

3 / 2023
SVAZEK 73

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS
PRO FYZIKU®

- KONVEKCE S CHAOTICKÝM CHOVÁNÍM • KEPLEROVA HARMONIE SVĚTA •
- PRVNÍ MISE ČESKÉ SONDY K MĚSÍCI • LOVCI VESMÍRNÝCH OBJEKTŮ •
- PRVNÍ ČS. LASERY 1963 • MODULÁRNÍ REAKTORY • CO JE TO VLASTNĚ ČAS?



ČESKOSLOVENSKÝ
ČASOPIS
PRO FYZIKU
3/2023

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: červen 2023

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, 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, Nada 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 fyziků,
pobočka v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina,
e-mail: ivo.cap@fel.uniza.sk

Distribution rights in foreign countries:
Kubon & Sagner, PO Box 240108,
D-8000 München 34

Časopis je zařazen na Seznam recenzovaných
neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR.

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

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

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



Úvodník

Znovu a lépe



Bylo by zajímavé, kdyby někdo uspořádal anketu na téma *Které slovo podle vás nejlépe vystihuje charakter vědecké práce?* Mezi mé přední kandidáty by určitě patřilo slovo „znovu“. Některé jazyky velkých kultur, jako francouzština a angličtina, mají opakování do pojmenování vědy, přesněji výzkumu, přímo zakódované: *recherche, research* – tedy doslova „hledej znovu“. Ano, vědci a badatelé by zřejmě nic nevyzkoumali bez „vědecké“ pečlivosti, ověřování a opakování. Zdá se mi však, jako by se v poslední době tento „nudný“ aspekt badatelské práce spíše zamlčoval. Neoslavují se ti pečliví vědci, kterým můžete důvěřovat v každém detailu jejich publikací, nýbrž ti „excelentní“ – jak se označují především ti, kdož publikují rychle a hodně. Jejich publikace často oplývají přemrštěnými dalekosáhlými závěry, nezbytnými pro průnik do časopisů nacházejících se na vrcholech žebříčků.

Nudná pečlivost se také příliš nehodí mnohým popularizátorům vědy. Ti dosáhnou většího ohlasu v médiích, pokud prezentují vědu jako zábavnou hru, či dokonce dobrodružství. Omlouvám se, že jim narušuji jejich přitažlivé konstrukty, ale věda skutečně povětšinou není zábavnou hrou, ale tvrdou prací ve stále více konkurenčním prostředí. Výzkum by se spíše dal připodobnit k uměleckému řemeslu. Je třeba si zdlouhavě osvojit základy oboru, pochopit potřebné metody a především je dostat „do ruky“ – dokázat precizně opakovat mnohokrát totéž a přitom nespadnout do rutiny, být stále ve střehu, porovnávat výsledky s předpoklady, být schopen zahodit dlouhou sérii experimentů pro drobnou chybu a pustit se do toho znovu a pečlivěji. Kreativnější badatelé přitom ještě přemítají o možných zdokonalených metodikách či dokonce o zcela nových postupech – nová metodika je přeci tím, co posouvá hranice poznání.

Je také třeba ověřovat nové a překvapivé výsledky ostatních badatelů. Ne nadarmo je jedním z hlavních problémů současné vědy *krize reprodukovatelnosti*. V jejím jádru obvykle stojí absence ověření výsledků dostatečným opakováním experimentů, dosažení statistické významnosti výsledků a vyloučení metodických a přístrojových chyb (úmyslné podvody a „zkratky“ ve zdlouhavých postupech teď neuvažují, to je kapitola sama pro sebe). Značná část vědecké komunity se zřejmě shodne, že prvotní příčinou nedodržení metodických (a případně dokonce etických) pravidel vědy je zejména tlak na „kvantitativní výkon“. Ale co když k němu přispívá i vzbuzování falešných

nadějí při lákání mladých badatelů pomocí přehnaného vykreslování vědy jako adrenalinového dobrodružství, jdoucího od objevu k objevu? Raz, dva, ... stačí kliknout – jako ve vzrušující počítačové hře.

Motivací pro dráhu vědce by neměla být touha po vzrušujícím dobrodružství, nýbrž touha po poznání přírodních zákonitostí. Základním předpokladem pro úspěšné uplatnění ve vědě pak je schopnost klást správné otázky a mít vytrvalost při sledování stopy, která může (ale nemusí) vést k jejich zodpovězení. Pokud by motivací měla být touha po každodenních vzrušujících zážitcích při akčním dobrodružství poznání, tak je lépe zvolit jiný obor lidské činnosti. Při představě působení takového adrenalinového dobrodružství v mé laboratoři mi hrůzou vstávají vlasy na hlavě.

Teď však prozradím svůj tajný recept týkající se klíčového slova „opakování“. Studium historie vědy a čtení starých prací dává vhled do procesu vzniku poznání, které dnes známe jako „učebnicová“ fakta, ale může být i rafinovanou cestou k objevu zapomenutého pokladu. S odstupem času se může vyplatit podívat se na „skrývkou“ či „odpad“ zbylý po dávné „těžbě objevů“ – podobně jako manželé Curieovi v jáchymovských zbytcích smolince po těžbě stříbra a výrobě uranových barviv našli nové prvky radium a polonium. Zabrousit po desetiletích do zdánlivě vytěžených oblastí, opuštěných ve zlatokopecském spěchu za novými „hot topiky“, může při použití nových metodik a dokonalejších přístrojů vést k vytěžení nového poznání. Má to však zdárhel: Zkuste na takto koncipovaný výzkum získat grant! Je lépe záměr na využití takového „retro těžebního“ postupu zaobalit do nějakých těch moderních klíčových slov. Obvykle přece platí, že zcela nové se prodává lépe než recyklované. Pokud jde o byznys, tam recyklace výzkumu také funguje. Třeba ve farmaceutickém výzkumu se látky testované kdysi pro jisté využití, ale pak odložené, mohou nakonec uplatnit jako účinné látky v jiných lécích.

Na závěr opět zdůrazňuji, že opakování je nezbytnou součástí vědecké výzkumné práce. Nesmíme se bát o tom mluvit i v popularizačních vystoupeních. Studenty je třeba od začátku vést k osvojení správné metodiky vědeckého „řemesla“ – nejlépe v rámci praktických cvičení. Ale především musíme ubránit korektní vědeckou práci před tlakem na zvyšování produktivity a bláhovým honem za pofiderní excelencí!

Jan Valenta

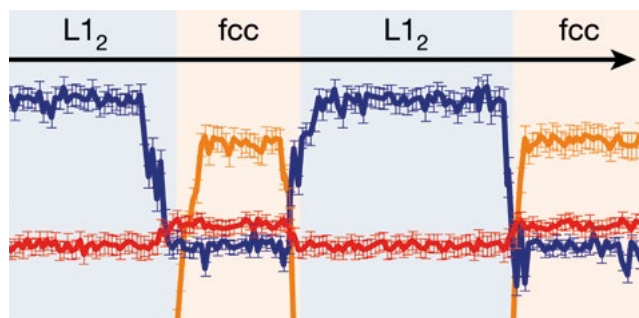
Obsah

AKTUALITY

Fyzikální ohlédnutí za rokem 2022 (ČÁST 2)

184

Stanislav Daniš

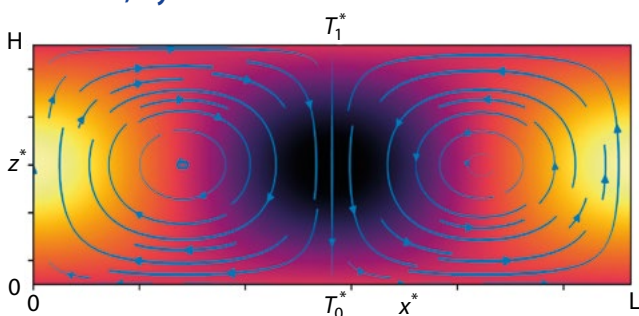


REFERÁTY

Lorenzův model Rayleighovy–Bénardovy konvekce s chaotickým chováním

198

Aleš Raidl, Hynek Bednář

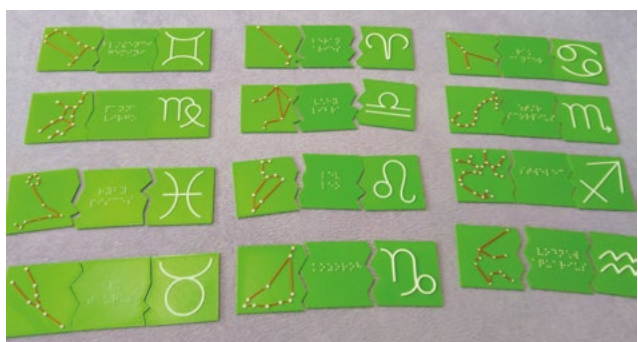


FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Astronomické kroužky a kurzy, pro nejmenší, ale i pro dospělé

208

Filip Hložek, Jitka Houfková

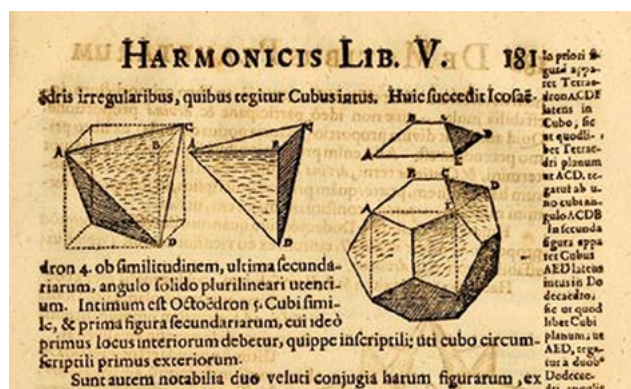


HISTORIE FYZIKY

Harmonie světa

212

Vladimír Štefl



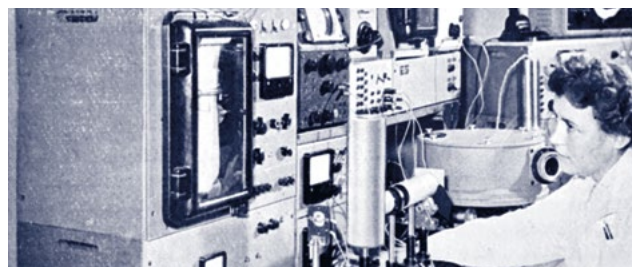
HISTORIE FYZIKY

První československé lasery v dobovém kontextu

221

K 60. výročí československých laserů
vzniklých roku 1963

Jan Valenta



ZPRÁVY

Co přinášejí skripta *Aktivně galaktické jádra jako relativistické systémy?*

235

Jana Žďárská



ZPRÁVY

Lovci vesmírných objektů 238

Ceny Jindřicha Zemana a Jindřicha Zemana junior za rok 2022 byly uděleny

Jana Žďárská



ZPRÁVY

Malé modulární reaktory 240

Cesta, jak zajistit elektrickou energii při snížení investičních nákladů

Jana Žďárská



ZPRÁVY

LVICE² 242

první mise české sondy k Měsíci a do meziplanetárního prostoru

Jana Žďárská



ROZHOVOR

Vzhůru na Měsíc i k planetám 244

Rozhovor s Petrem Kapounem, jenž si už jako malý kluk zhotovil „červený telefon“ jako přímou linku vesmírného konstruktéra do Bílého domu

Petr Kapoun, Jana Žďárská



ROZHOVOR

Co je to vlastně čas? 251

Rozhovor Václava Pavlíka s Thomasem Hertogem o jeho knize „On the origin of time“

Václav Pavlík



RECENZE

Neurčitý moment překvapení 257

Robert P. Crease, Alfred Scharff Goldhaber:
Kvantový moment: Jak nás Planck, Bohr, Einstein a Heisenberg naučili milovat neurčitost

Miroslav Dočkal



Obrázek na obálce: Snímek feroelektrických nanodomén v epitaxním tenkém filmu PbTiO_3 vypěstovaném na substrátu SmScO_3 získaný metodou mikroskopie skenující sondou detekující piezoelektrickou odezvu materiálu. Tloušťka filmu je asi 320 nm. Snímek byl oceněn v soutěži FZU v roce 2021. Autor: Fedir Borodavka, FZU AV ČR.

2022

Fyzikální ohlédnutí za rokem 2022 (ČÁST 2)

Stanislav Daniš

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 5, Praha 2; stanislav.danis@mff.cuni.cz

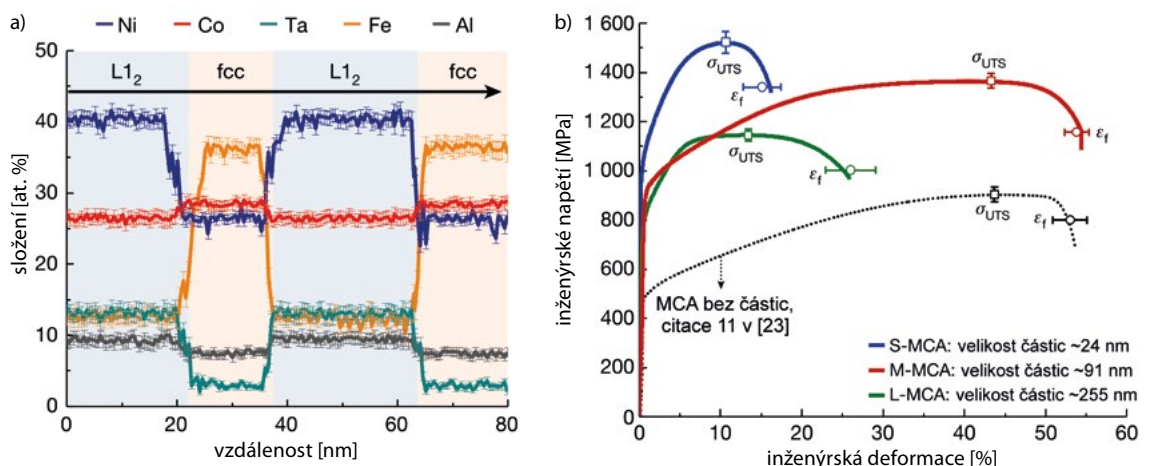
Minulý rok 2022 byl tak štědrý na fyzikální zajímavosti, že jsme přehled nejvýznamnějších prací publikovaných v nejprestižnějších časopisech v loňském roce museli rozložit na dvě části. Zde přinášíme druhou část tohoto přehledu.

Magneticky měkký materiál s extrémně nízkou koercivitou

Magneticky měkké materiály nalézají uplatnění zejména v energetice, například v jádrech transformátorů. Mezi požadované vlastnosti patří zejména nízká koercivita (odpovídající nízkým energetickým ztrátám v důsledku hysterese) a vysoký elektrický odpor (potlačení indukovaných proudů). Zároveň je také požadována mechanická pevnost a tvárnost. Tyto požadavky jsou však protichůdné. Mechanická pevnost je docílena defekty (dislokacemi), ale jejich přítomnost současně vede k nárůstu hysterese (defekty blokují pohyb magnetických domén). Toto dilema vyřešil doktorand Liuli Han se svými kolegy – místo objemového materiálu připravili slitiny s definovanými velikostmi částic [23]. Han využil závislosti magnetických a mechanických vlastností na této veličině. Například koercivita závisí na šesté mocnině velikosti částic/zrn. Na vyvíjený materiál měli tyto požadavky: 1) Musí mít co nejlépe definovanou distribuci velikostí částic tak, aby nastával co nejmenší záchyt magnetických domén a současně byl vyrovnán pokles povrchové energie a růst magnetostatické energie se zvětšujícím se rozměrem částic. 2) Velikost částic musí být menší než šířka doméno-

vé stěny, aby se zamezilo silnému záchytu (*pinningu*) magnetických domén. 3) Požadovaným magnetickým vlastnostem musí odpovídat chemické složení. 4) Magnetické (nano)částice a matrice, ve které se nacházejí, musí mít co nejpodobnější krystalovou mříž, aby se zamezilo záchytu dislokací vzniklých v nanočásticích (mechanicky odolný materiál) v matici (mechanicky tvárný materiál).

Materiál vyvinutý týmem L. Hana byl tvořen více-prvkovou slitinou $\text{Fe}_{32,6}\text{Ni}_{27,7}\text{Co}_{27,7}\text{Ta}_{5,0}\text{Al}_{7,0}$ (atomová %), ze které byla utvořena feromagnetická matrice i paramagnetické nanočástice. Technologickou přípravou – různým časem žhání – bylo možno dosáhnout distribuce velikosti částic v rozmezí 24 ± 15 nm až 249 ± 49 nm. Difrakcí rtg. záření byla zjištěna struktura nanočástic a matrice. Nanočástice odpovídají struktuře $L1_2$ (kubická plošně centrovaná mříž, fcc) a ve vzorku, který byl žhán 5 h na teplotě 1173 K, zaujímá 55(1) % objemového podílu. Matrice je tvořena podobnou strukturou (fcc mříž) s velmi malým misfitem, tj. odchylkou od mřížového parametru nanočástic. Profil složení matrice a nanočástic je zakreslen v grafu na obr. 32a. Nanočástice jsou oproti matici bohatší na nikl a tantal, v matici dominuje železo. Chemické



Obr. 32 a) Profil složení vzorku žháněného na teplotu 1173 K po dobu 5 h. Modrá oblast ($L1_2$) označuje nanočástice, béžová matrice (fcc). b) Zátěžové křivky pro tři vzorky s různou střední velikostí nanočástic ve srovnání s jednofázovým vzorkem. Převzato a upraveno z [23]

Lorenzův model Rayleighovy –Bénardovy konvekce s chaotickým chováním

Aleš Raidl, Hynek Bednář

Katedra fyziky atmosféry, MFF UK, V Holešovičkách 2, Praha 8; ales.raidl@mff.cuni.cz, hynek.bednar@mff.cuni.cz

Tento referativní článek pojednává o turbulentní (chaotické) konvekci v Lorenzově modelu. Je nastíněn přechod od řídicích hydrodynamických rovnic v Boussinesquově aproximaci k Saltzmanovým rovnicím a k rovnicím Lorenzovým. Přehledně je referováno o kvalitativně odlišných typech konvekce a o přechodech mezi nimi, včetně k režimu chaotickému. Všimáme si i některých historických zajímavostí.

Úvod

V roce 2023 uplynulo šedesát let od doby, kdy meteorolog a matematik Edward N. Lorenz publikoval článek s názvem „*Deterministické neperiodické proudění*“ [25]. Tento článek je považován za zásadní práci pro vznik teorie deterministického chaosu. V ní Lorenz ukázal na případě modelu konvekce v tekutině, že chování některých nelineárních dynamických systémů může vykazovat složité neutuchající dlouhodobé chování, kterému dnes říkáme *deterministicky chaotické*, zkráceně *chaotické*, s citlivou závislostí na volbu počátečních podmínek. Takové chování chaotických systémů je dlouhodobě nepředvídatelné, ačkoliv je deterministické. Lorenz [25] ukázal, že neznalost přesných počátečních podmínek může způsobit to, že ačkoliv se systém vyvíjí ze dvou, případně v několika jakkoliv blízkých počátečních podmínkách, je jeho chování za jistou ča-

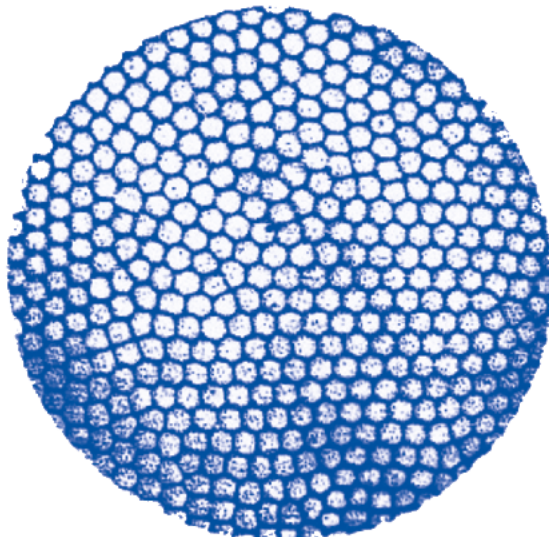
sovou hranicí nepředpověditelné. Této závislosti se někdy říká *efekt motýlích křídel*.

V dalším textu shrneme některé poznatky o Lorenzově modelu konvekce a zastavíme se u jeho zajímavých vlastností, aniž bychom si však činili nárok podat vyčerpávající přehled. V tomto směru odkazujeme na známou knihu [38] nebo česky psanou knihu [12]. V textu předpokládáme, že čtenář je stručně seznámen se základními pojmy teorie deterministického chaosu; ten je možné získat například v článku publikovaném na stránkách tohoto časopisu [29] nebo v knižní trilogii [12, 13, 14].

Konvekce

Konvekci rozumíme přenos tepla způsobený prouděním tekutin. Konvekce hraje důležitou roli v řadě oblastí fyziky, jako je meteorologie, geofyzika, popř. solární fyzika nebo proudění v oceánech. Protože Lorenzův článek má vztah k fyzice atmosféry, bude se další text článku týkat konvekce v atmosféře. V meteorologii v užším slova smyslu rozumíme konvekci výstupné a sestupné kompenzační pohyby vzduchu, které jsou vyvolané archimédovskými vztlakovými silami v důsledku nehomogenit hustoty vzduchu při zemském povrchu a ve vyšších vrstvách atmosféry [7].

Slovo *konvekce* ve fyzikálním kontextu, tak jak jej chápeme dnes, patrně pochází od Prouta (1834) [30], ačkoliv před ním jej použil již hrabě Rumford (1779) [33]. S problémem konvekce se setkal v předminulém století v roce 1882 i James Thomson [41] (bratr Lorda Kelvina), který v tekutině pozoroval konvektivní útvary v podobě mozaiky. V roce 1900 se konvekci systematicky zabýval také z experimentálního hlediska Bénard [4]. Bénard při svém experimentu pozoroval vznik konvektivních útvarů ve formě přibližně šestiúhelníkových buněk, tak jak je znázorněno na jeho původním obrázku 1. Bénardův experiment spočíval v ohřevu horizontální vrstvy roztaveného



Obr. 1 Reprodukce originální Bénardovy fotografie konvektivních buněk [4].

Astronomické kroužky a kurzy, pro nejmenší, ale i pro dospělé

Filip Hložek, Jitka Houfková

Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, V Holešovičkách 2, Praha 8; filip.hlozek@mff.cuni.cz

Jste student a chcete se dozvědět více o astronomii? Vyzkoušet si práci i s velkým dalekohledem? Máte děti či žáky, kteří se zajímají o přírodovědné předměty, a chcete jim nabídnout další možnosti vzdělání? Nebo jen hledáte inspiraci do výuky? Pak vám můžeme doporučit astronomický kroužek. Tento článek obsahuje stručný přehled astronomických kroužků, včetně vybraných aktivit a dalších výsledků z jejich výzkumu.

Když se podíváme na jasnou noční oblohu, mnohé z nás napadají různé zvědavé otázky o našem postavení ve vesmíru. Jsme vesmírem fascinováni a toužíme se dovědět více. Zdrojů informací je celá řada – přednášky, knihy, texty či videa na internetu. Některé jsou spíše odborné, jiné se zaměřují více na popularizaci. Ne vždy to ale stačí, když hledáte něco pro své zvědavé dítě či žáka. Z toho důvodu jsme provedli rešerši astronomických kurzů a kroužků, které poskytují přesně tyto znalosti, a ještě mnohem víc.

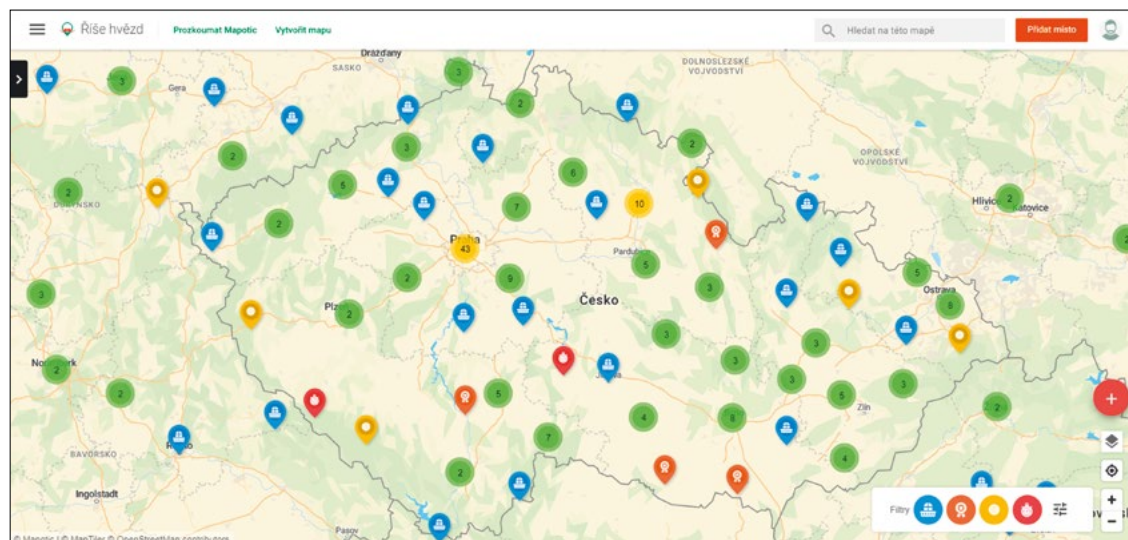
V roce 2022 bylo v České republice dohledatelných kolem třiceti astronomických kroužků a my jsme uskutečnili polostrukturované rozhovory s vedoucími čtrnácti z nich. Tím jsme podchytili téměř všechny kraje a prozkoumali kroužky s menším i větším počtem účastníků. Během tohoto výzkumu jsme získali kontakt na Petra Bartoše, který spolu se Štěpánem Kovářem pracuje na mapě astronomické vzdělanosti (obr. 1) [1]. Tato interaktivní mapa obsahuje informace o pozorovacích místech noční oblohy v České republice, jako jsou například hvězdárny, planetária a další vhodná místa pro po-

zorování vesmíru. Můžete v ní jednak klasicky textově vyhledávat, ale také filtrovat podle vašich zájmů a preferencí. Nově byl do mapy doplněn i filtr pro astronomické kurzy a kroužky, které jsme při našem výzkumu našli. Stačí v pravém dolním rohu vybrat tlačítko *Pokročilé filtrování* a mezi typy hvězdáren zaškrtnout *Astronomický kroužek*. Takto se můžete snadno podívat, zda ve vašem okolí existuje dostupný astronomický kroužek.

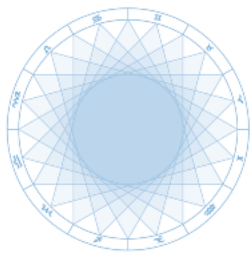
Výsledky rešerše astronomických kroužků a kurzů

Samotné rozhovory jsme vedli buďto naživo, nebo online formou. Přestože jsme měli připravenou strukturu otázek, vedoucí kroužků hovořili obvykle sami o věcech, které je aktuálně nejvíce trápily. Snad každý zmiňoval důsledky omezení schůzek v době pandemie covidu-19. To bylo markantní zejména na začátku roku 2022, kdy se v rozhovoru neustále srovnávala setkání před covidem a po něm.

Nalezené astronomické kroužky jsou určeny z velké části především pro žáky základních a někdy i střed-



Obr. 1 Mapa astronomické vzdělanosti, vytvářená P. Bartošem a Š. Kovářem. Viz <https://www.mapotic.com/rise-hvezd>



Harmonie světa

Vladimír Štefl

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

Završením Keplerova celoživotního díla měla být podle původního záměru *Harmonie světa* [1], titulní list obr. 1. Vyznačovala se zvláštním a pro autora – exaktního matematika a astronoma – neosobitým stylem výkladu, bez ambicí na větší přesnost. Casparovými slovy v [2] *Harmonie světa* byla velkou kosmickou vizí, utkanou mezi vědou, filozofií, mysticismem a teologií. Spis byl plný hudebních, geometrických, numerologických a astronomických úvah – pavučinových vláken –, ve kterých je obtížné hledat posloupanost Keplerových myšlenek. Věcně obsah navazoval na více než dvacet roků staré myšlenky z *Tajemství vesmíru* [3], týkající se pěti pravidelných platónských těles – čtyřstěnu, krychle, osmistěnu, dvanáctistěnu a dvacetistěnu, jejichž plášť tvořily pravidelné mnohoúhelníky. Umístění geometrických těles v prostoru autor spojoval s existencí šesti planet ve Sluneční soustavě. Jeho představy v době vydání *Tajemství vesmíru* r. 1596 odpovídaly realitě pouze přibližně. Skutečné vzdálenosti mezi planetami se nenacházely v úplném souladu se

z počátku Keplerem používanými sférami vepsanými a opsanými k výše představeným mnohostěnům.

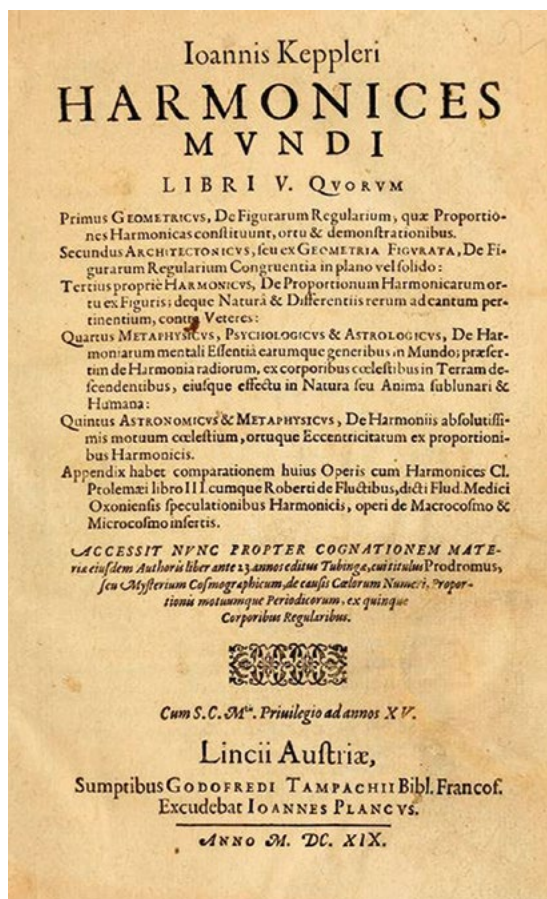
V *Harmonii světa*, a jak upřesnil název Barbour [4] věcně vhodněji „*ve vědě o harmoniích*“, Kepler vycházel z intuitivních myšlenek o harmoniích ve světě, spojovaných s geometrií a pozorovacími údaji. Hledal je nejen v prostorových poměrech vzdáleností planet od Slunce, ale rovněž v zákonech jejich pohybu. Původní, spíše aritmetické uvažování o harmoniích z *Tajemství vesmíru* se ukázalo nepostačující pro vyjádření dynamiky pohybu planet.

Spis *Harmonie světa* byl dopsán 27. května 1618, jeho nejdůležitější, pátou knihu Kepler ještě přepracoval a předal do tisku 19. února 1619. Obsah celého spisu budeme komentovat podle latinské verze [1] a Aitonova anglického překladu [5]. Rozdělen byl takto:

- I. Původ, třídy, řád a rozlišující vlastnosti pravidelných těles vytvářející harmonické poměry se zřetelem k jejich předvídatelnosti a vysvětlitelnosti.
- II. Kongruence harmonických těles.
- III. Původ harmonických poměrů a povahy vytvářejících hudební melodie.
- IV. Harmonické uspořádání hvězdných paprsků na Zemi a jejich vliv na události na obloze a přírodní jevy.
- V. O nejdokonalejší harmonii v nebeských pohybech a původu excentrických kružnic, poloměrů drah a oběžných dob.

V úvodu první knihy **Původ, třídy, řád a rozlišující vlastnosti pravidelných těles vytvářející harmonické poměry se zřetelem k jejich předvídatelnosti a vysvětlitelnosti** Kepler prohlásil, že studium harmonie by mělo začínat s geometrií, v níž spatřoval předobraz krásy světa, což vyjádřil slovy: „*Když jsem uviděl, že skutečně a pravě rozdíly rozlišujících znaků mezi geometrickými tělesy, z kterých jsem zamýšlel odvodit příčiny harmonických poměrů, které byly naprosto neznámé, že Euklides podrobující je zkoumání byl smuten a sklíčem při zlé kritice Ramuse.*“

Rovněž Kepler vyzdvihl prospěšnost matematiky v poznávání harmonie, jak formuloval v epigrafu z Prokla Diadocha, zařazeném do úvodu první knihy: „*Při studiu přírody přináší velký vklad matematika...*“ Podle vlastních slov vystupoval v *Harmonii světa* ne jako geometr ve filozofii, ale jako filozof v této části geometrie (pojednáváme o tzv. geometrické matematice). Pátral po přirozených příčinách harmonií nejen v číselných vztazích, jak to činili numerologové a pythagorejci, ale zkoumal rovněž vlastnosti čísel odrážející znaky s nimi spojených těles a jejich geometrických parametrů. Například zdůvodňoval, proč je počet pla-



Obr. 1 Titulní list spisu *Harmonie světa* z r. 1619.

První československé lasery v dobovém kontextu

K 60. výročí československých laserů vzniklých roku 1963

Jan Valenta

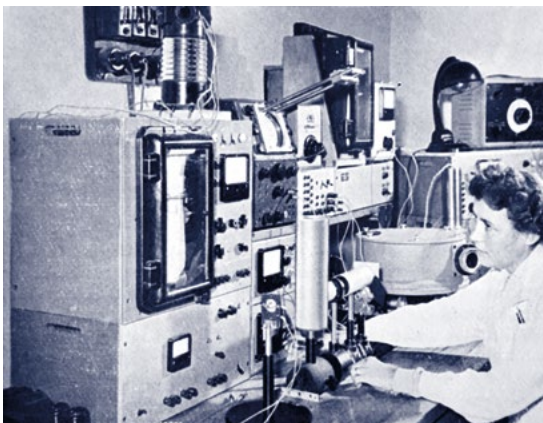
Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Katedra chemické-fyziky a optiky, Ke Karlovu 3, Praha 2; jan.valenta@mff.cuni.cz

Rok 1963 byl pro československou fyziku a techniku v oblasti kvantových generátorů světla (laserů) takový *annus mirabilis*. Během asi půl roku byly úspěšně demonstrovány lasery všech hlavních typů: pevnolátkové s neodymovým sklem (FÚ ČSAV) a rubínem (VÚ MNO, ÚRE ČSAV), polovodičový injekční laser na bázi GaAs (ÚFPL ČSAV) a plynový He-Ne laser (ÚPT ČSAV). Tento článek se pokouší zrekonstruovat především okolnosti vzniku prvního z těchto laserů, který vyslal paprsek koherentního světla 9. dubna 1963 ve Fyzikálním ústavu ČSAV v Praze díky úsilí Dr. Karla Pátka (1927–1967).

Pokoušet se získat podrobnější, dosud nepublikované informace o vzniku prvního čs. laseru 60 let poté se jeví jako marné úsilí. Co lze ještě zjistit, když hlavní aktér zemřel před více než 55 lety, další pamětníci už také nemožou být využiti a archivní zdroje jsou velmi skromné? Někdy se však i nepatrná naděje dá přetavit v pěkný výsledek. Posudte sami.

Okolnosti vzniku prvního československého laseru počátkem roku 1963

První čs. laser byl navržen a postaven v oddělení luminescence FÚ ČSAV (obr. 1) během několika měsíců na přelomu let 1962/63 [1]. Podle dostupných dokumentů lze usoudit, že konstrukce laseru nebyla součástí žádného plánu výzkumu schváleného pro toto období. Oddělení se podílelo v rámci pětiletého plánu výzkumu na úkolu I-4-3 (od roku 1966 s kódem I-2-4) *Studium zářivých a nezářivých přechodů v pevných látkách*. V jeho rámci byly pro rok 1963 specifikovány



Obr. 1 Pohled do laboratoře oddělení luminescence v první polovině 60. let 20. století. Zdroj: Archiv AV ČR



Obr. 2 Pracovníci oddělení luminescence při předávání stříbrné medaile Za zásluhy o rozvoj ve fyzikálních vědách RNDr. Josefu Pastrňákovi, CSc., 3. května 1976 na Prezidiu ČSAV. Zleva doprava: J. Pastrňák, Miroslav Trlifaj, Jaroslav Sedlák (tehdy ředitel FÚ, nepatřil do této skupiny), Jitka Kubátová a František Karel. Zdroj: Archiv AV ČR

cíle pro dva dílčí úkoly, na kterých oddělení pracovalo dlouhodobě: *Studium optických a elektrických vlastností monokrystalů ZnS* a *Studium optických a elektrických vlastností monokrystalů AlN*. První materiál byl vyvíjen a zkoumán pod vedením Dr. Pátka a byl dotažen až k prototypu elektroluminiscenčních panelů na bázi ZnS:Cu, které byly předány do výroby v Tesle Holešovice. Vývoj druhého materiálu dlouhodobě vedl Dr. Josef Pastrňák (obr. 2) – volba tohoto materiálu předběhla světový výzkum nitridových polovodičů, ale byla nad síly tak malé skupiny. AlN je dnes materiálem důležitým pro výrobu LED emitujících v ultrafialové oblasti spektra.

Co přináší skripta *Aktivne galaktické jadrá ako relativistické systémy?*

Jana Žďárská

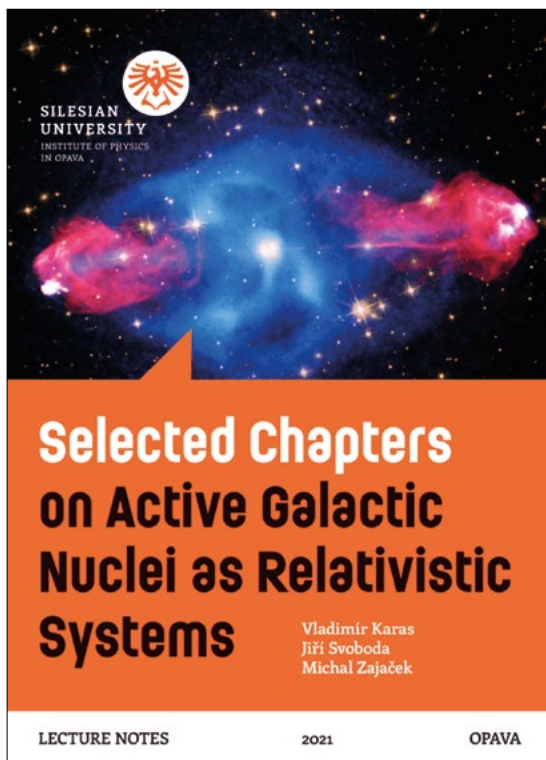
Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Po několika letech práce a příprav vydali autoři Vladimír Karas, Jiří Svoboda a Michal Zajaček skripta *Vybrané kapitoly o aktivních galaktických jádrech ako relativistických systémech* (Selected chapters on active galactic nuclei as relativistic systems). Pečlivě editovaná publikace vyšla tiskem díky péči Fyzikálního ústavu Slezské univerzity v Opavě v roce 2021. Obálka nové knížky, graficky připravená Václavem Pavlíkem, zobrazuje prototypickou aktivní galaxii Cygnus A s mohutnými relativistickými výtrysky v multispektrálním pohledu napříč vlnovými délkami.

Vědecký obor studia aktivních galaktických jader je tématem propojujícím astronomii s relativistickou fyzikou a kosmologií. Kontinuálně se postupně rozvíjí od počátku 60. let 20. století, kdy Maarten Schmidt identifikoval první kvasar. Jedná se o objekt

v kosmologické vzdálenosti – aktivní galaktické jádro, jehož svítivost výrazně převyšuje svítivost galaxie. „Tento rok – 16. marca – sme si dokonca pripomenuli 60. výročie tohto významného objavu¹, keď Schmidt identifikoval Balmerovské čiary vodíka v optickom spektre kvazaru 3C273, ktoré boli jasne posunuté smerom k dlhším vlnovým dĺžkam teda ‚dočervena‘ v dôsledku rozpínania vesmíru (kozmozologický červený posun – redshift). Vďaka tomu bolo zrejmé, že jasný bodový zdroj nie je v žiadnom prípade v našej galaxii, ale na tú dobu v nepredstaviteľnej vzdialenosti 749 megaparsekov (2,4 miliardy svetelných rokov). Zo zmeranej vzdialenosti a optického toku žiarenia sa odhadol celkový žiarivý výkon zdroja, ktorý bol rovnako ťažko predstaviteľný – presahoval približne 3000 miliárd slnečných žiarivých výkonov! Neskôr sa zistilo, že zdroj mení svoju jasnosť na krátkych časových škálach niekoľkých dní až týždňov, čo umožnilo určiť rozmer oblasti, z ktorej vychádza žiarenie – mala polomer menší ako Slnecná sústava (pre predstavu zmena jasnosti počas jedného dňa dáva horný limit ~173 astronomických jednotiek na rozmer oblasti, z ktorej vychádza žiarenie). Akreujúca masívna čierna diera poskytovala najlepšie vysvetlenie týchto extrémnych vlastností, a to kvôli malému rozmeru a približne 50-krát vyššej efektívnosti premeny kludovej energie na žiarenie v porovnaní s termonukleárnymi reakciami uprostred hviezd,“ vysvětluje Michal Zajaček.

Vysvětlení obrovské energie kvasarů přišlo v té době především díky obecné teorii relativity, kterou mnozí zprvu v praxi odsuzovali a považovali ji za příliš matematickou. Nicméně i sami relativisté byli zpočátku k zamrzlým hvězdám, tedy černým díram, spíše skeptičtí. Svědčí o tom i Einsteinův článek, v němž se sna-



Obr. 1 Obálka skript: V. Karas, J. Svoboda, M. Zajaček: Selected Chapters on Active Galactic Nuclei as Relativistic Systems. Silesian University in Opava, Opava 2021. (Slezská univerzita v Opavě, 2021)

1 M. Schmidt: *Nature* **197**, 1040 (1963).

Lovci vesmírných objektů

Ceny Jindřicha Zemana a Jindřicha Zemana junior za rok 2022 byly uděleny

Jana Žďárská

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

V soutěži Česká astrofotografie měsíce byly vybrány vítězné snímky za rok 2022 a na Velkém sjezdu složek ČAS v brněnském planetáriu byly vítězům předány ceny. Cenu Jindřicha Zemana za astrofotografii pro rok 2022 získal Zdeněk Vojč, cenu Jindřicha Zemana junior si odnesl patnáctiletý Adam Denko. Ocenění fotografové obdrželi sponzorské dárky od podporovatelů soutěže – firmy ZEISS, slovenského časopisu Kozmos a Československého časopisu pro fyziku.

Jako již dlouhých osmnáct let i letos vybrala česko-slovenská porota soutěže Česká astrofotografie měsíce (ČAM)¹ dva astrofotografy roku. Jednoho z kategorie dospělých a druhého z kategorie junior, tedy

Cenu Jindřicha Zemana obdržel Zdeněk Vojč nejen za své astrofotografické umění, ale zejména za snímek Patchick-Strothner-Drechsler 9. Jedná se o extrémně slabý objekt, novou planetární mlhovinu, označovanou též Titan nebula. Úžasný snímek této donedávna skryté mlhoviny doslova „vylovil“ z nepřeberného množství dat pořízených během čtyř nocí právě Zdeněk Vojč. Mlhovina leží v souhvězdí Andromedy a zabírá plochu větší než tři měsíční úplňky. To ji, pokud se tedy její příslušnost k tomuto typu mlhovin potvrdí již probíhajícími pozorováními na Calern Observatory Côte d'Azur ve Francii, řadí na třetí příčku mezi úhlově největšími známými planetárními mlhovinami. Ovšem její jasnost dosahuje pouhých 20 až 22 magnitud, což je nejméně 25milionkrát méně než jasnost Velké mlhoviny v Orionu M42.

Zdeněk Vojč je astrofotograf, jehož jméno není potře ani české astrofotografii úplně neznámé. Do sou-

1 Z. Bardon, J. Žďárská: Česká astrofotografie měsíce. Čs. čas. fyz. 70, 222–224 (2020).



Obr. 1 Cenu Jindřicha Zemana za rok 2022 obdržel Zdeněk Vojč.



Obr. 2 Cenu Jindřicha Zemana junior za rok 2022 si odnesl Adam Denko.

těže přispívá poměrně často svými úžasnými snímky, vesmír je jeho velkým koníčkem a působí i na různých astronomických fórech. K astronomii se dostal už na základní škole, poněkud paradoxně skrze „řemeslo“ – jezdil s tátou vypomáhat k tetě s opravou domu. A jak to většinou bývá, přišla náhoda. V tetině obývacím pokoji stál dalekohled Meopta. Sice malý a na těžkém stativu, ale byl tam. Pohled z balkonu na hvězdy byl poněkud zklamáním. Dětská duše očekávala víc, než mohl teleskop ukázat. Zato Měsíc, ten již začínajícího astronoma uchvátil. Cesty k tetě se postupně změnily na cesty do knihovny a na pátrání po možnosti pořízení vlastního dalekohledu. Správná kniha pomohla a patnáctikilový dalekohled z brýlové čočky, dvoumetrové železné trubky a okuláru z válečného triedru vytaženého ze Soběnovské přehrady byl na světě. „Když v takovém monstru zahlédnete pruhovaný Jupiter, Saturnovy prstence nebo srpek Venuše, máte tu zdravou klukovskou radost a elán do dalších počinů,“ doplňuje Zdeněk Vojč. Ovšem jak už to u astronomů bývá, přišly i jiné důležité záležitosti a léta plynula... Ale po 20 letech začalo vše nanovo. Ale s lepším přístrojovým vybavením, neboť nastal věk digitální. „Otevřete závěrku, pět minut

Malé modulární reaktory

Cesta, jak zajistit elektrickou energii při snížení investičních nákladů

Jana Žďárská

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

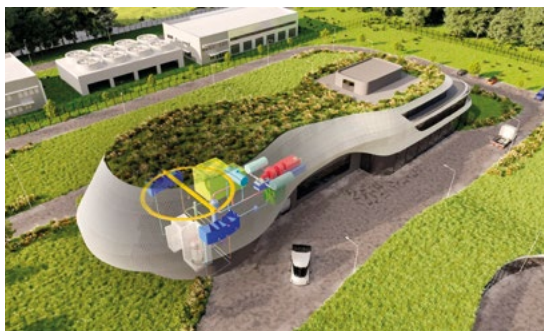
Malé modulární reaktory se jeví jako jedna z možností, jak do budoucna vyrábět elektrickou energii. Svou konstrukcí a možnostmi provozu by mohly nabídnout decentralizovanou produkci elektřiny za menší investiční náklady. Tyto reaktory mají oproti dosavadním velkým jaderným reaktorům větší pružnost provozu či větší efektivnost při výrobě elektrické energie. Mohly by se tedy stát zdrojem vysoko-potenciálního tepla a zajišťovat například centrální vytápění jednotlivých objektů či jejich skupin.

Energie „z jádra“ představuje efektivní zdroj energie, které lidstvo zná a dokáže jej využívat. Jedná se o zdroj výkonný, bezemisní a nízkouhlíkový. Ovšem vybudovat jadernou elektrárnu je velmi náročné, a to nejen z hlediska finančního, ale do hry zde vstupuje mnohem více faktorů – ať už se jedná o průzkum podloží, náklady na vytvoření jaderné lokality, požadavky na provoz jaderného zařízení, či vlastní investiční cenu bloku. Často je jedním z faktorů i nespokojenost obyvatel v blízkém okolí takové stavby, i když je provoz jaderné elektrárny neustále pod náročnou kontrolou a dozorem.¹

Malé modulární reaktory SMR² jsou v nejobecnějším pojetí nové projekty jaderných reaktorů, které se od stávajících realizací liší výrazně menším výkonem, dosahujícím od jednotek megawattů (pak se jedná o tzv. mikroreaktory) až po výkon 300 MWe. Ing. Jiří Duspiva k tomu připomíná: „To je však pouze malá část toho, co je odlišuje od tradičních jaderných elektráren s výkonem v řádech vyšších stovek až takřka dvou tisíc MW elektrických, i když na první pohled nejvíce pat-

1 V. Havlíček, J. Žďárská: JE Temelín pod drobnohledem. Čs. čas. fyz. 70, 455–462 (2020).

2 Small Modular Reactors.



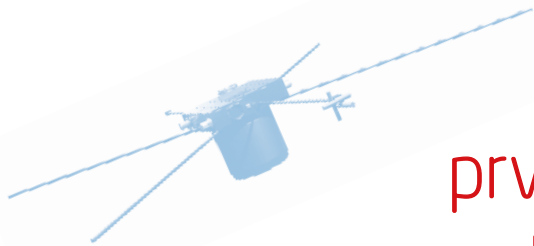
Obr. 1 Schéma reaktoru CR-100. Zdroj: XTEND



Obr. 2 Vizualizace konceptu reaktoru CR-100, který vyvíjí Centrum výzkumu Řež ze Skupiny ÚJV. Zdroj: XTEND

ná. Ještě důležitějším aspektem, než je pouhý nižší výkon jedné jednotky, je vyšší důraz na zajištění jaderné bezpečnosti s využitím prvků pasivních nebo se zvýšenou spolehlivostí. Druhé slovo v názvu reaktoru – modulární – pak ukazuje na jednu z cest, jak tato zařízení udělat ekonomicky efektivnější. Tradičně jsou jaderné elektrárny stavěny na základě typizovaného projektu, který je upraven pro každou jednotlivou lokalitu. Modularita umožňuje výrobu logických celků technologie ve výrobní továrně za standardizovaných podmínek a pouze vzájemné propojení na staveništi. Tím se zvýší kvalita výroby a zkrátí čas výstavby.“

Idea SMR oproti klasickým jaderným elektrárnám počítá s co nejvyšší standardizací projektu. Konečným cílem je výroba celého jaderného reaktoru v továrně. Ten si může koncový zákazník koupit jako produkt, jenž mu bude doručen. Odpadá tak náročná část výstavby na místě, která je nezbytná při výstavbě klasických jaderných reaktorů. „S drobnou nadsázkou by tuto změnu pro koncepty s nejvyšším stupněm modularity bylo možné přirovnat k rozdílu mezi klasickou stavbou rodinného domu na základě projektu od architektonic-



LVICE²

první mise české sondy k Měsíci a do meziplanetárního prostoru

Jana Žďárská

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

Česká vědecká mise k Měsíci překročila další milník v přípravě. Vývoj historicky největší české kosmické sondy LVICE² s vlastním pohonem pokročil do další fáze projektu. Měsíční sonda s řadou českých vědeckých přístrojů nabyla na velikosti a do její přípravy se zapojily další české aerospace firmy.

Projekt LVICE² (*Lunar Vicinity Complex Environmental Explorer*) na začátku roku zakončil úspěšnou komplexní revizí ze strany Evropské kosmické agentury (ESA), takzvanou „fázi A“, kdy byla ověřena realizovatelnost mise a schváleny požadavky na její technické provedení. Splněním tohoto milníku, tzv. *Preliminary Requirements Review* (PRR), projekt demonstroval, že pomocí navrhované sondy dokáže naplnit vědecké cíle mise a že jeho vývoj je na správné cestě.

LVICE² tak vstoupila do „fáze B1“, kdy dojde k rozpracování a zdokonalení návrhu jednotlivých přístrojů na sondě a rozhraní mezi nimi. Součástí této fáze je také příprava plánů na výrobu, integraci a testování sondy. „V této fázi se do projektu nově zapojuje i společnost OHB Czechspace, která má bohaté zkušenosti v oblasti kosmických struktur a pro sondu bude navrhovat její hlavní konstrukci. V červnu roku 2023 pak projekt projde další revizí ze strany ESA, na jejímž základě panel odborníků nominovaný Ministerstvem dopravy rozhodne o dalším pokračování mise. Pokud výroba této



Plánovaná sonda se nyní velikostí blíží pračce a po natankování palivem bude její hmotnost okolo 120 kg.

sondy dostane zelenou, měla by být vypuštěna na měsíční oběžnou dráhu mezi lety 2027 a 2028,“ podotýká Lukáš Krincvaj, projektový vedoucí tohoto projektu.

Měsíční sondu vyvíjí konsorcium českých firem pod vedením společnosti esc Aerospace, která je jedním z hlavních poskytovatelů inovativních kosmických řešení v ČR. Přípravu projektu financuje Ministerstvo dopravy ČR v rámci programu tzv. ambiciózních projektů. „Tento program si klade za cíl posílit roli českého kosmického průmyslu ve světovém měřítku a zvýšit vzhlas české vědy na poli kosmického bádání. Mise LVICE² plánuje tyto cíle naplnit sestavením komplexní kosmické sondy s řadou vědeckých přístrojů, přičemž většina instrumentů na palubě bude vyrobena českými firmami a institucemi,“ vysvětluje Lukáš Krincvaj.

Tato kosmická sonda se od ostatních plánovaných českých družic odlišuje především tím, že bude disponovat vlastním pohonem, který jí umožní doletět k Měsíci a následně manévrovat na jeho oběžné dráze. Vývoj tohoto pohonu, včetně elektrického systému sondy, je zajištěn společností Stellar Exploration EU. Nedílnou součástí sondy jsou také počítače na palubě, které budou řídit let a zpracovávat data z vědeckých přístrojů. Návrh a výrobu těchto palubních počítačů zajišťuje společnost esc Aerospace, která poté plánuje tato zařízení dodávat i do dalších plánovaných družic.

„Projekt sondy LVICE² je pro esc Aerospace a jeho partnery velmi významný. Jeho úspěšné dokončení bude převratným úspěchem pro český kosmický průmysl a zařadí Česko do prestižního klubu zemí, které umějí postavit vlastní sondy k průzkumu Sluneční soustavy,“



Česká kosmická sonda LVICE² s vlastním pohonem by měla v roce 2027 vyrazit k Měsíci.

Vzhůru na Měsíc i k planetám

Rozhovor s Petrem Kapounem, jenž si už jako malý kluk zhotovil „červený telefon“ jako přímou linku vesmírného konstruktéra do Bílého domu

Petr Kapoun¹, Jana Žďárská²

¹ TRL Space Systems, Plynárenská 499/1, 602 00 Brno-střed

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

„Chci z České republiky udělat lídra kosmického průmyslu!“ říká Petr Kapoun, vizionář a ředitel společnosti TRL Space Systems, jež se zabývá vývojem a výrobou komponent pro mezinárodní organizace, kosmické agentury i soukromé společnosti, působící ve vesmírném průmyslu. Jedná se o složité technologie pro výzkum těles Sluneční soustavy či exoplanet.

■ **Jana Žďárská:** Od roku 2022 působíte jako ředitel společnosti TRL Space Systems, tedy společnosti, která se zabývá vývojem a výrobou přístrojů pro kosmický průmysl. Vaší vizí je dostat do roku 2030 českou vlajku na Měsíc. V jaké fázi se nyní tento váš projekt nachází?

Petr Kapoun: Projekt, který nese název LUGO, je stále ve své úvodní fázi, tzv. fázi 0. Je to náročná a zásadní část projektu, protože během ní definujeme celkovou architekturu mise.

■ **JŽ:** „Dobýt“ Měsíc je skutečně grandiózní projekt. Kdy se tento sen a zároveň plán zrodil? Zajímá vás o vesmír už jako malý kluk, nebo jste měl jiné vysněné povolání?

PK: Asi stejně jako každý malý kluk jsem chtěl být původně popelářem. To mi ale vydrželo tak do druhé třídy, kdy mě začal lákat vesmír. Pamatuji si, že jsme tehdy byli se školou na exkurzi ve hvězdárně, kde jsem si vysnil, že budu mít jednu svou vlastní telekomunikační družici, abych mohl volat všude zadarmo.

■ **JŽ:** Mít svou vlastní telekomunikační družici – to je na dítko školou povinné moc pěkná vize. Co vás ve vašem zájmu o vesmír nejvíce ovlivnilo?



Obr. 1 Petr Kapoun u modelu části rakety VEGA (2019).



Obr. 2 Laboratoře společnosti S.A.B. Aerospace, kde vzniká dispenzer pro raketu VEGA (2019).

PK: Jako dítě mě hodně ovlivnily hollywoodské filmy o NASA, a to dokonce natolik, že jsem si u babičky a dědy přestavěl jeden pokoj na velicí středisko NASA, ve kterém jsem trávil letní prázdniny. Měl jsem tam počítače z krabic a staré pevné linky s kulatým ciferníkem. Byl mezi nimi dokonce i červený telefon, který jsem používal jako přímou linku na prezidenta. Tehdy jsem tím opravdu hodně žil.

■ **JŽ:** Pocházíte z Brna. Jak vzpomínáte na svoje dětství a co si z tohoto období nejraději vybavujete?

PK: Na své dětství v tomto městě vzpomínám velmi hezky. Chodil jsem tam na základní, střední i vysokou školu, a tak mám v Brně spoustu kamarádů. I přesto, že jsem procestoval celý svět, považuji toto město za místo, kde chci žít. Brno je svou rozlohou menší město, nicméně svou rozmanitostí služeb, kultury a možností jej řadím mezi velkoměsta. Je to také bezpečné město, což považuji v dnešní době za důležitý faktor. V neposlední řadě zmíním, že je geograficky výhodně položené – zvláště pro mezinárodní firmu.

Co je to vlastně čas?

Rozhovor Václava Pavlíka s Thomasem Hertogem o jeho knize „On the origin of time“

Václav Pavlík

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

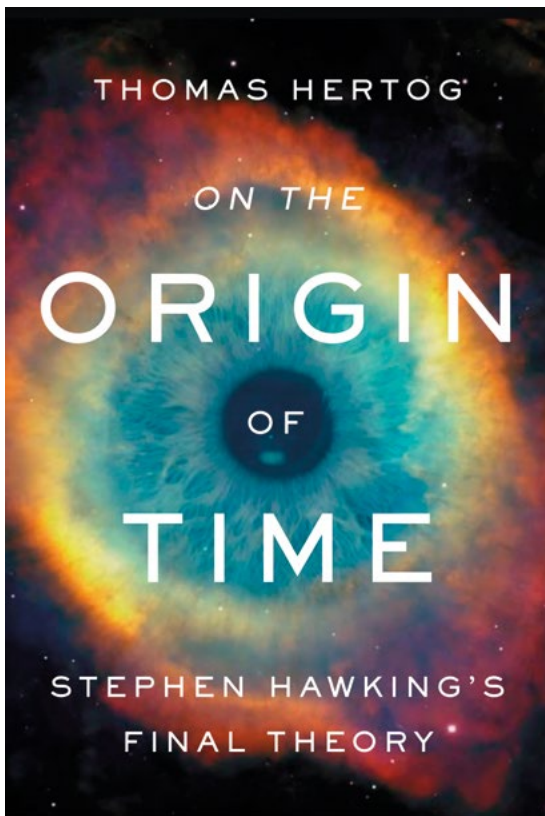
Stručná historie času, Černé díry a budoucnost vesmíru a další popularizační knihy slavného astrofyzika Stephena Hawkinga (1942–2018) měly u nás velký úspěch. Letos na jaře vyšla kniha prof. Thomase Hertoga, Hawkingova studenta a spolupracovníka, která na jmenované bestsellery volně navazuje – jak prozrazuje její podtitul „konečná teorie Stephena Hawkinga“. Rozhovor s autorem vedl pro Čs. čas. fyz. Václav Pavlík.

■ **Václav Pavlík:** Dobrý den. Jak se máte?

Thomas Hertog: Dobrý den, dobře. Dorazil jsem asi před minutou, protože jsem se zdržel na rozhovoru v nizozemském rádiu.

■ **VP:** Jste tedy v Nizozemsku, nebo v Belgii?

TH: V Belgii. Na začátku týdne jsem se však vrátil z Paříže, kde jsem měl turné ke své knize. Všechno naštěstí vyšlo.



■ **VP:** Vaše kniha je přeložena i do francouzštiny?

TH: Ano, francouzská verze vyšla toto pondělí a na francouzském Amazonu už je třetí nejprodávanejší. Takže je to super.

■ **VP:** Páni, to je skvělé. Gratuluji.

TH: Máte už svůj výtisk?

■ **VP:** Poslali mi zatím jen elektronickou kopii anglického rukopisu, protože jsem stále ve Spojených státech. Ale až se přestěhuji zpátky do Česka, požádám si o papírovou kopii českého překladu, abych mohl udělat řádnou recenzi. Ta pak vyjde v časopise *Astropis*.

TH: Dobře. Já také stále nemám papírovou kopii angličtiny. Napsal jsem už ale krátký článek pro *BBC Focus* a další pro *New Scientist*. Také jsem poskytl rozhovor v angličtině pro jednu italskou novinu. Pokud chcete, můžu vám ty materiály samozřejmě poslat, abyste nemusel číst celou knihu.

■ **VP:** Ve skutečnosti jsem ji už přečetl. Bylo to opravdu rychlé a zábavné čtení.

TH: Tak to je skvělé.

■ **VP:** Chtěl bych vám také poděkovat, že jste si na mě udělal čas. Je mi velkým potěšením si s vámi povídat.

TH: Potěšení je na mé straně.

■ **VP:** Na úvod bych se tedy chtěl zeptat, co je to vlastně čas?

TH: To je to, co se snažíme zjistit, že? Čas považujeme za něco, co existuje věčně, jako si ho představoval Isaac Newton. Připadá nám jako řeka tekoucí z minulosti do budoucnosti, ale toto vnímání z pohledu dnešní fyziky již rozhodně nepřipadá v úvahu. Einstein svou teorií relativity změnil čas z metafyzické věci na fyzickou. A pak se navíc ukázalo, že čas má

Neurčitý moment překvapení

ROBERT P. CREASE,
ALFRED SCHARFF
GOLDHABER:

Kvantový moment: Jak nás Planck, Bohr, Einstein a Heisenberg naučili milovat neurčitost

Argo + Dokořán, edice Aliter, Praha
2018, 334 stran, přeložil Pavel Kreuziger

Svazek z renomované edice Aliter je knižním zpracováním obsahu stejnojmenného semináře, vedeného společně oběma autory po šest let na Stony Brook University v New Yorku. První z autorů je profesor teoretické fyziky a druhý filozof a historik vědy, publikující mj. v časopise *Science*. Na jedné straně je tedy kniha vzhledem do historie kvantové fyziky a postupu jejích objevů i slepých uliček, na straně druhé však popisuje i společenskou dimenzi kvantové fyziky, včetně nesporného vlivu její terminologie na kulturu. Jedna část knihy je tedy vlastně jakousi volnou encyklopedií kvantových metafor více či méně vhodných či přímo zavádějících v literárních, divadelních, filmových, ale i malířských či sochařských dílech a žurnalistice, dokonce i ve vtipech.

Kvantový moment se však věnuje i mnohem citlivějšímu tématu (čtenáři ČČF jej zčásti mohou sledovat v našem právě probíhajícím seriálu článků) – totiž vlivům kultury a obecně mimovědeckým vlivům na samotný výzkum a formulaci fyzikálních objevů. Mezi klíčové události patřila například vlivná a u nás nepříliš známá přednáška sovětského vědce Borise Hessena z roku 1931 o Newtonovi nebo kniha Paula Formana z 60. let minulého století, v níž mj. vztáhl vzdávání se kauzality u německých vědců po roce 1918 k důsledkům společenského tlaku daného porážkou Německa v 1. světové válce a zhoršeným postavením německých vědců po ní. Není zde bohužel zmínka o důležité diskusi mezi Maxem Planckem a Ernem Machem o objektivitě

vědy. Perličkou je tvrzení autorů, že použití pravděpodobnosti přešlo do přírodních věd z věd společenských: matematik A. Quetelet uplatnil pravděpodobnost nejprve v sociologii (na míru zločinnosti), odkud ji převzala termodynamika.

Detailněji kniha rovněž popisuje kontext známé mystifikace Alana Sokala z roku 1998, která dehonestovala pokusy některých současných trendů společenských věd při jejich snaze o syntézu s přírodními vědami. Pro mě neznámá byla ovšem zmínka o protiútku společenských věd, kdy historička věd Mara Bellerová publikovala v časopise *Physics Today* text citující skutečné výroky N. Bohra, M. Borny, W. Heisenberga a dalších, přičemž výsledek působil obdobně jako Sokalova mystifikace.

Pátá kapitola knihy s následnou „mezihrou“ (které jsou zařazeny po každé z kapitol) se věnuje problému identity a rozdílu mezi fermiony a bosony: Pauliho vylučovacímu principu a Boseovu–Einsteinovu rozdělení. Poněkud dryáčnický znějící tvrzení knihy, že entity mikrosvěta nemají identitu, musíme trochu upřesnit. Autoři, zdá se, zastávají umírněný a vcelku standardní postoj, podle kterého mají tyto entity stejnou strukturu (resp. na nejnižší úrovni struktury bychom měli spíše mluvit o vlastnostech), mají tedy stejnou strukturální identitu. Numericou identitu ovšem stejnou nemají, nejsou fyzicky totožné, což se projevuje mj. tím, že mají odlišné světočáry (historie) v prostoročase. K tomu jen poznamenejme, že jiní jdou dále: například podle jednoho z výkladů Wheelerovy–Feynmanovy absorberové teorie, v níž lze částice chápat i jako putující nazpět v čase, je každý nám známý druh částic de facto jedinou částicí, která díky svým prostoročasovým posunům interaguje sama se sebou – tím se vysvětluje „záhada“ totožné hmotnosti částic téhož druhu a vlastně

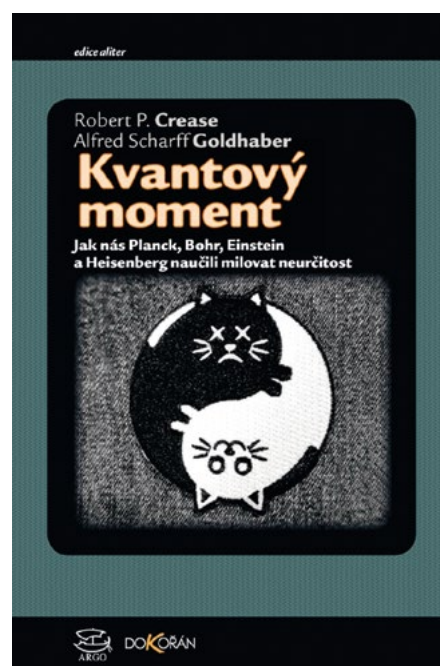
i celé jejich strukturální identity. V takovém případě by byly částice stejného druhu pouze fázemi či projevy jediné částice, a opravdu by tak neměly vlastní identitu, sdílely by kromě strukturální identity i identitu numerickou. (Otázku identity ve vlnovém popisu ponechme zcela stranou.)

V jedné ze závěrečných kapitol, nazvané *Záchrana fyziky*, najdeme pozoruhodné a v českých poměrech i neobvyklé líčení, jak se vlastně z kvantové fyziky odštěpil kvantový mysticismus, který je dnes zcela odděleným světem, nepoživajícím mezi kvantovými fyziky prakticky žádného respektu, „*kvantovým humbukem*“, jak jej nazval John Polkinghorne. Obecně se soudí, že na křižovatce toho oddělení stála kniha Fritjofa Capry *Tao fyziky*, která má ale do dnes i mezi špičkovými vědci, jako je Brian Greene, poměrně dobrý zvuk (ostatně české vydání překládal člen redakčního kruhu ČČF Peter Zamarovský). Autoři ovšem ukazují širší souvislosti se vznikem vědeckého sdružení *Fundamental Physics Group*, založeného v roce 1975, a kalifornským *Esalenem*.

V souvislosti s loňskou Nobelovou cenou za fyziku vědcům zkoumajícím kvantovou provázanost stojí v *Kvantovém momentu* za pozornost i tato problematika: od formulace EPR experimentu A. Einsteinem, B. Podolským a N. Rosenem v první polovině 30. let minulého století přes následné diskuse Einsteina s Bohrem až po formulaci Bellových nerovností Danielem Bellem v 60. letech a jejich prokázání v 80. letech Alainem Aspectem a dalšími. Že byl Daniel Bell příznivcem nelokálního deterministického výkladu kvantové mechaniky, konkrétněji de Broglieho/Bohmovy teorie pilotní vlny, je celkem známo. Ale že jej tato teorie a nadšení z ní podnítily k formulaci zmíněných nerovností, je již známo méně. Kniha v tomto směru přináší zajímavé detaily – to se ostatně týká i mnoha jiných událostí z vývoje kvantové fyziky. Pozoruhodný je například úryvek z korespondence mezi W. Heisenbergem a E. Schrödingerem z roku 1926, kterou autoři knihy uvádějí v šesté kapitole: „*Možná, odepsal Heisenberg, jsou vlastnosti jako prostor a čas pouhými statistickými koncepty, podobně jako teplota a tlak plynu. „Podle mého názoru nemají pojmy času a prostoru smysl, hovoříme-li o jediné částici.“*“ K této větě se dnes myslím může směle hlásit jak smyčková kvantová gravitace, tak snad ještě více Erik Verlinde.

Kromě kvantového momentu, počínajícího Maxem Planckem, kniha poměrně důkladně popisuje i to, co mu předcházelo: totiž moment newtonovský a jeho přechod do kvantového paradigmatu. Závěrem můžeme konstatovat, že jde o všestranně kvalitní titul, vhodný jako doplněk výuky v široké škále oborů.

Miroslav Dočkal,
Ústav jaderné fyziky AV ČR





Science on Stage ČR hledá učitele mateřských, základních a středních škol a lektory volnočasových aktivit s neobyčejnými nápady do výuky přírodních věd, matematiky a informatiky.

Přijďte se podělit o své nápady a zkušenosti se svými kolegy na **Českou národní přehlídku Science on Stage**, která se bude konat **21. 10. 2023 v Planetáriu v Praze**.

Bude zde vybrán tým učitelů, který pojede v srpnu 2024 reprezentovat Českou republiku na mezinárodní festival Science on Stage 2024 do Finska (www.sons2024.eu).

Uzávěrka přihlášek: 10. 9. 2023

K projektům přihlášeným do **16. 7. 2023** podáme do konce července **zpětnou vazbu**, na základě které bude možné přihlášky upravit.

www.science-on-stage.cz



Abstracts of selected articles

Stanislav Daniš: A look back at the physics of 2022

2022 was full of anniversaries of important discoveries and experiments in physics. For example, the 90th anniversary of the discovery of the neutron by James Chadwick, the 80th anniversary of its use in the first controlled nuclear reaction (Chicago Pile 1 reactor), conducted by Enrico Fermi, the 100th anniversary Otto Stern and Walter Gerlach performing, perhaps, the most famous experiment resulting in the introduction of a purely quantum property of the electron – spin, or even the 110th anniversary of the formulation of the quantum hypothesis by Niels Bohr, which helped explain the hydrogen atom spectrum. However even today, after so many years, science has not let up in its efforts to push the boundaries of knowledge further. In this article we look back at selected discoveries in physics published last year. We will start with the special behaviour of conductors, for which the notation "strange metals" has been adopted.

Aleš Raidl, Hynek Bednář: Lorenz model of Rayleigh-Bénard convection with chaotic behaviour

This review article deals with turbulent (chaotic) convection in the Lorenz model. The transition from the governing hydrodynamic equations in the Boussinesq approximation to the Saltzman equations, and to the Lorenz equations is outlined. The article clearly reports on qualitatively different types of convection and the transitions between them, including transition to the chaotic mode. Additionally, some historical points of interest are noted.

Filip Hložek, Jitka Houfková: Astronomical circles and courses, not just for the little ones, but also for adults

Are you a student eager to learn more about astronomy? Would you like to try working with a large telescope? Do you have children or pupils interested

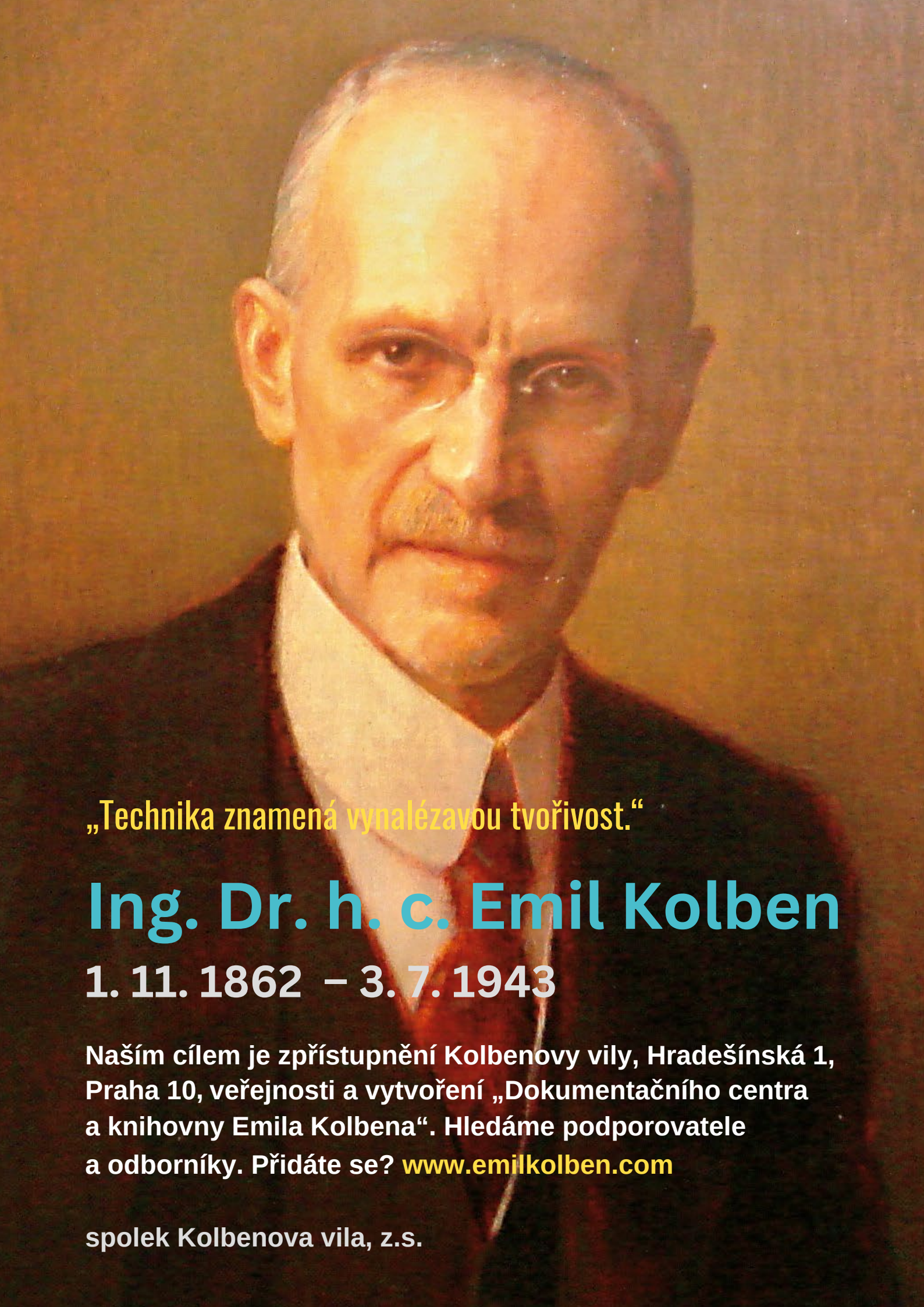
in science and want to offer them additional educational opportunities? Or are you just looking for inspiration for your lessons? If the answer to any of the above is yes, then we can recommend an astronomical course for you, as this article contains an overview of astronomical courses, includes selected activities and other research results.

Vladimír Štefl: Harmony of the World

Kepler devoted his life to the cause of harmony. He showed that the World is constructed on harmonic principles. His culminating work was the Harmony of the World, an unusually interesting work with mathematical interpretation of planetary harmony, their daily angular velocities in apsides with reference to the Sun. Throughout the work theories about celestial motions and music are interconnected. Among other things he presented some original clarification of four voices of planets. In the last part, Kepler formulated a proportion of the periodic times to the mean distances of planets from the Sun, i.e., the third law of planetary motion, also known as the law of harmonies.

Jan Valenta: The first Czechoslovak lasers in the contemporary context. On the 60th anniversary of Czechoslovak lasers created in 1963

The year 1963 was an *annus mirabilis* for Czechoslovak physics and technology in the field of quantum light generators (lasers). In half a year, all main types of lasers were successfully demonstrated: solid-state lasers with neodymium glass and ruby, semiconductor injection laser based on GaAs, and gas He-Ne laser. This article attempts to reconstruct the circumstances of the creation of the first of these lasers, which emitted a beam of coherent light on April 9th 1963 at the Institute of Physics, Czechoslovak Academy of Sciences in Prague, thanks to the efforts of Karel Pátek (1927–1967). Before the work on lasers, Karel Pátek had been advancing research in the field of electroluminescence (EL) and succeeded in initiating industrial production of EL panels. He was also an excellent populariser of science.

A portrait of Ing. Dr. h. c. Emil Kolben, an elderly man with a mustache, wearing a dark suit, white shirt, and red tie. The background is a warm, brownish-gold color.

„Technika znamená vynalézavou tvořivost.“

Ing. Dr. h. c. Emil Kolben

1. 11. 1862 – 3. 7. 1943

Naším cílem je zpřístupnění Kolbenovy vily, Hradešínská 1, Praha 10, veřejnosti a vytvoření „Dokumentačního centra a knihovny Emila Kolbena“. Hledáme podporovatele a odborníky. Přidáte se? www.emilkolben.com

spolek Kolbenova vila, z.s.