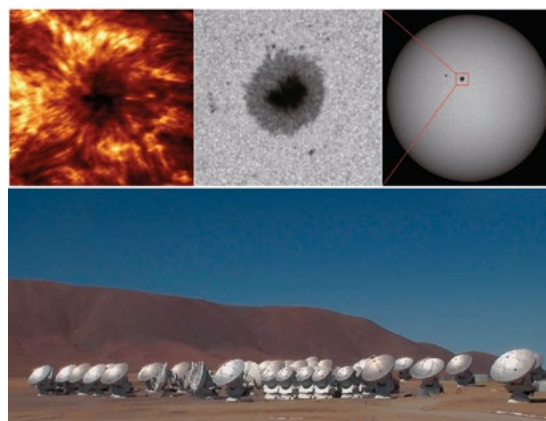
Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

ALMA (Atacama Large Millimeter Array) je zbudována na plošině Chajnantor v severním Chile ve výšce 5 040 m n. m. Svými 66 velice přesnými dvanáctimetrovými anténami ve tvaru parabolických zrcadel otevřela nové okno do vesmíru v oblasti mikrovln o délkách 0,3–9 mm. Jejich prostřednictvím nabízí neočekávaný pohled na mnoho astrofyzikálních jevů od objektů Sluneční soustavy až po nejvzdálenější oblasti kosmu.

Observatoř ALMA je společným projektem ESO, americké NRAO a japonské NAOJ a prostřednictvím podpůrné infrastruktury tzv. regionálních center ALMA („regionální“ zde ovšem znamená kontinentální, na celém světě jsou jen tři, a to v Severní Americe, Evropě a Asii) umožňuje velmi přesné pozorování astronomům celého světa. Je důležité, že jeden z uzlů Evropského regionálního centra ALMA je právě v ČR, jež do projektu vstoupila v roce 2009. Prostřednictvím observatoře ALMA lze pozorovat také Slunce. Pro tento typ pozorování bylo třeba vyvinout speciální pozorovací režim (*Solar ALMA Observing Mode*). Na jeho vývoji se z pověření ESO významně podíleli i čeští vědci. Rozvoj procedury slunečních pozorování stále pokračuje a český uzel je i nadále u toho – momentálně v roli celosvětového koordinátora pro vývoj kalibračních a zobrazovacích procedur primárních slunečních dat observatoře ALMA. Abychom se o této problematice dozvěděli více, zeptali jsme se na podrobnosti RNDr. Miroslava Bártu, Ph.D., astronoma ze Slunečního oddělení Astronomického ústavu Akademie věd ČR, který má evropský sluneční výzkum prostřednictvím observatoře ALMA na starosti.

■ **Jana Žďárská:** Pracujete v českém uzlu Evropského regionálního centra ALMA, tzv. „ARC“. Můžete nám na začátku našeho rozhovoru říci, co je cílem ARC a jejich uzlů a jaká je vaše role?

Miroslav Bárta: Observatoř ALMA je relativně nový (oficiální zahájení provozu proběhlo v roce 2013) špičkový přístroj astrofyzikálního výzkumu. Díky ní se nám otevírá pomyslné nové okno do vesmíru a do procesů v něm probíhajících. Můžeme tak například zkoumat chemii vzdálených končin kosmu. Evropské regionální centrum ALMA (EU ARC) je pak prodlouženou rukou samotné observatoře. Moje pozice jako evropského koordinátora pozorování Slunce je poměrně náročná. Dá se říci, že se všechny evropské projekty slunečního výzkumu sejdou na mém pracovním stole. Jsem poté ten, kdo se domlouvá s dalšími regionálními centry ALMA a v závislosti na pozorovacích podmínkách zpracovává detailní pozorovací program. Nejvíce



Příležitost pozorovat Slunce prostřednictvím observatoře ALMA dodnes považují za životní šanci.

času nám ovšem zabere zpracování dat, které děláme jako servis pro observatoř. Kromě našeho vlastního výzkumu v oblastech galaktické a extragalaktické astronomie – zde bych rád uvedl nedávné úspěšné pozorování vyfukování molekulárního plynu z pohybující se galaxie získané observatoří ALMA v rámci vědeckého projektu vedeného Dr. Pavlem Jáchymem, vedoucím našeho uzlu – a sluneční fyziky se tedy zabýváme především podporou evropských astronomů, kteří chtějí prostřednictvím observatoře ALMA pozorovat. V oblastech „neslunečního“ výzkumu se staráme zejména o uživatele ze střední a východní Evropy. V pozorování Slunce jsme v Evropě jediným uzlem s touto expertizou, a proto také zodpovídáme za všechny evropské projekty v tomto oboru.

■ **JŽ:** Pojdme se ale vrátit na začátek, do doby vašeho dětství. Jste zkušený sluneční fyzik a uznávaný astronom. Zajímá vás se o Slunce či astronomii již od dětského věku?

MB: Dá se říci, že ano. Vzpomínám si, že když mi bylo 13 let, prolétala kolem Země Halleyova kometa. Náš známý vědec a popularizátor Dr. Jiří Grygar v té době v TV radil, jak vylepšit optiku východoněmecké stavebnice hvězdářského dalekohledu náhradou plas-

DIVADLO V ŘEZNICKÉ:

Mark St. Germain:
Relativita

Překlad: Jitka Sloupová, režie: Miroslav Táborský,
dramaturgie: Yveta Srbová, scéna: Richard Maška,
kostýmy: Ivana Brádková, hudba: Gabriela
Demeterová. Obsazení: Miroslav Táborský,
Lucie Štěpánková, Kateřina Táborská.

90 minut (bez přestávky)

Premiéra proběhla v listopadu 2018.

V tomto čísle Čs. čas. fyz. jste si mohli přečíst obsáhlé povídání odborných vědeckých poradců o pozadí natáčení seriálu *Genius*, který pojednává o životě Alberta EinsteinaTM.¹ Pro ty z vás, kteří byli seriálem zklamaní a pokládají ho jako já za příliš bulvární, mám doporučení k zajímavějšímu einsteinovskému zážitku.

Nejprve otázka: Který z českých herců by se vám nejlépe pozdával jako představitel Alberta Einsteina poté, co Ladislav Smoljak již nemůže být obsazen? ... Pokud vás napadl Miroslav Táborský, můžete se na vlastní oči přesvědčit o správnosti své volby v představení *Relativita*, které uvádí pražské *Divadlo v Řeznické*. Dle mého laického názoru strčil tento vystudovaný učitel fyziky oba americké herce z uvedeného seriálu do kapsy.

Hra z pera Marka St. Germaina (oceňovaného amerického dramatika a scenáristy) je komorním příběhem se třemi herci, který se – kromě krátkého úvodu a závěru – odehrává v Einsteinově domácí pracovně v Princetonu, zřejmě někdy na přelomu 40. a 50. let minulého století. Slovního vědce zde vyhledá mladá dáma, která se představí jako novinářka Margaret Hardingová. Einsteina na první pohled okouzlí, takže ji slíbí rozhovor a provede ji přes nekompromisní ostrahu jeho domácí Helen Dukasové do svého bytu. Rozhovor se rychle stočí především k Einsteinově rodině – a pak vyjde najevo, že Margaret je ve skutečnosti první dítě vzešlé ze vztahu Alberta s Milevou Marií, nemanželská dcera Lieserl (narozena 1902, ovšem o jejím osudu není

ve skutečnosti nic známo). Dle této fabulace měla být dcera po přestání počátečních zdravotních potíží dána k adopci jistému americkému páru. O svém skutečném původu se měla dozvědět z nalezených dopisů, které Mileva posílala adoptivním rodičům prostřednictvím své přítelkyně Heleny (mělo to být asi měsíc po smrti Milevy, tedy v roce 1948).

Odhalením totožnosti návštěvy ovšem dostává rozhovor novou dimenzi a točí se kolem otázky, zda velký člověk může, nebo nemůže být také dobrým člověkem. Musí génius nutně obětovat své práci nejen sebe, ale také své vztahy s lidmi, které „k sobě připoutal“ (a je tedy za ně, podle Saint-Exupéryho, odpovědný)?

Další silný motiv vyvstává, když vyjde najevo, že Lieserl má syna Abrahama, který je geniální a studium mu nabízejí nejvýznamnější univerzity, včetně Princetonu. Matka by si však zjevně přála, aby byl raději více společenský, a ne tak samotářský génius jako jeho dědeček. Einstein Lieserl přesvědčuje, že nemůže lidstvu vzít nového génia. Ta nakonec ukáže Einsteinovi jednu vědeckou práci svého syna, kde má být opraven nějaký Einsteinův omyl.

Epilog probíhá na nádraží, když Lieserl odjíždí. Einstein ji odevzdá práci s nalezenou chybou a dozvídá se, že vnuk bude studovat, ale jinde než na Princetonu.

Jak vidíte, dějová linka není nijak složitá, ovšem představení působí dynamicky. Divák se nenudí a dostává jeden námět k přemýšlení za druhým. Miniaturní prostor je skvěle scénograficky vyřešen a divák je tak blízko, jako by seděl na druhé straně Einsteinovy pracovny. Doporučuji vřele všem čtenářům tuto návštěvu u Alberta Einsteina zakusit.

Jan Valenta

Katedra chemické fyziky a optiky,
Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita
Karlova, Praha; jan.valenta@mff.cuni.cz

JANA MUSILOVÁ
A PAVLA MUSILOVÁ:

Matematika pro porozumění i praxi III Netradiční výklad tradičních témat vysokoškolské matematiky

1. vyd. Brno: VUTIUM, VUT Brno, 2017. 1 068 s.
ISBN 978-80-214-5503-0.

Kniha Jany Musilové a Pavly Musilové „Matematika pro porozumění i praxi III“ je třetím, závěrečným dílem učebnice, která si klade za cíl vyložit základy vysokoškolské matematiky a připravit čtenáře na její nesčetné aplikace v nejrůznějších oblastech zejména technických a přírodních věd. První díl přinesl základní poznatky o maticích a vektorech, elementy diferenciálního a integrálního počtu funkcí jedné

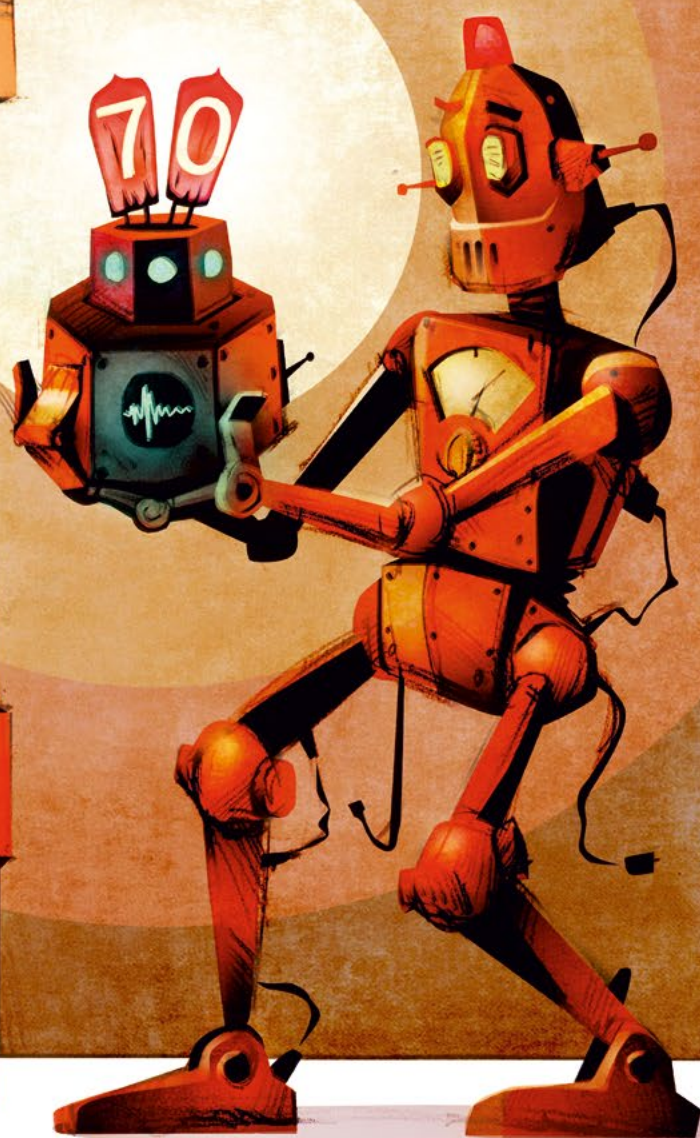


<https://ccf.fzu.cz>

2020

pour féliciter

Šťastné a veselé prožití svátků
vánočních a do nového roku hodně
zdraví, úspěchů a příjemných chvil
nejen s našim časopisem
přeje Vaše redakce



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS
PRO FYZIKU

Bačkorový astronom

Od brýlových čoček až po NASA



NOVÁ KNIHA O VÁŠNI K ASTRONOMII

Několik vět o knize:

- ▶ o příběhu člověka
- ▶ o fotografii vesmíru
- ▶ o úchvatných místech planety
- ▶ o světě profesionální astronomie
- ▶ o cestopisu
- ▶ o humoru v „příbězích z natáčení“
- ▶ o fotografických inspiracích

O autorovi:

Zdeněk Bardon je amatérským astrofotografem už téměř půl století. Je fotoambasádorem ESO, zakladatelem soutěže Česká astrofotografie měsíce a členem hned několika astronomických organizací. Jeho životní vášeň pro fotografování vesmíru zachycuje obrazem a slovem tato nová kniha. Chcete-li se dozvědět, jaké trampoty lze na cestách pod oblohou a na světových observatořích zažít, tak toto je ten správný okamžik. Jde především o zábavu a inspiraci.

Kontakt: zdenek@bardon.cz

Web: www.bardon.cz

