

3 / 2025
SVAZEK 75

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®

- VLÁDA „EKONOMISMU“ • HODGEŮV OPERÁTOR • HMOTA & ANTIHMOTA •
- VÝSKUM CENTRA MLIEČNEJ DRÁHY • E. L. MALUS A POLARIZACE SVĚTLA •
- DUHA • ÚSTAV PRO HYDRODYNAMIKU • PROF. JIŘÍ ČÍŽEK (1938-2024) •



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

3/2025

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

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

Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: červen 2025

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

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Žďárská

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

Sekretariát redakce:
Ondra M. Šípek
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 00 Praha 8
tel.: +420 266 052 152
e-mail: cscasfyz@fzu.cz

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

Jazyková úprava:
Stanislava Burešová, Naďa Mrkvýková

Výroba, grafika, tech. redaktor:
© Jiří Kolář

Tisk: Grafotechna plus, s. r. o.
Cena jednoho výtisku je 95 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 © 2025 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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



Úvodník

Rada vědeckých společností slaví 35 let – Nahlédnutí do podhoubí vědeckého ekosystému



Když se náhodně zeptám kolegyní či kolegů, zda vědí, co je to Rada vědeckých společností¹ (RVS) a jakou roli v našem vědeckém společenství hraje, odezvou je překvapivý výraz naznačující odpověď: „To netuším!“ Ano, dá se to pochopit. Různých organizací je spousta, a pokud dobře fungují a nepoužívají moderní „marketing“ na své „zviditelnění“, jsou nenápadné. A takovým, sice personálně malým, ale potřebným orgánem je i RVS, která si připomíná právě 35 let od svého vzniku.

Většina badatelů cítí potřebu komunikace se svými kolegy, výměny zkušeností a přímé spolupráce. Proto již před několika staletími začaly vznikat soukromé i veřejné učené společnosti, sdružující tehdy nepočetné badatele. S rozvojem specializovaných oborů se během 19. století rodily oborově zaměřené společnosti v různých regionech a později i jejich mezinárodní organizace. U nás patří k nejstarším spolkům Jednota českých matematiků a fyziků (JČMF), založená roku 1862, jež se postupně rozrostla a za první republiky vybudovala své nakladatelství, dílnu na výrobu školních i vědeckých přístrojů aj.

V době po komunistickém převratu nejenže společnosti (až na výjimky) přišly o svůj majetek, ale také se ocitly po jistou dobu v právním vakuu. Po založení ČSAV (1952) byla ustavena od 31. 1. 1954 *Komise pro organizaci vědeckých společností při ČSAV*, která „dohlížela“ a koordinovala činnost společnosti a také je finančně podporovala. Zprvu byly společnosti „lustrovány“, zda jsou dostatečně vědecké (např. Česká astronomická společnost nebyla přijata, protože měla mnoho amatérských členů). V roce 1989 bylo k ČSAV přidruženo 43 společností, čítajících 32 tisíc členů.

Po listopadu procházela ČSAV transformací a nastaly nejisté časy. Není tedy překvapivé, že vědecké společnosti byly od Akademie odděleny a 23. dubna 1990 vznikla nová zastřešující organizace: *Rada vědeckých společností při ČSAV*. Po rozdělení Československa a vzniku Akademie věd (AV) ČR nebylo v jejím rozpočtu počítáno s vědeckými společnostmi, které byly, jak uvedeno, právně samostatnými spolky (později neziskové organizace a naposledy zapsané spolky). Nelehké období se podařilo překlenout díky úsilí a vynalézavosti prvního předsedy RVS prof. Ing. Jaroslava Valenty, DrSc.²

Způsob koexistence AV ČR a RVS se různě proměňoval, až došlo k zásadní změně v letech 2018/19,

kdy se ukázalo, že RVS jako organizace spjatá s AV nemůže od ní žádat dotace (což se do té doby dělo). RVS se tedy sama stala samostatným zapsaným spolkem (a sama žádá Akademii o dotaci na sekretariát). Systém žádostí společností o veřejné prostředky na jejich činnost se změnil na projektový (dnes se spoluúčastí společností 30 %). Důležité je, že přes RVS mohou společnosti získat 100% příspěvek na úhradu členství v mezinárodních společnostech (v současnosti získává 46 společností dotaci na členství v 69 mezinárodních organizacích).

Jak velký je vlastně český ekosystém vědeckých společností? Překvapivě velký! Společností přidružených k RVS je již 93 s celkovým počtem členů přes 30 tisíc – to je více než dvojnásobek oproti těm pod ČSAV, ovšem počet členů je přibližně stejný. A to je asi obecný problém vědeckých společností – úbytek členů. Členská základna stárne a odchází. Pro mladé se nezdá angažování ve spolicích dostatečně atraktivní, aby tomu věnovali čas na úkor svého tvrdého zápasu o důstojné postavení ve vědeckém světě.

Co je tedy vlastně smyslem a posláním vědeckých společností? Stručně řečeno je to komplexní péče o rozvoj daného oboru u nás – získávání studentů, výuka (na všech stupních škol) včetně dalšího vzdělávání učitelů, samozřejmě také popularizace, práce s amatérskou veřejností, péče o české názvosloví, vydávání časopisů a knih, pořádání konferencí, seminářů a školení, organizace soutěží, udělování ocenění atd. Hezky to charakterizuje současný předseda RVS Lubomír Hrouda: „Společnosti jsou často propojením vědy, výuky, popularizace a mezioborových vztahů, kdy u jednoho odborného stolu sedí významní vědci a vš pedagogové spolu se studenty všech stupňů a zájemci, které obor opravdu zajímá.“

Sám jsem členem dvou vědeckých společností – v jedné se jen nepravdělně účastním pravidelných konferencí, ale ve druhé působím již 11 let ve výboru společnosti i v místním pobočném spolku. S obdivem pozoruji úsilí stovek našich členů i nečlenů při organizaci studentských soutěží, akcí pro učitele a pro nadané studenty. Většina z nich to dělá prakticky zadarmo, jen z nadšení pro dobrou věc (při komerčním „outsorcování“ by tento „servis“ jistě stál řádově více). Bohužel, naše společnost zjevně nedoceňuje význam této činnosti. Uvědomit bychom si ho ale měli alespoň my, kdo vědecko-odborný ekosystém spoluvytváříme, a v rámci svých sil pomoci.

Přeji vám hezké léto!

Jan Valenta

1 <https://www.rvscr.cz/>

2 Shoda příjmení s autorem článku je náhodná.

Obsah

OTÁZKY A NÁZORY

Vláda „ekonomismu“ v akademické sféře

180

Naďa Johanisová

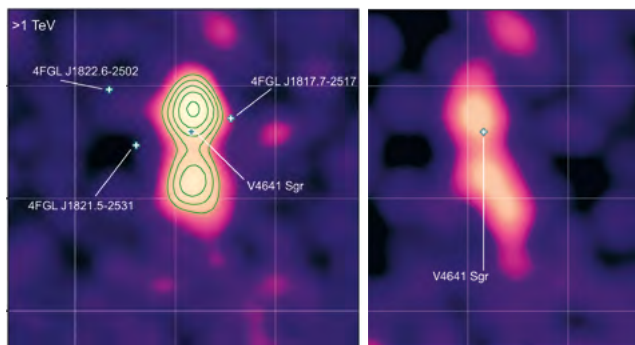


AKTUALITY

Fyzikální ohlédnutí za rok 2024 – část 2

182

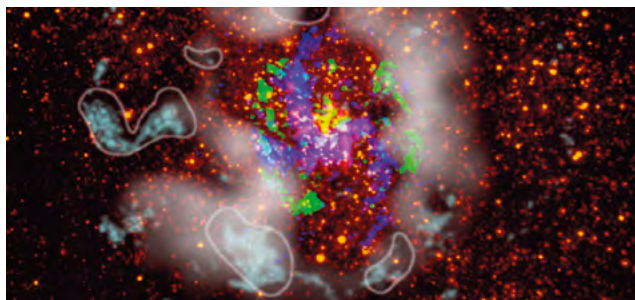
Stanislav Daniš



REFERÁTY

Výskum centra Mliečnej dráhy: OD PRVÝCH PREDSTÁV AŽ PO OBJAV DVOJHVIEZDY V OKOLÍ SUPERMASÍVNEJ ČIERNEJ DIERY SGR A* 198

Michal Zajaček



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Fyzikální soutěž Galaktická vědomostní výzva

204

Václav Repáň



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Přiblížení základních principů kvantové fyziky bez použití matematiky I. 206

Zdeňka Koupilová

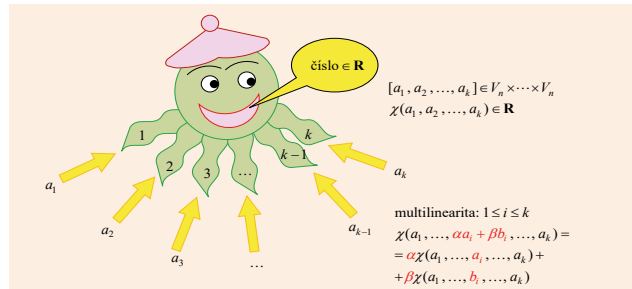


FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Hodgeův operátor a jeho praktické užití 216

1. část: Algebraický základ

Petr Bulušek, Pavla Musilová, Jana Musilová



HISTORIE FYZIKY

Étienne Louis Malus (1775–1812) a rozšíření znalostí o polarizaci světla

224

František Jáchim



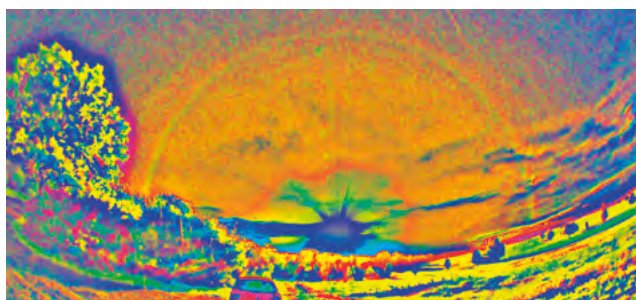
ZPRÁVY

Cumulonimbus – oblak známý i neznámý

235

Díl devátý – Kde leží duha

Petr Zacharov, Jana Žďárská



ZPRÁVY

Vítězné astrofotografie 2024

238

Ceny Jindřicha Zemana a Jindřicha
Zemana junior za rok 2024 byly uděleny

Jana Žďárská



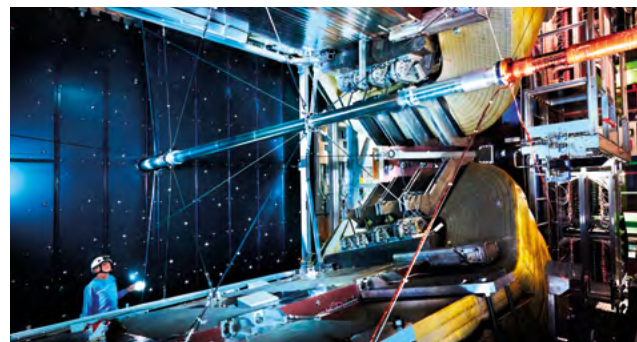
ZPRÁVY

Hmota & antihmota

242

Proč je známý vesmír tvořen právě hmotou?

Jana Žďárská



ZPRÁVY

Vánoční kometa C/2024 Y1 (Mašek)

244

Jana Žďárská

Ústav pro hydrodynamiku

248

Představování ústavů AV ČR, díl 2.

Martin Pivokonský, Jana Žďárská



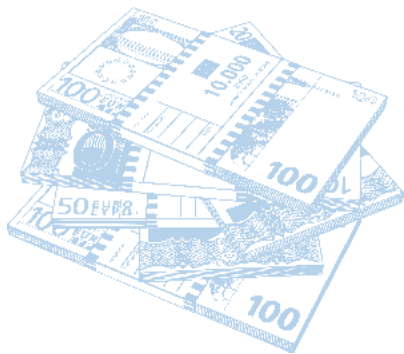
LIDÉ A FYZIKA

Profesor Jiří Čížek (1938–2024) Český teoretický fyzik světového významu

256

Jaroslav Zamastil





Vláda „ekonomismu“ v akademické sféře

Nad'a Johanisová

Katedra environmentálních studií, Fakulta sociálních studií Masarykovy univerzity, Joštova 10, 602 00 Brno; e-mail: johaniso@fss.muni.cz

Můj odborný zájem vychází ze základního vhledu, že je to ekonomie středního proudu, resp. ekonomistická ideologie, jež z ní čerpá, která je z velké části odpovědná za environmentální problémy, kterým lidstvo čelí. V tomto textu se ale chci zaměřit na to, jak po mém soudu proniká tato ekonomistická ideologie do akademické sféry a rozrušuje dosavadní vazby a implicitní předpoklady, na nichž akademická práce v minulosti stála. Uvedu tři příklady, jak se nevyřešené a nediskutované předpoklady a představy (etické a ontologické předpoklady) nepříznivě propisují do našeho akademického života, a pokusím se je vždy srovnat s jinými hodnotami a předpoklady, které vycházejí z heterodoxních ekonomických směrů a které považuji za příznivější pro dlouhodobý rozkvět fungování akademické obce. Vycházím přitom ze svých zkušeností na Masarykově univerzitě, ale také z informací odjinud (z ČR i zahraničí).

Jsme výrobní jednotka a publikace je náš produkt

Tento nevyřešený (ale někdy i vyřešený) ekonomický postulát by se také dal parafrázovat jako: jsi tak dobrý/dobrá jako tvůj poslední výkon. V praxi se to projevuje kvantitativním měřením výkonu v podobě množství publikací, které dotyčný vyprodukuje. Články jsou hodnoceny podle stále sofistikovanějších metrik (kvartily, decily), které mají určit kvalitu časopisu. Knihy a kapitoly v nich se hodnotí podle toho, zda jsou v angličtině a vyšlé v určitých nakladatelstvích. Podle toho, kolik má takto příznivě hodnocených publikací, a často téměř výlučně podle toho, se odvíjí hodnocení dané výzkumnice či výzkumníka v rámci instituce. Zároveň badatelé soutěží v různých grantových soutěžích, kde vydávají své síly na psaní grantů, z nichž většina neuspěje. Badatelka či badatel se stává producentem, který spolu se svou institucí soutěží na „trhu“ excelentního akademického výkonu – musí uspět v konkurenci jiných

entit. Tento tlak na výkon badatelů, včetně doktorských studentů, přitom stále roste (viz bod 2). Etika typu „jsi tak dobrý/dobrá jako tvůj poslední výkon“ působí zvláště ničivě na ženy, jejichž životní cyklus odpovídá neživotnému ekonomistickému ideálu „homo economicus“ ještě méně, nežli je tomu u mužů. Trvalý tlak na výkon, který nebere v úvahu rodinné dimenze života akademických pracovníků a pracovníků, je trvale stresuje a znemožňuje plnohodnotné prožívání života. Paradoxně pak takový stres u mnohých výkon snižuje.

Jak by to mohlo vypadat jinak?

V ekologické ekonomii i v teorii rozmanitých ekonomik se objevují schémata, např. třípatrový dort Hazel Hendersonové či ledovec J. K. Gibsonové-Grahamové, která ukazují na to, že ekonomika peněz a produkce bytostně závisí na „neviditelných“ spodních vrstvách. V případě dortu jsou těmito neviditelnými vrstvami spodní patra dortu, v případě ledovce se neviditelné vrstvy skrývají pod hladinou. Co tyto vrstvy symbolizují? Především tzv. nepeněžní a netržní ekonomiku a sociální/ekologickou reprodukci systému. Spadá sem například vzájemná péče a pomoc, výchova a péče o rodinu, dobrovolnictví, občanská angažovanost a řada podobných aktivit, které zajišťují společenství. Tyto aktivity bývají v ekonomistickém myšlení podceňované a neviditelné, určitě mnohem hůře měřitelné, a často je vykonávají ženy.

V akademické sféře tyto spodní vrstvy existují také a také zde jsou podceňovány, a to stále více. Mohou sem patřit aktivity zaměřené jak dovnitř instituce (péče o studenty v rámci vedení absolventských prací, vzájemná četba textů a diskuse o nich, společná výuka a její reflexe, interaktivní vzdělávání pomocí diskusí, péče o zahraniční hosty, různé formy kolegiální podpory a neformální spolupráce apod.), tak na venek (popularizace své práce i pracoviště, aktivismus v zájmu přírody, spolupráce s veřejností, funkce tzv. veřejného intelektuála –

vyjadřování se k problémům současnosti v médiích apod.)

Jsou to ale právě takovéto aktivity, které zajišťují smysl instituce a její trvání a mají se k vědeckému výkonu jako listy ke květům rostliny – květy bez listů nemohou existovat, protože listy zajišťují jejich výživu.

Jeden z důvodů, proč jsou tyto aktivity podceňovány, je, že se špatně měří, a ekonomismus, vycházející z ideologie mainstreamové ekonomie, usiluje o tzv. „tvrdé“ (kvantitativní) metriky. Pokud je v akademické sféře snaha vzít tyto aktivity v úvahu, opět se přechází na kvantitativní metody (např. počet diplomových prací, jež akademik vede), které však nic nevypovídají o kvalitě (znalosti, čas, péče a empatie, které akademická či akademik studentovi poskytuje). Je proto podle mého názoru třeba zahájit diskusi o nevyváženosti současného způsobu přemýšlení o akademické práci a jejím hodnocení a hledat cesty, jak reflektovat současné neudržitelné trendy a nevyřešené předpoklady a jak rehabilitovat „měkké“ způsoby hodnocení a posílit roli vzájemné solidarity, důvěry a podpory v akademické obci. Obojí povede dlouhodobě ke kvalitnější práci i smysluplnějšímu životu akademických pracovníků a pracovníků.

Věčný růst výkonu/produkce, produktivity/efektivity je normální aneb syndrom červené královny

V oborech, jako je environmentální sociologie či politická ekologie, zdomácněly pojmy „běžící pás výroby a spotřeby“. Popisují běžný jev, kdy jsou výrobci i spotřebitelé tlačeni neosobními mechanismy ke stále větší produkci absolutně i v poměru k celkovým finančním nákladům. Je to dáno tlakem ze strany konkurence, která dělá totéž – výsledkem je nakonec „závod ke dnu“ nebo „krysí závod“, kdy všichni kmitají, padají na ústa a nikdo není spokojený. Ve slavné dětské knížce *Alenka v říši divů* takto žije červená královna. Ta vysvětluje Alence: „... tady musíš běžet ze všech sil, abys setr-

Fyzikální ohlédnutí za rokem 2024 – ČÁST 2

Stanislav Daniš

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 5, Praha 2; stanislav.danis@mff.cuni.cz
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Pasteurova 3632/15, Ústí nad Labem

Předminulý rok bylo možné označit jako rok AI. U nedávno uplynulého nelze podobně jednoznačný přívlastek použít, byť téma umělé inteligence a jejího vlivu nejen na vědeckou práci a výuku je stále diskutováno. Mezi články věnovanými pevným látkám se často objevovalo téma baterií, čtenější byly též texty, které zmiňují metody využívající ultrakrátké laserové pulsy. Zde přinášíme druhou část fyzikálního ohlédnutí.

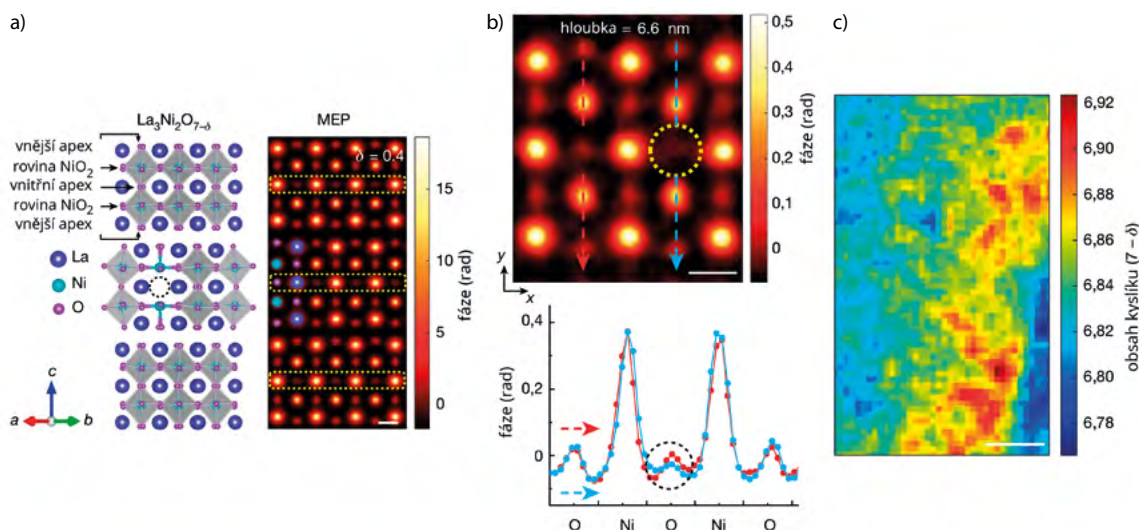
Zobrazení kyslíkových vakancí v keramickém supravodiči

Objev oxidických (keramických) materiálů, které jsou supravodivé i nad teplotou varu kapalného dusíku (77 K), znamenal v roce 1986 významný posun ve výzkumu supravodivosti a jejich možných aplikací. Objevené materiály obsahovaly měď a vědci byli přesvědčeni, že i v látkách obsahujících nikl se také projeví podobné vlastnosti. Nedávno byla u látky s chemickým vzorcem $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_{7-\delta}$ při přechodu do supravodivého stavu za působení vysokých tlaků naměřena teplota $T_C \sim 80$ K.

Po prvotním zklamání z nikelnatých látek opět vzrostl zájem o jejich výzkum. Ukázalo se, že podobně jako v případě měďnatých supravodičů i zde sehrávají důležitou roli kyslíkové vakance. Jejich větší počet dokáže supravodivý stav výrazně potlačit. Jak ovšem zjistit, kolik vakancí v látce je a kde se nacházejí? Na tuto otázku se zaměřil tým čínských vědců, který výsledky svých výzkumů prezentoval v článku v časopise Nature [23].

Nejprve museli vědci zvolit vhodnou experimentální metodu. Kyslík je totiž lehký atom a ne všechny dostupné metody jsou na lehké prvky citlivé. Některé sice dokážou kyslík ve struktuře zobrazit (nebo jeho absenci, tj. vakanci), ale již neumějí množství kyslíkových atomů kvantifikovat. Nakonec padla volba na metodu se zkratkou MEP, která je k dispozici teprve krátkou dobu. Zkratka MEP značí *Multislice Electron Ptychography*. Ptychografie je metoda, s jejíž pomocí lze vyřešit fázový problém rozptylu částic na vzorku, v našem případě elektronů. Ze změny fáze elektronové vlny dokážou vědci pomocí metody MEP zjistit přesnou polohu rozptylového centra. MEP byla vědci doplněna o metodu EELS (*Energy Electron Loss Spectroscopy*), která posloužila jednak ke studiu valenčního stavu elektronů kyslíkových atomů, jednak k zobrazení jejich rozložení na větší ploše.

Struktura a simulace signálu MEP včetně reálných naměřených dat jsou zachyceny na obr. 22a, b. Skenováním elektronového svazku po ploše tenkého vzorku



Obr. 22 a) Struktura nikelnatého supravodiče spolu se simulací signálu MEP. b) I přes relativně malé hloubkové rozlišení lze z dat MEP zrekonstruovat polohu kyslíkové vakance. c) Plošná mapa obsahu kyslíku (z intenzity signálu na obrázku b) dole). *Převzato a upraveno z [23]*

Výskum centra Mliečnej dráhy: OD PRVÝCH PREDSTÁV AŽ PO OBJAV DVOJHVIEZDY V OKOLÍ SUPERMASÍVNEJ ČIERNEJ DIERY SGR A*

Michal Zajaček

Ústav teoretickej fyziky a astrofyziky, Prírodovedecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika; zajacek@physics.muni.cz

Dvojhviezdny systém D9 identifikovaný v centre Mliečnej dráhy je doteraz najbližší systém viazaných hviezd obiehajúcich supermasívnu čiernu diery. Jeho mladý vek odhadovaný len na niekoľko miliónov rokov naznačuje, že sa systém pravdepodobne zrodil v tesnej blízkosti čiernej diery, s najväčšou pravdepodobnosťou v masívnom plynnom disku rotujúcom okolo galaktického jadra pred niekoľkými miliónmi rokov. Analýza budúceho dynamického vývoja dvojhviezdy poukazuje na vysokú pravdepodobnosť zrážky oboch komponent systému. Ako sa takýto objekt – hviezda, ktorá vznikla splynutím dvoch hviezd – správa a prejavuje? Pozorujeme aj teraz v srdci našej galaxie hviezdy, ktoré sa zrodili splynutím dvojhviezd?

Úvod

Centrum našej galaxie púta pozornosť od nepamäti. V dávnejšej minulosti stotožňovali ľudia centrum vesmíru so Zemou v rámci tzv. geocentrického modelu, ktorý vypracovali starovekí učitelia, predovšetkým Aristoteles (384–322 pred n. l.), Apollonius z Pergy (240–190 pred n. l.) a Hipparchos z Nikaie (190–125 pred n. l.). Neskôr bol model dopracovaný Klaudiom Ptolemaiom (100–160/170 n. l.) v diele *Almagest*, kde bol pohyb telies okolo Zeme opísaný pomocou pomerne komplikovaného systému kruhových deferentov a epicyklov. Geocentrický model sa pri interpretácii javov na oblohe udržal až do polovice 16. storočia, keď Mikuláš Kopernik predstrel heliocentrický model, v ktorom sa stred vesmíru presunul zo Zeme k Slnku (staroveký učenec Aristarchos zo Samu navrhol heliocentrický model oveľa skôr, približne 1700 rokov pred Kopernikom). Oba modely však pracovali s dokonalými kruhovými dráhami telies v zmysle aristotelovskej filozofie, čo viedlo k zavádzaniu mnohých pomocných kružníc. Vo výsledku bol kopernikovský heliocentrický model podobne komplikovaný, resp. ešte komplexnejší, ako pôvodný geocentrický model. Ku koncu 16. storočia sa Tycho Brahe rozhodol zaviesť istý „kompromis“ – tychonovský vesmír – v ktorom bola Zem v strede vesmíru a okolo nej obiehali Mesiak, Slnko a stálice, avšak ostatné planéty obiehali okolo Slnka. Skutočný posun paradigmy nastal až vďaka analýze Johanna Keplera na začiatku 17. storočia, ktorý na vysvetlenie jednotlivých polôh planéty Mars, ktoré boli získané Tycho Brahe a vykazovali značné odchýlky od predpovedí, zaviedol elipsu, jednu zo štyroch kuželosečiek zavedených ešte v staro-

veku už spomínaným Apollóniom z Pergy (kružnica, elipsa, parabola, hyperbola). Kepler aplikoval eliptický pohyb na pohyb všetkých telies v Slnčnej sústave a odvodil svoj 3. zákon: pomer tretích mocnín veľkých polísi k druhým mocninám obežnej periódy je konštantný. Následne Isaac Newton vo svojom významnom diele *Principia* publikovanom v roku 1687 prezentoval svoju teóriu gravitácie, ktorej súčasťou bolo aj odvodenie presného matematického tvaru 3. Keplerovho zákona pre pohyb 2 telies. Pomer tretej mocniny veľkej polísi k druhej mocnine obežnej periódy je úmerný hmotnosti centrálného telesa. Tento jednoduchý vzťah našiel široké uplatnenie na určovanie hmotností telies od Slnčnej sústavy v priebehu 18. a 19. storočia až po centrum Mliečnej dráhy v 20. a 21. storočí.

V priebehu 18. a 19. storočia nasledoval rozvoj nebeskej mechaniky paralelne s postupným zväčšovaním ďalekohľadov. V roku 1785 William Herschel so svojou sestrou Karolínou zmapovali polohu hviezd v Mliečnej dráhe, pričom Slnko bolo v blízkosti stredu systému. Presnejší model predstavil Jacobus C. Kapteyn na začiatku 20. storočia, v ktorom rozoznal 2 prúdy hviezd svedčiacie o galaktickej rotácii. Kapteyn predstavil model galaxie v tvare šošovky s priemerom približne len 55 000 svetelných rokov a hrúbkou 10 000 svetelných rokov, pričom slnečná sústava sa nachádzala stále v blízkosti jej geometrického stredu.

Výraznejší posun od „galaktického“ heliocentrizmu nastal až vďaka pozorovaniam Harlowa Shapleyho, ktorý určil vzdialenosti k 69 guľovým hviezdokopám pomocou vzťahu medzi periódou a svietivosťou cefeíd, ktorý odvodila Henrietta Leavittová (Leavittovej vzťah).

Fyzikální soutěž Galaktická vědomostní výzva

Václav Repáň

Gymnázium Bruntál, Dukelská 1423/1, Bruntál 792 01; vaclav.repan@galaktickavyzva.cz

Galaktická vědomostní výzva ukazuje, že fyzika není jen teoretická disciplína, ale i zábavný obor plný experimentů. Žáci 8. a 9. tříd a studenti nižších gymnázií zde řeší praktické úlohy, propojují znalosti a objevují fyzikální souvislosti. Online ročník 2025 přilákal téměř 200 účastníků a soutěž se dále rozvíjí – nově nabídne dvoukolový formát i kreativní úkoly.

Galaktická vědomostní výzva (GVV) je fyzikální soutěž určená žákům osmých a devátých tříd základních škol a studentům nižších ročníků gymnázií. Jejím cílem je ukázat, že fyzika není jen teoretický obor, ale že může být zábavná, plná experimentů a praktických aplikací.

Soutěž vznikla v roce 2023 jako popularizační projekt, který propojuje teorii s praxí a ukazuje fyziku v jejích praktických souvislostech.

Vznik a organizace soutěže

Galaktická vědomostní výzva byla založena v roce 2023 jako projekt, jehož cílem je podpořit zájem žáků o přírodní vědy, zejména fyziku. Organizaci soutěže zajišťuje Václav Repáň ve spolupráci s Asociací středoškolských klubů České republiky, která nad soutěží převzala záštitu.

Propagace soutěže probíhá zejména prostřednictvím škol a učitelů přírodovědných předmětů. Zapojené školy tak pravidelně dostávají informace nejen o průběhu aktuálního ročníku, ale i o plánech do bu-



doucna. Pro příští ročník se připravuje webová stránka soutěže, která usnadní přihlašování do online kola a zlepší prezentaci projektu.

Letošní ročník a jeho novinky

Druhý ročník soutěže, který proběhl v lednu 2025, byl zaměřen na přírodní živly a meteorologii. Do soutěže se zapojilo 198 žáků z osmi škol Moravskoslezského a Olomouckého kraje. Oproti prvnímu ročníku proběhla soutěž online, což umožnilo účast většího počtu škol i žáků. Online formát zároveň přinesl interaktivnější úlohy, rychlejší vyhodnocení výsledků a větší flexibilitu pro soutěžící.

Účastníci odpovídali na otázky s výběrem možností, seřazovali kroky vzniku předpovědi počasí a v poznávací části identifikovali meteorologické mapy, satelity a radary. Na základě zpětné vazby jsme upravili časový limit – původně stanovený čas 70 minut jsme zkrátili na 40 minut, protože většina soutěžících úlohy vyřešila rychleji. Tato změna pomohla soutěž zprůhlednit a udržet soustředění žáků po celou dobu řešení úloh.

Letos jsme se rozhodli ocenit nejen deset nejúspěšnějších řešitelů, ale také nejlepšího soutěžícího z každé přihlášené školy, čímž chceme podpořit motivaci a ocenit úspěchy na školní úrovni.

Struktura soutěže

Soutěž se skládá ze tří částí:

1. **Teoretické otázky** – 15 otázek, ve kterých soutěžící vybírají jednu správnou odpověď ze čtyř možností.
2. **Početní úlohy** – zaměřené hlavně na fyzikální výpočty týkající se konkrétního tématu soutěže.



Obr. 1 Logo soutěže Galaktická vědomostní výzva (autor Václav Repáň).

Přiblížení základních principů kvantové fyziky bez použití matematiky I.

Zdeňka Koupilová

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra didaktiky fyziky, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8; zdenka.koupilova@matfyz.cuni.cz

V tomto článku a v jeho pokračování rozvíjím možnosti, jak se seznámit se základními principy a myšlenkami kvantové fyziky, aniž by byla použita vyšší matematika. Text shrnuje můj osobní pohled a přístup, se kterým sice nemusejí všichni čtenáři plně souhlasit, ale věřím, že učitelé, středoškolští a vysokoškolští studenti v něm naleznou inspirativní myšlenky. Články jsou také příspěvkem k tomu, že rok 2025 UNESCO vyhlásilo rokem kvantové fyziky a kvantových technologií [1].

Fyzikální vzdělávání
Zkušenosti učitelů a nové metody výuky

Populární (rozuměj nematematické) souhrny základních myšlenek a principů kvantové teorie existují v mnoha podobách, a to od zkušených a známých autorů, např. [2–5], ale i mnoha jiných. Takže se nabízí otázka, proč k nim přidávat další. Při psaní tohoto textu jsem vycházela ze svých zkušeností s popularizací tohoto tématu mezi středoškoláky, ze zkušeností získaných v rámci mnohaleté výuky budoucích učitelů fyziky a vedení kurzů na témata týkající se mikrosvěta pro učitele z praxe. Velký prostor ve své vysokoškolské výuce věnuji diskusím, jak o poznacích, které jsme si ilustrovali matematicky, hovořit smysluplně a s co nejmenším zkreslením i bez matematiky – tedy tak, jak to budou moji studenti dělat ve své budoucí praxi na středních školách. Přitom jsem společně se studenty objevila příklady, analogie a příklady, které nebyly dosud jinde publikovány. Ve výuce ráda využívám i různé vtípky a internetové memy,¹ které dobře ilustrují bizarní aspekty kvantové fyziky. Zjistila jsem, že v některých případech může být zajímavé výklad doplnit o pohled velkých fyziků na probíraný aspekt kvantové teorie pomocí citátů jejich výroků. Právě tyto konkrétní nápady využitelné ve výuce, které se často nacházejí v graficky oddělených rámečcích, by měly tvořit inspirativní obsah obou článků.

V první části se nejprve pokusíme zodpovědět si otázku, proč se vůbec snažit přiblížit principy kvantového světa bez pokročilé matematiky. Dále si uvědomíme, jaké jsou překážky při používání naší běžné zkušenosti a jazyka. Zaměříme se na význam experimentu. Vše to zarámujeme diskusí vlnově-korpuskulárního dualismu a dvouštěrbinového experimentu. Ve druhé části se nejprve zaměříme na princip superpozice

a s ním propojené vlastnosti kvantového měření s jeho pravděpodobnostním charakterem. Zmíníme i relace neurčitosti a kvantování veličin. Zajímavé důsledky vhodné k diskusi přináší i principiální nerozlišitelnost stejných částic. Propletení stavu dvou částic, které také zmíníme, nemá v klasickém světě žádnou přímou analogii, což ztěžuje jeho pochopení, ale je klíčové pro kvantové technologie. A trochu techničtější je ukázka různých reprezentací dvoustavového systému, včetně reprezentací grafických v závěru druhé části.

Proč se snažit najít způsob, jak učit kvantovku na středních školách?

Kvantová teorie je často vnímána jako velmi obtížná partie fyziky – divná, neuchopitelná až nepochopitelná. Na druhou stranu je však třeba kvantové jevy stále častěji brát v úvahu při konstrukci současných přístrojů. Rychle probíhá také rozvoj technologií ryze kvantových, které nás v nepříliš vzdálené budoucnosti pravděpodobně obklopí. Je tedy celkem přirozené se domnívat, že budoucí pracovníci v technických profesích by měli být seznámeni s myšlenkami kvantové teorie velmi dobře, ale že i běžní uživatelé by měli dostat možnost její základy poznat. Obě tyto tendence lze vysledovat zejména v mezinárodním kontextu, např. z nové velké výzkumné iniciativy nazvané Quantum Flagship [6] a její iniciativy na podporu vzdělávání QTEdu [7] nebo ze zaměření tematické skupiny pro výuku kvantové mechaniky na úrovni střední školy v organizaci GIREP [8]. Nejde o to, aby běžní středoškoláci uměli řešit problémy či počítat cokoli pomocí matematického aparátu, který kvantová fyzika používá a který je většinou poměrně komplikovaný. Ale je třeba najít cesty, jak s nimi mluvit o základních myšlenkách – identifikovat hlavní principy, zformulovat je a doplnit úvahovými úlohami, které by odstartovaly přemýšlení o kvantovém světě.

¹ Tyto prvky jsem zařadila i do tohoto článku. Protože tyto obrázky kolují po internetu v mnoha variantách a na mnoha místech, upustila jsem od důsledného citování jejich zdrojů.

Hodgeův operátor a jeho praktické užití

1. část: Algebraický základ

Petr Bulušek, Pavla Musilová, Jana Musilová

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno;
180031@mail.muni.cz, pavla@physics.muni.cz, janam@physics.muni.cz

Příspěvek, skládající se ze tří částí, je zaměřen na korektní výklad problematiky tzv. Hodgeova operátoru a na jeho praktické využití v geometrii a ve fyzice. Spadá do oblasti vysokoškolské didaktiky matematiky a fyziky. Těžiště využití Hodgeova operátoru ve fyzice tkví ve skutečnosti, že matematický popis řady fyzikálních veličin se děje pomocí skalárních, vektorových či tenzorových polí – a pro řadu operací s nimi je Hodgeův mimořádně vhodným doplňkem běžného aparátu. První část příspěvku je algebraická, neboť samo zavedení operátoru je záležitostí lineární algebry. V druhé, analytické části, jsou definovány potřebné analytické pojmy a uvedeny příklady geometrických aplikací. Třetí část je věnována fyzikálním aplikacím Hodgeova operátoru ve fyzice, konkrétně v klasické elektrodynamice.

1 Úvod

Běžným matematickým aparátem v matematické a teoretické fyzice jsou diferenciální formy. Zjednodušeně řečeno, jsou to (kovariantní) antisymetrická tenzorová pole, tj. zobrazení, standardně diferencovatelná, která bodům v euklidovských prostorech přiřazují antisymetrické tenzory různých řádů. Typickou fyzikální ukázkou je tenzor elektromagnetického pole v klasické elektrodynamice. Podstata práce s tenzory spočívá v lineární algebře. Základními analytickými operacemi s diferenciálními formami jsou pak už „jen“ derivování a integrování.

V oblasti lineární algebry fungují na podkladových vektorových prostorech různá aplikačně užitečná lineární zobrazení. Jedním z nich je tzv. Hodgeův operátor „ $*$ “, využívající fakt, že vektorové prostory stejné konečné dimenze jsou izomorfní. Předepsaným způsobem přiřazuje antisymetrickým tenzorům ω k -tého řádu definovaným na n -rozměrném vektorovém prostoru V_n antisymetrické tenzory $(n - k)$ -tého řádu $*\omega$. Z matematického hlediska je pak takřka „jedno“, zda pracujeme s ω , nebo s $*\omega$. Při praktickém počítání to však jedno být nemusí. Ukazuje se totiž, že Hodgeův operátor může být při ryze praktických výpočtech užitečný. Například při převodech diferenciálních operátorů do křivočarých souřadnic umožňuje efektivní zjednodušení výpočtů. Ve fyzice často potřebujeme aplikovat operátory gradientu (na skalární pole), rotace a divergence (na vektorová pole) – např. Maxwellovy rovnice, rovnice pro proudění tekutin apod. V kartézských souřadnicích jsou jejich definice i práce s nimi jednoduché a pro případ obvyklých souřadnic

v $\mathbf{R}^3$, jako jsou třeba válcové či kulové, najdeme jejich vyjádření v každé učebnici analýzy. Přepočty do jiných, obecně neortogonálních souřadnic, ač vyžadují v podstatě pouze derivování složených funkcí, jsou pracné a často se v nich chybí. Všechny zmíněné operátory však lze jednoduše vyjádřit skládáním invariantních (na bázích nezávislých) zobrazení operujících na skalárních, vektorových a tenzorových polích: snížení a zvýšení indexu, vnější derivace, Hodgeův operátor.

Pojem Hodgeova operátoru není samozřejmě nějaká „novinka“. Jeho definici a vlastnosti najdeme buď v matematické literatuře, formulované na vysoce abstraktní úrovni (a na obecných podkladových strukturách, např. diferencovatelných varietách), avšak bez praktických aplikací (viz např. [1]), nebo i na internetových stránkách ve zjednodušené faktografické podobě s omezením na ortonormální báze, opět bez potřebných praktických aplikací (např. [2]). Vlastní autorský přínos spatřujeme ve snaze o vyplnění této „mezery“ postupně budovaným výkladem na přiměřeně „čtivé“ úrovni. Hodgeův operátor jako algebraický objekt zavádíme sice korektně, ale pouze pomocí známých pojmů lineární algebry univerzitního studia (v první části příspěvku), jeho využití v analytických výpočtech a geometrických a fyzikálních aplikacích – diferenciální operátory v obecných křivočarých souřadnicích, zápis fyzikálních rovnic – pak v části druhé (zde s omezením na trojrozměrný euklidovský prostor či čtyřrozměrný Minkowského prostor). Třetí část je věnována fyzikálním aplikacím. V tomto smyslu tedy příspěvek spadá do oblasti pokročilého fyzikálního vzdělávání.

Étienne Louis Malus (1775–1812) a rozšíření znalostí o polarizaci světla

František Jáchim

Základní škola Dukelská, Dukelská 166, 386 01 Strakonice; jachimf@gmail.com

Francouzský fyzik Étienne Louis Malus přispěl k pokroku optiky na počátku 19. století především svou experimentální a teoretickou prací na poli polarizace světla – zásadním byl jeho objev polarizace světla odrazem. V článku jsou připomenuty historické souvislosti tohoto objevu, včetně kritického pohledu T. Younga a Ch. Huygense na Malusovu obecnou teorii polarizace.

Na přelomu 18. a 19. století měli fyzikové k dispozici dva pohledy na podstatu světla: zčásti opatrný Newtonův mechanický pohled na světlo jako proud částic a geometrický popis vlnových vlastností světla Ch. Huygense¹. Největším zastáncem Newtonova pojetí byl v tu dobu Étienne Louis Malus. Ačkoli vyvinul

velké úsilí, aby tuto teorii i s užitím složitého matematického aparátu potvrdil, následující léta ukázala, že se mýlil. Ovšem jeho nahodilý objev polarizace světla odrazem ho motivoval k rozsáhlé experimentální i teoretické práci, jejíž význam se ukázal v nahlížení na vlastnosti světla jako zásadní. Proto můžeme Maluse zcela oprávněně řadit k průkopníkům studia a popisu tohoto velmi zajímavého jevu a patří tak k významným osobnostem, jež se podílely na rozvoji optiky.

¹ I. Newton: *Optika, čili traktát o odrazech, lomech, ohybech a barvách*. Londýn 1704.
Ch. Huygens: *Traktát o světle*. Leida 1690. Dostupné např. [1].



Obr. 1 Étienne Louis Malus (1775–1812) v pro něj netypické vojenské uniformě. Rytinu zhotovil Ambroise Tardie.

Student a voják

Étienne Louis Malus se narodil 23. července 1775 v Paříži. Otec Anne Louis Malus de Mitri byl pokladníkem Bureau des finances s titulem rytíř králův poradce (Chevalier conseiller du Roi). O jeho matce víme jen to, že se jmenovala Louise Nicole Charlotte Desboves. Než byl Étienne Malus přijat v roce 1793 na vojenskou ženíjní školu *École du génie* v Mezières, věnoval se četbě antických děl a matematice. V době, kdy na školu nastoupil, byla zmítána vnitřními problémy a záhy došlo k jejímu zrušení. Aniž tedy studia dokončil, nastoupil k 15. pařížskému ženijnímu praporu a jako dobrovolník v pozici vojína pomáhal při terénních opevňovacích pracích u Dunkerque. Zde prokázal samostatnost a vynalézavost i při plnění rutinní práce, čehož si všiml „inženýr mostů a cest“ J. M. Le Père² a doporučil Malusovi studium na pařížské Polytechnice (*École polytechnique*). Před vstupem na tuto školu Malus absolvoval ještě jednoroční studium na *École centrale des travaux public* (Škola veřejných prací). Přestože navázal přátelství s G. Mongem³ a byl zde velice spokojen, pobyl

² Jacques Marie Le Père (1761–1844), francouzský inženýr a stavitel, později člen Egyptského institutu v sekci umění. Na základě chybných výpočtů o rozdílu hladin Rudého moře a Středozemního moře byl proti budování Suezského průplavu.

³ Gaspard Monge (1746–1818), francouzský matematik, přírodovědec a politik (ministr námořnictví a kolonií). Jeden

Cumulonimbus – oblak známý i neznámý

Díl devátý – Kde leží duha

Petr Zacharov¹, Jana Žďárská²

¹ Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Boční II 1401/1a, 141 31 Praha 4; petas@ufa.cas.cz

² Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz



Možná vás to překvapí, ale i krásná a křehká duha má svoje místo v seriálu o cumulonimbu. I když nezapadá do nebezpečných jevů, které jsme dosud rozebírali, vzniká nejčastěji na letní přeháňce, způsobené právě cumulonimbem. A i když duhu všichni důvěrně známe, pořád je na ní co objevovat. Je zajímavé, že duha je pouhá optická „iluze“, není nakreslená nikde na oblačnosti ani srážkách. Každý má formálně vzato v očích svoji vlastní duhu, protože se mu do oka trefí pokaždé jiné kapičky jinými paprsky světla.

Duha patří mezi nejkrásnější a nejpoetičtější optické úkazy v přírodě, které fascinují lidstvo už po staletí. Tento barevný oblouk na obloze bývá často vnímán jako symbol naděje, klidu či kouzla, ale za jeho vznikem stojí čistě fyzikální procesy spojené s lomem a odrazem světla v kapkách vody. Možná jste si jí všimli po dešti, když se slunce opět prodralo skrz kupovitou oblačnost – právě tehdy vznikají ideální podmínky pro její zformování. Ačkoliv duha působí pomíjivě a křehce, její podstata je matematicky přesná a její tvar, barvy i poloha na obloze se dají vysvětlit pomocí zákonů optiky. Pojďme se podívat, jak přesně duha vzniká, proč vidíme několik barev, proč má tvar oblouku – a kde lze najít její konec.

Představme si pěkné letní odpoledne po příjemné přeháňce. Slunce ozařuje vzdalující se cumulonimbus s přeháňkou a sluneční paprsky dopadají na kapky deště.

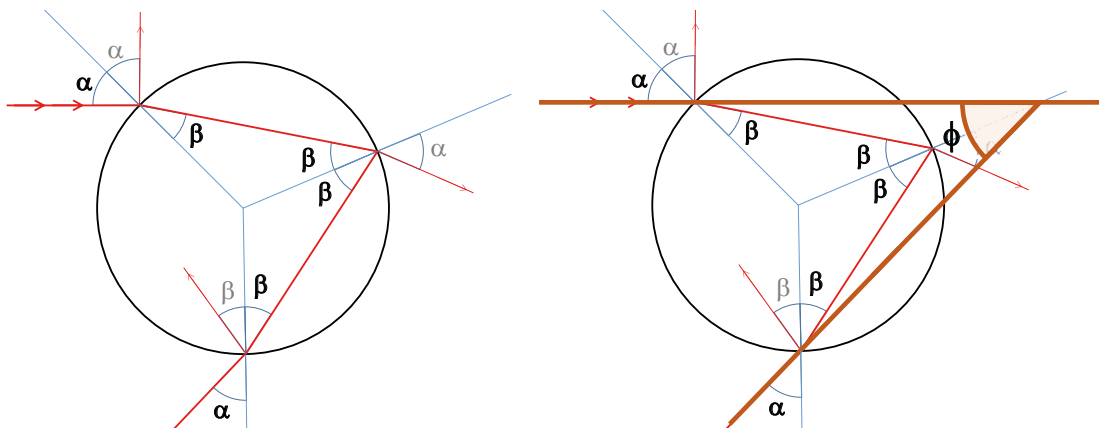
Na povrchu každé kapky se malá část světla odrazí a většina světla se lomí na rozhraní vzduch–voda podle známého Snellova zákona¹ (obr. 1). Paprsek prochází kapkou, až narazí na druhý okraj kapky. A opět se část světla odrazí zpět do kapky a část světla se lomí na rozhraní voda–vzduch a kapku opouští. Toto světlo nás zajímat nebude, protože prochází kapkou směrem od Slunce a žádnou duhu nevytváří.

Část paprsku, která se uvnitř v kapce poprvé odrazila, zase putuje až na její protilehlý kraj. Tady se situace opakuje, část světla se odrazí a část světla se lomí na rozhraní kapky a vychází z ní ven. A teď začíná být situace mnohem zajímavější. René Descartes totiž zjistil o těchto paprscích, co se v kapce jednou odrazily, úžasnou věc. I když paprsky slunečního světla dopadají

na celou přední část kapky, a tudíž díky zakřivení povrchu kapky dopadají pod úhly od 0° do necelých 90°, opouštějí paprsky kapku maximálně pod úhlem 42° vzhledem ke směru původních paprsků. Tento maximální úhel byl dokonce po Descartovi pojmenován.

U tohoto maximálního úhlu dochází navíc k nashromáždění paprsků, a tedy i k zintenzivnění světla. A protože je celá situace trojrozměrná, vychází z kapky celý kužel světla s vyšší intenzitou světla na povrchu kužele. Pokud byste chtěli tento jev simulovat, můžete pomocí baterky a skleněné koule na zdi pozorovat kruh světla ohraničený světlem vyšší intenzity. Na obloze pak pozorujeme toto zintenzivnění právě v místech duhy. Zatím ale máme pouze intenzivní světlo na kraji duhového oblouku. Descartes totiž duhu „pouze“ vysvětlil, obarvil ji až Isaac Newton. Ten totiž objevil rozklad

Obr. 1 Průchod slunečního paprsku (červeně) dešťovou kapkou (černý kruh). Písmenem α je označen vstupní úhel paprsku, písmenem β úhel lomu paprsku v kapce, případně vnitřního dopadu a odrazu. Tenkou modrou linií jsou vyznačeny kolmice na dané místo na povrchu kapky. Silnou hnědou čarou (vpravo) je vykreslen výstupní úhel ϕ .



¹ https://cs.wikipedia.org/wiki/Snellův_zákon

Vítězné astrofotografie 2024

Ceny Jindřicha Zemana a Jindřicha Zemana junior za rok 2024 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 2024. Cenu Jindřicha Zemana junior získal Jakub Kuřák za snímek *Kometa C/2023 A3 s Mléčnou dráhou zapadající nad inverzí*. Cenu Jindřicha Zemana získal Vlastimil Vojáček se snímkem *Oblouk polární záře nad Mikulovem a Svatým kopečkem*. Ceny byly vítězům předány na Velkém sjezdu složek ČAS v Planetum.

Ceny Jindřicha Zemana uděluje Česká astronomická společnost. Poprvé byly předány v roce 2012, kdy navázaly na dříve udělovaný titul Astrofotograf roku (2006–2011). Ceny jsou určeny jako významné ocenění profesionálního nebo amatérského astronoma či astronomky za významné astrofotografické výsledky předchozího kalendářního roku. Seznam laureátů cen za jednotlivé roky a jejich vítězné astrofotografie je možno zhlédnout na <https://www.astro.cz/spolecnost/oceneni-cas/cena-jindricha-zemana.html>.

V roce 2024 vstoupila Česká astrofotografie měsíce (ČAM) do svého již devatenáctého ročníku. Oba vítězné snímky za rok 2024 představují takzvanou krajinářskou astrofotografii. Při tomto stylu fotografování jsou

využívány k zarámování kompozice astronomického snímku pozemské objekty a jevy.

Ještě než si představíme vítězné astrofotografie a jejich tvůrce, připomeňme si osobnost Jindřicha Zemana¹, amatérského astronoma z Hradce Králové, jehož jméno zmiňované ceny nesou. Jindřich Zeman působil jako bankovní úředník a zároveň se zabýval pozorováním Slunce a meteorických rojů, broušením zrcadel do dalekohledů a stavbami montáží, astrografů a dalekohledů. A především ho fascinovala astrofotografie, které se v každé volné chvíli s nadšením věnoval. Jistě by byl potěšen, kolik astrofotografů kráčí v jeho šlépějích.

Tak jako už osmnáctkrát předtím, i letos se počátkem ledna 2025 sešla porota České astrofotografie měsíce, aby rokovala o jednotlivých astrofotografiích a s co největší shodou zvolila laureáty Ceny Jindřicha Zemana a Ceny Jindřicha Zemana junior za rok 2024.

Cenu Jindřicha Zemana junior získal Jakub Kuřák nejen za snímek *Kometa C/2023 A3 s Mléčnou dráhou zapadající nad inverzí*

Kometa C/2023 A3 (Tsuchinshan-ATLAS) se stala velkou výzvou pro mnoho astrofotografů. Její pozorovací podmínky však nebyly na některých místech, především z hlediska počasí, příliš ideální. Zároveň ani „pozorovací okno“ nebylo nejdelší, neboť kometa v době své nejlepší pozorovatelnosti zapadala ještě zvečera či během první poloviny noci. Přesto se zmiňovaná kometa objevovala na astrofotografiích velmi často.

Autor snímku Jakub Kuřák šikovně využil nadmořské výšky Lysé hory, aby překonal nízkou inverzi, která v nížině pohled na kometu znemožňovala. K fotografování použil širokoúhlý objektiv, díky čemuž zachytil nejen kometu samotnou, ale přes vrcholky stromů a jevy meteorologické i hlubiny vesmíru. Na jeho snímku nad vrcholky stromů prosvěćují „ml-



Jakub Kuřák

1 (* 31. 1. 1894, † 18. 11. 1978)

Hmota & antihmota

Proč je známý vesmír tvořen právě hmotou?

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Vědci z experimentu LHCb v CERN oznámili první pozorování rozdílného chování baryonové hmoty a antihmoty. „Na tento okamžik jsme čekali 60 let,“ vysvětluje fyzik Tomáš Jakoubek, „tak dlouho totiž víme, že se tímto způsobem chovají jiné částice – mezony. Tak proč ne také baryony?“ Baryony jsou pro nás možná ještě důležitější – patří mezi ně i všudypřítomné protony, základní stavební kameny naší hmoty. Tento zásadní objev tak rozšiřuje naše chápání rozdílů mezi hmotou a antihmotou a otevírá vědcům nové cesty k pochopení, proč při vzniku vesmíru převládla právě hmota. Zmiňovaný vědecký výsledek byl nedávno s velkou slávou představen na konferenci Rencontres de Moriond v Itálii.

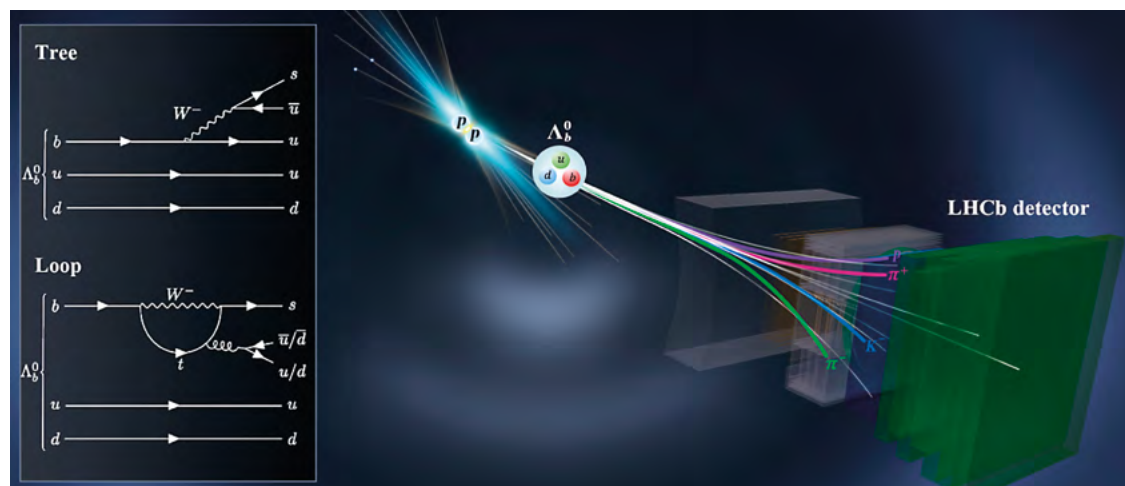
Otázkami vzniku, stavby a vývoje vesmíru jako celku se zabývá mnoho vědních oborů na rozhraní astronomie, teoretické fyziky a filozofie. Kosmologické modely předpokládají, že se při uvažovaném Velkém třesku vytvořilo stejné množství hmoty i antihmoty. Pokud se tak skutečně stalo, je třeba se ptát, proč místo toho, aby všechny částice a jejich antičástice zanikly a zanechaly po sobě pouze záření, malé množství hmoty zůstalo.

V prvním přiblížení je hmota vše, co vidíme okolo nás. Tvoří ji atomy, které se skládají z jadra a z elektronového obalu. Jádro atomu je pak tvořeno protony a neutrony. Při současném stavu poznání považujeme elektron za dále nedělitelný – jde o elementární částici. Naopak protony a neutrony se skládají z elementárních částic zvaných kvarky, které však za normálních podmínek nemohou existovat samostatně – nemůžeme pozorovat jeden samotný kvark. Složené částice pak dělíme do skupin podle jejich kvarkového složení

na baryony a mezony. „Oproti tomu antihmota je složena z antičástic – ty mají opačné vlastnosti než částice hmoty (např. pozitron má kladný náboj, zatímco elektron záporný). I kvarky mají své antičástice – antikvarky – a z těch můžeme „složit“ například antiproton,“ vysvětluje Tomáš Jakoubek. „Při setkání hmoty a antihmoty (resp. částice a její antičástice) dochází k anihilaci – obě zmizí a uvolní energii, případně jiné částice.“

Protože složené částice tvořené kvarkem a antikvarkem (tzv. mezony) nelze jednoznačně přiřadit ani k „normální“ hmotě, ani k antihmotě, často se antihmotou rozumí pouze antičásticová obdoba klasické atomární hmoty, tedy látka tvořená jádry z antiprotonů a antineutronů a obalem z pozitronů.

Dříve vědci předpokládali, že by se hmota v našem světě měla chovat stejně jako antihmota v zrcadlovém světě. „Již před 60 lety však fyzikové pozorovali narušení tohoto stavu – označovaného jako CP symetrie (z angl. Charge-Parity) – u částic zvaných mezony. Stejně chová-



Ilustrace vzniku částice Λ_b^0 při srážce protonů a jejího rozpadu na konečný stav $pK^-\pi^+\pi^-$. Dvě vložená schémata vlevo znázorňují základní stromový a smyčkový proces na úrovni kvarků, které zprostředkovávají rozpad $\Lambda_b^0 \rightarrow pK^-\pi^+\pi^-$. Během těchto procesů kvarky nakonec vytvoří částice proton (p), kaon (K^-) a dva piony (π^+ a π^-), které jsou detekovány experimentem LHCb.

Vánoční kometa C/2024 Y1 (Mašek)

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

V noci z 24. na 25. prosince 2024 byla objevena nová kometa. Nad západním obzorem v Argentině ji vypátral Martin Mašek z Fyzikálního ústavu AV ČR. Dalekohled, kterým ji našel, však ovládal online z Liberce. Poslední kometou, kterou objevil Čech, byla 196P/Tichý (Klet', Miloš Tichý) z roku 2000. Kometa C/2024 Y1 (Mašek) je navíc první případ, při kterém pozorovatel nebyl v observatoři fyzicky přítomen, a zároveň se jedná o první český objev komety z jižní polokoule.

Komety fascinují lidstvo již odedávna. Tato malá tělesa Sluneční soustavy obíhají většinou po velmi výstředných drahách kolem Slunce. Některé komety se pohybují po hyperbolických drahách a po průletu Sluneční soustavou ji už navždycky opustí. Jiné se ke Slunci vrací pravidelně jednou za několik let či století, jako třeba Halleyova kometa. A nejsou to jen komety, jež zdobí noční oblohu. Stačí pohlédnout do okuláru dalekohledu a vnímat takřka neskutečnou rozlehlost vesmíru. Ten fantastický prostor, hýřící množstvím různých vesmírných objektů! „Je to skutečně velmi fascinující,“ vysvětluje Martin Mašek, „i s relativně malými dalekohledy (o průměru objektivu několika desítek centimetrů) lze získávat spoustu zajímavých informací o kosmických tělesech. Třeba měřením jasnosti zákrytových dvoj- či vícehvězd lze určit periodu jejich oběhu a při delším sledování těchto těles (roky až desítky let) lze studovat změny period, z čehož se dá pak usoudit třeba na přítomnost třetího tělesa v hvězdném systému nebo na přetok hmoty z jedné hvězdy na druhou. Já jsem především milovník noční oblohy – baví mě sledovat různé



Obr. 1 Objevový snímek komety C/2024 Y1 (Mašek): kometa vypadá jako slabší mlhavý flíček ve středu zorného pole (označena šipkou). Foto: Martin Mašek, Fyzikální ústav AV ČR



Obr. 2 Dalekohled FRAM na stanici Coihueco na Observatoři Pierra Augera v Argentině – tímto přístrojem byla objevena kometa C/2024 Y1 (Mašek). Foto: Jan Ebr, Fyzikální ústav AV ČR

nebeské objekty a pořizovat k nim data, které mohou poskytnout zajímavé informace. O vesmír jsem se začal zajímat ve svých 11 letech – v roce 1999. Tehdy bylo velmi medializované zatmění Slunce, kdy přes Německo, Rakousko a Maďarsko procházel pás jeho úplného zatmění. Ve velké části střední Evropy pak bylo pozorovatelné částečné zatmění, kdy byla zakryta značná část slunečního kotouče. Bohužel jsem toto zatmění nakonec neviděl, v Liberci mi počasí nepřálo. Ale zájem o vesmír zůstal. Začal jsem chodit do místní knihovny a sbíral informace.“

Drtivá většina komet je nalezena velkými přehlídkovými dalekohledy, které každou jasnou bezměsíčnou noc skenují oblohu a hledají především blízkozemní planety. Proto v dnešní době není snadné najít novou kometu malými dalekohledy (jako je třeba FRAM), neboť právě převážná většina komet je objevena velkými přehlídkami dříve, než zjasní natolik, aby byly i v dosahu menších přístrojů. Velmi zajímavé je i to, že objekt, kterým byla v roce 2024 objevena C/2024 Y1 (Mašek), je nejmenší přístroj. Ostatní loňské komety byly objeveny mnohem většími přístroji.

Objevitel komety C/2024 Y1 (Mašek) Martin Mašek působí na Fyzikálním ústavu jako operátor robo-

Ústav pro hydrodynamiku

Představování ústavů AV ČR, díl 2.

Martin Pivokonský¹, Jana Žďárská²

¹ Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, Pod Paťankou 30/5 160 00 Praha 6; pivo@ih.cas.cz

² Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Ústav pro hydrodynamiku AV ČR se zaměřuje především na výzkum v oblastech hydrologie, experimentálního hydrologického monitoringu, hydropedologie, hydrochemie, mechaniky tekutin a disperzních soustav, procesů úpravy a čištění vody, monitoringu a odstraňování polutantů z vody, ochrany vodních zdrojů a životního prostředí. Výsledky jeho výzkumu se dotýkají široké veřejnosti, protože vodu potřebuje opravdu každý z nás. Pojďme se tedy podívat, proč a v jakých směrech je voda provázána s naší existencí.

Cílem seriálu o výzkumných ústavech Akademie věd ČR (AV) je představit jednotlivé výzkumné ústavy skutečně detailně a přinést vám, našim čtenářům, co možná nejvíce kompletní informace. Proto jsme se rozhodli popsat nejen vznik daného ústavu, jeho historii a zaměření, ale požádali jsme o rozhovor o výzkumném zaměření instituce a vizích do budoucna i jeho ředitele.

A protože důkladně představit konkrétní výzkumný ústav vydá na opravdu dlouhý text, budeme zařazovat tyto příspěvky střídavě v každém druhém čísle Československého časopisu pro fyziku. To proto, abychom vás neochudili o naše tradiční rozhovory s vědci, které budeme publikovat v sudých číslech našeho časopisu.

V tomto díle seriálu¹ o ústavech AV bychom vám rádi představili Ústav pro hydrodynamiku, který sídlí v ulici Pod Paťankou na Praze 6 v Podbabě. Ústav pro hydrodynamiku byl zřízen rozhodnutím vládní komise pro vybudování Československé akademie věd (ČSAV) ze dne 29. dubna 1952 jako *Laboratoř pro vodní hospodářství* ČSAV, později (1957) byl přejmenován na *Ústav pro vodní hospodářství* ČSAV a jeho současné pojmenování pochází z roku 1958.

1 J. Žďárská: Ústavy AV ČR a jejich výzkum. Čs. čas. fyz. 75, 51–52 (2025).



Výzkum probíhající na Ústavu pro hydrodynamiku se stejně jako voda dotýká každého z nás.



V současné době na ústavu působí Oddělení hydrologie a Oddělení hydrochemie a technologie vody.

Zakladatelem ústavu a zároveň jeho prvním ředitelem byl od roku 1953 akademik prof. Jan Smetana, který ústav vedl do roku 1962. „Jan Smetana byl profesorem ČVUT a zabýval se zejména hydrodynamikou, hydrologií, vodním stavitelstvím a hospodářstvím,“ připomíná zástupce ředitele ústavu Martin Pivokonský, „byl taktéž jedním ze zakládajících členů Mezinárodního sdružení hydrologických věd² a Mezinárodního sdružení hydraulického výzkumu³ a také uznávaným českým hydrologem a hydrotechnikem. V roce 1952 vydal na Českém vysokém učení technickém, fakultě inženýrského stavitelství učebnici *Hydraulika*⁴, která byla ve své době přelomová nejen svým obsahem, ale i zpracováním. Zahrnovala například úlohy s jejich výpočty, přednášky a přehledové tabulky k daným tématům.“ V čele ústavu se doposud vystříдалo 10 ředitelů; tím současným byl v době přípravy článku doc. RNDr. Martin Pivokonský, Ph.D., který 25. března 2025 začal působit jako člen Akademické rady AV ČR.

Zaměření ústavu se odvíjelo velkou měrou i podle potřeb společnosti – tedy v souvislosti s intenzivním

2 IAHS – International Association of Hydrological Sciences.

3 IAHR – International Association of Hydraulic Research.

4 Jan Smetana: *Hydraulika: základní přednášky pro posluchače fakulty inženýrského stavitelství*. Učební texty vysokých škol. Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1952.

Profesor Jiří Čížek (1938–2024)

ČESKÝ TEORETICKÝ FYZIK

SVĚTOVÉHO VÝZNAMU

Jaroslav Zamastil

Katedra chemické fyziky a optiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2; jaroslav.zamastil@matfyz.cuni.cz

O Vánocích 2024 nás opustil prof. RNDr. Jiří Čížek, DrSc., F.R.S.C., dr. h. c., český teoretický fyzik světového významu, jedna z klíčových postav kvantové chemie 20. století. Tento nekrolog shrnuje vědecké dílo Jiřího Čížka a jeho význam. Nakonec je připojen dosud nepublikovaný rozhovor z roku 2014.

Jiří Čížek se narodil 24. srpna 1938 v Praze do lékařské rodiny. Jeho otec Václav Čížek byl ortoped se silnými přírodovědeckými sklony – jako první lékař v Československu používal polarografii k určování železa a cukru v krvi. Jirkova matka Jiřina Čížková, rozená Písařovicová, byla první docentkou a profesorkou pediatrie na Univerzitě Karlově, přednostkou dětské kliniky 3. lékařské fakulty UK a zakladatelkou dětské endokrinologie v Československu. Přesto že se Jiří o medicínu celý život zajímal, byla to matematika a její použití, jež ho od mládí přitahovaly nejvíce a určily jeho životní cestu.

Díky svému otci se Jiří během gymnaziálních studií seznámil s Jaroslavem Kouteckým (1922–2005), s nímž začal spolupracovat na teoretickém popisu polarografických proudů. Jejich první společná odborná publikace „Korrektur auf die sphärische Diffusion bei polarographischen kinetischen Strömen“ (*Coll. Czech. Chem. Commun.* **21**, 836–843 (1956)), došla do redakce ještě před Jirkovými sedmnáctými narozeninami. Do roku 1959 spolu na téma polarografie publikovali v *Collec-*

tions další čtyři práce. Není proto příliš divu, že, podle jeho vlastních slov, bylo studium teoretické fyziky na MFF UK v letech 1956–1961 spíše dálkové. V té době již byl Jiří zaměstnán na Ústavu fyzikální chemie ČSAV. Za své polarografické práce dostal v roce 1962 první ocenění – Heyrovského medaili.

Se začátkem šedesátých let se pozornost Kouteckého a jeho žáků přesunula od polarografie ke kvantové chemii. Jiří se svým učitelem a sborem výpočtářek nejprve prováděli tehdy nesmírně náročné numerické výpočty lokalizační energie uhlovodíků v rámci Hückelovy metody – výpočty, které tehdy trvaly měsíce, dneska dokážou počítače udělat během mrknutí oka. Poté co mu Koutecký zadal jako diplomovou práci podle Jirkova názoru zcela nepodstatný problém, si vymínil, že svoji tematiku si bude během doktorátu, který formálně vedl Koutecký, určovat sám. Nejprve se věnoval přibližné metodě výpočtu vícecentrových integrálů. Toto úsilí se však později, když britský teoretický chemik Samuel F. Boys (1911–1972) zavedl do kvantové chemie Gaussovy funkce, ukázalo podle jeho vlastních slov „na kočku“. Souběžně s tímto problémem ale začal Jiří pracovat na problému, jehož vyřešení založilo jeho celosvětový význam a proslulost – problém výpočtu korelační energie.

Pohyb elektronu v atomech a molekulách je ve velmi dobrém přiblížení popsán nerelativistickou kvantovou mechanikou, kde vzájemná interakce elektronů a interakce elektronů s atomovými jádry je čistě elektrostatická. Potřebné rovnice tedy od vzniku kvantové mechaniky před zhruba sto lety známe. To, s čím se doted' lidský duch potýká, je najít způsob, jak tyto rovnice s dostatečnou přesností vyřešit. Řešení těchto rovnic umožňuje např. modelování chemických reakcí na počítači, což je podstatně levnější než jejich experimentální realizace ve zkumavce.

První krok k řešení problému kvantové elektrostati-
ky učinili již ve třicátých letech minulého století Angličan Douglas R. Hartree (1897–1958) a Rus Vladimír A. Fok (1898–1974), kdy problém pohybu mnoha elek-



Profesor Jiří Čížek



PLANETÁRIUM
OSTRAVA



30 sférických filmů



40 exponátů



50 týdnů zábavy



koncerty se spoustou hvězd



www.planetko.cz

Brány vesmíru otevíráme již 45 let!



VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA

HORNICKO
GEOLOGICKÁ
FAKULTA

Abstracts of selected articles

Nada Johanisová: The onset of economism in the academic world and some suggestions on how to counter it

This article aims to provoke a critical discussion on the upsurge of "economism" in academia. It defines "economism" as an ideology, drawing on mainstream economic thinking, which is making ever-broader inroads into the academic sphere in Czechia and elsewhere. Three economic assumptions, that have insinuated themselves into academia, are examined: (1) We are a production unit and publications are our products, (2) Perpetual growth of output and productivity is normal, and (3) We are a company and must pay our way. These assumptions are critiqued from degrowth, critical geography and heterodox economic perspectives and alternatives are suggested, such as a return to the concept of the commons.

Stanislav Danis: Physical look back at 2024 – part 2

The year before last could be entitled the year of AI, due to its impact on scientific work and teaching, which was still being discussed intensively in 2024. Additionally, last year, among articles on solid state physics, the subject of batteries frequently occurred, and additional texts discussing methods utilizing ultrashort laser pulses were also frequent.

Michal Zajaček:

Galactic centre research: From first ideas to the discovery of a stellar binary orbiting around the supermassive black hole Sgr A*

The centre of the Milky Way has been a treasure trove of many mysteries since the beginning of its active research. There have been questions concerning the origin of its radio emission, properties of the variable compact radio source Sgr A*, origin of young stars around Sgr A*, and mysterious dusty G objects, which is the focus of current research. The beauty of astronomy is that quite often the discovery of one hidden detail can help solve several mysteries in one go. The discovery and the identification of the D9 stellar binary system highlighted the relevance of binaries for the characteristics of both young and dust-embedded stars close to a supermassive black hole. The scenario for the origin of stars orbiting a supermassive black hole can be as follows: initially they are formed within the rotating star-forming disk surrounding the supermassive black hole with a significant binary fraction. Those binaries at larger separations split during the periastron passage around the black hole, with one component becoming more bound while the other could escape as a hypervelocity star. On the other hand, tighter binaries slowly evolved in the potential of the gravitationally dominant supermassive black hole. Due to orbital inclination-eccentricity oscillations, they undergo mergers of the components of stellar binaries. The merger products

are likely to possess characteristics like dusty G objects, i.e., prominent infrared excess and broad emission lines due to gas inflows/outflows. Therefore, binary mergers can address the presence of dusty objects, and how main-sequence S stars originate? They could have been captured during the binary tidal splitting, or they could be older remnants of binary mergers after the merger product contracted onto the main sequence. Whether this outlined scenario captures the stellar dynamics in the Galactic centre will be the subject of upcoming sensitive infrared observations with the Extremely Large Telescope as well as testing using computationally demanding N-body and hydrodynamical simulations.

Václav Repaň: Physics Competition Galactic Knowledge Challenge

The Galactic Knowledge Challenge demonstrates that physics is not just a theoretical discipline, but also an engaging field full of experiments. Students from 8th and 9th grades, and lower secondary schools solve practical tasks, connect knowledge, and explore physical relationships. The online 2025 edition attracted nearly 200 participants, and the competition continues to evolve with the introduction of a two-round format and creative challenges.

Zdeňka Koupilová: Understanding the Basics of Quantum Physics Without Advanced Maths I

In this article and its sequel, I explore ways to become familiar with the basic principles and ideas of quantum physics without relying on advanced mathematics. The text presents my personal perspective and approach, which I have developed over many years of teaching, especially future teachers, and leading courses for serving physics teachers. While not every reader may agree with everything, I believe that teachers, high school, and university students will find thought-provoking ideas. These articles are inspired by the fact that UNESCO has declared 2025 the Year of Quantum Physics and Quantum Technologies.

Petr Bulušek, Pavla Musilová, Jana Musilová:

Hodge operator and its practical use, part 1

This article, consisting of three parts, is focused on a correct interpretation of the issue of the so-called Hodge operator and its practical use in geometry and physics. It falls into the field of university mathematics and physics education. The focus of the use of the Hodge operator in physics relies on the fact that the mathematical description of a number of physical quantities is done using scalar, vector and tensor fields, and that for a number of operations with them, the Hodge operator is an exceptionally suitable complement of usual mathematical tools. The first part of the contribution is algebraic, since the concept of the operator itself is a matter of linear algebra. The second, analytical part defines the necessary analytical concepts and gives examples of geometrical applications. The third part is devoted to applications of the Hodge operator in physics, specifically in classical electrodynamics.

ROKU 1853 ZALOŽIL JAN EVANGELISTA PURKYNĚ

ROZHLED V OBORU VEŠKERÉ PŘÍRODY



MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE A GENETIKA, VIROLOGIE, PARAZITOLOGIE, EKOLOGIE A OCHRANA PŘÍRODY, BOTANIKA, MYKOLOGIE, FYZIOLOGIE ROSTLIN I ŽIVOČICHŮ, ZOOLOGIE BEZOBRATLÝCH I OBRATLOVCŮ, ANTROPOLOGIE, PALEONTOLOGIE...

WWW.ZIVA.AVCR.CZ

VYDÁVÁ NAKLADATELSTVÍ ACADEMIA ZA PODPORY AKADEMIE VĚD ČR

NEZÁVISLÉ INFORMACE O VĚDĚ A VÝZKUMU

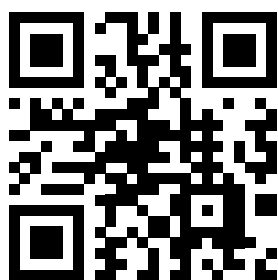
Portál **VědaVýzkum.cz** si od roku 2016 buduje unikátní mediální pozici a jde o hlavní internetové **centrum informací o české vědě a výzkumu**, ročně má již **190 000 uživatelů**, zejména z řad odborné veřejnosti.

Na portále najdete:

- **Články** přebírané i redakční, rozhovory a analýzy
- **Novinky** z různých oblastí vědy, výzkumu a inovací, akce, dotační příležitosti
- **Informace** o vědní politice, legislativě, financování, technologických trendech
- **Inspiraci** z výsledků a záměrů českých i zahraničních výzkumných organizací
- **Komentáře** odborníků k různým problémům a výzvám ve vědě a výzkumu
- **Inzerce pracovních pozic** ve vědě, výzkumu, vysokém školství a inovacích



Portál **VědaVýzkum.cz** sledujte na webové adrese **www.vedavyzkum.cz**:



Potřebujete cíleně **propagovat vaši akci** nebo **najít nové zaměstnance**?

Využijte **možnost bannerů** či **inzerce pracovních pozic** na portále;

více na **www.vedavyzkum.cz/nabidka-sluzeb**:

