

6 / 2024
SVAZEK 74

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**[®]



- KATEDRA FYZIKY POVRCHŮ A PLAZMATU 70 • PROMĚNY SLUNEČNÍHO VĚTRU
- VZNIK VODY MEZI HVĚZDAMI • CHAOS VS. USPOŘÁDÁNÍ MOLEKUL • VÝFUK •
- KATALYZÁTORY • ÉTALON VYSOKÉHO VAKUA • MĚŘENÍ LIDSKÉHO TĚLA •



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 6/2024

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

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

Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: prosinec 2024

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

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

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

Registrace: MK ČR E 3103, ISSN 0009-0700
(Print), ISSN 1804-8536 (Online).
Copyright © 2024 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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



Úvodník

Věda a umění & umění a věda

Drama zachycené štětcem na plátně či detektorem elektronového mikroskopu, emoce vryté do soch a matematických rovnic, vyladěnost hudebních melodií, kouzlo Fibonacciho posloupnosti, zlatý řez, struktura kvarků i vznešenost galaxií...

Potkává se věda s uměním? Pokoušejí se o totéž – poznávat a popisovat svět kolem nás? „Myslím si, že propojení mezi vědou a uměním existuje na více úrovních. Mnoho vědců má umění jako koníček, jak aktivní (hudbu, malbu), tak i pasivní (návštěvy koncertů, divadel, výstav). A naopak, znám několik umělců, kteří se velmi zajímají o nové poznatky, jež přinášejí věda. Funguje tam jakási forma odraťování a kompenzace. Úplně jiná rovina je ve způsobu poznání: jak věda, tak i umění se snaží zobrazovat a pochopit svět a život – jen to dělají jiným způsobem. Věda rozumem, hudba srdcem a emocemi,“ přibližuje své pojetí propojení vědy a umění předsedkyně AV prof. Eva Zažímalová.

I ve svých rozhovorech se pídím po tom, jak vědci vnímají spojitost mezi uměním a vědou. Nedávno mě zaujal pojem od astrofyzika Petra Heinzela – přemýšlet v tónech. Že by se vyladěnost fyzikálních podmínek v kosmu dala přirovnat k příkladu k dobře ladícímu orchestru? „Říká se, že exaktní vědci mají k hudbě blízko a často ji i amatérsky provozují. Je to jiný svět a člověk se výborně odraťuje. Zejména hra v nějakém hudebním tělese je příjemnou společenskou činností, včetně veřejných koncertů. Je to jistý protipól k ryze individuální činnosti vědecké. Slyšel jsem, že třeba Mozart, ač to byl naprostý génius hudby, skládal velmi systematicky s téměř matematickou dokonalostí,“ nabízí svůj pohled na toto téma Petr Heinzl.

Hovoříme-li o hudbě, nelze nepřipomenout výrok Gottfrieda Leibnize: „Hudba je potěchou mysli, kterou zažívá, když počítá, aniž by si uvědomovala, že právě počítá.“ Zdá se, že matematika zřejmě opravdu světem hudby hýbe. Ale naštěstí nechává i dostatek prostoru pro milé pocity z melodických tónů. „Hudba potěší srdce, naplní duši – a někdy je doslova magická... Ale naučit se, jak na to, aby k srdci promlouvala, není vůbec snadné. S velkým potěšením se věnuji dramaturgii svého hudebního dítěte Komorní dechové harmonie Brno a přepisům muziky dobrých skladatelů na naše obsazení. Při transkripcích vycházím z týchž principů, na nichž je založena i moje teorie fenomenologického modelování v astrofyzice,“ představuje své zaujetí vědou i hudbou astrofyzik Zdeněk Mikulášek.



Teleskop v univerzitní observatoři Leiden (Holandsko).
Foto: David Žďárský

Já asi nejvíce ze všeho miluji psaní. Verše, poetická souvětí, mile plynoucí texty, které hladí po duši a mají tu sílu přenést myšlenky člověka k něčemu příjemnějšímu, než občas realita nabízí. Někam dál od cinkajících tramvají, hučících aut a chaotického prostoru tam venku. Zachumlat se do krásných slov a žít jim své smysly.

Když mám možnost vložit pár takových slůvek do článku či reportáže, jsem nadšena. A všímám si literárních skvostů i jinde. Nechávám je na sebe působit, zkouším se jimi inspirovat. V historickém filmu Anna a král zazněla například jedna poutavá věta: „Když mlčí mnohomluvná žena, její mlčení je ohlušující.“ Občas si tuto větu připomenu. Dokázala bych to i já takto napsat?

Nedávno mě velmi inspirovala slova ředitele hvězdárny v Brně Jiřího Duška, jimiž popisoval – až neobvykle poeticky – své nadšení pro vesmír: „Zažili jste už někdy pocit, že na vás zírá celý vesmír?“ Vzletné dojmy Jiřího Duška se týkaly zážitků z observatoře Paranal a velmi malebně vykreslovaly jeho pocity, kterak tam stanul sám – křehký člověk – pod oblohou plnou hvězd. „Centrum umění, vědy a vzdělávání byl i plán restartu Hvězdárny a planetária Brno před patnácti roky. Krása vědeckých vizualizací, schopnost získat z přívalu dat smysluplný popis světa kolem nás a také vzdělávání – to je základem pro všechny umělce i vědce. Vyváženost tohoto trojúhelníku je touhou po dokonalosti. Nikdy se to nepodaří, ale je krásné o to usilovat,“ připomíná Jiří Dušek.

Propojení umění s vědou nabízí i nová budova Fyzikálního ústavu SOLID 21 s atraktivním přednáškovým sálem Adély Kochanovské. Výstavám, které zdobí okolní stěny, se také věnuje Julie Nekola Nováková, jež se popularizací a komunikací vědy zabývá. A jak propojení vědy s uměním vnímá ona? „Umění má jedinečnou schopnost v lidech probouzet představivost, vyvolávat emoce a inspirovat. Současně je od pradávna způsobem, jak se popasovat s měnícími se znalostmi světa. Od „čirého“ umění se dnes můžeme pohybovat přes mnoho „mezistupňů“ až k vědeckému zobrazování, které v sobě také může nést umělecké prvky, obzvláště pokud má být efektivní i estetické. S trochou nadsázky se dá říci, že věda nám pomáhá lépe poznat umění a umění zase lépe porozumět vědě.“

Co popřát na závěr? Snad aby se věda s uměním i v budoucnu prolínala a umění dobře komunikovalo s vědou. A aby člověk mohl nad tímto propojením žasnout a být při tom.

Jana Žďárská

Obsah

70 LET KFPP MFF UK – AKTUALITY

Sedmý křížek na hřbetě Katedry fyziky povrchů a plazmatu 410

Jiří Pavlů



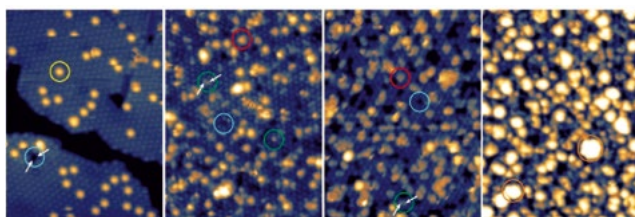
70 LET KFPP MFF UK – REFERÁTY

Chaos vs. uspořádání organických molekul 413

Pavel Kocán, Pavel Sobotík, Ivan Ošťádal

Katalyzátory pohledem fyzika 417

Karel Mašek, Viktor Johánek, Josef Mysliveček



70 LET KFPP MFF UK – REFERÁTY

Vznik vody mezi hvězdami 425

Radek Plašil, Petr Dohnal

Proměny slunečního větru na jeho pouti k Zemi 429

Jana Šafránková, Zdeněk Němeček, Tereza Ďurovcová, František Němec



70 LET KFPP MFF UK – METODY A PŘÍSTROJE

Etalon vysokého vakua 438

Tomáš Gronych, Martin Vičar



70 LET KFPP MFF UK – LIDÉ A FYZIKA

Biografie Ludmily Eckertové (1924–2009) a její paměti 443

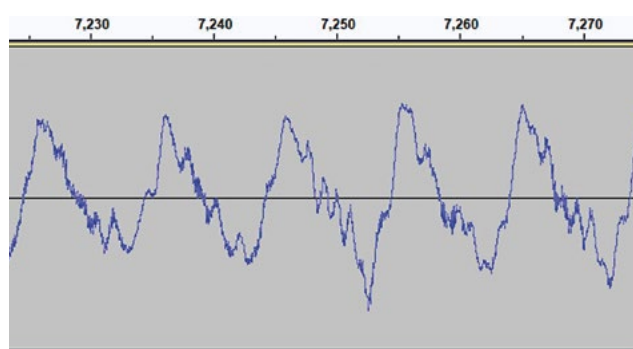
Marek Brčák



FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Měření lidského těla od hlavy až k patě 447

Vojtěch Žák



HISTORIE FYZIKY

O čem psal Čs. čas. fyz.
před 50 lety v roce 1974

452

vybral Jan Valenta



ZPRÁVY

Ukládání vodíku v pevných
materiálech

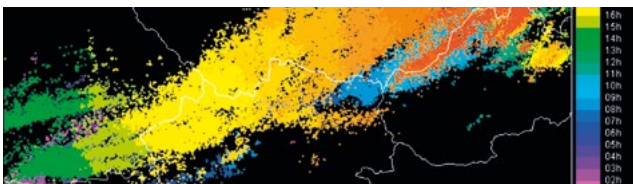
462

Jana Žďárská

Cumulonimbus – mezoměřítkové
konvektivní systémy II.

465

Petr Zacharov, Jana Žďárská



ZPRÁVY

XXI. seminář o filosofických
otázkách matematiky a fyziky

468

Aleš Trojánek

Fantastický tábor Výfuku 2024

469

Lukáš Linhart



ZPRÁVY

Teoretická mechanika
ve třech knihách

471

Křest učebnice Jiřího Podolského v galerii Kvalitář

Jana Žďárská

Dvě století v životě pozorovatele

474

Křest autobiografie astronoma Jiřího Grygara

Jana Žďárská



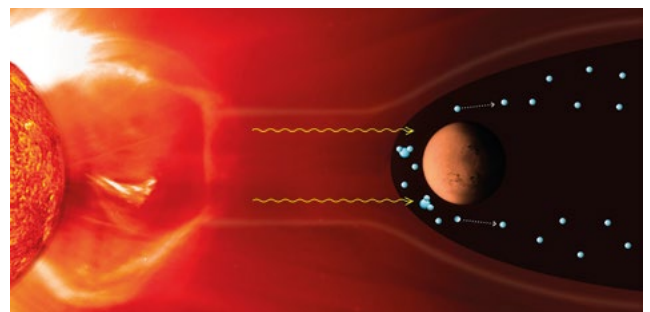
ROZHOVOR

Původ vody ve vesmíru a na Zemi

477

Rozhovor o vzniku vody na povrchu meteoritu bombardováním „stelárním“ a „solárním“ větrem

Svatopluk Civiš, Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Lidskost a oddanost vědě

485

Před 100 lety se narodil fyzik
prof. RNDr. Miroslav Bajer, DrSc.

Petr Kašing



Obrázek na obálce: Organické molekuly jako vánoční cukroví na pečícím plechu. Snímek z řádkovacího tunelového mikroskopu zobrazuje molekuly ftalocyaninů spontánně poskládané do šachovnicové struktury díky kombinaci vzájemných přitažlivých a odpuzivých interakcí. Obrázek k článku Chaos vs. uspořádání organických molekul uvnitř čísla (str. 413). Autor: Pavel Kocán, MFF UK. 3D vizualizace pomocí softwaru Gwyddion (gwyddion.net).

Sedmý křížek na hřbetě Katedry fyziky povrchů a plazmatu

Jiří Pavlů

Katedra fyziky povrchů a plazmatu, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha; jiri.pavlu@mff.cuni.cz

70 LET KATEDRY FYZIKY PVRCHŮ A PLAZMATU
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA, UK, PRAHA



Obr. 1 Slavnostní setkání k příležitosti 70letého výročí založení katedry v refektáři na Malé Straně.

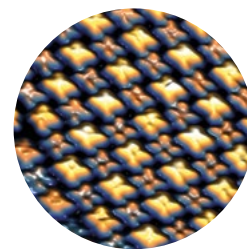
Katedra fyziky povrchů a plazmatu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy oslavila v akademickém roce 2023/2024 sedmdesát let od svého založení. V roce 1953 vzniklo nejprve oddělení *Vysoké frekvence a vakuové techniky* na Katedře fyziky a v říjnu stejného roku, po získání prof. Viléma Kunzla z bratislavské Univerzity Komenského coby vedoucího, vznikla samostatná *Katedra vysoké frekvence a vakuové techniky*. Ta se později (1959) přejmenovala na *Katedru elektroniky a vakuové fyziky* (viz např. [1]) a ještě později (2006) získala název současný. V pátek 26. ledna 2024 se na půdě refektáře bývalé jezuitské koleje na Malé Straně (dnes sídlo informatické sekce MFF UK) konalo slavnostní setkání k příležitosti 70letého výročí jejího založení. Tento významný milník byl oslaven za účasti současných i bývalých členů katedry, studentů, akademiků a dalších hostů včetně vedení fakulty (obr. 1).

První řeč přednesl dr. Marek Brčák z *Ústavu dějin UK*, který ve svém příspěvku „70 let katedry“ shrnul historii od jejího založení až po sametovou revoluci tak, jak ji viděl manželský pár – prof. Libor Pátý (jeden z prvních absolventů katedry) a prof. Ludmila Ecker-

tová (první odborný asistent s titulem CSc. na katedře). *Archiv Univerzity Karlovy* totiž převzal v roce 2021 do svých sbírek paměti profesorky Ludmily Eckertové (1924–2009) a v roce 2023 i rodinný archiv Ludmily Eckertové a Libora Pátého (1929–2021), které mu daroval jejich vnuk David Pátý a jejichž archivním správcem je právě dr. Brčák. Poměrně rozsáhlý příspěvek je dostupný v podobě článku [2], proto se zde jeho obsahu nebudeme více věnovat a čtenáře odkážeme na zmíněný zdroj. Jen naznačíme, že krom zajímavého pohledu na vývoj katedry přináší i řadu osobních vzpomínek. Zájemce o osobnosti prof. Pátého a prof. Eckertové lze navést např. na monotematické číslo *Zpravodaje české vakuové společnosti* [3], které bylo věnováno osobě prof. Pátého, či na připravované vydání paměti prof. Eckertové s historickým komentářem (upoutávku na připravovanou knihu naleznete v tomto čísle [4]).

V dalším příspěvku představil autor tohoto článku katedru v číslech – vyzdvihl významná data v historii katedry a uvedl vybrané statistické údaje o katedře. Od roku 1990 publikovali zaměstnanci a studenti katedry více než 2 000 odborných článků a zhruba stovka jich

Chaos vs. uspořádání organických molekul



Pavel Kocán, Pavel Sobotík, Ivan Ošťádal

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha, V Holešovičkách 747/2, Katedra fyziky povrchů a plazmatu, 180 00 Praha-Libeň; pavel.kocan@mff.cuni.cz

V článku přinášíme přehled výzkumu samouspořádání organických molekul na površích pevné látky. V experimentech prováděných na Katedře fyziky povrchů a plazmatu na MFF UK je využita řádkovací tunelová mikroskopie, umožňující pozorovat jednotlivé molekuly v různě uspořádaných strukturách. Vzájemné silové působení mezi molekulami rozhoduje, zda na povrchu zvítězí chaos a vznikne dvoudimenzionální plyn neuspořádaných molekul, nebo zda se molekuly uspořádají v periodických sítích. Mezi těmito stavy lze navíc řízeně přepínat pomocí vnějšího elektrického pole. Výsledky jsou významné např. pro rozvoj supramolekulární elektroniky.

Úvod

Z termodynamiky plyne, že entropie, tedy míra neuspořádanosti, v uzavřeném systému vždy roste. Jinými slovy, v uzavřeném systému vítězí chaos. Molekuly tvořící spořádanou kostku cukru se po jejím ponoření do hrnku s čajem nevrátí zpět do hrnku po celém objemu kapaliny, aby míra neuspořádanosti byla co nejvyšší.

Na druhou stranu však pozorujeme i jev opačný – mnoho systémů se spontánně, bez vnějšího přičinění, samouspořádává. Jedním z příkladů je fenomén krystalizace. Ohromující krystaly je možné najít v přírodě nebo je lze vytvořit uměle. Monokrystaly křemíku vyráběné pro potřeby elektronického průmyslu jsou dlouhé až několik metrů a váží stovky kilogramů. Každé dva atomy v tomto krystalu přitom „ví“ jeden o druhém – respektují své vzájemné polohy. Příklad z jiné oblasti – existence živých organismů je výsledkem velmi složitého samouspořádání na mnoha úrovních. Fenomén samouspořádání však není v rozporu s termodynamikou. K podobným jevům může docházet pouze v otevřených a nerovnovážných systémech.

Další příklady lze najít téměř ve všech oblastech zkoumání. Za práci na vysvětlení mechanismu samouspořádání byl profesor Ilja Prigogine (Prigožin) v roce 1977 oceněn Nobelovou cenou. Fascinující je, že stačí jednoduchá pravidla, kterými se řídí nezávisle všechny stavební jednotky podílející se na procesu samouspořádání.

Představme si minimalistický experiment, ke kterému se budeme v článku vracet. Mějme krabici s pevným vodorovným dnem, do které postupně sypeme tuhé kuličky o poloměru R . Je-li kuliček málo, rozmístí se náhodně po dně, splňuje jednoduché pravidlo, že vzdálenost mezi středy kuliček je $\geq 2R$. Všechny takové výsledné stavy mají stejnou potenciální energii. Přisypeme ale další kuličky, až téměř zakryjí dno. Pozorujeme, že kuličky se začnou uspořádávat tak, aby se jich na dno vešlo co nejvíce – místy vznikne hexagonální uspořádání, jako v některých krystalech. Větších uspo-

řádaných oblastí bychom dosáhli, kdybychom podpořili kinetiku náhodných procesů vedoucích k uspořádání, třeba tak, že bychom krabici třáslí.

Rádi bychom zde ukázali, jak lze proces samouspořádání experimentálně studovat na modelovém příkladu organických molekul nanesených na povrch krystalu ve velmi dobře definovaném prostředí ultravysokého vakua. Povrch krystalu představuje dno krabice z myšlenkového experimentu, místo kuliček jsou organické molekuly. Pomocí řádkovacího tunelového mikroskopu (STM) [1] s rozlišením jednotlivých atomů a molekul je možné pozorovat uspořádanou fázi dvoudimenzionálních (2D) molekulárních krystalů, chaos v plynu molekul, vznik řádu v tomto chaosu, a navíc i cíleně přepínat mezi chaotickou a uspořádanou fází.

Uspořádáním organických molekul do periodických sítí získává systém často nové vlastnosti s využitím např. v tzv. supramolekulární elektronice [2], optoelektronice [3] nebo katalýze [4]. Pro rozvoj těchto oborů je podstatné porozumění silovému působení mezi jednotlivými prvky – molekulami – a vlivu tohoto působení na jejich vzájemné uspořádání.

Popis experimentu, technika řádkovací tunelové mikroskopie

Uspořádání experimentu je schematicky naznačeno na obr. 1. V prostředí ultravysokého vakua ($p \sim 10^{-8}$ Pa), které zajišťuje definovanou čistotu vzorku po dobu měření, je připravena tenká vrstva – na čistý křemíkový krystal je vakuovou depozicí nanášena atomární vrstva kovu, ve zde uvedených experimentech thallia (Tl), která pasivuje jinak velmi reaktivní povrch Si [5]. Na tento povrch jsou sublimací nanášeny organické molekuly v množství menším, než by odpovídalo povrchu plně zakrytému molekulami. Takto připravený vzorek je pozorován pomocí STM – atomárně ostrý hrot řádkuje nad povrchem v takové vzdálenosti, kdy při napětí ~ 1 V mezi hrotem a vzorkem teče proud tunelujících elektronů I_t . Vzdá-

70 LET KATEDRY FYZIKY PVRCHŮ A PLAZMATU
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA, UK, PRAHA



Katalyzátory pohledem fyzika

Karel Mašek, Viktor Johánek, Josef Mysliveček

Katedra fyziky povrchů a plazmatu, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, V Holešovičkách 2, Praha 8; karel.masek@matfyz.cuni.cz

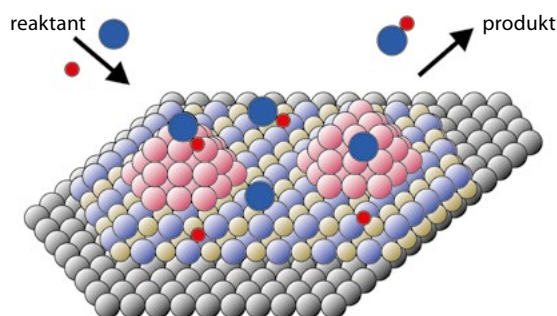
Jako katalyzátor může být použita celá řada pevných látek, avšak ty se mohou významně lišit svojí efektivitou. V současné době víme, že nejlepšími katalyzátory pro mnoho chemických reakcí jsou zejména vzácné kovy, jako platina, palladium, rhodium a další. Jedním z úkolů současné vědy je nalezení nových katalyzátorů s vyšší dostupností a nižší cenou. Zatímco typický přístup chemiků je spíše extenzivní a empiričtější založený, fyzici se snaží jít (mnohdy však zdoluhavějšími) cestami obecnějšího pochopení základních principů, kterými se katalytické procesy na pevných látkách řídí.

Úvod

Katalyzátor je látka, která se účastní chemické reakce, zvyšuje její pravděpodobnost, ale vychází z ní nezměněná. Katalyzátory chemických reakcí nabývají na významu zhruba již od poloviny minulého století. Jsou významné v řadě průmyslových aplikací, pomáhají nám chránit životní prostředí, naše zdraví a v poslední době slouží též k získávání elektrické energie. K nejnámějším aplikacím bezesporu patří katalyzátory výfukových plynů, které již desítky let slouží k odstranění nebezpečných oxidů dusíku z výfukových plynů automobilů s vysokou účinností. Zde se jedná o takzvané heterogenní katalyzátory. O heterogenní katalýze mluvíme, jestliže jsou reaktanty v jiné fázi než vlastní katalyzátor.

V pracovní skupině fyziky povrchů na Katedře fyziky povrchů a plazmatu (dříve Katedra elektroniky a vakuové fyziky) na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy se zabýváme heterogenní katalýzou již od 80. let minulého století. Zájem o tuto oblast začal v rámci vedlejší hospodářské činnosti přesným měřením katalytických reakcí na průmyslových katalyzátorech za normálních tlaků ve speciálně navrženém reaktoru. Tato měření současně vzbudila velký zájem pracovníků katedry o pochopení mechanismu heterogenní katalýzy a jejich zákonitostí. Zrodilo se tak pracoviště, které se dodnes snaží přispět k základnímu výzkumu heterogenní katalýzy u nás i ve světě pomocí celé řady fyzikálních metod. K prvním výsledkům z tohoto oboru patří práce publikovaná v časopisu *Z. Phys. D – Atoms, Molecules and Clusters* z roku 1988 [1].

Ukazuje se, že jako katalyzátor může být použita celá řada pevných látek, avšak velmi se liší svojí efektivitou. V současné době víme, že nejlepšími katalyzátory pro mnoho chemických reakcí jsou zejména vzácné kovy, jako platina, palladium, rhodium a další. Aplikace těchto kovů je však silně omezena jejich dostupností a cenou. Proto jedním z úkolů současné vědy je nalezení nových katalyzátorů s vyšší dostupností a nižší cenou. Průmyslový katalyzátor je látka, která má většinou velmi komplikovanou strukturu i chemické složení. Pro zkoumání jejich fyzikálně-chemických vlastností a jejich vzájemného vztahu pomocí fyzikálních metod jsou tyto katalyzátory nevhodné. Základní výzkum se provádí na tzv. modelových katalyzáto-



Obr. 1 Modelový katalyzátor.

rech. Modelové katalyzátory jsou připraveny tak, aby umožnily kompletní popis jejich chemického složení a krystalografické struktury pomocí fyzikálních metod. Tyto znalosti potom umožňují objasnit vzájemné vztahy chemického složení, krystalografické struktury a chemické aktivity katalyzátoru. Modelové katalyzátory jsou tak v drtivé většině tvořeny orientovanými epitaxními vrstvami.

V heterogenní katalýze se většinou jedná o interakci plyných reaktantů na povrchu katalyzátoru ve formě pevné látky. Katalytické reakce se tak účastní pouze povrchové atomy katalyzátoru. Jak již bylo řečeno dříve, nejlepšími katalyzátory jsou zejména vzácné kovy. Požadavku co největšího povrchu katalyzátoru při co nejnižší spotřebě aktivního kovu vyhovují porézní vrstvy nějakého nosiče, jehož povrch je dopován malým množstvím aktivního kovu. Takový systém je v modelových studiích simulován nejčastěji epitaxní vrstvou nějakého oxidu, na jehož povrchu jsou připraveny malé částice aktivního kovu nanometrické velikosti (viz obr. 1). Strukturu takového systému jsme schopni popsat jak v makroskopickém, tak v atomárním měřítku. Studium chemické reaktivity umožňuje nejen odhalit zákonitosti katalytických procesů, ale i vzájemný vztah chemického složení a atomární struktury povrchu a jeho katalytické aktivity. Tyto znalosti umožňují vědcům ovlivnit katalytické vlastnosti povrchu modifikací povrchové struktury katalyzátoru a nalézt nové materiály pro výrobu efektivnějších a levnějších katalyzátorů.

V dalším textu tohoto článku ukážeme příklad výzkumu modelového katalyzátoru pomocí několika různých fyzikálních metod, díky nimž jsme dospěli k úpl-

70 LET KATEDRY FYZIKY PVRCHŮ A PLAZMATU
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA, UK, PRAHA



Vznik vody mezi hvězdami

Radek Plašil, Petr Dohnal

Katedra fyziky povrchů a plazmatu, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha; radek.plasil@matfyz.cuni.cz

Voda – jednoduchá molekula nezbytná pro vznik a udržení života. Mechanismus jejího vzniku v mezihvězdném prostoru stále není plně pochopen. Experimentální studium reakcí vedoucích ke vzniku vody za podmínek blízkých těm v chladných oblastech mezihvězdného plazmatu může poskytnout zásadní informace nejen o chemickém vývoji v takových prostředích, ale i o procesech vedoucích ke vzniku planet.

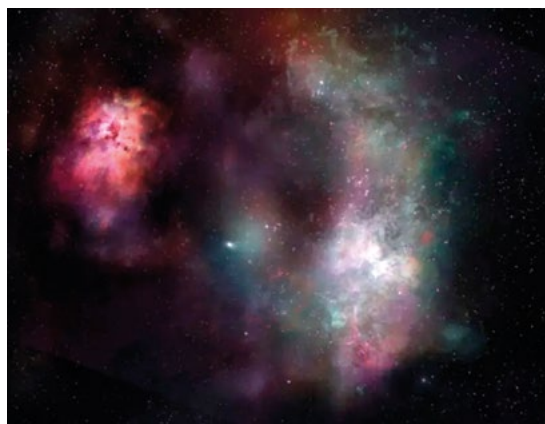
Voda je klíčovou molekulou ve fyzice a chemii vzniku hvězd a planet. Mezi více než dvěma sty detekovanými mezihvězdnými molekulami a molekulárními ionty [1] je voda výjimečná, protože kombinuje dva z nejhodnějších prvků ve vesmíru a hraje klíčovou roli ve fyzice a chemii oblastí, kde se tvoří hvězdy a planety. Vodní led hraje roli při formování větších útvarů z prachových zrněk, které se dále shlukují a vytvářejí tak zárodečný materiál pro vznik planet.

Voda na planetách je obecně považována za nezbytnou pro možnou obyvatelnost a vznik života [2]. Proto je zásadní, jaké množství vody je přítomno ve formujících se planetárních systémech a zda toto množství závisí na prostředí a procesech jejich zrodu. V oblasti vznikajících planet v blízkosti hvězd je v průběhu jejich zrodu naprostá většina vody vypařena či dokonce rozložena, stejně jako většina složitějších molekul. Volné molekuly jsou vytlačeny zářením vznikající hvězdy. Ledové planetesimály, jako planetky či komety, ze vzdálenějších oblastí akrečních disků poté mohou dodávat velkou část vody a organických molekul [3] zachycených v ledu do oceánů na vzniklých a vychladlých planetách podobných Zemi.

Vodu v základních energetických stavech lze ze Země jen obtížně pozorovat z důvodu přítomnosti vodních par v atmosféře. První detekce H_2O v mezihvězdném prostoru (ISM) byla sice uveřejněna již v roce 1969 [4], ale tehdy byly detekovány excitované molekuly vody z maserového zdroje.

Významného pokroku v astronomickém studiu hydridů kyslíku v nejnižších energetických stavech bylo dosaženo v souvislosti s Herschelovou kosmickou observatoří, která poskytla výjimečnou citlivost i prostorové a spektrální rozlišení pro studium vody [5]. Voda byla pozorována v tak rozmanitých nebeských objektech, jako jsou planety, měsíce, hvězdy, mračna se vznikajícími slunečními soustavami, a dokonce i mimo naši Mléčnou dráhu. Detekce studené vodní páry v typických oblastech vzniku hvězdných soustav ukazuje, že se v nich nachází významná zásoba vodního ledu, která by stačila na vytvoření ledových těles o velikosti mnoha tisíc pozemských oceánů.

Dobrá citlivost Herschelovy observatoře na dva přechody základního stavu vody umožnila dobře identifikovat dvě spinové formy molekuly, takzvané ortho a para stavy, v nichž mají spiny jader vodíku různou



Vizualizace galaktické vody.

Zdroj: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/S. Dagnello (NRAO)

orientaci. Z jejich relativního zastoupení je možno odvodit teplotu, za které voda vznikala.

Voda v mezihvězdném prostoru vzniká na povrchích prachových či ledových zrn i za nízkých teplot za přítomnosti volných či slabě vázaných atomů vodíku a kyslíku. Při dostupnosti vyšších energií může docházet ke vzniku vody například bombardováním oxidů protony, jak se děje i na povrchu Měsíce, který je vystaven slunečnímu větru [6].

Voda může v mezihvězdném prostoru vznikat i v plynné fázi. Reakce neutrálních molekul v chladném prostředí mezihvězdného prostoru probíhají typicky velmi pomalu. Je to způsobeno obvyklými energetickými bariérami procesů a malým srážkovým průřezem neutrálních atomů a molekul. Reakce iontů s molekulami však tuto bariéru většinou nemají a indukovaný elektrický dipól reaktantů navíc zvyšuje účinný průřez srážek. Tak mohou chemické procesy efektivně probíhat i v podmínkách chladných oblaků mezihvězdného plynu. V oblacích plynů v mezihvězdném prostoru je stále přítomno galaktické kosmické záření, které ionizuje vodík a bohatá síť ion-molekulových reakcí vede ke tvorbě rozmanitých molekul. Ty jsou poté součástí materiálu, ze kterého vznikají nové sluneční soustavy.

Při vzniku vody v sérii ion-molekulových reakcí přichází v úvahu jednak cesta kladných iontů, kdy po ionizaci molekuly vodíku vznikají po srážce s neutrálním H_2 ionty H_3^+ , které v sérii reakcí postupně pře-

70 LET KATEDRY FYZIKY PVRCHŮ A PLAZMATU
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA, UK, PRAHA



Proměny slunečního větru na jeho pouti k Zemi

Jana Šafránková, Zdeněk Němeček, Tereza Ďurovcová, František Němec

Katedra fyziky povrchů a plazmatu, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy; jana.safrankova@matfyz.cuni.cz

Článek upozorňuje na problémy spojené s předpovědí parametrů slunečního větru v okamžiku, kdy dopadá na zemskou magnetosféru. V první kapitole představujeme nejednoznačnost pojmů, jako je rychlost nebo koncentrace v magnetizovaném bezesrážkovém multikomponentním plazmatu slunečního větru. V dalších kapitolách diskutujeme hypotézy, které se zabývají jeho uvolňováním ze sluneční koróny, a upozorňujeme na těžkosti spojené s jeho expanzí do heliosféry. V poslední kapitole je možno nalézt názornou ukázkou předpovědi šíření nedávného výronu koronální hmoty, jehož důsledky bylo možno pozorovat i na našem území.

Úvodem

Řekne-li se vítr, mnoho lidí si představí následky, které nás v nedávné době potkaly v souvislosti s větrem – tornáda, hurikány, padající stromy, vítr, který si pohrál s mraky a způsobil rozsáhlé povodně. Někteří lidé slyšeli i pojem „sluneční vítr“ – obvykle ve spojitosti s pozorováním polární záře v našich šířkách nebo při sledování předpovědi počasí, kde se objevuje vyšší hodnota indexu sluneční aktivity, např. 3, nebo dokonce 5. A v krátkých zprávách a na sociálních sítích se pak píše o tom, jak se na nás „řítí hmota ze Slunce“. Ale vraťme se zpět na Zem. V posledních dnech jsme obdivovali velmi úspěšnou předpověď směru větru při povodních na Moravě, možná i ve Valencii (i když s méně zdařilým zvládnutím situace). Jak je to se slunečním větrem? Umíme ho také předpovídat, máme úspěšné modely, nechybí nám data? V příspěvku chceme představit sluneční vítr jako médium s mnoha tvářemi, kde zatím hledáme cestu k opravdu dokonalé předpovědi kosmického počasí, a to i přes mnohaletý výzkum zdánlivě jednoduchého problému. Větší šance na zlepšení předpovědní situace máme nyní, po vypuštění sond Parker Solar Probe a Solar Orbiter, které se více a více blíží ke Slunci a nejen mapují jeho činnost, ale přispívají podstatnou měrou k objasnění vzniku a šíření slunečního větru.

Sluneční vítr a meziplanetární magnetické pole

Do poloviny 19. století byl prostor mezi Zemí a Sluncem považován za prázdný. Avšak porovnání pozorování slunečních erupcí s měřeními geomagnetického pole Země a s výskytem intenzivních polárních září vedlo postupně k hypotéze, že v průběhu erupce je do meziplanetárního prostoru vyvržen „oblak hmoty“ (obrázek 1) s odhadem rychlostí jeho pohybu 1000 až 2000 km/h, který posléze deformuje zemské magnetické pole. Teprve v padesátých letech minulého století vedlo pozorování orientace ohonů komet k závěru, že meziplanetární prostor je trvale vyplněn nabitými částicemi – ionty a elektrony v přibližně stejném zastoupení (tedy plazma), odcházejícími ze sluneční koróny. Pro tento tok, v té době hypotetický, se postupně vžil název sluneční vítr, původně pocházející od Eugena Parkera (americký astrofyzik), který po řadě neúspěšných pokusů představil základní hydrodynamickou teorii slunečního větru [1], jež je v dobré shodě s pozorováním. Pozdější práce, které zahrnují i vliv meziplanetárního magnetického pole, přinášejí jen drobné korekce. Parkerova teorie předpokládá izotermickou expanzi slunečního větru, kdy jeho rychlost je prakticky nezávislá na vzdálenosti od Slunce a činí cca 400 km/s, jeho teplota je řádu 10^5 K a jeho hustota klesá s druhou mocninou vzdálenosti od Slunce.



Obr. 1 Převzatá fotografie výronu koronální hmoty na Slunci v počátečním stadiu.

Modely procesů ve slunečním nitru naznačují, že gigantická energie produkovaná termojadernými reakcemi je transportována k povrchu Slunce zářením a posléze vzestupnými proudy, kde se přenášená hmota ochlazuje a padá zpět. Naznačený ustavičný pohyb generuje zvukové vlny, jejichž energie disipuje ve sluneční atmosféře. Tento dodatečný ohřev vede ke zdánlivě paradoxní situaci – teplota na povrchu Slunce je přibližně 6000 K a měla by s výškou klesat podle barome-

trického – ionty a elektrony v přibližně stejném zastoupení (tedy plazma), odcházejícími ze sluneční koróny. Pro tento tok, v té době hypotetický, se postupně vžil název sluneční vítr, původně pocházející od Eugena Parkera (americký astrofyzik), který po řadě neúspěšných pokusů představil základní hydrodynamickou teorii slunečního větru [1], jež je v dobré shodě s pozorováním. Pozdější práce, které zahrnují i vliv meziplanetárního magnetického pole, přinášejí jen drobné korekce. Parkerova teorie předpokládá izotermickou expanzi slunečního větru, kdy jeho rychlost je prakticky nezávislá na vzdálenosti od Slunce a činí cca 400 km/s, jeho teplota je řádu 10^5 K a jeho hustota klesá s druhou mocninou vzdálenosti od Slunce.

Modely procesů ve slunečním nitru naznačují, že gigantická energie produkovaná termojadernými reakcemi je transportována k povrchu Slunce zářením a posléze vzestupnými proudy, kde se přenášená hmota ochlazuje a padá zpět. Naznačený ustavičný pohyb generuje zvukové vlny, jejichž energie disipuje ve sluneční atmosféře. Tento dodatečný ohřev vede ke zdánlivě paradoxní situaci – teplota na povrchu Slunce je přibližně 6000 K a měla by s výškou klesat podle barome-

70 LET KATEDRY FYZIKY PVRCHŮ A PLAZMATU
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA, UK, PRAHA



Etalon vysokého vakua

Tomáš Gronych¹, Martin Vičar²

¹ Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Katedra fyziky povrchů a plazmatu, V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha-Libeň; tomas.gronych@mff.cuni.cz

² Český metrologický institut, Oddělení primární metrologie tlaku, vakua a malého hmotnostního průtoku, Okružní 772/31, 638 00 Brno-Lesná

Měření nízkých tlaků – vakua – vyžaduje použití nejenom odpovídajícího měřicího systému – vakuometru založeného na vhodném fyzikálním principu, ale i odpovídající stanovení jeho stupnice. Ke kalibračním používaných měřek slouží postupy, kde na vrcholu návaznosti stojí primární etalon pro daný obor vakua. Pro oblast vysokého vakua to jsou etalony na principu dynamické expanze plynu. Jde o speciální vakuové aparatury, pomocí kterých je možno nechat plyn projít definovaným termodynamickým procesem od stavu, ve kterém je tlak měřitelný známými primárními metodami, do stavu s podstatně nižším tlakem.

Úvod

Tlak jako fyzikální veličina dosahuje ve vesmíru hodnot prakticky od nuly (10^{-16} Pa až 10^{-18} Pa v mezihvězdném prostoru) po téměř nekonečno v relativistických kosmických objektech. Lidstvu se na zemském povrchu daří kontrolovaně realizovat tlaky v rozmezí asi 10^{-12} Pa až 10^{11} Pa. Z tohoto intervalu lze vcelku běžně měřit tlaky v rozmezí asi 10^{-9} Pa až 10^9 Pa.

Vakuum je označení pro stav systému, který obsahuje plyny nebo páry, pokud je jejich tlak (resp. koncentrace částic) menší než tlak atmosférický. Vakuové měřky by tedy měly pokrývat rozsah tlaků od 10^{-12} Pa do 10^5 Pa. Tak široký interval nelze obsáhnout vakuometrem, který by byl založen na jediném fyzikálním principu. Prakticky jsou užívány buď principy založené na přímém působení tlaku plynu na pohyblivou stěnu (U-manometry, Bourdonova trubice, membránové deformační vakuometry apod.), nebo principy založené na měření jiné fyzikální veličiny závislé na koncentraci částic, tedy i na tlaku. K těmto veličinám patří přenos tepla plynem (tepelné vakuometry), přenos impulzu plynem (viskózní vakuometry) nebo ionizace plynu (ionizační vakuometry se žhavou či studenou katodou).

Vakuometry, které jsou v technické praxi užívány, však musejí mít přiměřeně svému účelu stanovenou stupnici. K tomu slouží systém *metrologické návaznosti*¹,

¹ V metrologii se pojmem „návaznost“ označuje vlastnost výsledku měření nebo hodnoty etalonu, kterou je určen a prokázán vztah k příslušným etalonům pomocí nepřerušného řetězce porovnání. Každé měřidlo by mělo mít prokázanou návaznost až k primárnímu etalonu. (Upraveno z Technického slovníku naučného. Encyklopedický dům, Praha 2003.)

kde na vrcholu pomyslné pyramidy stojí vlastní definice příslušné veličiny, na kterou přímo navazuje primární etalon. Od něj se pak odvíjí metrologická návaznost dalších měřek přes sekundární normály, normály firem vyrábějící daná měřidla až po uživatelské měřky v průmyslu či ve výzkumu.

V současném stupni vývoje výrobních technologií již kolem sebe jen těžko nalezneme předmět, při jehož výrobě by nebylo použito vakuum, resp. některá vakuová technologie. Uvést lze výrobu polovodičů, pokovování, vakuové lití, rafinaci cukru, vakuovou destilaci v petrochemii a potravinářství, svařování apod. Ve výzkumné sféře jde např. o elektronové mikroskopy, aparatury pro studium vlastností pevných látek, urychlovače částic apod. Všude tam slouží vakuum jako nutný prostředek pro zachování volného letu částic či k udržení definovaných čistých podmínek na površích.

První širší využití vakua nastalo při výrobě žárovek. Z baněk byl před zatavením vyčerpán vzduch proto, aby rozžhavené vlákno žárovky neshořelo reakcí se vzdušným kyslíkem. Další hromadné uplatnění našlo vakuum při výrobě elektronek, později obrazovek. Zatímco při výrobě žárovky postačí snížit tlak z původních 10^5 Pa přibližně na hodnotu 10 Pa, vakuum v elektronece již musí být mnohem vyšší – cca 10^{-3} Pa a méně, aby se elektrony mohly volně pohybovat beze srážek s částicemi plynu.

Každá vakuová technologie, resp. fyzikální experiment vyžaduje jiný stupeň – obor vakua. Rozdělení oborů vakua a jejich orientační charakteristiky jsou uvedeny v tabulce 1. Podstatnými charakteristikami

vakuum	p (Pa)	n (cm^{-3})	λ	t_{ML}
nízké (hrubé)	10^5 – 10^2	10^{19} – 10^{16}	0,1–100 mm	1 ns–1 ms
střední (jemné)	10^2 – 10^{-1}	10^{16} – 10^{13}	0,1–100 mm	1 ms–1 ms
vysoké (HV)	10^{-1} – 10^{-6}	10^{13} – 10^8	10 cm–10 km	1 ms–100 s
ultra vysoké (UHV)	10^{-6} – 10^{-9}	10^8 – 10^5	10– 10^4 km	10^2 – 10^5 s
extrémně vysoké (XHV)	$<10^{-9}$	$<10^5$	$>10^4$ km	$>10^5$ s

Tab. 1 Obory vakua a jejich charakteristiky.

<https://ccf.fzu.cz>

Biografie Ludmily Eckertové (1924–2009) a její paměti¹

Marek Brčák

Ústav dějin a archiv Univerzity Karlovy, Ovocný trh 5, 116 36 Praha 1; marek.brcaak@ruk.cuni.cz

Ludmila Eckertová byla fyzička, která se specializovala na fyziku tenkých vrstev a povrchů, přičemž její profesní kariéra byla spojena především s Katedrou elektroniky a vakuové fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (dále jen MFF UK).² Navíc po sobě zanechala unikátní paměti, které sepsala v letech 2006–2008³ a které se v roce 2023 spolu s její vědeckou pozůstalostí staly zásluhou jejího vnuka Davida Pátého součástí sbírek Archivu Univerzity Karlovy.

Cílem příspěvku je jednak připomenout osobnost L. Eckertové a jednak představit fyzikální obci alespoň některé úryvky z jejích velice zajímavých pamětí, na jejichž vydání spolu s kolegyní Janou Ratajovou nyní pracujeme. Předem upozorňuji, že se nejedná o vyčerpávající pohled na mnohovrstevnatou osobnost L. Eckertové, což vzhledem k stránkovému rozsahu textu není ani možné. Komplexní pohled na tuto vědkyni naleznete právě v připravované knize, na niž je tato krátká stať jen malou upoutávkou u příležitosti sedmdesátiletého výročí katedry.

L. Eckertová se narodila 6. 7. 1924 v Praze do úřednické rodiny.⁴ Ke svému dětství uvádí ve svých pamětech řadu vzpomínek, z nichž jsem vybral následující: „Bydleli jsme v Petřínské⁵ šikmo naproti kasárnám. Do mého dětského života tedy vstupovali už odmalička vojáci. Ještě v kočárku mne vozila kolem kasáren na procházku Hanči – naše mladá pomocnice v domácnosti – kterou vojáci jistě nenechali projít bez poznámek. [...] Z kasáren k nám doléhaly zvuky trubky, zejména různé signály a večerka, které se mi velmi líbily. Měla jsem



Ludmila Eckertová v pracovně na MFF UK, 50. léta. Zdroj: AUK, RALELP, kart. 29

od rodičů dětskou trumpetku, která měla čtyři ventilký a hrála tóny kvartsextakordu, na němž je postavena většina těchto motivů. Snadno jsem se podle sluchu naučila všechny tyto skladbičky na ní reprodukovat a dodnes mi zní v uchu pochod, který si vojáci hráli do kroku, když k mé velké radosti pochodovali kolem našeho domu.“⁶ Tato pasáž dokládá jednak celoživotní autorčinu lásku k hudbě (byla mj. poloprofesionální muzikantka – hrála na příčnou flétnu, klavír a varhany) a jednak její středostavovský původ, jelikož v její rodině působila pomocnice v domácnosti.⁷

Vzdělání získala na církevních školách zřizovaných ženským řeholním řádem voršilek⁸ v Praze na Novém

1 Tento článek vznikl v rámci programu Univerzity Karlovy s názvem Cooperatio, vědní oblast „History“.

2 Původní název pracoviště byl Katedra vysoké frekvence a vakuové techniky (1953–1959), dnešní pojmenování (od roku 2006) je Katedra fyziky povrchů a plazmatu. K historii této instituce zejména L. Pátý (Ed.), *30 let Katedry elektroniky a vakuové fyziky MFF UK. Sborník ze semináře pořádaného katedrou v říjnu 1983*. Jednota československých matematiků a fyziků, Praha 1985; M. Brčák, „Nauka o lyofilizovaných jahodách“ aneb Náčrt historie Katedry vysoké frekvence a vakuové techniky (1953–1959) a Katedry elektroniky a vakuové fyziky (1959–1989) Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. *Acta Universitatis Carolinae – Historia Universitatis Carolinae Pragensis* (dále jen AUC-HUCP) 64/1, 101–118 (2024).

3 Archiv Univerzity Karlovy (dále jen AUK), Rodinný archiv Ludmily Eckertové a Libora Pátého (dále jen RALELP). Fond není zpracován, čísla kartonů jsou tedy prozatímní.

4 AUK, RALELP. Křestní list L. Eckertové vydaný Farním úřadem u sv. Ludmily na Královských Vinohradech (16. 7. 1924).

5 Praha 5, ulice tvoří hranici mezi katastrálním územím Malé Strany a Smíchova.

6 AUK, RALELP, kart. 1, Rukopis paměti L. Eckertové, kapitola *Dětství*, oddíl *Vojáci*, s. 1–2.

7 Podrobněji k habitu vědce, kterého dle sociologa Pierra Bourdieu (1930–2002) silně formuje nejen jeho rodinné zázemí, ale i trávení volného času. Viz M. Franc et al.: *Habitus českých vědců 1918–1968*. Masarykův ústav a Archiv AV ČR, Praha 2021. ISBN 978-80-88304-65-4.

8 K pedagogickému působení voršilek v Čechách například M. Macková, *Voršilky v Čechách do roku 1918*. Univerzita Pardubice, Pardubice 2007. ISBN 978-80-7395-045-3.

Měření lidského těla od hlavy až k patě

Vojtěch Žák

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

Výuku fyziky a biologie, konkrétně biologie člověka, je možné na středních a základních školách různými způsoby smysluplně prolnout. V příspěvku nabízíme šest aktivit do výuky fyziky, jejichž podstatou je měření různých částí lidského těla, příp. měření fenoménů, které jsou s lidským tělem úzce spojeny. Z hlediska lidského těla „jdeme od hlavy až k patě“, přesněji od vlasů až po chodidlo, a z hlediska fyziky vstupujeme do optiky, akustiky, elektřiny a do základů měření. Podstatou aktivit jsou relativně snadná fyzikální měření se spíše jednoduchými pomůckami, která však zároveň umožňují rozvíjet hlubší úvahy.

1 Úvod

Propojení fyziky, konkrétně jednoduchých fyzikálních měření, a biologie člověka, újeji zkoumání charakteristik lidského těla, může být provedeno smysluplným způsobem, který může zvýšit situační zájem žáků o fyziku (aniž bychom to měli přímo výzkumně doloženo). Jako relativně spolehlivý český zdroj námětů (nejen v tomto případě) je možné využít např. *Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky* [1]. K vyhledávání relevantních námětů v něm můžeme použít „klíčové slovo“ *lidské tělo* nebo „téma“ *hraniční témata*. Z mezinárodních recenzovaných časopisů můžeme doporučit např. *Physics Teacher* (dostupný v databázi Web of Science) a *Physics Education* (databáze Scopus).

V tomto článku uvádíme šest aktivit, které spadají do různých oblastí fyziky a které jsou relativně nenáročné, pokud jde o pomůcky a materiál, jenž je k jejich realizaci ve výuce potřeba. Také z hlediska času potřebného k jejich přípravě a provedení jsou navržené aktivity poměrně nenáročné. Je možné je pojmut tak, aby byly vhodné do výuky jak na základních, tak na středních školách. Aktivity jsou níže popsány do takové míry podrobnosti, aby to ulehčilo jejich přípravu a poskytlo učitel i určitý nadhled.



2 Aktivity do výuky

2.1 Tloušťka mého vlasu

Zadáni:

Pomocí digitálního mikroskopu určete tloušťku jednoho ze svých vlasů.

Pomůcky:

digitální mikroskop, tablet (nebo notebook nebo počítač), lidský vlas, kancelářský papír, pravítko

Možný průběh:

Žáci si vytrhnou jeden nebo několik vlasů, položí je na list kancelářského papíru a pomocí digitálního mikroskopu připojeného k tabletu (notebooku nebo počítači) se snaží zaostřit na vlas a dosáhnout při tom maximálního zvětšení. Snímek se zvětšeným vlasem může na monitoru vypadat např. jako na obr. 1 (vlevo). Přímo na monitoru změříme pravítkem tloušťku obrazu vlasu (v našem případě byla přibližně 2,5 cm).

Kolikrát je vlas zvětšený, můžeme určit tak, že se digitálním mikroskopem podíváme na stupnici pravítka (typicky je třeba mírně doostřit). Dvě nejbližší rysky („čárky“ vymezující 1 mm) stupnice pravítka jsou vidět na obr. 1 (vpravo). Na monitoru našeho počítače



Obr. 1 Lidský vlas (vlevo) a „jeden milimetr“ (vpravo) zvětšený digitálním mikroskopem.

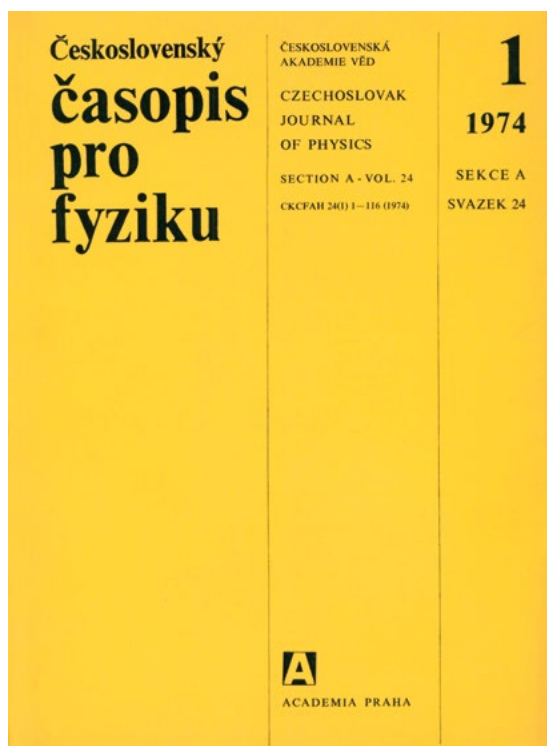
O čem psal Čs. čas. fyz. před 50 lety v roce 1974

vybral Jan Valenta

Čs. čas. fyz. A 24, 109 (1974)
/ Appendix

Novoroční poznámky

Na konci Appendixu šestého čísla minulého ročníku našel pozorný čtenář krátké Poděkování vedoucího redaktora. Těmito nenápadnými řádky se chtěl doc. Málek skromně rozloučit s funkcí vedoucího redaktora našeho časopisu. Mnozí čtenáři určitě nevědí, že za jeho vedení se časopis zásadně změnil. Dříve byly v Čs. čas. fyz. A publikovány pouze původní práce, referáty a v malém rozsahu zprávy a recenze knih. Marně byste hledali aktuality, překlady zahraničních referátů, rubriku Otázky a názory nebo Appendix. Časopis v té době odebíralo 600 čtenářů a institucí. Že časopis získal dnešní vnitřní náplň a vnější úpravu, je zásluhou kol. Málka, který dokázal soustředit kolem sebe aktivní spolupracovníky v redakčním kruhu a redakční radě. Soustavnou redakční a recenzní práci se mu podařilo zvýšit úroveň tak, že „žlutý časopis“ neleží pouze v regálech knihoven, ale je skutečně čten a studován fyziky i pracovníky průmyslu. O tom svědčí jeho současný náklad 1450 výtisků.



Rád využívám této příležitosti, abych jménem redakční rady, redakčního kruhu a všech našich čtenářů poděkoval kol. Málkovi za jeho dosavadní činnost, které po šest let obětoval nejen všechn svůj volný čas, ale asi i kus svého zdraví.

Když po velmi těžké operaci požádal kol. Málek v květnu loňského roku, aby byl uvolněn z funkce, ustanovilo kolegium fyziky ČSAV na jeho návrh mne jeho zástupcem až do doby jmenování nového vedoucího redaktora. Ročník 1974 jsme tehdy připravili oba společně v naději, že první číslo tohoto ročníku bude imprimovat již nový redaktor. Protože se však nepodařilo zajistit všechny potřebné kroky k jeho ustanovení dodnes, požádalo kolegium kol. Málka, aby s mým přispěním setrval ve funkci ještě pro ročník 1974. Nový redaktor se ihned po svém jmenování ujme přípravu ročníku 1975.

V letošním ročníku nebude provedena žádná podstatná změna, z technických důvodů měníme pouze pořadí rubrik. Z větších tematických celků upozorňujeme na články o kapalných krystalech a na větší komplex referátů věnovaných supravodivosti a Josephsonovu jevu. V oddíle Otázky a názory budeme pokračovat v seriálu Dítě a věda a zahájíme nový o historii objevů fyzikálních zákonů. Současně připravujeme v redakčním kruhu sérii článků o základních problémech kvantové mechaniky, z nichž první by měl být otištěn již v tomto ročníku. Páté číslo bude převážně monotematické a bude věnováno fyzikálním problémům moderní astronomie a otázkám kosmologickým. [...]

Nový ročník nebude tedy ničím mimořádný, ale snad se nám podaří, že každý čtenář v něm pro sebe naleznе něco zajímavého.

Miloš Matyáš

Čs. čas. fyz. A 24, 169 (1974)
/ Krátká sdělení

Lžíce Superhladomorka

K našemu článku o Járovi Cimrmanovi z aprílového čísla loňského ročníku¹ se vracíme stručnou zprávou o zdokonalené lžíci Hladomorce, která navíc již je seriově vyráběna a je levně k dostání. Připojený obrázek představuje fotografii exempláře uloženého v redakci. Z hlediska fyzikálního je hlavní výhodou potlačení

1 [pozn. red. 2024] viz: O čem psal Čs. čas. fyz. před 50+ lety v roce 1973. Čs. čas. fyz. 74(1), 33–36 (2024).

Ukládání vodíku v pevných materiálech

Jana Žďárská

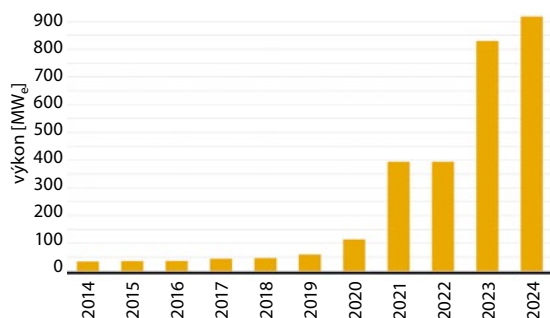
Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Poptávka po elektrické energii neustále stoupá. Nadto je potřeba ji vyrábět pokud možno co nejvíce ekologicky a také ji ukládat tak, aby byl možný nejen její snadný transport, ale i následné operativní a rychlé použití. Vědci z Ústavu fyziky materiálů se této problematice již dlouhodobě intenzivně věnují a během několika let se jejich pracoviště zařadilo mezi světovou špičku v této oblasti výzkumu. Pojďme se společně zamyslet nad jejich současnými příspěvky k poznání v tomto oboru.

Asi můžeme s klidným svědomím konstatovat, že vyrábět elektrickou energii dokážeme dobře. Ať už z neobnovitelných zdrojů, nebo i jinými, ekologičtějšími způsoby výroby. Složitější situace nastává, pokud chceme elektrickou energii uchovávat. V současné době jsme schopni elektrickou energii skladovat pouze omezeně, a to v akumulátorových bateriích, galvanických článcích, kondenzátorech či v jiných systémech, jako jsou například přečerpávací elektrárny nebo seřvračníky.

Problém s ukládáním elektrické energie je v současné době, i v souvislosti s ekologickou čistotou její výroby, dost zásadní. Lidská činnost totiž klade stále větší nároky na snadno dostupné a stabilní zdroje energie. Je tedy potřeba vyřešit, jaké vybrat nosné médium, které by splňovalo ekologické parametry, ale také umožňovalo snadný transport a následné využití této energie.

Vhodným nosným médiem by mohl být „zelený“ vodík, a to nejen jako palivo k přímému spalování, ale i pro výrobu elektřiny v palivových článcích. Jde o neomezeně obnovitelné médium s nízkou uhlíkovou stopou. „Přívlastkem zelený se označuje vodík vyrobený ekologicky elektrolýzou za použití obnovitelných, uhlíkově neutrálních zdrojů. Na rozdíl od vyrobené elektřiny se barevnou konvencí rozlišuje vodík podle jeho způsobu výroby a jeho škodlivosti na životní prostředí.



Obr. 1 Celosvětový výkon provozovaných zdrojů zeleného vodíku, tedy zdroj obnovitelné el. energie + vodík vyráběný z vody. Zdroj: (IEA)

Jako nejproblematičtější se jeví výroba šedého vodíku z fosilních paliv bez zachycování CO₂. Mnohem příjatelnějšími technikami se vyrábí nízkouhlíkový vodík, označovaný jako modrý. Do této kategorie patří například tyrkysový vodík, který se vyrábí pyrolyzou metanu přímo na vodík a na neškodný pevný uhlík, či zelený vodík – tedy obnovitelný vodík, vyráběný pomocí energie z obnovitelných zdrojů. Jak ukazuje (obr. 1), výroba zeleného vodíku je celosvětově na vzestupu,“ vysvětluje Lubomír Král.



Obr. 2 Měření kinetických a termodynamických vlastností ukládání vodíku se provádí pomocí přístrojů založených na Sievertsově metodě.

V případě vyřešení levné a ekologické výroby vodíku vyvstává také poměrně zásadní problém – jak ho efektivně a bezpečně uložit. Vodík má sice skvělý poměr využitelné energie vzhledem ke své hmotnosti, ale má bohužel nízkou objemovou hustotu energie. Za normálních podmínek – při atmosférickém tlaku a pokojové teplotě – zabere 1 kg vodíku objem více než 10 m³. Proto je nutné vodík například zkapatnit či stlačit, což není ani příliš bezpečné, ani levné. Stlačený vodík se v současné době již používá. Jedná se však o situaci, kdy je spotřebitel nucen používat tlakovou nádobu s výbušným plynem pod vysokým tlakem okolo 70 megapascalů (700 atmosfér).

Nastává tedy otázka, jak vodík uchovávat lépe či jinak? V posledních letech se ukázalo, že mnohem

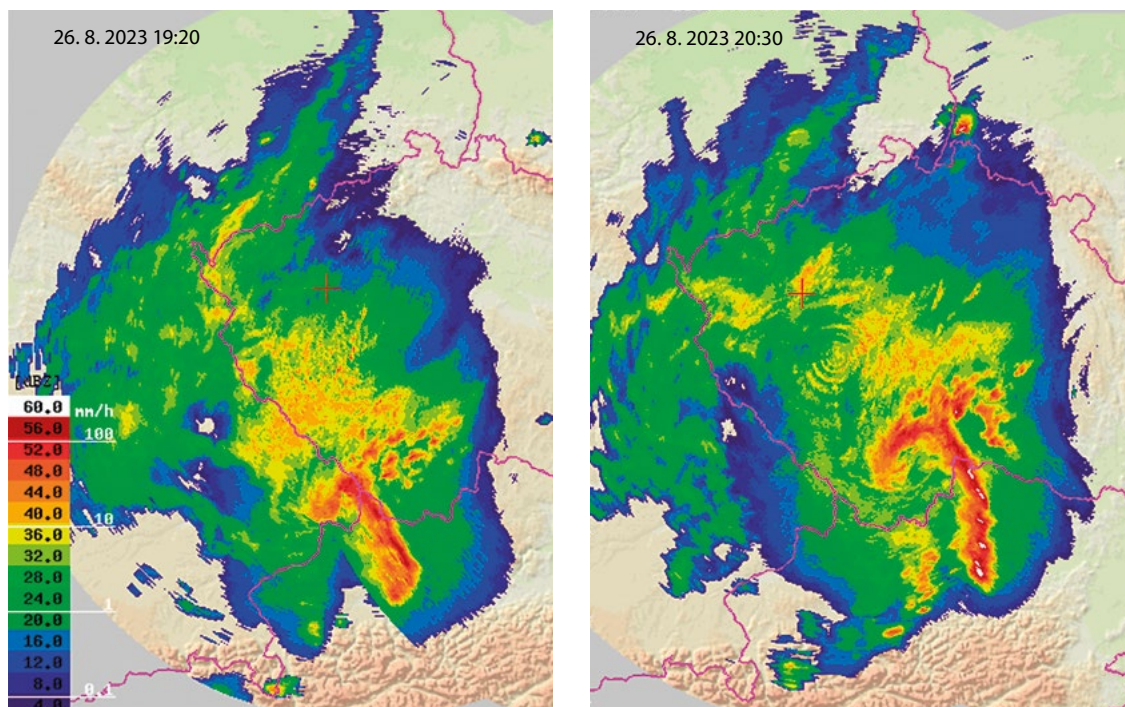
Cumulonimbus – mezoměřítkové konvektivní systémy II.

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

Linie bouří, označovaná jako squall line, se může v průběhu života v některé části prohnut směrem dopředu a přejde tak do bouře označované jako bow echo. V něm můžeme očekávat velmi intenzivní nárazy větru, někdy dokonce i na rozsáhlém území.



Obr. 1 Výstupy z radarového měření Českého meteorologického ústavu ze dne 26. srpna 2023 v čase 19:20 SELČ (vlevo) a 20:30 SELČ (vpravo). Na levém obrázku je u jižní hranice ČR zřetelné pásmo silných bouří seřazených do linie (SQL), na pravém obrázku o 70 minut později patrné prohnutí linie bouří směrem dopředu (bow echo). V horní části bow echa je patrné zatočení bouří do mezoměřítkového víru (proti směru hodinových ručiček), který je příkladem vlivu Coriolisovy síly na rozsáhlý systém konvektivních bouří. Tento jev se někdy označuje jako comma-echo. Zdroj obrázku: Lukáš Ronge, Amatérská meteorologická společnost, zdroj dat: ČHMÚ

V minulém díle jsme si představili první koncepční model mezoměřítkových systémů (MCS) – squall line (SQL).¹ V něm se díky složitému proudění uvnitř celého systému vyvíjí týlový vtok, který míří ze zadní strany směrem dolů a dopředu do bouře. Tento se-

1 P. Zacharov, J. Žďárská: Cumulonimbus, oblač známý neznámý, díl pátý, mezoměřítkové konvektivní systémy I. Čs. čas. fyz. 74, 391–393 (2024).

stupný týlový vtok pak může na povrchu vyvolat silný vítr včetně škod způsobených silným větrem. A pokud bude týlový vtok velmi intenzivní, může urychlit část linie bouří a zapříčinit tak prohnutí této části linie (viz obr. 1). Prohnutí čela SQL může být způsobeno také downbursty, propady studeného vzduchu připomínajícími vznik bazénu studeného vzduchu a gust fronty, ale s rychlejším větrem. Stejně jako když jsme popisovali

XXI. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky

Aleš Trojánek

Gymnázium Velké Meziříčí; trojane@gvm.cz

Ve dnech 20.–23. srpna 2024 se konal na Gymnáziu Velké Meziříčí XXI. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky.

Seminář byl pořádán Komisí pro vzdělávání učitelů matematiky a fyziky JČMF a Gymnáziem Velké Meziříčí. V srpnu přijelo do Velkého Meziříčí 50 středoškolských a vysokoškolských učitelů matematiky a fyziky, ale i pracovníků z vědeckých ústavů a studentů doktorského studia těchto oborů. Na některé přednášky se dostavili také posluchači z řad veřejnosti.

O programu semináře asi nejlépe vypovídá přehled přednesených vystoupení:

- Dag Hrubý: Binární relace



Obálka předseminární brožury. Autorem fotografie Antona Zeilingera je Jan Valenta

- Martin Kozák: Attosekundová fyzika a metrologie
- Jiří Bouchala: Cantorova hospoda
- Miloslav Dušek: Strašidelné působení na dálku aneb Nobelova cena za fyziku v roce 2022
- Jan Valenta: Na velikosti (někdy) záleží – zejména v nanosvětě. Průkopníci oboru polovodičových kvantových teček získali Nobelovu cenu za chemii v roce 2023



Zahájení semináře. Foto: Tina Kárníková, Velkomeziříčsko

- Aleš Trojánek: O jedné analogii: Elektron vázaný na úsečku – stojatá de Broglieova vlna
- Tomáš Nečas: Kam směřuje gymnaziální fyzika?
- Mirko Rokyta: Čím nás mate a čím nás nemate matematika
- Jiří Podolský: Teoretická mechanika ve třech knihách – koncept a obsah nové univerzitní učebnice
- Radomír Halaš: Ordáňovy trojúhelníky a čtyřúhelníky
- Jan Novotný: Prostor, čas a prostoročas. Od Eukleida přes Newtona k Einsteinovi
- David Rybák: Odkud vím, že to, co vím, vím? K některým výchovným aspektům Husserlovy fenomenologie
- Aleš Kobza: Pozoruhodné vlastnosti kruhové inverze



Pohled na účastníky semináře při přednášce. Foto: Tina Kárníková, Velkomeziříčsko

- Štefan Zajac: Představení knihy Jana Obdržálka: Průřez mechanikami – klasikou, relativistickou i kvantovou – pro fyziky a nefyziky

Během semináře byla slavnostně představena nová univerzitní učebnice prof. Podolského: *Teoretická mechanika ve třech knihách. Karolinum. Matfyzpress, Praha 2024*. Knihu pokřtili děkan MFF UK Mirko Rokyta, člen ediční komise Jan Valenta a recenzent Jan Novotný. Zájemci si mohli novou knihu zakoupit s 20% slevou. Toho hojně využili.



Dag Hrubý při diskusi. Foto: Jan Valenta

Součástí semináře byl i společenský večer a přijetí na radnici ve Velkém Meziříčí starostou Ing. arch. Alexandrosem Kaminarosem. Účastníci semináře ocenili ve vystoupení pana starosty přístup vedení města k řešení koncepčních záměrů a úkolů.

V předstihu byla k dispozici předseminární brožura s programem semináře a s anotacemi přednášek. Tato brožura a prezentace jednotlivých přednášek jsou vystaveny na stránkách Semináře – Gymnázium Velké Meziříčí (gvm.cz).

Fantastický tábor Výfuku 2024

Lukáš Linhart

Korespondenční seminář Výfuk, V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8; lukas.linhart@vyfuk.org

Na přelomu července a srpna se na Vysočině setkala třicet dětí ve věku od jedenácti do patnácti let, aby se zúčastnily již dvanáctého ročníku letního tábora pro nejlepší řešitele korespondenčního semináře Výfuk. Užily si dva týdny nabitého odborného i neobdobného programu, ale hlavně – strávily je s podobně smýšlejícími kamarády z celé republiky.

Korespondenční seminář Výfuk (Výpočty fyzikálních úkolů) v roce 2024 úspěšně završil svůj třináctý ročník. Za celou dobu své existence ukázal stovkám dětí, že fyzika či matematika nejsou nuda, ba právě naopak – nabízejí množství zajímavých problémů. Funguje na podobném principu jako celá řada dalších korespondenčních soutěží. V průběhu školního roku vychází šest sérií se sedmi úlohami různé obtížnosti. Účastníci elektronicky či poštou odešlou svá řešení, organizátoři je opraví a obodují a spolu se vzorovými řešeními a výsledkovou listinou zašlou zpět. Právě konkrétní zpětná vazba je pro začínající přírodovědce velice cenná a pomáhá jim posouvat se dál.

Za roky své existence se Výfuk může chlubit řadou úspěšných řešitelů. Většina z účastníků zůstává přírodovědným oborům věrná i na střední a následně vyso-



Letní tábor je hlavní odměnou za řešení Výfuku pro asi 30 nejlepších.

ké škole. Mnoho z těch, kteří se v minulých letech vyskytovali na výsledkových listinách semináře, se nyní může chlubit úspěchy v národních i mezinárodních kolech předmětových olympiád či studiím na prestižních univerzitách po celém světě. Výfuk je zkrátka skvělý start pro úspěšnou kariéru.

Kromě samotné soutěže pořádá Výfuk i prezenční akce, na nichž se mohou účastníci seznámit mezi sebou i s organizátory z řad středo- i vysokoškolských studentů z celé republiky. Na jaře a na podzim probíhají víkendová setkání řešitelů a v létě se koná tradiční „výfuk“ tábor pro třicet nejlepších řešitelů. Vzhledem k obrovské konkurenci několika stovek účastníků v po-



Řešitelé dostávají možnost poznat své vrstevníky s podobnými zájmy a samozřejmě také starší organizátory.

sledním ročníku je možnost jet na dvoutýdenní tábor největší odměnou za celoroční snahu.

Letos se účastníci sjeli v Panenské Rozsíčce na Vysočině a hned od prvních minut mohli plnými douškami nasávat legendovou náladu. Tentokrát byl tábor inspirován fantasy světem a legendární hrou Dračí doupě. Celý organizátorský tým uvítal děti v propracovaných kostýmech a všichni vyráželi směrem k ubytování natěšení na nastávajících čtrnáct dní.

Po úvodních seznamovacích hrách, byrokratickém kolečku a obecných táborových informacích se pak všichni mohli konečně vrhnout na jejich hlavní celotáborový cíl – stali se totiž dobrodruhy začátečníky a jejich velkým snem bylo vypracovat se ve světoznámé hrdiny. Cesta ke slávě však rozhodně není jednoduchá!



Neodmyslitelnou součástí „výfukového“ tábora je bohatý odborný program.

Teoretická mechanika ve třech knihách

KŘEST UČEBNICE JIŘÍHO PODOLSKÉHO V GALERII KVALITÁŘ

Jana Žďárská

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

V pátek 30. srpna 2024 proběhl v galerii Kvalitář slavnostní křest univerzitní učebnice Jiřího Podolského *Teoretická mechanika ve třech knihách*. Hostitelem byl hlavní kurátor galerie Kvalitář Jan Dotřel, který je zároveň autorem obálky této publikace. Před tímto křtem již byla učebnice představena na XXI. ročníku semináře o filosofických otázkách matematiky a fyziky 22. srpna 2024 ve Velkém Meziříčí.

Galerie většinou nabízí svým návštěvníkům pohled na různá umělecká díla. Nejinak je tomu i v galerii Kvalitář¹. Vstoupíte-li do tohoto graciézního prostoru poblíž Jindřišské věže, po pár okamžicích vám bude nabídnut neopakovatelný vhled i do (obrazně řečeno) poněkud jiných a nečekaných sfér. Snad je to dáno jistým nenásilným prolínáním vědy s uměním, snad atraktivními tématy, kterým dominují především přírodní vědy a vesmír. Vždyť příjemnou součástí křtu učebnice *Teoretická mechanika ve třech knihách*² byla i komentovaná prohlídka skupinové výstavy Sphera vol. I, jejímž tématem je studium koule jako elementárního tvaru.

Učebnici *Teoretická mechanika ve třech knihách* vydaly Nakladatelství Karolinum a MatfyzPress. Dílo je patřičně uceleným a navzájem propojeným souborem

1 Jana Žďárská: Galerie Kvalitář – věda, umění a prostor. Čs. čas. fyz. 74, 27–29 (2024).

2 Karolinum a MatfyzPress, Praha 2024. ISBN: 978-80-246-5746-2 a ISBN: 978-80-7378-499-7, 432 stran, pevná vazba.



Obr. 1 Učebnici *Teoretická mechanika ve třech knihách* vydaly Nakladatelství Karolinum a MatfyzPress. Foto: Jana Žďárská



Obr. 2 „Chtěl jsem, aby celá učebnice byla adekvátní co do rozsahu, rigorózní co do výkladu, ale přitom zůstala srozumitelná a přívětivá svým stylem,“ podotýká Jiří Podolský. Foto: Jana Žďárská

tří knih, které jsou moderní učebnicí teoretické mechaniky, určené především pro studenty Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy. První kniha zahrnuje klasický výklad Lagrangeova a Hamiltonova formalismu pro hmotné body, tuhé těleso i kontinuum, druhá elegantní podobu těchto formalismů v jazyce diferenciální geometrie, jež je oprostěna od souřadnic. Ve třetí knize jsou vzorově vyřešeny pečlivě zvolené typové příklady k procvičení. Zmíněny jsou i názvy

DVĚ STOLETÍ V ŽIVOTĚ POZOROVATELE

Křest autobiografie astronoma Jiřího Grygara

Jana Žďárská

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

V úterý 10. září byla v literární kavárně Nakladatelství Academia slavnostně pokřtěna autobiografie Jiřího Grygara s názvem *Dvě století v životě pozorovatele*. Kniha na 656 stranách představuje bohatý profesní i osobní život autora a zabývá se i situacemi a lidmi, kteří různými způsoby ovlivnili jeho astronomickou kariéru i osobní život. Kmotry publikace byli prof. Zdeněk Mikulášek a prof. Norbert Werner.

Jméno Jiří Grygar¹ je ve světě vědy a především astronomie velmi dobře známé a dalo by se říct, že je z jistého pohledu takřka synonymem pro popularizaci astronomie. Vždyť většina z nás, kdož upíráme oči k hvězdnému nebi, od něj nejspíše něco četla, něco slyšela či jím byla k astronomii jiným způsobem inspirována.

Významný astronom, špičkový popularizátor vědy a sportovec duší i tělem – to všechno je Jiří Grygar. Vědec, který vydal nespočet knih, získal mnoho prestižních ocenění, byl předsedou České astronomické společnosti a za astronomii by doslova dýchal. Pro nás všechny je však Jiří Grygar především také tím, kdo

nám otevřel „okna vesmíru dokořán“. To když se v roce 1981 ve stejnojmenném pořadu objevil na televizní obrazovce a stal se tak astronomickým „učitelem“ našeho národa. Na tento, v té době ojedinělý astronomický pořad se skutečně nedá jen tak zapomenout.

Když jsem s Jiřím Grygarem v roce 2020 psala pro Československý časopis pro fyziku životopisný rozhovor, zaujal mě nespočet zážitků a událostí z jeho života. Ale asi nejvíce to, jak se sám učil jako malý předškolní chlapec číst. V této zajímavé epizodě jeho dětství jsem intenzivně vnímala jeho zvědavost, vytrvalost, touhu jít si za svým – za tím, pro co se rozhodl a co považoval za správné. Tehdy mi na otázku, jak vzpomíná na své dětství v Brně, odpověděl: „V Brně jsem měl přísný režim. Když jsem byl celý týden hodný, tak mi táta v neděli odpoledne přečetl přílohu *Nedělní lidové noviny* dětem.

¹ Jiří Grygar, Jana Žďárská: Otevřel okna vesmíru. *Čs. čas. fyz.* 70, 298–305 (2020).



Obr. 1 Jiří Grygar – významný astronom, špičkový popularizátor vědy a sportovec duší i tělem. Foto: Jana Plavec, Akademie věd ČR

Původ vody ve vesmíru a na Zemi

ROZHOVOR O VZNIKU VODY NA POVRCHU METEORITU BOMBARDOVÁNÍM „STELÁRNÍM“ A „SOLÁRNÍM“ VĚTREM

Svatopluk Civiš¹, Jana Žďárská²

¹ Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, Dolejškova 2155/3, 182 28 Praha 8-Kobylisy

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

Vědci se již dlouhou dobu snaží zjistit, jakým způsobem vznikla nebo jak se dostala voda na planetu Zemi. Zdali se tak stalo již při formování Sluneční soustavy, nebo až později – třeba prostřednictvím dopadu těles v době pozdního velkého bombardování (Late Heavy Bombardment – LHB) asteroidů, které do planety Země narážely. Astronomické poznání vesmíru v současnosti velice pokročilo a nabízí řadu řešení, jak se odpovědi na tuto fundamentální otázku přiblížit. O tom, co je nového v této oblasti laboratorního výzkumu, jsme hovořili s fyzikálním chemikem prof. RNDr. Svatooplukem Civišem, DSc., z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

■ **Jana Žďárská:** Působíte jako fyzikální chemik a mimo jiné se významnou měrou věnujete chemickému výzkumu vesmíru. Opakoval a testoval jste Millerovy–Ureyovy pokusy¹, týkající se vzniku aminokyselin za působení elektrických výbojů v prvopočátcích planety Země, studoval jste vznik metanu na Marsu^{2,3} a nyní jste s kolegy úspěšně publikoval článek o vzniku vody

na Zemi v prestižním americkém časopise *Astrophysical Journal*. Přiblížili jste se díky tomu zase o krok blíže k poznání vzniku života na Zemi?

Svatopluk Civiš: Dlouhá léta se zabývám studiem polovodičových materiálů, celá řada z nich se vyskytuje v krystalické formě na Zemi i na planetách včetně meteoritů v hojné míře. Fascinují mě vlastnosti těchto materiálů i jejich přesah, funkce v přírodě kolem nás i mimo naši planetu. V této studii o vzniku vody ve vesmíru a původu vody na Zemi je to v pořadí již třetí jev, který mě nadchl a inspiroval k aplikacím spojeným s vesmírem

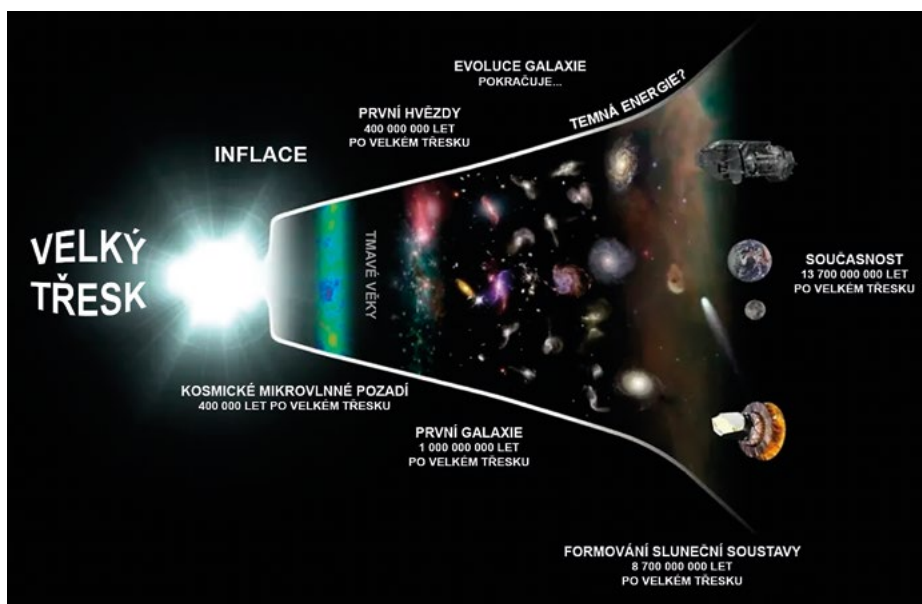
1 <https://doi.org/10.1073/pnas.1700010114>

2 Svatoopluk Civiš, Jana Žďárská: Nalezne Perseverance původ metanu na Marsu? *Čs. čas. fyz.* 71, 160–168 (2021).

3 <https://www.nature.com/articles/s41550-017-0260-8>

Obr. 1

Několik sekund po velkém třesku se jako první v gluon-kvarkovém plazmatu objevily atomy vodíku. Avšak první hvězdy vznikly až 400 milionů let po velkém třesku. Poté musely projít procesy vzniku a zániku, při kterých se teprve objevily složitější prvky, včetně kyslíku. Teprve potom mohla vzniknout voda.



Lidskost a oddanost vědě

Před 100 lety se narodil fyzik prof. RNDr. Miroslav Bajer, DrSc.

Petr Kašing

Archiv VŠB – Technické univerzity Ostrava, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba; petr.kasing@vsb.cz

V letošním roce jsme si připomněli 100. výročí narození a 45. výročí úmrtí pedagoga a vědce prof. RNDr. Miroslava Bajera, DrSc., který byl více než čtvrt století spjat s Vysokou školou báňskou v Ostravě (dnes Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava) a její katedrou fyziky. Právě první z uvedených výročí je hlavním důvodem, abychom tuto osobnost české vědy připomněli. Ve své odborné činnosti se věnoval aplikaci fyziky při řešení problematiky hornické činnosti a jeho práce měly zásadní význam při řešení závažných technických a bezpečnostních otázek provozu hlubinných dolů.

Předkládaný příspěvek k osobnosti Miroslava Bajera vychází nejen ze studia dokumentů uložených ve fondech Archivu VŠB-TU Ostrava [1], ale rovněž řady již dříve publikovaných článků [2] a vzpomínek jeho kolegů, které byly uveřejněny v publikacích zaměřených na dějiny VŠB-TUO či katedry fyziky [3].

Mládí a studium

Miroslav Bajer se narodil 24. července 1924 v Příboře (okres Nový Jičín) jako v pořadí třetí dítě manželů Ferdinanda (*1886) a Marie (*1890) Bajerových a vyrůstal společně se svými dvěma staršími sestrami Josefou (*1918) a Andělou (*1920). Rodina žila v domě, který si rodiče postavili. Otec pracoval jako tovární dělník v cementárnách ve Štramberku, maminka byla později dělnicí v punčochárně firmy Reiser v Příboře. Když bylo Miroslavovi sedm let, jeho otec zemřel a on se tak stal jednostranným sirotkem. Starost a výživa rodiny zůstala pouze na matce. Na zlepšení nelehké sociální situace zatížené navíc splátkami dluhu na domě se v rámci svých možností podíleli všichni tři sourozenci. Matce pomáhali se zpracováním materiálu, který si přinášela z punčochárny domů.

V tomto období Miroslav Bajer navštěvoval v Příboře obecnou školu a v roce 1935 přestoupil do tamějšího gymnázia, na němž studoval až do počátku okupace. Po mnichovském diktátu v roce 1938 byl Příbor začleněn do tak zvaného V. okupačního pásma, tedy území, které muselo Československo postoupit Německu. Obecné a měšťanské školy mohly v Příboře zůstat, střední školy musely být přestěhovány na neokupované území [4]. Příborské gymnázium bylo přesunuto do Frenštátu pod Radhoštěm a pro Miroslava Bajera se stalo dojíždění s ohledem na uvedenou sociální situaci nereálné. Proto přestoupil na německé gymnázium, na němž studoval až do roku 1941, kdy se podmínkou dalšího studia stalo přihlášení k německé



Prof. RNDr. Miroslav Bajer, DrSc.

národnosti. Za dané situace nechtěl ve studiu pokračovat a školu opustil. Byl označen za politicky podezřelého a musel se přihlásit na pracovní úřad. Ve svých sedmnácti letech byl přidělen jako pomocný dělník k Silniční správě v Příboře a až do osvobození pracoval na stavbě cest.

V roce 1945 se přihlásil na gymnázium v Místku, ale na podzim téhož roku přestoupil na nově otevřené gymnázium v Příboře. Po složení maturitní zkoušky v červnu 1946 se rozhodl přihlásit se ke studiu matematiky a fyziky na Přírodovědeckou fakultu Masarykovy univerzity v Brně. Coby student se stal pomocnou



Naslouchejme pozorně! Signály jsou všude.

2025
pour féliciter

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

Čs. čas. fyz.
ccf.fzu.cz

Abstracts of selected articles

Jiří Pavlů: The seventh cross on the spine of the Department of Surface and Plasma Physics

The Department of Surface and Plasma Physics at Charles University's Faculty of Mathematics and Physics celebrated its 70th anniversary in the 2023/2024 academic year. Founded in 1953, the department has grown through various achievements and milestones, to become one of the largest departments in the faculty. On January 26, 2024, a celebration was held at the faculty premises at Malá Strana, in the Refectory of the former Jesuit college. The celebration included international students and alumni sharing their experiences, emphasizing the department's support and welcoming environment. A musical tribute to Newton's *Principia*, composed by Assoc. Prof. Jan Wild concluded the official program. The displayed historical artifacts and department memorabilia underscored the pride in the department's achievements and promising future.

Pavel Kocán, Pavel Sobotík, Ivan Ošťádal: Chaos vs. arrangement of organic molecules

Experimental research of self-ordering of organic molecules on solid surfaces carried out at the Department of Surface and Plasma Science of Charles University is presented in a brief overview. Scanning tunnelling microscopy was used for observation of individual molecules arranged in different ways. The strength of intermolecular interactions decides whether the surface will be dominated by chaos by creating a two-dimensional gas, or whether the molecules will arrange themselves into periodical networks. We show that it is possible to switch between these states by means of an external electric field. These results are important for understanding and controlling molecular surface kinetics and development of supramolecular electronics in future.

Jana Šafránková, Zdeněk Němeček, Tereza Ďurovcová, František Němec: Changes of solar wind during its travel to Earth

This article highlights the problems associated with predicting the parameters of the solar wind at the moment it hits the Earth's magnetosphere. In the first chapter, we show the ambiguity of concepts such as velocity or density in the magnetized collisionless multicomponent plasma of the solar wind. In the following chapters, we discuss the hypotheses dealing with its release from the solar corona and address the difficulties associated with its expansion into the heliosphere. In the last chapter, we give an illustrative example

of the prediction of the propagation of a recent coronal mass ejection, the consequences of which could also be observed in Czechia.

Karel Mašek, Viktor Johánek, Josef Mysliveček: Catalysts from a physicist's point of view

A variety of solids can be used as a catalyst, but they can vary significantly in their effectiveness. Currently it is acknowledged that the best catalysts for many chemical reactions rely on noble metals such as platinum, palladium, rhodium and others. One of the challenges of current science is to find new catalysts with higher availability and lower price. While the typical approach of chemists tends to be rather extensive and more empirically based, physicists are trying to follow (often more tedious) paths of a more general understanding of the basic principles that govern catalytic processes on solids.

Radek Plašil, Petr Dohnal: Formation of water among the stars

Water, a simple molecule essential to the origin and maintenance of life, yet the mechanism by which it originates in interstellar space is not fully understood. The experimental study of the reactions leading to the formation of water under conditions close to those in the cold regions of interstellar plasma can provide essential information, not only on the chemical evolution in such environments, but also on the processes leading to the formation of planets.

Tomáš Gronych, Martin Vičar: High vacuum benchmark

Measurement of low pressures, i.e., vacuum, requires the use not only of an appropriate measurement system, e.g., a vacuum gauge based on an appropriate physical principle, but also of an appropriate determination of its scale. For calibration of utilised gauges there are procedures, where the primary standard for a given vacuum range is the highest reference point, setting the benchmark for accuracy in that range. For the high vacuum range, standards are based on the principle of dynamic expansion of gas. These are special vacuum apparatuses, by which it is possible to let the gas pass through a defined thermodynamic process from a state in which the pressure is measurable by known primary methods to a state with a significantly lower pressure.

Marek Brčák: Biography of Ludmila Eckertová (1924–2009) and her memoirs

This article describes the biography of the physicist Ludmila Eckertová (1924–2009) based on her memories and sources from the Archive of Charles University (in particular: Family archive of Ludmila Eckertová and Libor Pátý, and the Faculty of Mathematics and Physics of Charles University).