

5 / 2024
SVAZEK 74

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**®

- NOBELOVA CENA ZA FYZIKU 2023: ATTOSEKUNDOVÉ PULZY • CUMULONIMBUS
- ANALEMA A SOLAROGRAFIE • POSTŘEHY Z LINDAU • STARÝ POKLAD FYZIKY
- GRAVITAČNÍ OBSERVATOŘ LISA • ALMA VIDÍ OSTŘEJI • 10 000 NÝTŮ •



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 5/2024

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: říjen 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

Antroponoce – advent antropocénu



Geologové sice zatím odmítli definici antropocénu jako dalšího geologického období¹, ale o destrukčním vlivu lidstva (zhruba 8,2 miliardy lidí²) na stav planety Země již není pochyb – zdá se, že globálnímu oteplení přes 2 °C už nezabráníme³, což u nás na pevnině bude alespoň dvojnásobek a přinese to katastrofy mnohem horší a častější než letošní rekordní srážky a povodně.

Pokud náhodou letos nepříjde těch několik chladnějších dní ve vhodný čas, ladovská zima opět nenastane. Koulování, lyžování, stavění sněhuláků či bruslení postupně přejde do prstonárodních báchovek a do sci-fi. Kdy může být lepší čas se nad tím zamyslet než během nadcházejících dlouhých nocí, času adventního a vánočního?

Čas adventní ovšem – díky tomu, že pohyby nebeských těles ve Sluneční soustavě zatím nemáme ve své moci – přichází s pravidelnou periodicitou. Ať už kdo má, nebo nemá ponětí o křesťanském původu adventu a Vánoc, o jeho příchodu bude informován vánočním zbožím a reklamami v super-, giga- i minimarketech s předstihem mnoha týdnů. Svátek konzumu musí být přece úspěšnější než loni, jinak ekonomičtí odborníci budou následně v médiích rozebírat stagnaci či, nedej Bože, recesi. „Proč nám ti nezodpovědní občané podkopávají prosperitu nízkým konzumem?“

Jednou z hlavních komponent ladovských Vánoc, které ztrácíme, je vedle sněhu a křesťanských kořenů i tma. Kdo si ještě pamatuje, jak nádherná byla Mléčná dráha za zimních večerů na venkově? Pod nohama křupal sníh a jinak kolem dokola bylo ohlušující ticho. Člověk měl pocit, že je součástí vesmíru.

Proč dnes potřebujeme umělé osvětlení všude, proč jej nedokážeme efektivně vypínat? Proč musí svítit celou noc? O světelném znečištění se mluví možná už desítky let. Mluvíci Astronomického ústavu AV ČR Pavel Suchan věnoval velké úsilí boji proti světelnému smogu, ale odezva je malá. Obecní zastupitelé asi předpokládají, že se lidé bojí tmy. Proto se dnes veřejné osvětlení nevypíná už ani v nehlubší noci⁴. Přitom dnešní elektronika umožňuje snadno zajistit vypínání a zapínání zdrojů světla založených na LEDkách – podle toho, zda se u nich pohybuje člověk. A prakticky každý má u sebe „baterku“ jako součást univerzálního osobního přístroje zvaného mobil. Měli bychom si stále opakovat heslo: „Svítit jen tam, kde je potřeba, a v době, kdy je třeba.“ Za mého mládí, kdy výpadky elektrického proudu byly časté, se hlásalo: „Nesvíti se někde zbytečně?“

Světelné znečištění je pouze jedna ukázka toho, jak lidská společnost nedokáže vyřešit ani takový problém, jenž nevyžaduje žádné velké prostředky a pro něj jsou potřebná technická řešení k dispozici. Co je překážkou? Lidská pohodlnost, ignorance, sebestřednost, ztracení času blbostmi, odsouvání řešení důležitých věcí na jiné a na později, kdy už problém většinou přeroste ve velký průšvih?

Vánoční období je charakterizováno zvýšenou hladinou světelného smogu. Jistě, všechna ta světélka na sloupech, domech i stromech mohou vytvářet příjemnou atmosféru, ale musí jich být tolik? Nemohla by se zapínat jen na několik hodin večer a případně chvilku ráno? Neměl by každý jejich „instalatér“ přemýšlet o tom, aby nesvítila zbytečně do nebe?

Kromě světelného smogu jsou advent i Vánoce charakterizovány také zvukovým znečištěním – proč musí v téměř každém obchodě, kavárně a restauraci „vyřvávat“ rádio? To ovšem platí nejen pro toto období. I těch znečištění najdeme více – třeba informační, vizuální, ... Na rozdíl od chemického zamoření má to světelné a zvukové výhodu, že po vypnutí zdroje zmizí rychlostí světla, respektive zvuku. U (dez)informačního smogu si tím nejsem jist – mnoho nesmyslů se stále šíří, i když byly spolehlivě vyvráceny.

Čas dlouhých nocí bychom měli zejména my vědci věnovat přemýšlení o tom, jak očistit svět od všech možných antropogenních kontaminací. Začít můžeme nejlépe u sebe. Nezkoušejte se bránit námitkou, že jednotlivec přeci nic nezmení! Jako vědci, kteří umíme pracovat s podloženými informacemi, bychom měli více působit na své okolí a přispívat k řešení celospolečenských problémů. A to i v případě, že se náš vlastní výzkum týká trochu jiných témat. Tak mě napadá – vzhledem k naléhavosti situace –, že bychom i ve své práci měli přemýšlet, kterým směrem své bádání orientovat, aby případně přispělo k řešení zmíněných problémů či k adaptaci na katastrofy, které přijdou.

Přeji vám, abyste si i v předvánočním shonu dokázali najít klidné chvíle na přemýšlení.

Jan Valenta

- 1 Začátek antropocénu jako geochronologické epochy je kladen do období mezi léty 1948 a 1958.
- 2 Viz <https://www.worldometers.info/cz/>. Autor varuje, že se jedná o velmi depresivní stránku!
- 3 W. J. Ripple et al.: The 2024 state of the climate report: Perilous times on planet Earth. *BioScience* 0, 1–13 (2024). Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/biosci/biae087>.
- 4 Viz [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/svetelne_znecesteni/\\$FILE/OPSZP-Prirucka_spravneho_osvetlovani_MZP-20230619.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/svetelne_znecesteni/$FILE/OPSZP-Prirucka_spravneho_osvetlovani_MZP-20230619.pdf).

Obsah

OTÁZKY A NÁZORY

Obloha Stredozeme – astronómia
v Pánovi prsteňov ako motivácia
pre študentov 328

Časť 2

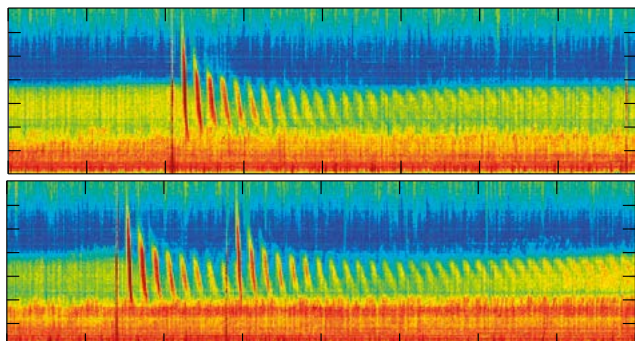
Patrik Čechvala



AKTUALITY

Silné zimní blesky vybudily
dlouhotrvající hvízdání v okolí Země 334

Ivana Kolmašová, Ondřej Santolík



NOBELOVA CENA ZA FYZIKU 2023

Slavnostní projev před předáním
Nobelovy ceny za fyziku 2023 336

Eva Olssonová



Projev Anne L'Huillierové na banketu
po udílení Nobelových cen 337

Anne L'Huillierová

NOBELOVA CENA ZA FYZIKU 2023

Životopisy laureátů Nobelovy ceny
za fyziku pro rok 2023 338

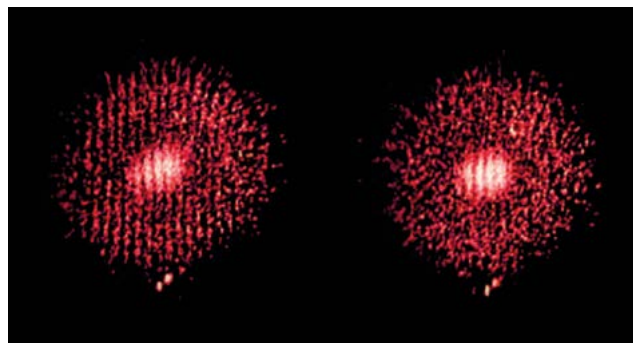
Anne L'Huillierová, Pierre Agostini
a Ferenc Krausz



REFERÁTY – NC ZA FYZIKU 2023

NOBELOVSKÁ PŘEDNÁŠKA:
Cesta k attosekundovým pulzům 345

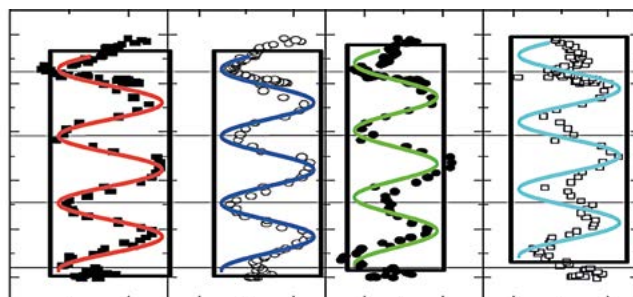
Anne L'Huillierová



REFERÁTY – NC ZA FYZIKU 2023

NOBELOVSKÁ PŘEDNÁŠKA:
Geneze a aplikace
attosekundových pulzů 350

Pierre Agostini



Obrázek na obálce: Vizuální labyrint. Snímek z TEM mikroskopu ukazuje strukturu 3D tištěné slitiny NiTiHf. Podobně jako souhra světla a stínu na architektuře, evokuje elektronový snímek iluzi trojrozměrného prostoru – vzniká tu vizuální hierarchie s geometrickou krásou a strukturovanou estetikou. Autorka: Hongwei Ma, FZU AV ČR. Snímek získal 3. místo ve fotosoutěži FZU 2024.

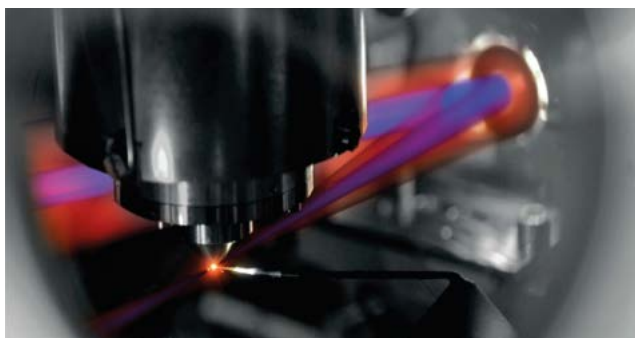
REFERÁTY – NC ZA FYZIKU 2023

NOBELOVSKÁ PŘEDNÁŠKA:

Subatomární pohyby

358

Ferenc Krausz



VĚDA A UMĚNÍ

Když na vás „zírá“ celý vesmír...

377

Jana Žďárská



Analema a solarografie na pomezí vědy a umění

379

Jana Žďárská

ZPRÁVY

Postřehy z Lindau

382

Lindau Nobel Laureate Meeting 2024

Petr Veřtát



Gravitační observatoř LISA

384

Jana Žďárská

Hvězdárna Ždánice – jako fénix z popela...

387

Jana Žďárská

ZPRÁVY

Cumulonimbus – mezoměřítkové konvektivní systémy I.

391

Petr Zacharov, Jana Žďárská

Díky českým vědcům uvidí ALMA naše Slunce pětkrát ostřeji

394

Jana Žďárská



ROZHOVOR

Drží ho pohromadě 10 000 nýtů

399

Maketa lunárního modulu „dokuje“ u pražského Planetária již 5 let

Jana Žďárská



RECENZE KNIH

Starý poklad fyziky září novým světlem

404

Jan Novotný



Obloha Stredozeme – astronómia v Pánovi prsteňov ako motivácia pre študentov

Časť 2

Patrik Čechvala^{1,2}

¹Fyzikálny ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; cechvala@fzu.cz

²Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava, patrik.cechvala@fmph.uniba.sk

V prvej časti článku sme diskutovali spôsoby akými sú autori fantasy literatúry schopní vtiahnuť čitateľa do svojho sveta a ten mu detailne predstaviť spoločne aj s odkazmi na správanie sa oblohy a jednotlivých objektov na nej. Zamerali sme sa na J. R. R. Tolkiena a to konkrétne na dielo Pán prsteňov, pri ktorom sme postupne predstavovali astronomické odkazy na súhvezdia a asterizmy a hviezdnu scintiláciu. V pokračovaní sa zameriame na ostatné odkazy a to konkrétne na sférický tvar Zeme, na mesačné fázy, na meteority a na elektromagnetické spektrum.

Odkazov týkajúcich sa astronómie a pozorovaní nebeských objektov je v jednotlivých knihách Pán prsteňov od Johna Rolanda Reuela Tolkiena výrazný

počet, čo dokazuje aj to, že sme museli rozdeliť predkladaný článok na dve časti. V pokračovaní si predstavíme ostatné tematické bloky opäť podporené citáciami z jednotlivých kníh. Pre odkazy na knihy budeme opäť používať slovenský preklad Pána prsteňov od Otakara Kořínka z rokov 2001 a 2002, ktorý bol vydaný vo vydavateľstve Slovart, spol. s r. o. [1], [2], [3].

Sférický tvar Zeme

Zaujímavým odkazom spojeným s astronómiou objavujúcim sa v Pánovi prsteňov je nepriamo spomenutý sférický tvar sveta, na ktorom sa celý príbeh odohráva. Tento sa objavuje v knihe Spoločenstvo prsteňa. Konkrétne je to potom, čo hobiti spoločne s Aragornom po úniku z Morie prichádzajú do sídla elfov Vododol, známe aj ako Imladris. Hobiti prinášajú do Vododolu vládnucci prsteň. Zvolaná je tak Elrondova rada, na ktorej sa stretávajú všetky slobodné národy Stredozeme. Počas nej sa má stanoviť, ako ďalej postupovať. Tu je predstavený Aragorn ako dedič kráľovstva Gondor. Boromir z Gondoru má isté pochybnosti. Na obranu vystupuje hobot Bilbo, ktorý zarecituje báseň. Po prednesení básni reaguje Aragorn na Boromira.

Aragorn sa naňho usmial a znova sa obrátil k Boromirovi. „Za seba ti tvoje pochybnosti odpúšťam,“ povedal. „Málo sa podobám postavám Elendila a Isildura, ako sú vytesané v ich majestátoch v sieňach Denethoru. Som len Isildurovým dedičom, nie samým Isildurom. Mal som ťažký život, a dlhý. Míle, ktoré delia toto miesto od Gondoru, sú iba zlomkom



Obr. 1 Mapa Stredozeme. Autor: Pauline Baynes [4]

Silné zimní blesky vybudily dlouhotrvající hvízdání v okolí Země

Ivana Kolmašová a Ondřej Santolík

Oddělení kosmické fyziky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR,
Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Finská polární observatoř Kannuslehto zachytila před sedmi lety rádiové vlny na slyšitelných kmitočtech ve formě řad hvízdavých sestupných tónů, které se objevovaly po celou noc až do rána. Takové jevy vznikají šířením rádiových impulzů od blesků plazmatickým prostředím v blízkém vesmírném okolí Země. Prozkoumali jsme poprvé detailně vlastnosti zdrojových bleskových výbojů, které vybudily toto dlouhotrvající hvízdání.

Je polární noc 3. ledna 2017 a na finské polární stanici Kannuslehto, patřící Geofyzikální observatoři Sodankyla, tiše hučí naftový generátor, který napájí rádiový přijímač pracující na velmi nízkých frekvencích od 200 Hz do 39 kHz. Nejbližší elektrické vedení rušící na násobcích síťové frekvence 50 Hz je odtud 9 km. Díky této vzdálenosti může vysoce citlivý rádiový přijímač – podobně jako řadu předchozích zim – v relativně klidném elektromagnetickém prostředí nepřetržitě monitorovat rádiové signály přicházející zblízka i zdaleka. K tomuto účelu používá dvě na sebe kolmé magnetické smyčky ve tvaru čtverců o straně 10 m (obr. 1).

Kdyby byl finský fyzik J. Manninen (zodpovědný za rádiové měření) vzhůru a připojil by si k rádiovému přijímači sluchátka, tak by brzy po půlnoci uslyšel sku-



piny klesajících hvízdavých tónů, z nichž některé hvízdaly déle než dvě minuty. Hvízdavé tóny by mohl poslouchat s menšími přestávkami až do rána po dobu téměř osmi hodin. Byl by nejspíš překvapen intenzitou a délkou hvízdání, ale byl by si jist, že hvízdání způsobují vzdálené blesky.

Elektromagnetické signály generované bleskovými výboji, tzv. *atmosféricky* neboli krátce *sféricky*, se totiž šíří ve vlnovodu, který tvoří spodní okraj ionosféry a povrch Země, na vzdálenosti až několika tisíc kilometrů od zdrojového blesku. Část elektromagnetické energie těchto sférik může proniknout skrz ionosféru a dále se šířit v zemské magnetosféře. Na své cestě plazmatickým prostředím magnetosféry se nízké frekvence elektromagnetického signálu šíří pomaleji než vysoké tóny. Pokud takový signál zachytí rádiový přijímač na Zemi nebo na družici a pustíme-li si jeho záznam do reproduktoru nebo sluchátek, uslyšíme krásný hvízdavý tón.

V některých případech se elektromagnetické hvízdavé tóny neboli hvizdy šíří v hustotní trubici (angl. *duct*), která obklopuje magnetickou siločáru propojující obě polokoule. Signál od blesku pak v takovém „hvizdovodu“ cestuje mezi polokoullemi občas se i opako-



Obr. 1 Magnetické smyčky orientované ve směru sever–jih a západ–východ, umístěné za polárním kruhem ve finské měřicí stanici Kannuslehto (67,7°N, 26,3°E). Jedna strana čtvercové smyčky má délku 10 m. Každá anténa má 10 závitů. Efektivní plocha každé ze smyček je 1 000 m². Signál z antén zpracovává citlivý rádiový přijímač. Fotografie byla pořízena během polárního dne.

Nobelova cena za fyziku pro rok 2023



Anne L'Huillierová, Pierre Agostini
a Ferenc Krausz

str. 336–376 Copyright © The Nobel Foundation 2024

Pokračujeme v tradici publikování překladů přednášek, které laureáti Nobelovy ceny uvádějí ve Stockholmu před převzetím ceny. Články vzniklé na základě přednášek publikuje časopis *Reviews of Modern Physics*. Bývalo obvyklé, že články vycházely necelý rok po udělení cen. Avšak tento pravidelný rytmus byl rozvrácen v covidových časech. Docházelo pak k velkým zpožděním a některé přednášky nebyly publikovány vůbec (videozáznamy jsou však dostupné od roku 1999). Před rokem jsme publikovali přednášky Manabeho a Parisiho (Hasselmannova dosud publikována nebyla), laureátů z roku 2021. Letos na konci srpna se k našemu překvapení objevily nikoliv přednášky z roku 2022, ale 2023, které vám přinášíme spolu s projevy a životopisy. (red.)

Slavnostní projev před předáním Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2023 dne 10. prosince 2023

Eva Olssonová

členka Královské švédské akademie věd; předsedkyně Nobelova výboru pro fyziku

Nobelova cena
za fyziku 2023



Vaše Veličenstva, Vaše královské Výsosti, vážení nositelé Nobelovy ceny, dámy a pánové!
„Svět je tak velký, tak velký... Větší, než si vůbec dokážete představit...“

Toto jsou slova Zachariase Topelia a ilustrují skutečnost, že jsme součástí obrovského systému. Systému, který zkoumáme.

Velké je však ovládáno těmi nejmenšími detaily, které jsou mimo dosah našich pěti tradičních smyslů zraku, čichu, hmatu, chuti a sluchu. Tyto malé detaily mají velký vliv na naše životy a nabízejí zajímavé možnosti pro rozšíření našich znalostí.

Dávají nám sílu navrhovat materiály a metody pro průzkum, pro budoucí udržitelnost a pro podporu zdraví. To platí jak pro délku, tak pro časové měřítko. Letošní Nobelova cena za fyziku je zaměřena na malá časová měřítka, přesněji na attosekundy.

Tlukot srdce trvá tisíc tisíc tisíc tisíc tisíc tisíc sekund. To je stejný počet sekund od doby, kdy vesmír

vznikl. Attosekunda je časové měřítko světa elektronů – světa, který nyní můžeme prozkoumat. Již v roce 1925 Werner Heisenberg tvrdil, že tento svět nelze vidět, ale díky attosekundovým světelným pulzům se to začíná měnit. Výzvou pro fyziky a techniky bylo ovládnutí extrémně krátké doby pulsu/záblesku. Překonání této bariéry trvalo několik desetiletí. Attosekundová věda nám umožňuje řešit základní otázky, jako je doba trvání fotoelektrického jevu – za jehož vysvětlení obdržel za rok 1921 Albert Einstein Nobelovu cenu za fyziku.

Pomocí attosekundových pulzů můžeme studovat, jak se velmi rychle mění rozložení elektronů v okolí atomů v molekulách a pevných látkách. Tyto informace o fluktuacích náboje obsahují tajemství i řešení, jak ovládat pohyb elektronů. Pomocí attosekundové chemie mohou být specifické chemické vazby selektivně rozbity nebo vytvořeny, což nám umožňuje kontrolu při vytváření nových sloučenin. Pomocí attosekundové fyziky můžeme studovat procesy přenosu náboje v ma-

teriálech, které jsou klíčové pro funkci a optimalizaci solárních článků, baterií, katalyzátorů a elektroniky.

Počátek letošní ceny lze vysledovat na přelomu 70. a 80. let 20. století, kdy byly studovány atomy v silných laserových polích. Naši laureáti zjistili, že je možné generovat attosekundové pulzy řízením interakce světlem laseru a atomy. Vyvinuli metody pro měření doby trvání světelných pulzů. Vyvinuli také techniky pro generování sledů pulzů i izolovaných jednotlivých pulzů.

Emeritní profesore Agostini, profesore Dr. Krausz a profesorko L'Huillierová, v roce 2023 vám byla udělena Nobelova cena za fyziku „za experimentální metody, které generují attosekundové pulzy světla pro studium dynamiky elektronů v hmotě“. Je mi ctí a výsadou vám jménem Královské švédské akademie věd sdělit naše nejsrdečnější blahopřání. Nyní vás žádám, abyste přistoupili k převzetí Nobelovy ceny z rukou Jeho Veličenstva krále.



Profesorka Eva Olssonová přednáší úvodní řeč před předáním Nobelových cen za fyziku v Koncertním domě ve Stockholmu 10. prosince 2023. © Nobel Prize Outreach.

Foto: Nanaka Adachi

Projev Anne L'Huillierové na banketu po udílení Nobelových cen dne 10. prosince 2023

Anne L'Huillierová

Vaše Veličenstva, Vaše královské Výsosti, Excelence, vážení laureáti, dámy a pánové!

Pierre Agostini, Ferenc Krausz a já děkujeme Královské švédské akademii věd a Nobelově nadaci za udělení Nobelovy ceny za fyziku za rok 2023.

Před 122 lety získal Wilhelm Röntgen první Nobelovu cenu za fyziku za objev nového typu světla – rentgenového záření. Toto světlo pro nás není vidět, ale ukazuje nám neviditelné kosti v našem těle. Když Röntgen tento objev učinil, bylo to neplánovaně – ze zvědavosti –, nemohl tušit, jak důležitý pro lidstvo bude!

Dostali jsme Nobelovu cenu za fyziku za objev nového typu světla, který vznikl ze zvědavosti. Asi před 36 lety jsem spolu s kolegy pozorovala nový fenomén: Intenzivní laser interagující s plynem atomů vytváří harmonické laseru vysokého řádu, mnoho harmonických

vyšších řádů. Bylo to nové, nečekané, nepředvídatelné a velmi vzrušující!

Brzy bylo předpovězeno, že tyto harmonické mohou vést k extrémně krátkým světelným pulzům v rozsahu attosekund. Jedna attosekunda je jedna miliardtina miliardtiny sekundy – dovoluji mi zde jednoduše říci, že je to neuvěřitelně krátká doba! V roce 2001, po mnoha letech zaujaté práce, moji dva spolulaureáti potvrdili tuto předpověď a pozorovali neuvěřitelně krátké attosekundové světelné pulzy.

Tak krátké pulzy jsou pro nás nepostřehnutelné, ale umožňují nám vidět neviditelné elektrony nebo elektronové vlny, které se v atomech a molekulách pohybují neuvěřitelně rychle. Otevírá nové dveře jak v základní vědě, tak v aplikacích.

Náš výzkum jsme prováděli v mnoha zemích: Rakousku, Francii, Německu, Maďarsku, USA a Švédsku! Věda je skutečně mezinárodní a spojuje lidi napříč hranicemi.

Před 120 lety byla Marie Skłodowska-Curie první ženou, která získala Nobelovu cenu za fyziku. Já jsem pátá. Za více než 100 let byly Nobelovou cenou za fyziku oceněny pouze dvě ženy, ale během posledních pěti let již další tři! Doufám, že je to nový trend, který bude inspirovat další generace!

Na závěr s mými dvěma spolulaureáty i já děkuji všem našim studentům, postdoktorandům a kolegům, kteří přispěli k tomuto výzkumu, organizacím a sponzorům, kteří umožnili tento výzkum, a v neposlední řadě našim rodinám, které nás podporují.

Merci beaucoup! Tack så mycket!

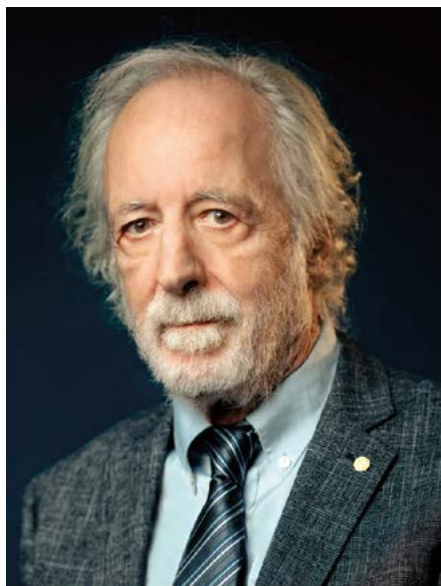
Copyright © Nobelova nadace 2023

Nobelova cena
za fyziku 2023



Anne L'Huillierová, nositelka Nobelovy ceny. Foto: Anna Svanbergová

Životopisy laureátů Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2023



PIERRE AGOSTINI

Vlastní životopis

Narodil jsem se v Tunisku v červenci 1941 během druhé světové války. Válka mi nezačala mnoho vzpomínek, neboť v době příměří v roce 1945 jsem byl ještě docela malý kluk. V Tunisu jsem se vzdělával na Collège Alaoui a Lycée Carnot až do roku 1957, kdy jsem byl přeložen do Prytanée Militaire à La Flèche (Francie), kde jsem strávil tři roky dokončením *baccalaureat* (středocholské závěrečné zkoušky – maturity) a *mathématiques supérieures*. Tato prestižní škola, původně založená Jindřichem IV. a přeměněná Napoleonem na vojenskou školu, má výbornou asociaci absolventů, na jejíž existenci jsem zapomněl. Ale oni očividně nezapomněli na mě, když mne kontaktoval prezident asociace po udělení Nobelovy ceny, aby mi poblahopřál – třiašedesát let po mých třech letech tam strávených!

Po skončení třídy *mathématiques supérieures* jsem opustil vojenský život a nastoupil na univerzitu v Marseille ve Francii, kde se moji rodiče konečně usadili. Chtěl jsem studovat matematiku, ale nakonec jsem se rozhodl pro obor Fyzika. Učební osnovy fyziky zahrnovaly matematiku pro fyziku, klasickou mechaniku, termodynamiku,

elektřinu, optiku, elektroniku a chemii a trvalo mi tři roky, než jsem je dokončil. Poté jsem pokračoval k magisterskému studiu optiky a nakonec k disertační práci (*Doctorat d'Université*) v oboru optiky s profesorem Henrim Chantrelem jako svým školitelem. On se zabýval spektroskopii a já jsem pod jeho vedením pracoval na výrobě tenkých vrstev pro zrcadla s vysokou odrazivostí v oblasti UV záření, což bylo tehdy v Marseille módní téma. V té době se v Národní laboratoři v Saclay (CEA) budovalo nové oddělení, které mělo zahájit studium *multifotonové ionizace* – výzkumu, který byl iniciován před několika lety v Moskvě. Nové oddělení mělo štědré financování a potřebovalo personál. Yves Gontier, mladý teoretik nedávno přijatý do oddělení, byl vyslán hledat končící studenty. Díky němu jsem navštívil Saclay a bylo mi nabídnuto místo už několik měsíců před obhajobou mé diplomové práce – pro dnešní studenty je něco takového jen přeludem dávno zašlých časů. Tehdejší kurikulum studia fyziky však neobsahovalo mnoho kvantové mechaniky, vyjma kurzu *mechanique ondulatoire* pro magisterský stupeň. Když jsem se svého školitele zeptal, co si myslí o multifotonové ionizaci jako předmětu výzkumu, řekl: „*Ah ano, nelineární Maxwellovy rovnice! Nedělej to!*“ Přesto jsem tu práci vzal (před tím jsem se oženil a asi jsem potřeboval peníze) a přestěhoval se z Marseille do Paříže, abych se poprvé setkal s fyzikálním výzkumem. Náš vedoucí skupiny François Bonna odešel následující rok, aby se připojil ke skupině pro jadernou fúzi, a Gerard Mainfray se pak stal vedoucím skupiny na několik desetiletí.

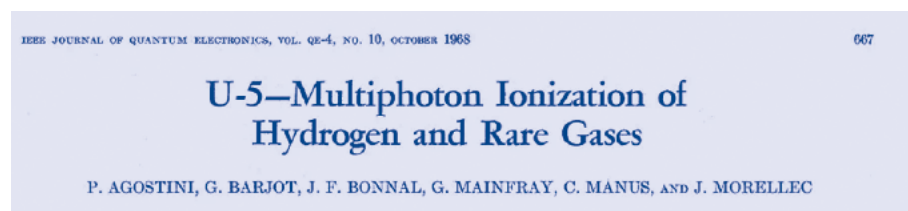
Nevím, proč a jak mě zaujala fyzika – mohla to být také matematika nebo chemie. Fyzika nebyla mojí prvotní volbou, ale spíše jsem u ní skončil souhrou okolností. Co

mě připoutalo k fyzice, byl výzkum. Rychle jsem zjistil, že experiment je ve fyzice klíčový, a přestože postupoval pomalu, vyžadoval hodně peněz a měl nejrůznější úskalí, byla to správná cesta. Laboratoř CEA-Saclay mi nabídla optimální podmínky pro experimentální výzkum a kariéru bez starostí. V průběhu let se několikrát stalo, že atomová/molekulární interakce s intenzivními lasery dospěla k tomu, co jsme považovali za limit. Avšak znovu a znovu přišel nový impuls – ať už technologický, nebo teoretický –, který otevřel nové cesty. ATI, generování vysokých harmonických a fyzika subcyklů byly etapami na cestě k attosekundám.

Nanosekundové roky

„Multifotonová ionizace“ (MPI) vyžadovala výkonové lasery. S lasery jsem samozřejmě neměl žádné zkušenosti (snad kromě He-Ne laseru s výkonem mW, spatřeného v ukázkě během kurzu elektroniky) a vše pro mě bylo nové. Začali jsme s Q-spínaným rubínovým laserem a rychle jsme přešli na Nd-dopovaným sklům¹. Tento laser se skládal z rezonátoru s rotujícím hranolem (střílejícím každé tři minuty, čemuž předcházela zvuk „síréný“ hranolu až do bouchnutí výstřelu) a tří zesilovačů, jak si vzpomínám, v podobě tyčí se zvětšujícím se průměrem, aby se snížilo riziko rozbíjení skla (stejně se rozbilo, což nám dalo nádhernou sbírku použitých tyčí). Bleskové lampy, které budily laser, byly doplněny obřími sestavami kondenzátorů, které doslova zaplnily místnost. Energie impulzu byla kolem 50 J a trval několik desítek nanosekund (špičkový výkon 1 GW). Pro zaostření jsme použili speciální asférické čočky s velkým otvorem ve středu, aby

¹ Pozn. red.: Průkopníkem laserů s Nd-dopovaným sklem byl Dr. Karel Pátek, autor prvního čs. laseru, viz Čs. čas. fyz. 73, 221-234 (2023).



Obr. 1 Pravděpodobně první publikace skupiny z roku 1968.

NOBELOVSKÁ PŘEDNÁŠKA: Cesta k attosekundovým pulzům

Anne L'Huillierová

Katedra fyziky, Univerzita v Lundu, Lund, Švédsko

Dějiny attosekundové vědy lze rozdělit do čtyř období:

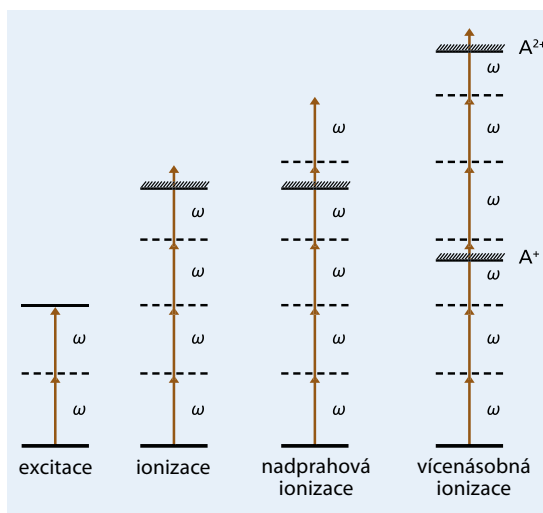
- 1) Základy a objev vyšších harmonických (1987–1992)
- 2) Pokrok v technologii a porozumění (1993–2000)
- 3) Charakterizace attosekundových pulzů a první aplikace (2001–2011)
- 4) Otevření se různým oblastem výzkumu (2011–2023)

Projdu první dvě období a třetí nechám na svých kolezích Pierru Agostinim a Ferenci Krauszovi. K bodu IV řeknu jen pár slov o některých nedávných aplikacích.

I. Základy a objev harmonických vysokých řádů

Oblast attosekundové vědy by neexistovala bez vynálezu laseru v roce 1960 Theodorem Maimanem¹ [1]. Vlastnostmi laseru, které jsou důležité pro náš výzkum v attosekundové vědě, jsou generování krátkých laserových pulzů a schopnost dosáhnout vysoké intenzity fokusací laserového světla. Vynález laseru otevřel nové oblasti výzkumu. První z nich je nelineární optika², kde jsou generovány nové frekvence, když je laserové světlo zaostřeno do materiálu. V prvním experimentu, který provedl Peter Franken a jeho kolegové v roce 1961 [2], byl rubínový laser zaostřen do krystalu křemene a byla vytvořena druhá harmonická frekvence laserového záření. Při tomto procesu materiál absorbuje dva fotony s frekvencí ω (frekvence laseru) a emituje jeden foton s dvojnásobnou frekvencí (2ω).

Další výzkumný obor, který se objevil po vynálezu laseru, lze nazvat „atomy v silných polích“ neboli studium multifotonových procesů, které teoreticky předpověděla již v roce 1931 Maria Göppert-Mayerová [3]. Obr. 1 uvádí některé příklady multifotonových procesů.



Obr. 1 Diagramy reprezentující některé multifotonové procesy.

sů, jmenovitě dvoufotonovou excitaci, multifotonovou ionizaci [4], nadprahovou ionizaci, kdy je atom ionizován absorbováním více fotonů [5], a mnohonásobnou ionizaci, na kterou se zaměřila moje práce [6].

Přirozeným rozšířením výzkumu mnohonásobné ionizace bylo detekovat fluorescenci, která by mohla být emitována z excitovaných atomů nebo iontů. V roce 1987 jsme v Commissariat à l'Énergie Atomique, Saclay, Francie, připravili experiment na pozorování tohoto fluorescenčního světla. Použili jsme Nd:YAG laser, s vlnovou délkou $1\ \mu\text{m}$ a délkou pulzu 40 ps. Protože fluorescence je vyzařována ve všech směrech, měli jsme dvě osy detekce – podél směru osy šíření laseru a kolmo k ní. Na obr. 2 je fotografie tohoto uspořádání. Červené čáry označují jak osu šíření laseru přicházející zprava, tak dvě osy detekce. Intenzita dosažená v médiu byla vyšší než $10^{13}\ \text{W}/\text{cm}^2$. Médium bylo zajišťováno pulzním proudem plynu, poskytujícím hustotu atomů řádově 100 mbar. Bylo to v době před osobními počítači, kdy data byla zaznamenávána zapisovačem připojeným k detektoru.

Při tomto experimentu jsme neviděli mnoho fluorescenčního světla a vůbec žádné světlo v kolmém směru. Místo toho jsme viděli harmonické vyšších řádů od laserového světla [7, 8]. Obr. 3 ukazuje jedno z prv-

1 Související Nobelova cena byla udělena v roce 1964 C. H. Townesovi, N. G. Basovovi a A. M. Prochorovovi „za zásadní práci v oblasti kvantové elektroniky, která vedla ke konstrukci oscilátorů a zesilovačů založených na principu stimulované emise“.

2 Polovina Nobelovy ceny za rok 1981 byla udělena N. Bloembergenovi a A. L. Schawlowovi „za přínos k rozvoji laserové spektroskopie“. Konkrétně Bloembergen vyvinul spektroskopické metody založené na nelineární optice. Druhou polovinu ceny získal K. Siegbahn za jeho „příspěvek k rozvoji elektronové spektroskopie s vysokým rozlišením“.

Nobelova cena
za fyziku 2023



NOBELOVSKÁ PŘEDNÁŠKA: Geneze a aplikace attosekundových pulzů

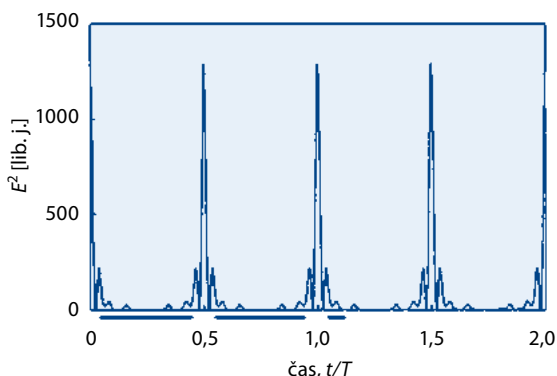
Pierre Agostini

Katedra fyziky, The Ohio State University, 191 West Woodruff Avenue, Columbus, Ohio 43210, USA

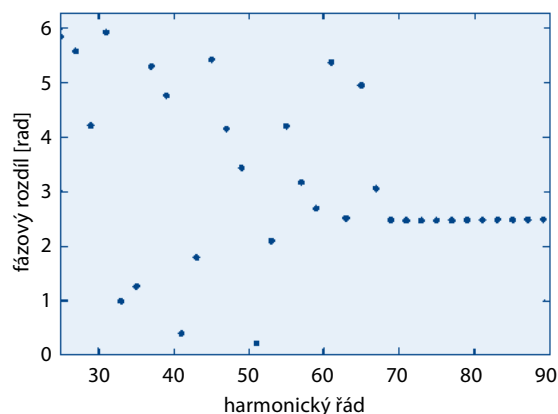
I. Úvod

Attosekundové pulzy dospěly na počátku 21. století a nyní se běžně používají při studiích dynamiky dějů na časové škále pohybu elektronů v atomech (atomová jednotka času je 24 as). Jak jejich generování, tak charakterizace udělaly za posledních zhruba deset let velký pokrok, přičemž současný stav techniky je charakterizován délkou pulzů 53 ± 6 as [1] a 43 ± 1 se střední energií fotonu 100–150 eV [2].

Až do konce 90. let byla délka laserových pulzů omezena na femtosekundy. Zesílení *metodou frekvenčně modulovaných (čerpovaných) pulzů* (chirped-pulse amplification) vyvinuté Stricklandovou a Mourouem [3] umožnilo generovat intenzivní pulzy, ale infračervená vlnová délka primárního laseru (~800 nm, Ti:safírový laser) omezovala pulzy (mající alespoň jeden optický cyklus) na asi 2,7 fs. Na druhou stranu, již od počátku 90. let bylo známo, že generování vysokých harmonických je teoreticky možnou cestou k prolomení „femtosekundové bariéry“ [4]. Několik skupin ve světě šlo po této cestě, ale teprve na přelomu tisíciletí byla demonstrována metoda k určení fází skupiny harmonických pulzů [5], pojmenovaná Mullerem [6] zkratkou RABBITT. Zrodila se tak éra attofyziky, o čemž svědčí obrovské množství publikací, které využily experimentální dostupnost buď sledu (vláčku) attosekundových pulzů (APT), nebo izolovaných attosekundových pulzů (IAP) [7] v oboru atomové a molekulární fyziky a fyziky pevných látek.



Obr. 1 Časový profil APT za předpokladu, že harmonická fáze je synchronizována. Podle Farkaše a Tótha, 1992 [4]



Obr. 2 Fáze vs. řád podle výpočtu Antoinea, L'Huillierové a Levensteina (1996) [12]. Je harmonická generace řešením?

V tomto přehledu bych rád připomněl první experimentální stanovení spektrální fáze vysokých harmonických, a tedy první dokumentovaný sled attosekundových pulzů. Dále stručně zhodnotím dvě aplikace APT: zpoždění fotoionizace blízko Cooperova minima [8] a nesequenční dvojistou ionizaci v časové oblasti, oba nedávné experimenty provedené na Ohio State University [9].

II. První část

A. Pravěk

Je snadné si uvědomit, že attosekundové světelné pulzy musejí mít optickou periodu dostatečně krátkou, aby v pulzu byl obsažen alespoň jeden cyklus. Pro řekněme 100 as musí být vlnová délka kratší než 30 nm (27. harmonická Ti:safírového laseru vyzařujícího na 800 nm). Z toho vyplývá, že attosekundové pulzy se dobře šíří jen ve vakuu, a proto musejí být attosekundové paprsky schovány v ocelových trubkách ve vakuu. Z tohoto hlediska je režim attosekund experimentálně mnohem náročnější než femtosekundový.

Nyní uvedu některé pokusy vytvořit dostatečně velkou šířku pásma kolem extrémní ultrafialové (XUV) centrální vlnové délky. V polovině 80. let se stal prvním krokem na dlouhé cestě k APT objev generování harmonických velkých řádů v Chicagu [10] a v Saclay [11]. Anne L'Huillierová v Saclay a později v Lundu vedla několik desetiletí výzkum vysokých

Nobelova cena
za fyziku 2023



NOBELOVSKÁ PŘEDNÁŠKA: Subatomární pohyby

Ferenc Krausz

Ludwig-Maximilians-Universität München, Mnichov, Německo; Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, Německo;
Centrum pro výzkum molekulárních otisků prstů, Budapešť, Maďarsko

Psaná verze mé přednášky je osobním zamyšlením nad desetiletími výzkumu interakcí elektrony-světlo, který na přelomu tisíciletí vyvrcholil jejich ovládním a pozorováním v reálném čase. Elektrony a světlo mě zaujaly, když jsem v 80. letech v Budapešti navštěvoval přednášky Györgyho Marxe o kvantové mechanice a Károlyho Simonyiho o elektrodynamice. Tento zájem upevnil můj mentor Arnold Schmidt a prohloubil jej Paul Corkum během 90. let ve Vídni. Jmenovaní nejvýrazněji ovlivnili mou cestu. Bylo ohromným privilegiem „stát na ramenou“ vědců, včetně mnoha laureátů Nobelovy ceny, kteří zásadním způsobem přispěli k našemu chápání elektronů a světla, když jsem kráčet po cestě ke zkoumání subatomárních pohybů a jejich využití k řešení velkých výzev. Ve prospěch lidstva.¹

Nobelova cena
za fyziku 2023



I. My jsme elektrony!

Svět, který můžeme pozorovat, se skládá z atomů. Atomy se zase skládají z jádra a na něj navázaných elektronů. Mimo jaderné reaktory (a jaderné baterie) jsou jádra fakticky pasivní. Kromě toho, že definují hmotnost těles, jsou pouze diváky všech akcí prováděných elektrony. Tyto elementární částice, nezměrně malé, přesto s konečnou hmotností a elektrickým nábojem², definují funkčnost hmoty, jak v anorganických, tak organických látkách.

Elektrony jsou všudypřítomné. Je tedy těžké si představit, že teprve před 125 lety si lidstvo uvědomilo jejich existenci. A trvalo více než dalších 100 let, než se podařilo zachytit jejich pohyb v jejich přirozeném domově: v atomech, molekulách, pevných látkách.

II. Subatomární váhy – a pohyby

Měřítka atomárních rozměrů odvozené z van der Waalsova objemu atomů [1] je stovky pikometrů (1 pm = 10⁻¹² m). Dynamika v těchto dimenzích se nazývá *subatomární pohyby*. Tyto pohyby iniciují biochemické procesy, které vytvářejí a udržují život. Řídí výměnu energie mezi světlem a hmotou, což je základ pro budoucí zpracování signálu optickými rychlostmi. Buzení a využívání subatomárních pohybů pomocí světla umožňuje získat informace o zdravotním stavu živých organismů. A může umožňovat mnohem víc, než si nyní dokážeme představit.

III. Částice světla, vlny hmoty

Před stoletím ukázal Comptonův objev nepružného rozptylu rentgenových paprsků na elektronech [2], že světelná kvanta nesou jak hybnost, tak energii

$$p = \hbar k, \quad (1)$$

$$E = \hbar \omega. \quad (2)$$

Tato zjištění poskytlo přesvědčivé argumenty pro existenci světelných částic, nazývaných „fotony“. V rovnicích (1) a (2) p a k označují hybnost (vektor, se směrem a velikostí) světelné částice – fotonu – a vlnový vektor světelného paprsku a „omega“ kruhovou frekvenci jeho oscilace pole.

De Broglie [3], inspirován duálním charakterem světla, které se v podobě vlny řídí Maxwellovými rovnicemi a jako částice nesoucí hybnost a energii se účastní Comptonova rozptylu, našel spojení mezi pohybem částice a šířením související vlny s hybností $p = mv/\sqrt{1 - (v/c)^2}$, popisující relativistickou hybnost částice, kde v je její rychlost, a kruhovým vlnočtem $k = 2\pi/\lambda$ vlny spojené s částicí (viz také [2]). Krátce nato byla vlnová povaha elektronu experimentálně ověřena pomocí elektronové difrakce [4, 5].

Vlnová povaha elektronů přirozeně řeší záhadu, proč elektrony nespádnou po spirále do malého jádra, ale spíše tvoří stabilní atom o velikosti asi 10 000krát větší, než je velikost jeho jádra. Je-li elektron vlna, jeho lokalizace (kolem atomového jádra) vyžaduje superpozici elektronových vln s mnoha různými vlnovými délkami (tj. vlnovými čísly), jak je znázorněno na obr. 1. Je to důsledek matematického faktu, že jakákoli funkce – v tomto případě hypotetická vlnová funkce elektronu znázorněná černou čarou na obr. 1 – může být zkonstruována složením dokonale periodických funkcí různých period.

1 Tento článek bych rád věnoval profesoru Arnoldu Schmidtovi z Technische Universität Wien, který zemřel 5. července 2024. Jeho vedení a mentorství výrazně ovlivnilo mou cestu popsanou v tomto článku.

2 Klidová hmotnost elektronu je méně než půl tisíciny hmotnosti protonu, který tvoří jádro atomu vodíku. Jeho náboj je stejný jako u protonu, ale s opačným (záporným) znaménkem.

Když na vás „zírá“ celý vesmír...

Jana Žďárská

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

Evropskou jižní observatoř nalezneme v severním Chile na vrcholu hory Paranal v úctyhodné výšce 2 635 metrů nad mořem. Pracuje zde nejen dosud největší Very Large Telescope, který tvoří soustava čtyř dalekohledů o velikosti jednotlivých zrcadel 8,2 m, ale i několik dalších dalekohledů, určených pro různé způsoby pozorování vesmíru. A jak říká Jiří Dušek po návštěvě této observatoře: „*Spatřit Velkou mlhovinu v Orionu, okolí obří hvězdy Eta Carinae, drobnými stálicemi napěchovanou Omega Centauri nebo Tarantuli ve Velkém Magellanovu mračnu a zemřít...*“ Tak unikátní pozorovací podmínky zde panují.

Vesmír zajímá lidstvo již odpradáva. Vzbuzuje v něm touhu porozumět mu, vysvětlit jeho fyzikální zákonitosti a také je pochopit. Od prvních jednoduchých dalekohledů postupem doby dospělo až k obrovským výkonným teleskopům, umístěným jak na Zemi, tak i ve vesmíru. A všechna tato zařízení, nahlížející do hlubin kosmu, mají jediný úkol – napomoci pochopit „naš svět“. Svět, který nás obklopuje, svět, jehož jsme součástí – kosmos, vesmír, univerzum či jak jinak ještě bývá nazýván.

Jedna z těchto observatoří je i na Paranalu a právě o ní si budeme nyní povídat. Možná se podivíte, proč je tato zpráva zařazena do rubriky Věda a umění/Umění a věda, když se v rámci astronomie jedná o technický skvost a relace o něm by patřila spíše do některé technicky odborné rubriky.

Je pravda, že o impozantním Very Large Telescope s jeho čtyřma více jak osmimetrovými „očima“, zírajícíma do vesmíru, se již napsalo mnoho odborných článků a textů. Je to dozajista úžasný přístroj. Obrovský dalekohled, jeden z nejsložitějších a nejdražších astronomických instrumentů, zbudovaný člověkem. Ale my se mu dnes budeme věnovat z trochu jiné stránky. Ráda bych se totiž s vámi podělila o příběh Jiřího Duška, jehož emocionální vyjádření na sociálních sítích jsem zachytila poměrně náhodou.

Avšak ve chvíli, kdy jsem si jeho depeši z Paranal přčetla, věděla jsem, že jeho slova musím předat dál. Protože co může být krásnější a opravdovější, než když vědec a technicky zaměřený člověk zažije něco „nadpozemského“, a navíc se podělí o svůj niterný zá-



Jiří Dušek působí jako ředitel Hvězdárny a planetária Brno, kde rád zkouší nové způsoby vzdělávání přírodovědných oborů. Foto: Pavel Gabzdyl

žitek prostřednictvím textu. Člověk, který vystoupá co nejlíže obloze, aby se byt na malý okamžik stal součástí obrovského vesmírného představení. A Jiří Dušek k tomu dodává: „*I když si nejsem jistý, zda je to možné, pokusím se podělit s téměř mystickým prožitkem. Už jste měli někdy pocit, že na vás zírá celý vesmír? Že vámi doslova prosakují fotony letící miliony roků chladným a temným vakuem? Že vykreslujete temnou siluetu na zářivém pozadí hvězdného prachu? Pokud ano, pak jste šťastní lidé. Takovou zkušenost totiž nedokáže přiblížit ani tento text, ani fotografie prohnaná všelikerými filtry, ani kompozičně úžasné video. Takový okamžik se musí zažít. Takovou oblohu jsme asi v Evropě měli tak před 100 lety a já jsem dostal možnost ji znovu vidět.*“

Observatoř Paranal se rozkládá v poušti Atacama, která je známá svými vynikajícími atmosférickými podmínkami, minimem vlhkosti v atmosféře a prachu v ovzduší a také dostatečnou vzdáleností od velkých měst a světelného znečištění. „*Musíte se sem kodrcat přes půlku planety, vyjednávat s místními, aby vás sem vůbec pustili, natožpak nechali přes noc, zaplatit za to nejen tučnými šeky, ale také notnou dávkou životodárné energie. Ovšem když to všechno do sebe zaklapne, otevře se vám okno nabízející jeden z nejlepších výhledů do vesmíru,*“ vysvětluje Jiří Dušek.

Protože se observatoř nachází na jižní polokouli, noční obloha je zde pro nás, zvyklé pozorovat vesmírné objekty ze severní polokoule, tzv. obrácená „vzhůru



Když je (k) vám vesmír nakloněn. Foto: Pavel Gabzdyl

Analema a solarografie na pomezí vědy a umění

Jana Žďárská

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

Křivka analema ukazuje polohu Slunce na obloze při pohledu z pevného místa na Zemi, zaznamenávanou vždy ve stejném čase v průběhu celého roku. Na její tvar má vliv sklon zemské osy a excentricita zemské oběžné dráhy. Podle vybraného času pozorování vznikne záznam v podobě různě nakloněného a „pokřiveného“ tvaru číslice 8.

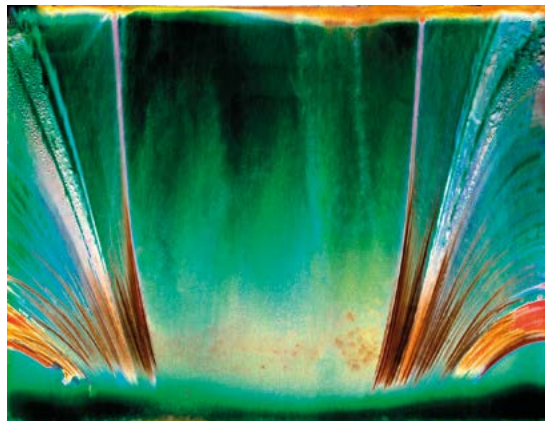
Křivku analemu lze zachytit prostřednictvím tzv. dírkové komory opatřené závěrkou. Tu pak musíme otvírat každý den po celý rok ve stejnou dobu (přesně na sekundu) na určitý časový úsek. Dírkovou komoru je možno vyrobit i po domácku, kupříkladu z plechovky od nápoje. Tímto způsobem podle způsobu expozic mohou vznikat opravdu zajímavé obrazy.

A právě jedna analema se stala 20. března roku 2014 astronomickým snímkem dne na webových stránkách NASA¹. Tento snímek zachytili Maciej Zapiór a Łukasz Fajfrowski pomocí válcové dírkové komory: „Snímek vznikl tak, že se denně od 1. března 2013 do 1. března 2014 dělaly tři samostatné, jednu minutu dlouhé expozice na jeden kus černobílého fotografického papíru. Dobře naplánované denní expozice začaly v 10:30 a pokračovaly v 12:00 a 13:30 SEČ z balkonu s výhledem na jih od čtvrti Kozanów v polské Vratislavi. Dvě rovnodennosti toho roku 20. března a 22. září odpovídají středním bodům, nikoli bodům křížení podél křivek ve tvaru čísla 8. Zjevné mezery v zatáčkách jsou způsobeny zataženými dny. Dvě plné čáry v levém dolním rohu byly

1 <https://apod.nasa.gov/apod/ap140320.html>



Obr. 1 Solarografické analemy, Wrocław (2013–2014). Expozice: každý den během jednoho roku v 10:30, 12:00, 13:00. Kredit: Maciej Zapiór a Łukasz Fajfrowski



Obr. 2 Solarografie pořízená na Kanárských ostrovech – Tenerife Observatorij. Expozice: 1 rok. Kredit: Maciej Zapiór

obě způsobeny poruchou časovače, která způsobila otevřenou clonu,“ vysvětluje Maciej Zapiór.

Solarografická technika, se kterou Maciej Zapiór pracuje již více než 19 let, je metoda zachycení drah Slunce na obloze prostřednictvím dírkové komory při extrémně dlouhých expozicích. Místo negativního filmu je zde používán černobílý fotocitlivý papír. Maciej Zapiór spolu se svým kolegou Artemem Kovalem v této oblasti pracují na projektu s názvem *Engraving in time*, což je možno přeložit jako gravírování v čase. A právě s tímto projektem navštívili polský Festival dírkové fotografie: „Protože solarografie je svým způsobem vlastně díky svým dlouhým expozičním dobám také práce s časem, rozhodli jsme se pokusit se tímto způsobem vytvářet různá díla. Pracujeme s takovým konceptem, že bereme čas jako hmotu nebo materiál, se kterým je možno různými způsoby tvořit. Vnímáme tu podobnost například se sochařstvím, kde když sochař začíná pracovat s kusem určitého materiálu, jeho socha už v něm je a stačí jen odstranit nepotřebné části.“

Při této informaci mi hned v hlavě vytanulo několik zajímavých vět z životopisné knížky o sochaři Michelangelovi s názvem *Agónie a extáze*² autora Irvinga

2 ISBN: 978-80-756-5440-3.

Postřehy z Lindau

Lindau Nobel Laureate Meeting 2024

Petr Veřtát

Fyzikální ústav AV ČR, Oddělení magnetických měření a materiálů, Na Slovance 2, 182 00 Praha 8; vertat@fzu.cz

Ve dnech 30. června až 5. července se v německém Lindauu konalo 73. setkání s nositeli Nobelovy ceny. Tato událost, odehrávající se v krásném prostředí ostrovní části města, propojuje laureáty Nobelovy ceny s mladými vědci z celého světa. Letošního ročníku se zúčastnilo přibližně 35 nobelistů a 650 mladých vědců zhruba 90 národností z více než 60 zemí.

Dostat se na tuto akci není triviální záležitost – člověk musí projít striktním výběrem, kde o své kariéře i osobním životě prozradí prakticky vše a důkladně nastíní, proč si myslí, že je tím pravým či tou pravou.



Většina skupiny česko-slovenských účastníků společně s nobelistou Davidem Winelandem a hraběnkou Bettinou Bernadotte af Wisborg (prezidentkou rady pořadatelů).

Foto: Petr Veřtát

Hurá, prošel jsem! A i přes nejrůznější uzavírky jsem se dostal vlakem do Lindau. Pojdme se tedy podívat na samotnou náplň setkání. Nabítený program běžel takřka nepřetržitě – od tematických snídaní s přednáškami či diskusemi začínajícími již v sedm hodin ráno



Nobelist Dan Shechtman (objev kvazikrystalů) vysvětlující krásu mýdlových bublin. Foto: Petr Veřtát



E. Zelmanov: Nač myslí matematici? Foto: Petr Veřtát

až do večerních přednášek či společenských programů, končících kolem jedenácté. Však sami organizátoři často připomínali, že máme zde strávený čas náležitě využít – spát můžeme poté doma.

Hlavními formáty v programu během dne byly přednášky jednotlivých nobelistů, panelové diskuse i příspěvky vybraných mladých vědců. Během „Open Exchange(s)“ probíhaly komorní diskuse mezi menším publikem a jedním nobelistou, ve kterých padaly nej-



Panelová diskuse: Potenciál a hype v kvantových technologiích: Kam směřujeme? Foto: Patrick Kunkel/Lindau Nobel Laureate Meetings

různější dotazy i osobního rázu. Věděli jste, že Adu Jonathovou dvakrát vyhodili z práce?

Ještě intimnějším formátem pak byl oběd či procházka deseti účastníků s vybraným laureátem. O tyto akce byl značný zájem a většina byla rezervovaná již během první půlhodiny od otevření systému. Sláva, podařilo se mi „ukořistit“ oběd s Danem Shechtmanem, objevitelem kvazikrystalů, a mé krystalografické srdce zaplesalo. Kromě své vědecké cesty se s námi podělil i o recept na nejlepší mýdlové bubliny. Napadlo vás,

Gravitační observatoř LISA

Jana Žďárská

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

Adopce mise je významným milníkem při přípravě kosmických projektů, kdy kosmická agentura převádí projekt ze studijní fáze posuzování již k postupné realizaci. Začátkem roku 2024 Evropská kosmická agentura schválila misi LISA s rozpočtem 1,75 miliardy eur, na níž se podílejí i čeští vědci a vědecké ústavy. Vypuštění tří satelitů mise LISA se plánuje na rok 2035 a do kosmu je vynese raketa Ariane 6.

Observatoř LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*), která je nyní zase o další krok blíž ke svému startu, je budována jako gravitační observatoř, jež se bude zabývat výzkumem v oblasti gravitačních vln. Jedná se o velkou misi ESA (*European Space Agency*), která 25. ledna 2024 úspěšně prošla tzv. adopcí. To znamená, že ESA posoudila, zdali je technologicky reálné misi sestavit v daném časovém harmonogramu, jestli splňuje původní vytyčené vědecké cíle a také zdali bude možné vývoj a vypuštění zajistit finančně, a to jak na straně ESA, tak i na straně členských zemí. A je jisté potěšující, že toto posouzení vyšlo kladně.

LISA se bude snažit zaznamenat gravitační vlny, na jejichž výzkumu se podílejí i čeští vědci. K teorii gravitačních vln přispěla v minulosti řada českých akademiků, zejména z Ústavu teoretické fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (MFF UK), kde je možné za zakladatele tohoto oboru u nás považovat nedávno zesnulého profesora Jiřího Bičáka¹. Ten měl díky svým zahraničním pobytům a kontaktům možnost se setkávat s největšími astrofyziky své doby

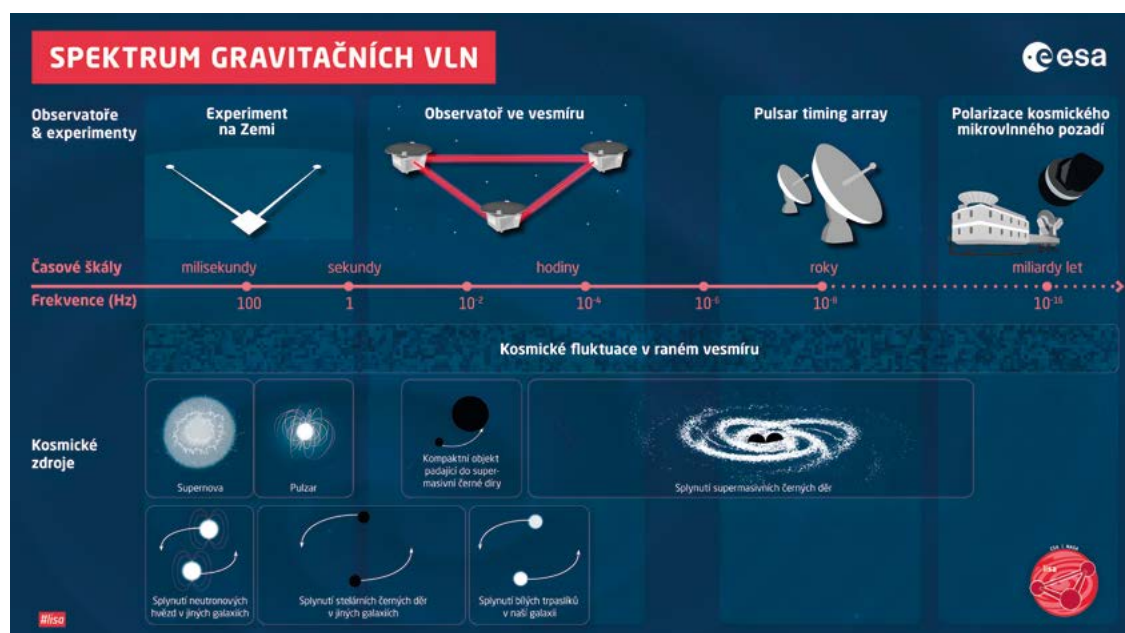


Obr. 1 Gravitační vlny byly doposud pozorovány pouze ze Země. LISA jako druhá velká mise ESA v programu Cosmic Vision však bude umístěna ve vesmíru. Credit: ESA (CC BY-SA 3.0 IGO or ESA Standard Licence)

a pomohl tento obor dále rozvinout i v Praze. Na něj pak navázala řada současných působících na MFF UK, na Astronomickém ústavu AV ČR, Fyzikálním ústavu AV ČR nebo na Slezské univerzitě v Opavě.

Období „gravitační astronomie“ začíná historicky první detekcí srážky binárního systému černých děr, kdy se podařilo přímo zaznamenat procházející gra-

¹ 7. ledna 1942 – 26. ledna 2024.



Obr. 2 Spektrum gravitačních vln na časových škálách. Credit: ESA

Hvězdárna Ždánice – jako fénix z popela...



Jana Žďárská

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

Hvězdárna Ždánice má dlouhou, bohatou a velmi pohnutou historii. Zhruba před 10 lety byla v takovém stavu, že jí hrozila demolice. Ale díky velké podpoře ze strany vedení města Ždánice zde proběhla náročná a důležitá rekonstrukce a v současné době hvězdárna skvěle slouží nejen návštěvníkům, ale díky instalaci univerzitního robotického dalekohledu je určena i pro výuku studentů astrofyziky a pro odborná pozorování především proměnných hvězd.

Na pomezí Moravského Toskánska, osobitě a nesmírně fotogenické barvitě krajiny, vypráví svůj vesmírný příběh Hvězdárna a planetárium Oldřicha Kotíka ve Ždánicích. Když jsme tam spolu s jejím vedoucím Karlem Trutnovským cestovali od Bučovic, kam jsem dorazila vlakem, projížděli jsme poměrně rozlehlým lesem – lesem vytvářejícím přirozený přírodní předěl mezi oblastí Brněnska a Moravského Toskánska se svou inspirativní krajinou drobných políček, vinohradů a pěkně temné noční oblohy.

Ždánická hvězdárna nesídlí na vysokém kopci, jak bývá obvyklé, ale na jednom okraji městečka, skrytá mezi stromy a okolní zástavbou, ale přesto s výborným výhledem na oblohu. Se svými dvěma kopulemi je malebnou a zajímavou dominantou města Ždánice.

Pojďme si nejprve připomenout historii hvězdárny, jejíž stavba započala v říjnu 1958. Když byla v roce

1965 tato lidová hvězdárna¹ slavnostně otevřena, neměla ještě planetárium, ale i to bylo postupně dostavěno, a protože v něm ještě nebyla instalována projekční technika, sloužilo od roku 1988 především pro přednáškovou činnost. Hvězdárna pořádala mnoho akcí a patřila ve své době k vědeckým institucím s celostátním významem.

Po roce 1989 však nastaly pro hvězdárnu poněkud temnější časy – jak z hlediska vlastníků, tak i financování. Nejprve patřila pod ROH firmy Náradí (nyní NAREX Ždánice) a od roku 2003 do roku 2012 byla majetkem společnosti Lipta Vsetín. V té době zde byla prováděna alespoň běžná údržba a sloužila i nadále profesionálním astronomům z Brna. Tehdy ještě spo-

¹ Jana Žďárská: Když se řekne hvězdárna... Čs. čas. fyz. 71, 421 (2021).



Obr. 1 Hvězdárna je situována na kraji obce s výhledem směrem k Moravskému Toskánsku. V popředí „hvězdárenský“ park, kde se během noci vesmír nejen pozoruje, ale především se o něm diskutuje. Foto: Archiv hvězdárny

Cumulonimbus – mezoměřítkové konvektivní systémy I.

Petr Zacharov¹, Jana Žďárská²

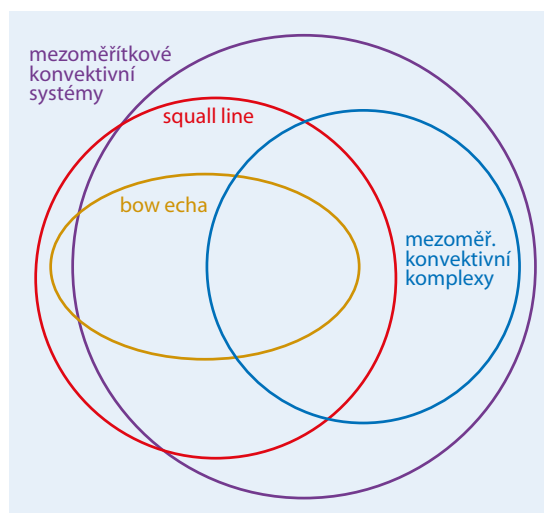
¹Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Boční II 1401/1a, 141 31 Praha 4; petas@ufa.cas.cz

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

Silná bouře nemusí znamenat jen jeden cumulonimbus, ale celou jejich řadu či shluk. Vzhledem k velké organizaci takového systému může bouře vytvářet silné poryvy větru či intenzivní srážky. A to nejen na malém území, ale i na rozsáhlých oblastech.

Jednoduché cely, multicely¹ a supercely² neboli konceptní modely silných bouří, které jsme popisovali v minulých dílech, představují buď jeden cumulonimbus, nebo několik cumulů a cumulonimbů v různých etapách života. Někdy ovšem můžete pozorovat poměrně velké pásy či systémy, pohybující se víceméně společně ruku v ruce. Takové systémy mívají vnitřní organizaci, díky níž mohou produkovat nebezpečné počasí na poměrně velké oblasti. Organizace může přijít zvenčí, když se bouřky tvoří např. na studené frontě. To je velké rozhraní zasahující velkou část Evropy, kdy se studený vzduch valí a nutí stoupat teplý vzduch vzhůru. Podél takového rozhraní mohou poměrně snadno vznikat bouře, často vypadající jako dlouhá linie. Pro nás je však zajímavější druhý případ, kdy si bouře vyvinou jednu mohutnou gust frontu, k níž všechny přispívají. Ta vlastně trochu supluje tu zmíněnou studenou frontu, ale rozdíl je v tom, že první proces je řízen zvenčí jevem většího měřítka – studenou frontou, kdežto druhý proces se vytvoří sám, třeba i z jedné konvektivní bouře³. A protože je to jev menšího měřítka než studená fronta, ale větší než jeden oblak, označujeme ho jako mezoměřítkový. Zároveň je to mnoho konvektivních bouří vedle sebe, a proto tedy mezoměřítkový konvektivní systém (MCS – *mesoscale convective system*). Podle definice se jedná o soustavu bouří, která má alespoň jeden rozměr přes 100 km.

Mezoměřítkové konvektivní systémy si meteorologové trochu rozškatalkovali do několika kategorií, nicméně příroda měla v tomto rozdělení trochu navrch a škatulky tak nejsou úplně unikátní, ale trochu se překrývají. To vzniklo hlavně tím, že se bouře pozorova-



Obr. 1 Vennův diagram mezoměřítkových konvektivních systémů (podle Markowski, Richardson, 2010).

ly a studovaly jak na radarech, tak na družicích. Až později se ukázalo, že bouře, která je na družici vidět jako jedna obrovská kruhovitá kovadlina, zasahující pro srovnání přes celé Čechy, je na radaru protáhlá, a nikoli kruhová linie bouří. Systém bouří s obří kovadlinou, charakterizovanou svojí přibližnou kruhovitostí a definovanou nějakou minimální velikostí a výdrží, se označuje jako mezoměřítkový konvektivní komplex (MCC). Linie bouří se zase označuje jako *squall line* (SQL). A právě některé squall line mohou při pohledu shora být i mezoměřítkovými konvektivními komplexy, když budou mít opravdu rozsáhlou kovadlinu. Podmnožinou SQL pak jsou obdobné linie, jejichž menší či větší část je prohnutá směrem dopředu – *bow echa*. Ještě drobná poznámka: do MCS patří i squall line nebo bow echa, která jsou kratší než 100 km. Funkčně odpovídají, jen jsou prostě o málo kratší, než je umělá definice. Není tedy fyzikální důvod je z kategorie vyřazovat.

- 1 P. Zacharov, J. Žďárská: Cumulonimbus, oblak známý neznámý, díl třetí, vliv větru. Čs. čas. fyz. 74, 221–223 (2024).
- 2 P. Zacharov, J. Žďárská: Cumulonimbus, oblak známý neznámý, díl čtvrtý, supercela. Čs. čas. fyz. 74, 304–305 (2024).
- 3 P. Zacharov, J. Žďárská: Cumulonimbus, oblak známý neznámý, díl první, oblak. Čs. čas. fyz. 74, 60–62 (2024).

Díky českým vědcům uvidí ALMA naše Slunce pětkrát ostřeji

Jana Žďárská

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

Observatoř ALMA se svými 66 velice přesnými interferometrickými anténami ve tvaru parabolických zrcadel umožňuje od roku 2017 pozorovat i Slunce. Ve srovnání s pozorováním „standardních“ objektů ve vesmíru bylo však rozlišení zachyceného obrazu při výzkumu Slunce dosud velmi omezené. Čeští vědci pod vedením Miroslava Bárty z Astronomického ústavu AV ČR navrhli cestu, jak toto omezení, úzce související s atmosférickou turbulencí v místě pozorování, obejít.

Observatoř ALMA¹ je společným projektem ESO (The European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere), americké NRAO (National Radio Astronomical Observatory) a japonské NAOJ (National Astronomical Observatories of Japan) a díky svému technickému vybavení představuje špičkový přístroj astrofyzikálního výzkumu umožňující vědcům zase více, lépe a s přesnějšími výsledky nahlížet do vesmíru a do procesů v něm probíhajících.

Jeden z uzlů Evropského regionálního centra ALMA se nachází také v České republice, která do projektu vstoupila v roce 2009. A právě čeští astronomové pod vedením Miroslava Bárty se v roce 2017 významně podíleli na vývoji speciálního pozorovacího režimu (Solar ALMA Observing Mode) pro pozorování Slunce. A nyní úspěšně vyřešili i další problém týkající se provozu observatoře ALMA, a to významné zvýšení rozlišení pozorovaného obrazu.

Provoz observatoře ALMA byl oficiálně zahájen v roce 2013 a pozorování Slunce bylo schváleno v roce

2016. „Sluneční projekty z celé Evropy se od té doby podporují a zpracovávají tady u nás v Ondřejově, protože my jsme na tuto činnost specialisté. Při pozorování Slunce v rámci slunečního režimu ale panují určitá omezení, o kterých se vědělo již při budování observatoře a za která sluneční astrofyzici nebyli příliš rádi. Nejvíce nás trápilo, že ALMA nemůže pozorovat Slunce s vysokým rozlišením. A začali jsme se pít po tom, proč to tak vlastně je...“ vysvětluje Miroslav Bárta.

ALMA se rozkládá na plošině Chajnantor v severním Chile ve výšce 5040 m n. m. Observatoř tvoří 66 dvanáctimetrových (a sedmimetrových) antén ve tvaru parabolických zrcadel, která umožňují pozorování v oblasti mikrovln o délkách 0,3–9 mm. To, co dělá z observatoře ALMA výjimečné pozorovací zařízení s vysokou citlivostí, je především to, že je možno do soustavy zapojit všech 66 antén a jejich celková plocha se tak dostane na 6500 m². Díky tomu je ALMA v současné době absolutně největším přístrojem schopným pozorovat vesmír v milimetrových a především submilimetrových vlnových délkách.

Observatoř ALMA slouží zejména k pozorování galaxií a dalších vesmírných objektů, jako jsou protoplanetární disky, exoplanety či první galaxie ve velmi vzdáleném vesmíru. ALMA však také pozoruje objekty Sluneční soustavy – planety a jejich měsíce, komety a rovněž naše Slunce.

Pro nastavení pozorování je velkou výhodou, že se jednotlivé antény mohou po planině pohybovat. Převoz antén zajišťují dva speciální transportéry pojmenované Otto a Lore², které mohou antény rozličně přesouvat do různých uskupení. Antény tak mohou pracovat ve vzdálenostech od 160 m do 16 km, což umožňuje soustavě ALMA zaměřovat různé zdroje radiového záření ve vesmíru, podobně jako to dělá VLA v Novém Mexiku v USA.

Pohyblivých antén je zhruba 50 a míst, kam se tyto antény mohou přesunovat, je více než třikrát tolik. Různým rozmístěním antén se tak dají získat pozorova-

1 J. Žďárská: Čeští vědci na observatoři ALMA. Čs. čas. fyz. 69, 458–461 (2019).

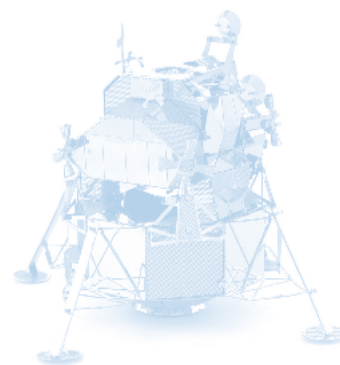


Obr. 1 Čeští astronomové pod vedením Miroslava Bárty se v roce 2017 významně podíleli na vývoji speciálního pozorovacího režimu (Solar ALMA Observing Mode) pro pozorování Slunce. Foto: Archiv Miroslava Bárty

2 <https://www.youtube.com/watch?v=ZfQStqhh7J8>

Drží ho pohromadě 10 000 nýtů

Maketa lunárního modulu „dokuje“ u pražského Planetária již 5 let



Jana Žďárská

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

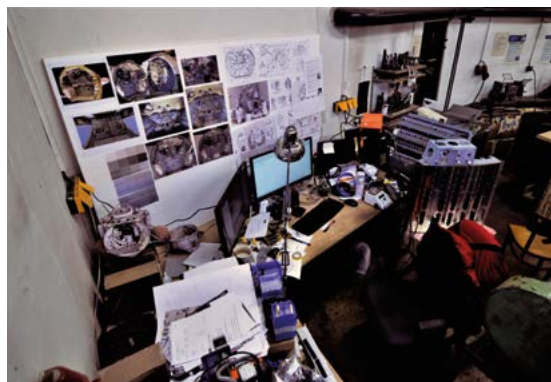
Psal se tehdy rok 1969, kdy se uskutečnilo historicky první přistání člověka na Měsíci. Americký prezident Richard Nixon tenkrát prohlásil, že „dosud nikdy nestál svět těsněji pohromadě“. Svět jásal... Byl to naprosto unikátní počin naší civilizace. Čin, který navždy zůstane v našich myslích, i když budou přicházet další a nová vesmírná vítězství. A 20. července 2019 lunární modul opět „přistál“ – tentokrát před budovou Planetária v Praze (Planetum).

Desítky poničených vrtáků, troje zlomené kleště a spousty hodin tvrdé a trpělivé práce – tak nějak vznikala maketa přistávacího modulu Eagle Apollo 11 (LEM) v reálné velikosti. „V celé Evropě jsou takové modely pouze dva, ale ten náš český je jedinečný tím, že do něj mohou návštěvníci vstoupit a na chvíli zažít téměř skutečné pocity astronauta.“ připomíná RNDr. Václav Pavlík, Ph.D.,¹ který tehdy pracoval v programovém oddělení pražského Planetária (Planetum).

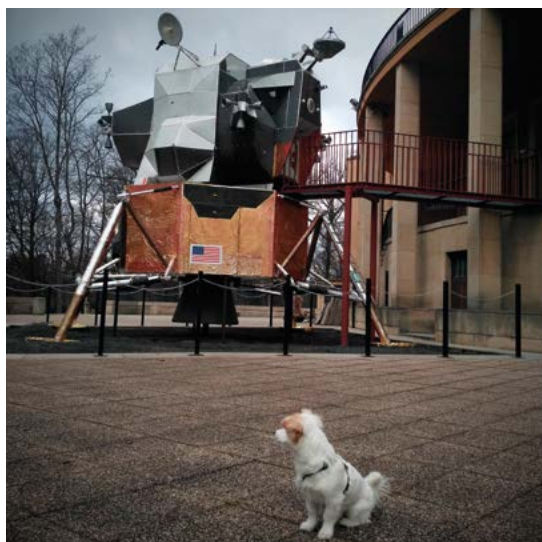
■ **Jana Žďárská:** Ještě než se ponoříme do technických podrobností této unikátní stavby, mohl byste nám říci, co znamená pro vás osobně přistání člověka na Měsíci?

Václav Pavlík: Je to pro mě skutečný vrchol tehdejších technologických možností. Pokud se podíváte na to, co přistání na Měsíci předcházelo, byl to neuvěřit-

¹ Václav Pavlík, Jana Žďárská: Hvězdná dynamika. Čs. čas. fyz. 71, 402–409 (2021)



Obr. 1 Tak tady v kanceláři Michala Brodila to všechno začalo – myslím, že více slov netřeba... Foto: Archiv Planetum



Obr. 2 Stavební dozor – Buddy – pes pana Pavlíka byl nejoblíbenějším členem týmu. Foto: Václav Pavlík

telný pokrok ve vývoji používaných technologií, ve výzkumu různých materiálů, v komunikaci či ve znalostech lidské fyziologie. Samotné přistání už bylo jen takovou třešničkou na dortu, čímž ho tedy nechci znehodnotit, ale ono přistání a zapíchnutí vlajky bylo spíše mocenským aktem USA a důkazem vítězství nad Sovětským svazem než čímkoliv jiným. Ovšem co je velmi důležité, to jsou experimenty, které všechny mise Apollo (nejen ta první) zanechaly na povrchu Měsíce, a vzorky, které přinesly zpět – ty nám totiž o našem vesmírném sousedovi poodhalily další hodnotné informace. Víte, dnes jsou americké vlajky na Měsíci dávno popadané a slunečním zářením vyšisované doběla.

Recenze knih

Starý poklad fyziky září novým světlem

Jan Novotný

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

Recenze knihy

Jiří Podolský: *Teoretická mechanika ve třech knihách*

Matfyzpress, Praha 2024. ISBN: 978-80-7378-499-7, 432 stran, pevná vazba.

Soustavná výuka teoretické fyziky pravidelně začíná mechanikou. Její kurz obvykle nejprve připomene Newtonovy zákony, na něž naváže analytickou mechanikou s Lagrangeovým a Hamiltonovým formalismem, načež následuje mechanika kontinua. Studenta se může po zjištění náplně kurzu zmocnit pochybnost, zda se tu nevěnuje – na úkor moderní fyziky – přílišná pozornost poznatkům dávno známým a do značné míry již neaktuálním. Dobrý učitel ho však z takového omylu vyvede. Ukáže mu, že mechanika je matkou všech nejdůležitějších fyzikálních pojmů, s nimiž se bude při dalším studiu setkávat. Do labyrintu moderní fyziky lze vstoupit pouze přes smyslově přístupný svět, který nás obklopuje a jehož horizonty začala klasická mechanika překračovat. I na klasické půdě však zůstává mechanika zdrojem inspirací, otevřených problémů, duchovního okouzlení. Kdo měl to štěstí, že vedl kurz teoretické me-

chaniky se zvědavými studenty a přistupoval ke svému úkolu odpovědně a kreativně, uvědomí si časem, jak mnoho tím získal pro pochopení fyziky a vědeckého myšlení vůbec. A mnohdy neodolá, aby se své zkušenosti nepokusil využít k užtku kolegů i studentů.

To je zřejmě případ profesora Jiřího Podolského. V úvodu k recenzované knize vzpomíná, jak ho roku 1995 přizval k účasti na výuce teoretické mechaniky skvělý učitel Jiří Langer. Připomíná pak několik knih, které sloužily jako základ pro výuku teoretické mechaniky na Karlově univerzitě. Jeho přehled začíná *Teoretickou mechanikou* A. Seydlera (1880) a pokračuje *Základy mechaniky tuhých těles* B. Kučery (1921). Později sloužila jako „kanonická“ dvojice knih *Mechanika hmotných bodů a tuhého tělesa* V. Trkala (1956)



Jiří Podolský prodává a podepisuje svoji knihu.
Foto: Jan Valenta

a *Mechanika kontinua* M. Brdičky (1959), posléze pak hrála tuto roli *Teoretická mechanika* M. Brdičky a A. Hladíka (1987).

Podle Podolského tyto obecně uznávané a užívané knihy o teoretické mechanice vznikaly u nás pravidelně poté, co se vystřídaly jedna až dvě generace fyziků, tedy po 30–40 letech. Vyžadoval si to mezitím učiněný pokrok matematiky, vývoj oboru, změna stylu výuky i nutnost stále znovu se přizpůsobovat nárůstu požadavků na rozsah učiva a nalézat novou rovnováhu mezi stručností a rigorózností výkladu.

Porovnáme-li Podolského trilogii s knihami, které uvádí jako její předchůdkyně, vidíme okamžitě, že si stanovil mnohem vyšší cíl než pouhou modernizaci látky. Pro tu by stačil pouze první díl trilogie, nazvaný *Teoretická mechanika v klasické formulaci*. Ani zde se však obsah nepřekrývá s knihou Brdičky a Hladíka. V té především není zahrnuta mechanika kontinua, ale naopak je tam i speciální teorie relativity (o níž je ovšem dostatek kvalitní literatury v češtině).

První díl (první „knihu“ trilogie) rozdělil autor do tří částí. První z nich *Mechanika hmotného bodu*



Křest knihy na XXI. ročníku semináře o filosofických otázkách matematiky a fyziky 22. 8. 2024. Foto: Tina Kárníková

<https://ccf.fzu.cz>

T | Ý | D | E | N | A | V

TÝDEN
AKADEMIE VĚD ČR

Den otevřených dveří

vědecké ústavy AV ČR
Boční II 1401, Praha 4sobota 9. 11.
10 – 16 hod.

vědecko-naučný program plný experimentů



GFÚ

MĚSTSKÁ ČÁST
PRAHA 4

Abstracts of selected articles

Patrik Čechvala**The sky of Middle Earth – astronomy in The Lord of the Rings as motivation for students, part 2.**

In the first part of the article, we discussed the different ways authors of fantasy literature are capable of pulling the reader into their own world and present it in detail with references to the movements of the sky and celestial objects. We focused on J. R. R. Tolkien and more specifically on his The Lord of the Rings novels, from which astronomical references to constellations, asterisms and stellar scintillation were presented. In the following part, we will be focusing on the rest of the references, more specifically on the spherical shape of the Earth, lunar phases, meteorites and the electromagnetic spectrum.

Ivana Kolmašová, Ondřej Santolík**Strong winter lightning, which evoked a long-lasting whistle around the Earth**

Seven years ago, the Finnish Polar Observatory, Kannuslehto, recorded radio waves at audible frequencies in the form of a series of descending whistling tones, appearing throughout the night until the next morning. Such phenomena arise from the propagation of radio impulses from lightning throughout the plasma environment in near space around the Earth. We have, for the first time, thoroughly examined the properties of these lightning discharges which triggered this long-lasting whistling.

Anne L'Huillier, Pierre Agostini, and Ferenc Krausz**Nobel prize for physics 2023: Attosecond physics**

Following the long tradition, the Czechoslovak Journal of Physics publishes translations of Nobel lectures along with the laureate's biographies and selected speeches. In 2023, the Nobel prize for physics was awarded to Pierre Agostini, Ferenc Krausz and Anne L'Huillier for "experimental methods that generate attosecond pulses of light for the study of electron dynamics in matter". These three papers, based on the laureate's

Nobel lectures, bring the view on the ground-breaking research from different perspectives and provide a popular description of basic principles of attosecond physics.

Miroslav Bárta, Yi Chai, Jana Žďárská**Thanks to Czech scientists, ALMA will see our Sun five times sharper**

ALMA (Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array) is the largest astrophysical observatory in the world, which, since 2013, has operated via a broad international cooperation. It observes the entire reachable Universe, and since 2017 also our Sun. Solar observations are quite specific for multiple reasons and, consequently, development of the specific Solar ALMA Observing Mode required dedicated effort. In Europe, this activity has been led by the Czech node of the European ALMA Regional Center (EU-ARC.CZ). However, the Solar ObsMode suffers from many constraints – one of the most severe being the relatively low spatial resolution, related to limited extension of the array configuration eligible for solar observations. Extended ALMA configurations are not possible for solar observation as the standard method (used for non-solar targets) of corrections of wave-front distortions, which utilizes high-cadence measurements of the Earth's atmosphere water-vapor radiation and subsequent re-calculation of the water-vapor column density to the phase delays does not work for the Sun, due to saturation of radiometers. Researchers at the EU-ARC.CZ have suggested – and in frame of the ESO ALMA Development Study project deeply investigated – a viable work-around which is based on self-calibration of the short-snapshot (0.2 s) series/movies of the solar targets. Their research started with simulated solar observations including atmospheric perturbations, and after establishing new anticipated limits for array configurations (C-7 for Band 3), the real short ALMA observations were requested. These observations proved the simulation results and has brought – for the first time – solar images in the mm wavelength with a resolution of 0.2 arcsec, i.e., 5x higher than previous. After completion of the study, the procedure shall be commissioned, and therefore, high-resolution solar imaging will be enabled to the entire research community.

T | Ý | D | E | N | A | V

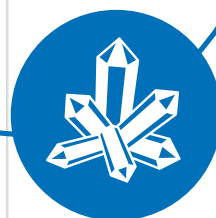
WWW.TYDENAVCR.CZ


Akademie věd
České republiky

/ věda /

/ v roce /

/ 24



4—10/11/2024

TÝDEN AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY

PARTNER

SPONZOR

HLAVNÍ MEDIÁLNÍ PARTNER

MEDIÁLNÍ PARTNEŘI

ZA PODPORY

IQRF®
Smarter wireless. Mesh.

ZEISS


Česká televize

LISTY PRAHY



A

živa



• • • • •