

# ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 6/2023

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

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

Vychází 6 čísel ročně,  
uzávěrka tohoto čísla: prosinec 2023

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

**Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:**  
Jan Valenta

**Výkonná redaktorka:**  
Jana Žďárská

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

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

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

**Jazyková úprava:**  
Stanislava Burešová, Nada Mrkvýková

**Vedoucí výroby a grafik:**  
© Jiří Kolář

**Tisk:** Grafotechna plus, s. r. o.

Cena jednoho výtisku je 85 Kč.  
Objednávky a prodej jednotlivých čísel  
v ČR vyřizuje redakce.

Na Slovensku časopis rozšiřuje  
Jednota slovenských matematiků a fyziků,  
pobočka v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 01 Žilina,  
e-mail: ivo.cap@fel.uniza.sk

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

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

Registrace: MK ČR E 3103, ISSN 0009-0700  
(Print), ISSN 1804-8536 (Online).  
Copyright © 2023 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

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



## Úvodník

### Ženy mezi vědou a rodinou



Vědecká práce i vzdělání bývaly ženám v historii často odřízány. Tradovalo se, že se vzdělanost pro ženy nehodí a jejich role je jiná. Měly se především starat o rodinu a děti a náležitě podporovat své manžely. Věda našťásti nerozlišuje v tom, zda se o ni zajímá žena, či muž. A ženy se i přes různé zákazy o vědu zajímaly, zajímají a jsou úspěšné. Vzpomeňme třeba Marii Curie-Skłodowskou, držitelku Nobelových cen za fyziku i chemii, či Caroline Lucretii Herschelovou, astronomku, objevivši tři mlhoviny a osm komet. Současná předsedkyně AV biochemička a profesorka anatomie a fyziologie rostlin Eva Zažimalová k tomu připomíná: „Pro mne ženy ve vědě (ani kdekoli jinde) nejsou žádný zvláštní živočišný druh. Uplatnit se profesně – pokud chtějí mít rodinu a děti – je pro ně ovšem výrazně těžší než pro muže. A zde má naše společnost vůči ženám ještě stále velký dluh, a to jak ve vytvoření vnějších podmínek pro péči o děti (dostupné dětské skupiny, školky atd.), tak i v celkovém nastavení, tedy v zatím velmi nevyrovnaném podílu na péči o děti ze strany obou rodičů. Jsem přesvědčená, že pokud budou tyto podmínky splněny, většina žen toho ráda využije a jejich zastoupení ve vysoce kvalifikovaných profesích vzroste.“

A jaký je přístup žen k vědeckému poznání? Mohl by být nějakým způsobem odlišný od toho mužského, jak se někdy traduje? „Podle některých psychologů ženy preferují spíše obecný přehled, zatímco muži se více zaměřují do hloubky na jednu věc. Nevím, zda je to pravda, ale v mém případě to sedí,“ podotýká docentka z Astronomického ústavu UK Daniela Korčáková a dodává: „Zatímco kolegové vykládají do detailů jednotlivé procesy odděleně, já se snažím dát studentům širší přehled a propojovat jednotlivé fyzikální procesy na příkladech v přírodě. Považuji to za velmi důležité, zvláště dnes, kdy se jednotlivé vědní obory prolínají a hranice, které si lidé kdysi stanovili, už prakticky zmizely.“

O náročném osudu žen toužících věnovat se vědě by jistě mohla obsáhle rozprávět i Mileva Marićová, první manželka Alberta Einsteina a významná vědkyně v oboru matematiky a fyziky, jejíž podíl na manželově výzkumu nebyl příliš doceněn. I ona dělila svůj čas mezi rodinu, děti a vědeckou práci jako mnohé současné badatelky, ale tehdejší doba jí to příliš neulehčovala. „V dnešní době je postavení at už žen, nebo i mužů, kteří se chtějí kromě vědeckého výzkumu věnovat ve větší míře také rodině, např. se alespoň

částečně starají o malé děti na rodičovské dovolené, komplikované. I když alespoň z mé zkušenosti na pracovišti většinou mají podporu a obvykle mohou mít pouze malý úvazek, při posuzování jejich projektů v rámci grantových agentur se často tato skutečnost nebere dostatečně na zřetel (i když by dle pravidel měla) a přednost dostanou jiní žadatelé s větším publikačním výstupem,“ vysvětluje Dr. Petra Suková z Astronomického ústavu AV a dodává: „Častou výtkou od posuzovatelů pak bývá pokles publikační činnosti. Ještě obtížnější je situace při práci v mezinárodním týmu, případně s mezinárodními posuzovateli, kde zahraniční odborníci většinou neznají tuzemské podmínky na rodičovské dovolené a jsou zvyklí, že se rodiče vracejí na plný úvazek velmi brzy. Pokud však žena nechce přenechávat většinu péče o malé miminko cizím lidem, případně třeba prarodičům, je potom velmi obtížné, až skoro nemožné dostatečně konkurovat kvantitou svého vědeckého výstupu, i když kvalita může být opravdu vysoká. Tyto skryté překážky pro vědeckou kariéru pro rodiče malých dětí nabývají na významu hlavně v současné době, kdy celkový objem financí do vědy je poměrně nízký, a tudíž je velmi nízká úspěšnost v jednotlivých grantových soutěžích, pohybujících se okolo 10–20%, kdy i drobné nedostatky v projektu ho odsuzují k neúspěchu.“

I já jsem se vědě kdysi chtěla přiblížit. A také jsem musela volit – mezi dětmi, rodinou a studiem. Na vysokou školu jsem nastupovala až společně se svým nejmladším (tehdy 18letým) synem a mohu potvrdit, že studovat denní studium na 1. LF UK po „čtyřicítce“ byl víc než očištěc. Skloubit studium s prací nebylo možné, a tak nezbylo nic jiného než prodat chalupu a z ní financovat chod rodiny, když si „živitelka hověla“ v posluchárnách, jak občas vtipkovali známí. O to více obdivuji ženy a muže, kteří se vědě věnovali a věnují i s malými dětmi „u sukni“. „Přehoupne se půlnoc, padám únavou a vím, že po šesté mě vzbudí děti, ale v disertaci jsem učinila menší pokrok, než jsem měla v plánu. Soustředění mě opouští – co dřív? Pokusit se dopsat paper, odpovědět na e-maily, přichystat materiály pro studenty, psát grantový návrh, popularizovat?“ přemítá bioložka a matka dvou malých dcer Mgr. Julie Nováková z PřF UK a dodává: „Pět let pracuji téměř výhradně v noci...“

Popřejme vědkyním matkám do nového roku více podpory ze všech stran.

Jana Žďárská

# Obsah

## OTÁZKY A NÁZORY

Jednička z nejistoty?  
Sociologie fyziky před tabulí 432

Zdeněk Konopásek, Jan Maršálek,  
Lukáš Hadwiger Zámečník



## AKTUALITY – NOBELOVY CENY 2023

Attosekundová fyzika – elektrony surfují na světelných vlnách 438

Martin Kozák



Medailonky nositelů  
Nobelovy ceny za fyziku 2023 440

## REFERÁTY – NOBELOVY CENY 2023

Na velikosti někdy záleží –  
zejména v nanosvětě 441

Průkopníci oboru polovodičových kvantových  
teček získali Nobelovu cenu za chemii 2023

Jan Valenta a Ivan Pelant



## FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

KvIS na MU a jeho využití k výuce  
matematiky pro fyzikální obory 453

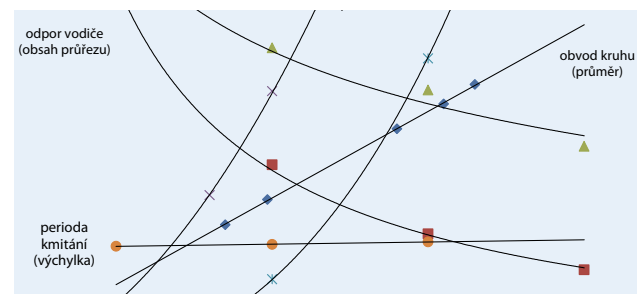
Pavla Musilová



## FYZIKÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

Žijeme ve světě nejen (ne)přímé  
úměrnosti – VELMI JEDNODUCHÁ FYZIKÁLNÍ  
MĚŘENÍ A RŮZNÉ MATEMATICKÉ FUNKCE 460

Vojtěch Žák



## HISTORIE FYZIKY

Cesta ke vzniku  
Fyzikálního ústavu Akademie věd 466

Díl I. Spektroskopický ústav a Fyzikální  
výzkum Škodových závodů 1934–45

Jan Valenta





ZPRÁVY

**Kosmodrom Karlovy Vary aneb „řídící středisko, máme problém“...** 478

Jana Žďárská



ZPRÁVY

**Tornádo jako nepředvídatelný jev** 482

Jana Žďárská

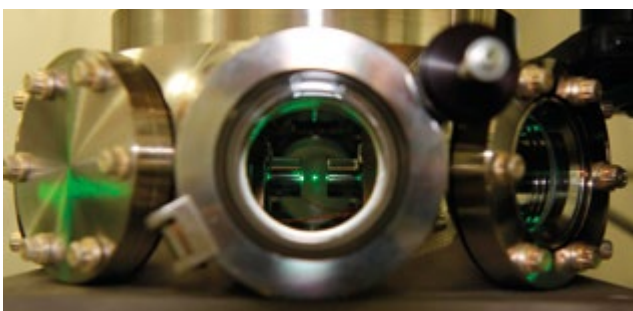


ZPRÁVY

**Levitující nanočástice** 486

Vědci z Ústavu přístrojové techniky se přibližují kvantovým technologiím

Jana Žďárská



ZPRÁVY

**Zrcadla jako klíčová součást detektorů kosmického záření** 488

Jana Žďárská



ROZHOVOR

**Pod námi planeta Země** 490

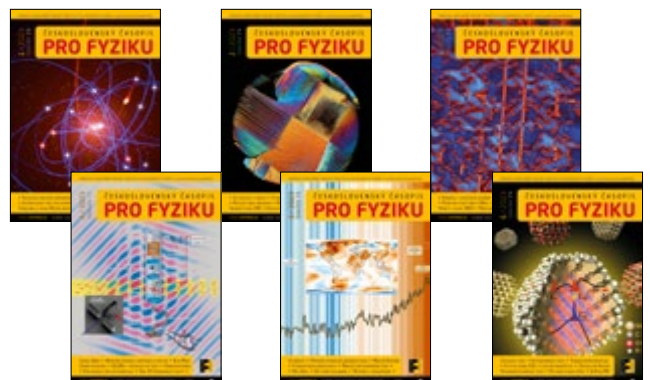
Jana Žďárská



JINÉ

**Obsah a autorský rejstřík** 498

Čs. čas. fyz. sv. 73 (2023)



**Obrázek na obálce:** Ilustrace k tématu Nobelovy ceny za chemii 2023: Vypočtená podoba křemíkových kvantových teček – nanokrystalů obsahujících 538 atomů Si, s povrchovými vazbami pasivovanými  $-CH_3$ ,  $-OH$  nebo  $-H$ . V „rozříznutém“ nanokrystalu je ukázáno rozložení elektronových molekulárních orbitalů (modro-červené pruhy) a schematické znázornění zářivé rekombinace excitovaného elektron-děrového páru v recipročním prostoru (žlutá šipka). [Autoři: K. Kůsová, P. Hapala, J. Valenta, P. Jelínek, O. Cibulka, L. Ondič, I. Pelant. Pro více detailů viz *Adv. Mater. Interfaces* 1, 1300042 (2014).]

# Jednička z nejistoty?

## Sociologie fyziky před tabulí

Zdeněk Konopásek<sup>1</sup>, Jan Maršálek<sup>2</sup>, Lukáš Hadwiger Zámečník<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centrum pro teoretická studia UK/AVČR, Husova 4, 110 00 Praha 1; konopasek@cts.cuni.cz

<sup>2</sup> Filozofický ústav AV ČR, Jilská 1, 110 00 Praha 1; marsalek@flu.cas.cz

<sup>3</sup> Filozofická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Křížkovského 14, 779 00 Olomouc; lukas.zamecnik@upol.cz

Mnozí jsou přesvědčeni, že hlavní úlohou vědy je zjišťovat, jak se věci mají; stejně důležité však je, že si věda vytvořila celou řadu nástrojů a postupů, jak se vypořádávat s nejistotou. S tím, že mnohé nevíme, nevíme dost přesně anebo se nemůžeme shodnout. Vědecká gramotnost občanů moderních, vědou prostoupených společností by měla obnášet právě tuhle citlivost.

**O**minulosti pojednává dějepis, o zítřku rozhoduje fyzika, psalo se v záhlaví webových stránek letošní konference *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky*. Vypadá to jako prosté rozdělení směrů: minulost patří dějepisu, budoucnost fyzice. Na první pohled spravedlivá dělba „poločasu“ ale překrývá už ne tak docela spravedlivé rozdělení rolí: dějepis popisuje, fyzika rozhoduje. Fyzika je důležitá.

Fyzik, učitel fyziky i sociolog mohou výše zmíněné motto chápat jako výzvu ke studiu fyziky. Jenomže dělat z konstatování imperativ je zapeklité. Když například jednoduché heslo „Pojďte studovat fyziku!“ přeformulujeme na „Pojďte studovat fyziku, která rozhoduje o vaší budoucnosti!“, vypadá to napřed jako nevinné rozvedení. Při bližším pohledu si však uvědomíme, o jak zásadní rozšíření jde: fyzika tu najednou přestává být netečným souborem objektivních poznatků a stává se součástí našeho, lidmi vespolek obývaného světa, do něhož zasahuje a jímž je současně sama tvarována. Jak moc to takhle učitelé fyziky chápou? Jak moc to reálně promítají do své práce?

V závěrečném textu naší série se věnujeme otázkám, které jsou v sociologii vědy spíš okrajové: nemělo by mezi klíčové aplikace tohoto oboru patřit jeho uplatnění při výuce přírodních věd, a to nejlépe ještě na před-univerzitním stupni vzdělávání? Nepatří ten pohled na vědu, který otevřela sociologie vědy, k vědecké gramotnosti občanů dnešních společností? Neměli by se žáci ve školách učit nejen „něco z vědy“, ale také „něco o vědě“ – třeba už jen proto, aby vůči vědě měli strážlivá a realistická očekávání? Nebylo by vhodné, aby školáci byli schopni nejen správně použít vzoreček či jinak předvést své porozumění základům jednotlivých vědních oborů, ale aby zároveň chápali, jak vědecké poznání spoluvytváří svět plný nejistot a rizik a jak složitě se prakticky rodí? Co by takto zaměřené vzdělávání v přírodních vědách mohlo nebo mělo prakticky obnášet? Co si se sociologií vědy počít před tabulí [1]?

Jsmo si dobře vědomi toho, že zde vzhledem k našim odbornostem vstupujeme na tenký led [2]. Ve fyzice a pro fyziky jsme nepochybně „cizinci“. Avšak tak moc cizí, jak tomu věřili někteří účastníci „vědeckých válek“, jako sociologové a filosofové nejsme. Nic z toho, co jsme v předchozích pěti dílech naší série věnované sociologii vědeckého poznání stihli zaznamenat, nás nenavádělo k tomu, abychom význam fyziky zpochybňovali [3]. Zájem sociologie o „konstrukci“ vědeckých faktů, o praktické vytváření jejich „univerzálnosti“, její studium vědeckých kontroverzí a sporů vědců o hranice „logického“ a „racionálního“, její odkrývání významu mezilidských vztahů, zájmů, postavení na cestě za poznáním, zviditelňování rétoriky vědy atd. atd., nic z toho ani v jediném případě nepřivedlo sociology k rozporování platnosti vědeckého poznání.

Nejsme ovšem ani odborníci na vzdělávání, ani didaktici. I proto budeme v našem následujícím zamyšlení a v našich návrzích postupovat opatrně. Ukážeme nejprve, že se lze „popisu“ vědecké praxe (explicitnímu i implicitnímu) při výuce fyziky jen těžko vyhnout a že je tak třeba pečovat o jeho přiměřenost. S odkazem na některé debaty ve Spojených státech upozorníme na to, že uplatňování sociologie vědy při výuce přírodních věd může vypadat ledasjak a někdy může znamenat i dost různé věci. To nám pomůže vyjasnit, o co jde nám, a zmírnit tak případné obavy, že bychom chtěli nahradit vědu volnou povídkovostí. A nakonec, vědomi si toho, jak choulostivé je dnes nakládat učitelům další a další kusy látky k probírání, si dovolíme tvrdit, že k tomu, aby výuka „fyziky, na které záleží“ vypadala lépe, není nutné přidávat hodinovou dotaci. Není nutné říkat víc. V některých případech by možná stačilo říkat některé věci jen trochu jinak, anebo je prostě raději neříkat vůbec...

To, že poznání *procesů vytváření fyzikálního poznání* patří nejen do fyziky, ale také do *výuky* fyziky, by snad někdo mohl mít za samozřejmost. Většina našich čtenářů možná hned pomyslí na různá praktika či la-





# Attosekundová fyzika – elektrony surfují na světelných vlnách

Martin Kozák

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

**L** aureáty Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2023 se stala trojice vědců Pierre Agostini, Ferenc Krausz a Anne L’Huillier za výzkum, který dal lidstvu nové nástroje pro zkoumání světa elektronů v atomech a molekulách. Tato trojice významně přispěla k vývoji technik, které dnes dovolují generovat světelné pulzy, jejichž doba trvání se počítá v attosekundách ( $1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$ ), tedy je kratší než femtosekunda ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ). Tyto objevy posunuly časové rozlišení experimentů do oblastí, ve které bylo poprvé možné zaznamenat pohyb elektronů v atomu či přímo zachytit elektrické pole optické vlny.

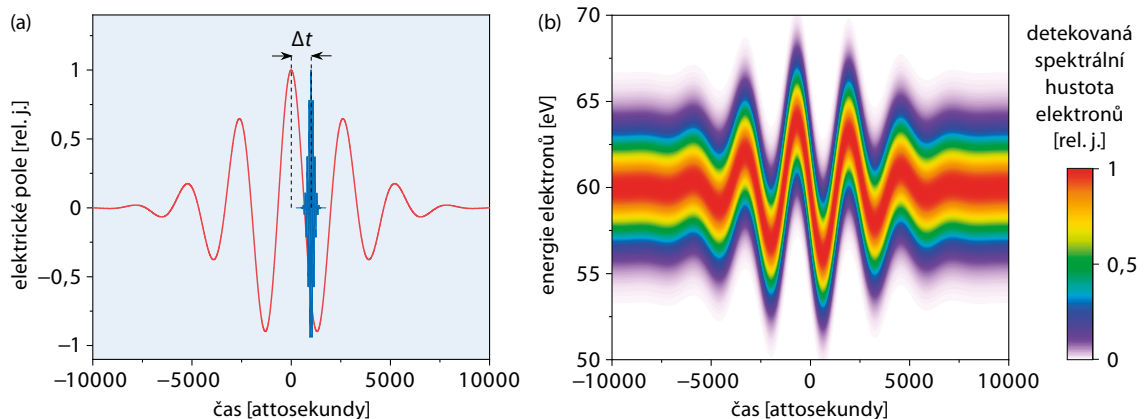
## Měření s attosekundovou přesností

Pro pochopení principu těchto experimentů je nejprve třeba vrátit se zpět v čase na začátek dvacátého století, kdy Albert Einstein publikoval svou práci vysvětlující tzv. fotoefekt, při kterém světlo dopadající na povrch materiálu vyráží elektrony z jeho povrchu. Podivuhodným výsledkem měření fotoefektu bylo, že kinetická energie vyražených elektronů nezávisela na intenzitě světelné vlny (výkonu na jednotku plochy), ale závisela na její frekvenci. Einstein k vysvětlení tohoto jevu poprvé použil myšlenku o základních nedělitelných kvantech světla, které dnes známe jako fotony [1].

Při dopadu fotonu na povrch materiálu se jeho energie, která je přímo úměrná frekvenci světelné vlny, přemění na energii potřebnou k vyrazení elektronu z materiálu. Pokud nějaká energie zbyde, je spotřebována na kinetickou energii vyraženého elektronu. Einstein v tomto jevu uvažoval, že se jedná o okamžitý efekt, tedy jakmile foton dopadne, ihned je vyražen elektron z povrchu. Dnes však díky attosekundové fyzice víme, že situace může být složitější a že například elektrony vyražené z různých atomových slupek stejnými fotony mohou mít mezi sebou při fotoemisi zpoždění několika desítek attosekund [2].

Nejdůležitějším faktorem v přechodu k attosekundovým pulzům a měřením byla změna paradigmatu v optice, kdy klasický popis použitelný pro světlo s relativně malou amplitudou oscilací elektrického pole bylo nutno nahradit teorií, která popisuje kvantové systémy ve velmi silných elektrických polích. Tato změna byla vyvolána rozvojem laserových technologií, kdy se v 80. a 90. letech dvacátého století začaly objevovat femtosekundové lasery, jejichž špičkový výkon se neustále zvyšoval a doba trvání pulzů se zkracovala. Nakonec byl dosažen limit délky pulzu pro světlo ve viditelné oblasti, který je několik femtosekund. Tyto pulzy nebylo možné dále zkracovat, protože již obsahují pouze jeden

Nobelova cena  
za fyziku 2023



**Obr. 1** (a) Časový průběh elektrického pole optického pulzu (červená křivka) a attosekundového pulzu (modrá křivka), který má relativní časové zpoždění vzhledem k optické vlně  $\Delta t$ . Při dopadu attosekundového pulzu s vysokou energií fotonů na atom dochází k emisi elektronu. (b) Spektra kinetické energie elektronů (vertikální osa), změřená při různých zpožděních  $\Delta t$ . V tomto případě uvažujeme ideálně stlačený attosekundový pulz. Oscilace střední kinetické energie přímo reprezentují vektorový potenciál optické vlny.

# Medailonky nositelů Nobelovy ceny za fyziku 2023



## Pierre Agostini (\*1941)

Agostini se narodil 23. července 1941 v Tunisu. Maturitu složil roku 1959 na francouzské vojenské škole Prytanée national militaire v La Flèche. Dále studoval fyziku na univerzitě Aix-Marseille, kde vypracoval i doktorát na téma vytváření dielektrických multivrstev pro filtry v UV oblasti (obhájeno roku 1967). V letech 1967–2002 pak pracoval jako výzkumník v CEA Saclay (dnes součást Univerzity Paris-Saclay). Zde pracoval v laboratoři s výkonnými lasery a studoval multifotonovou ionizaci. V roce 1979 s kolegy Manusem a Mainfrayem poprvé dosáhl laserové ionizace xenonu. V roce 2001 pak jeho tým dokázal změřit sled attosekundových impulzů a určil jejich délku 250 as. V roce 2002 ve Francii odešel do důchodu a přestěhoval se do USA, kde v letech 2002–2004 působil v Brookhaven National Laboratory (NY) ve skupině Louise DiMauro. V roce 2005 se stal profesorem na Ohio State University a vedl zde laboratoř (obr. 2) společně s DiMaurem. Od roku 2018 je zde emeritním profesorem.



Francouzský vědec Pierre Agostini ve svém bytě v Paříži.



## Anne L'Huillier (\*1958)

Narodila se 16. srpna 1958 v Paříži. Na L'École normale supérieure de Fontenay-aux-Roses studovala teoretickou fyziku a matematiku, ale pro svůj doktorát si vybrala experimentální fyziku. Tento doktorát na Univerzitě Pierra a Marie Curieových vypracovala v CEA Saclay. Práci s názvem *Multifotonová a multielektronová ionizace* obhájila roku 1986 a získala trvalé místo v CEA Saclay. Postdoktorátské pobyty absolvovala na Technické univerzitě Chalmers v Göteborgu, na jihokaliifornské univerzitě v Los Angeles a v národní laboratoři Lawrence Livermore. V roce 1992 se účastnila experimentů na jednom z prvních evropských femtosekundových laserových systémů v Lundu. Roku 1994 se přestěhovala do Švédska a byla jmenována docentkou (1995) na univerzitě v Lundu. Od roku 1997 je zde profesorkou atomové fyziky. Její výzkum se již od doktorátu soustředí na vytváření a použití attosekundových impulzů pomocí generace vysokých harmonických frekvencí v plynech.



## Ferenc Krausz (\*1962)

Krausz se narodil v maďarském Móru 17. května 1962. V letech 1981–1985 studoval teoretickou fyziku na Eötvös Loránd University v Budapešti a elektroinženýrství na Technické univerzitě v Budapešti, kde pracoval v univerzitní laserové laboratoři. V letech 1987–1991 vypracoval svůj doktorát na Technické univerzitě ve Vídni v oboru laserové fyziky, poté se zde habilitoval a nakonec zastával místo profesora elektroinženýrství (1999–2004), a zde také počátkem milénia generoval a charakterizoval první attosekundové impulzy, které pak použil ke sledování pohybu elektronu. Roku 2003 byl jmenován ředitelem Ústavu Maxe Plancka pro kvantovou optiku v Garchingu a roku 2004 se stal vedoucím katedry experimentální fyziky na Ludwig-Maximilians Universität v Mnichově. Zde pak spoluzaložil Mnichovské centrum pro pokročilou fotoniku a stal se jedním z ředitelů.

Vlevo: Anne L'Huillier slaví se svým synem a manželem získání Nobelovy ceny na univerzitě v Lundu, kde působí.

Dole: Ferenc Krausz a někteří členové jeho týmu oslavují udělení Nobelovy ceny.



# Na velikosti někdy záleží – zejména v nanosvětě

## Průkopníci oboru polovodičových kvantových teček získali Nobelovu cenu za chemii 2023

Jan Valenta<sup>1</sup> a Ivan Pelant<sup>2</sup>

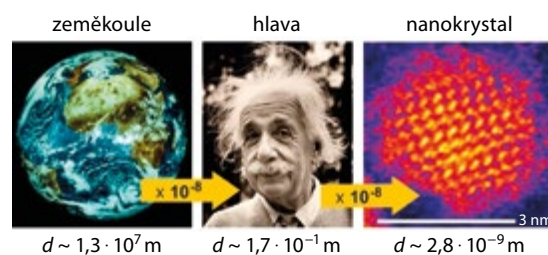
<sup>1</sup> Katedra chemické fyziky a optiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2; jan.valenta@mff.cuni.cz

<sup>2</sup> Fyzikální ústav AV ČR, Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6; pelant@fzu.cz

Nobelova cena za chemii v roce 2023 opět zaměřila na pomezí chemie a fyziky. Byla udělena třem vědcům, kteří stáli u zrodu a rozvoje zkoumání nanometrových polovodičových krystalků zvaných kvantové tečky: A. I. Jekimovovi, L. Brusovi a M. Bawendimu. V tomto příspěvku ukážeme, proč jsou nanokrystaly zajímavé a jaké mají použití. Také stručně popíšeme historii tohoto oboru a československou stopu v něm.

Začneme myšlenkovým experimentem (*Gedanken-Experiment*). Představme si, že máme krystal nějakého polovodiče – alespoň několik milimetrů velký, abychom jej dobře viděli. Může to být třeba temně červený krystal CdSe. Barva takového polovodiče závisí na šířce pásu zakázaných energií  $E_g$ , který odděluje valenční pás od vodivostního pásu a určuje nástup (hranu) optické absorpce. Dále budeme potřebovat dokonalý mlýnek, který bude postupně krystal drtit na stále menší částičky podobné velikosti (s co nejužší distribucí velikosti). Zpočátku nebudeme pozorovat žádné změny, i mikrometrová zrnka CdSe budou stále červená. Když se však dostaneme na velikost – či spíše „maličkost“ – pouhých jednotek nanometrů (což tedy už mechanické mlýnky nedokážou), najednou se začne barva prášku měnit na oranžovou a dále na žlutou. Minimální energie fotonu, který může být absorbován, evidentně vzrostla s klesajícím rozměrem nanokrystalu. To značí, že se zvětšila hodnota energie  $E_g$ . Dochází tedy k velkým změnám energetických stavů, optických přechodů, ale i elektrických, mechanických a dalších vlastností, třeba k velkému snižování teploty tání. To je svět nanokrystalů a jiných nanostruktur – *nanosvět*, kde velikost silně ovlivňuje vlastnosti materiálů.

Lze si vůbec představit, jak malý je nanokrystal? Zkusme to pomocí obr. 1. Poměr velikosti zeměkoule a lidské hlavy je asi 100 milionů ( $10^8$ ) a zhruba stejný poměr je mezi velikostí té hlavy a nanokrystalů. Nebo ještě jinak: tečka za touto větou je velká asi 0,3 mm, tedy stotisíckrát větší než třínanometrová kvantová tečka. Kdybychom kvantovou tečku zvětšili na velikost tištěné tečky, tak stejným vynásobením by černá tečka pokryla kruh o průměru 30 m (tj. šířku hokejového hřiště).



**Obr. 1** Představa o velikosti nanokrystalu: když Zemi zmenšíme 100milionkrát, bude mít přibližně velikost lidské hlavy; když hlavu zmenšíme stejným poměrem, bude mít rozměr nanokrystalu (zde na snímku získaném z elektronového mikroskopu (STEM) v nepravých barvách, pochopitelně).

### Kvantové tečky, nanomateriály a nanotechnologie

Nanomateriály se obvykle definují jako struktury, jejichž alespoň jeden rozměr je menší než 100 nm. Existují i kodifikované definice (např. ISO 80004) – my si uvedeme definici, kterou přijala Evropská komise v roce 2011: *Přírodní, náhodný nebo vyrobený materiál obsahující částice v nenávaném stavu nebo jako agregát nebo jako aglomerát a pro 50 % nebo více částic v distribuci číselné velikosti je jeden nebo více vnějších rozměrů v rozsahu velikostí 1 nm – 100 nm. Ve zvláštních případech a je-li to odůvodněno obavami o životní prostředí, zdraví, bezpečnost nebo konkurenceschopnost, může být prahová hodnota rozdělení počtu 50 % nahrazena prahovou hodnotou mezi 1 % až 50 %.*

Jako *nanotechnologie* se pak označují postupy, jakými se nanomateriály vyrábějí. Principiálně jsou dva typy výroby: „zdola nahoru“ (bottom-up) – růst struktury z atomárních či molekulárních konstituentů (pre-

Nobelova cena  
za chemii 2023





# KvIS na MU a jeho využití k výuce matematiky pro fyzikální obory

**Pavla Musilová**

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

Příspěvek seznamuje čtenáře s novou aplikací Informačního systému Masarykovy univerzity, nazvanou KvIS. (Písmena I a S znamenají Informační systém.) Zkratka je současně obměnou slova „kvíz“. To proto, že aplikace má všechny atributy obvyklého kvízu. Nejde samozřejmě o hádanky, ale o stručné otázky vyžadující stručné odpovědi, pomocí nichž student prokazuje, jak si osvojil pojmy prezentované ve výuce. Soustředíme se na využití oborově univerzální aplikace ve výuce matematiky, koncipované specificky pro studium fyzikálních oborů.

## Úvod – co je to KvIS

Jedná se o novou aplikaci, která je součástí elektronické podpory výuky Informačního systému Masarykovy univerzity (dále IS MU). Aplikace byla poprvé zveřejněna 16. března 2022, kdy probíhal zkušební provoz, ladila se podle podnětů a zpětné vazby od vyučujících. I nyní, kdy se KvIS používá již více než rok, se tyto podněty stále shromažďují, e-technici jej stále vyvíjejí a zdokonalují. Přibývají nové funkce a možnosti. Z průběžných údajů vyplývá, že aplikaci nejvíce využívá Lékařská fakulta, Fakulta informatiky a Ekonomicko-správní fakulta. Naopak nejméně využívaná je Fakulta sportovních studií, Fakultou sociálních studií a Filozofickou fakultou. Na Přírodovědecké fakultě se velmi osvědčuje při výuce matematických disciplín obsahově i stylem výuky koncipovaných podle potřeb studia fyzikálních oborů.

Mnozí čtenáři jistě znají komerční zahraniční aplikace, jako je například Kahoot, Socrative, Quizlet, Quizizz a další. Tyto nástroje mohou prezenční výuku velmi oživit a zkvalitnit a jsou rovněž výborně využitelné pro online výuku nebo distanční výuku. Výhodou KvISu oproti komerčním aplikacím je (kromě češtiny) především napojení přímo na záznamník učitele v IS MU.

### Baví mě matika?



**Obr. 1** Kvízová otázka jako „zahřívací kolo“. Všechny odpovědi jsou správné.



**Obr. 2** Studenti se připojí načtením QR kódu, jejich fotografie se pak objeví vpravo.

S výsledky získanými vyhodnocením kvízů ve výuce tak může pedagog i nadále pracovat v průběhu celého semestru i během dalších let.

## Hlavní možnosti využití KvISu a jeho výhody pro učitele

Z předběžného dotazování učitelů se ukazuje, že nejčastěji aplikaci využívají

- ke zvýšení interaktivnosti, oživení výuky, aktivizaci studentů,
- k získání okamžité zpětné vazby od studentů,
- k evidenci docházky,
- k úvodnímu zjištění stavu znalostí studentů a jejich připravenosti na výuku,
- k závěrečné rekapitulaci pojmů na konci výuky,
- k proložení nové látky jednoduchými dotazy zjišťujícími úroveň pochopení u studentů,
- k udržení pozornosti nebo ke zvýšení motivace studentů,
- ke zjištění názorů studentů a získání přehledu o posluchačích.

# Žijeme ve světě nejen (ne)přímé úměrnosti – VELMI JEDNODUCHÁ FYZIKÁLNÍ MĚŘENÍ A RŮZNÉ MATEMATICKÉ FUNKCE

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 matematiky je možné na středních a základních školách různým způsobem propojovat. V příspěvku nabízíme šest konkrétních aktivit do výuky fyziky, příp. matematiky, které dokládají, že svět kolem nás se neřídí zdaleka jen přímou nebo nepřímou úměrností, tedy že k popisu dějů nelze vždy použít slogan „kolikrát větší ... tolikrát větší/menší“. Aktivitty propojují snadná fyzikální měření s jednoduchými, ale zároveň podstatnými úvahami nad změřenými daty.

## 1 Úvod

Vývoj fyziky a matematiky jako věd je spolu nerozlučně spjat. Fyzika používá k odhalování tajemství přírody sofistikovaný matematický aparát a matematika získává díky fyzice inspiraci ke svému rozvoji. Obdobně, ovšem do různé míry v závislosti zejména na stupni vzdělávání a také v souvislosti s různými pojetími vzdělávání (orientacemi kurikula), je propojena také výuka fyziky a matematiky.

Mnoho učitelů nejen v Česku, ale také v zahraničí vnímá fyziku jako bytostně příliš matematickou a považuje ji za předmět, který mají studovat matematicky velmi dobře vybavení žáci a studenti [1, 2, 3]. Na jednu stranu panuje skepse ohledně možnosti úspěšné výuky fyzikálních pojmů bez matematiky [4], na druhou

stranu se však někteří domnívají, že nemusí být příliš obtížné seznámit žáky a studenty s některými aspekty současné fyziky, pokud je kladen důraz na kvalitativní interpretace spíše než na rigorózní matematické postupy [5].

Na možné dilema, zda výuku fyziky a matematiky vůbec propojovat, reagujeme tímto příspěvkem, ve kterém se snažíme ukázat, že propojení fyziky s matematikou je možné elementárně budovat už na základní škole, a to na základě měření s jednoduchými pomůckami (obr. 1) a s velmi omezenými soubory změřených dat. Konkrétně je níže uvedeno šest aktivit do výuky fyziky (příp. je možné je zařadit do výuky matematiky), které se hodí do vyšších ročníků základní školy a do nižších ročníků středních škol. Na základě provádění vlast-

Fyzikální vzdělávání  
Zkušenosti učitelů a nové metody výuky



**Obr. 1** Nepotřebujeme žádné speciální pomůcky, abychom se „vlastnoručně“ přesvědčili, že žijeme v zajímavějším světě, než je svět přímé a nepřímé úměrnosti.

# Cesta ke vzniku Fyzikálního ústavu Akademie věd

## Díl I. Spektroskopický ústav a Fyzikální výzkum Škodových závodů 1934–45

Jan Valenta

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

Fyzikální ústav AV ČR, největší z ústavů Akademie věd, slaví sedmdesát let od svého vzniku. Jeho zárodky jsou však nejméně o dvacet let starší – jde především o *Fyzikální výzkum Škodových závodů* (FVŠZ), který vznikl v těsné vazbě na Doležkův Spektroskopický ústav University Karlovy roku 1934. Ve FVŠZ vykrytalizoval personální i tematický a metodický základ pozdějšího fyzikálního výzkumu v poválečném Československu.



### Výzkumnictví za první republiky

Až do 20. století byla věda povětšinou pěstována na univerzitách nebo soukromými subjekty (s jistými výjimkami). Nebylo tomu jinak ani v českých zemích. Když po 1. světové válce vzniklo Československo, pokračovala zde činnost tradičních učených společností, kterými byly nejstarší Královská česká společnost nauk<sup>1</sup> (KČSN) [1], Česká akademie věd a umění<sup>2</sup> (ČAVU), Německá společnost věd a umění pro Československou republiku (DGWK) a později Učená společnost Šafárikova (1926)<sup>3</sup>, přeměněná na Slovenskou učenou společnost roku 1938. Učené společnosti byly především místem pro setkávání učenců, přednášky a publikační činnost – vlastní vědeckou činnost nevyvíjely.

Kromě toho došlo k velmi rychlému zakládání mnoha nových organizací různého charakteru. Nejvýznamnější novou organizací byla *Masarykova akademie práce* (označována někdy jako Technická akademie v reakci na neúspěšné snahy zřídit v rámci ČAVU samostatnou třídu pro technické vědy), která měla za cíl (v kontrastu s učenými společnostmi) propojovat teoretický výzkum s praxí. Agrární strana prosadila roku 1924 vznik *Československé akademie zemědě-*

*ské*. V roce 1924 byla založena *Československá národní rada badatelská* – silně orientovaná na mezinárodní spolupráci, zejména v návaznosti na Mezinárodní radu badatelskou (Conseil International de Recherche), založenou roku 1919 v Bruselu. V důsledku ztráty rakousko-uherských institucí pochopitelně vznikly odpovídající československé instituce, jako Státní ústav geologický, Státní ústav radiologický, Státní hvězdárna, Státní ústav hydrologický atd. [2].

V aplikovaném výzkumu byl vývoj poněkud chaotický a nepřehledný, proto došlo ke snaze o koordinaci aktivit jednotlivých firem. Byl založen *Československý svaz pro výzkum a zkoušení technicky důležitých látek a konstrukcí* (zkráceně Svaz), sídlící v Praze. Jeho činnost byla rozdělena do 15 oborů: *Hornictví; Přirozené kameny; Keramika, cement, sklo; Kovy a slitiny; Dřevo; Paliva a svítiva; Oleje a tuky; Chemie; Voda; Kvasný průmysl; Cukrovarnictví; Textilnictví a průmysl papíru; Kůže; Stavební konstrukce; Strojní konstrukce* [3]. Posláním Svazu bylo: „... podnikání a podporování souborného vědecko-technického výzkumu hmot a stanovení jednotných zkušebních předpisů pro technicky důležité látky a konstrukce. Tyto předpisy jsou stanoveny za spolupráce zástupců vrstev výrobních i spotřebitelských, jakož i úřadů a jsou též podkladem norem, které po příslušném jednání vyhlásí Čsl. normalizační společnost. Svaz sleduje propagaci výzkumu i zkoušení a soustřeďuje v řadách svých členů téměř všechny čl. výzkumné a zkušební ústavy ... členem Svazu může se stát každý interestent za malý roční členský příspěvek. Svaz vydal a vydává publikace ze svého oboru, zejména sbírku *Jednotné zkušební předpisy*“ [3].

Průvodce světem techniky z roku 1938 uvádí celkem 24 ústavů státních, zemských a jiných veřejných; 39 ústavů vysokoškolských a při školách odborných; 17 ústavů státem „autorisovaných k provádění zkoušek pro veřejnost“; 4 ústavy průmyslových oborů; 12 ústa-

- 1 První *Společnost učená* vznikla kolem Ignáce Antonína Borna (asi roku 1769) a r. 1784 se se souhlasem císaře Josefa II. přeměnila na *Českou společnost nauk*. Při příležitosti korunovace císaře Leopolda II. českým králem r. 1790 tento svolil k přejmenování na *Královskou českou společnost nauk*. Společnost zanikla při vzniku ČSAV r. 1952, ale k jejímu odkazu se hlásí *Učená společnost ČR*.
- 2 Do roku 1918 nesla název *Česká akademie pro vědy, slovesnost a umění císaře Františka Josefa*. Vznikla roku 1890 především zásluhou mecenáše Josefa Hlávky, který se stal prvním předsedou. Dnešní AV ČR považuje ČAVU za svou přímou předchůdkyni a dobu svého trvání počítá od roku 1890.
- 3 Roku 1938 transformována na *Slovenskou učenou společnost*. *Slovenská akadémia vied a umení* vznikla roku 1942.



# Kosmodrom Karlovy Vary aneb „ŘÍDÍCÍ STŘEDISKO, MÁME PROBLÉM“ ...

Jana Žďárská

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

Zrod astronomie v Karlových Varech můžeme sledovat již od 50. let minulého století. V té době pozorovali karlovarští astronomové oblohu dalekohledem – hvězdárnu nemajíce – v místě, kde se říkalo „U kočky“, poblíž kostela sv. Máří Magdalény. V roce 1959 pak započala stavba hvězdárny, která se v roce 1963 otevřela veřejnosti. V roce 2023 oslavuje tato nejzápadnější a druhá nejvýše položená česká hvězdárna 60 let své existence a i přes občasnou nepřízeň osudu nabízí návštěvníkům velmi zajímavé zážitky. Jedním z nich je i simulovaný let do vesmíru, který jsem si měla možnost vyzkoušet a mohu jej vřele doporučit.



Karlovy Vary se rozkládají na geologicky zajímavém území. Když byly v roce 1370 Karlem IV. povýšeny na královské město, začal jejich poměrně překotný rozvoj. Ovšem do té doby zůstávala tato oblast mimo zájem lidské populace, protože nevhodné klimatické podmínky u termálních pramenů a okolní příkré svahy nebyly vhodné pro pěstování tak potřebných zemědělských plodin. Nyní jsou Karlovy Vary centrem lázeňství v České republice. Místní minerální voda vzniká v granitovém krystaliniku v hloubkách zhruba 2000



**Obr. 1** Původní hlavní dalekohled Newton 250/1500 mm, vyrobený v roce 1963 (autoři Vilém Gajdušek a František Kozelský).



**Obr. 2** Historický snímek budovy hvězdárny v Karlových Varech v okamžiku slavnostního otevření 7. 7. 1963.

metrů a její výrony jsou ohraničeny Sokolovskou páňví na severu a Vítkovým vrchem na jihu.

Nejen lázeňství, ale i astronomie je jednou z domén Karlových Varů. I když ani ta zde neměla snadnou cestu. Významnou postavou zdejší astronomie byl bezesporu František Krejčí<sup>1</sup>, na jehož počest je pojmenována nejen samotná hvězdárna, ale i ulice v nedaleké obci Hůrky a planetka s katalogovým číslem 29473 a názvem Krejci. „Osoba Františka Krejčího je opravdu renesanční. Narodil se v České Třebové 21. října 1901. Byl strojvůdcem a v tomto povolání setrval skoro až do důchodu. Zájem o astronomii v něm prý vzbudilo pozorování Halleyovy komety v roce 1910, přitahovaly ho však i filosofie či umění. Československá astronomická společnost ho jmenovala čestným členem a odměnila ho Koperníkovou a Keplerovou medailí. Mimo jiné získal zlatý odznak budovatele Karlových Varů i celou řadu dalších uznání. Založil zdejší první astronomický kroužek, vybudoval i vedl hvězdárnu od roku 1959. Obnova hvězdárny po ničujícím požáru v letech 1972 až

1 1901–1984

# Tornádo jako nepředvídatelný jev

Jana Žďárská

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

Tornáda se mimo Arktidu a Antarktidu vyskytují na všech kontinentech. Nejvíce jich vzniká v Severní Americe. Síla tornád je popisována rozšířenou Fujitovou stupnicí, která je založena na klasifikaci podle způsobených škod a dělí je do šesti stupňů – EF0 až EF5. Účinný systém varování před tornády v Evropě zřejmě nikdy nebude, protože tento jev se jen velmi obtížně předpovídá.

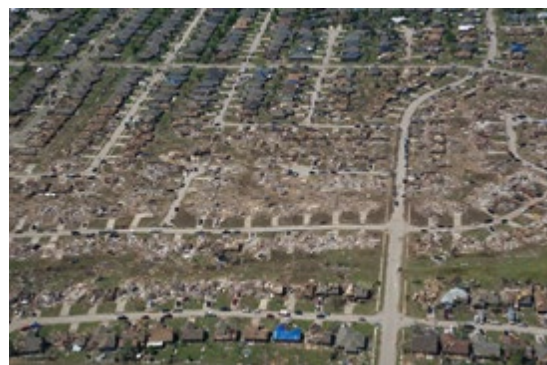
Na večer 24. června 2021 mnozí z nás určitě nezapomenou. Moravou se tehdy prohnalo tornádo o síle EF4<sup>1</sup>, které silně poškodilo zejména obce Hrušky, Lužice, Mikulčice, Moravskou Novou Ves a město Hodonín. Jeho následky byly skutečně zdrcující – šest lidí zemřelo a desítky osob byly zraněny, nepočítaje obrovské škody na majetku. I zkušení meteorologové byli tehdy touto událostí zaskočeni, protože takto extrémní jev na našem území neočekávali.

Nejvíce tornád se vyskytuje v Severní Americe. Je po nich zde dokonce pojmenováno území rozkládající se v povodí řeky Mississippi mezi Skalistými horami a Apalačským pohořím – Tornádová alej. Dalšími oblastmi výskytu tornád jsou pak především Evropa (včetně České republiky), Japonsko, Bangladěš, východní Indie, jižní Afrika, západní a jihovýchodní Austrálie, Nový Zéland a jihovýchodní Jižní Amerika.

<sup>1</sup> Podle rozšířené Fujitovy stupnice má tornádo EF4 rychlost 75–89 m/s (267–322 km/h) a vyvolává devastaci a velké škody – srovnává se zemí dobře postavené domy, stavby se slabými základy odnáší, auta jsou odmršťována a z těžkých předmětů se stávají létající projektily. Zdroj: *slovník ČMeS* <http://slovník.cmes.cz>



**Obr. 1** Tornádo F5 při pohledu z jihovýchodu, když se v pátek 22. června 2007 přiblížilo k Elie v Manitobě. Kredit: Justin Hobson



**Obr. 2** Škody způsobené tornádem na předměstí Oklahoma City 20. května 2013. Kredit: TSgt Bradley Church

Ač si tornáda spojujeme převážně s oblastí Severní Ameriky, i v naší republice je každým rokem zaznamenáno několik tornád. Podle dostupných pramenů<sup>2</sup> není tornádo v České republice ojedinělý jev. Pokud si prohlédneme statistické údaje, zjistíme, že například v roce 2004 bylo v České republice osm tornád, v roce 2022 pět tornád a v roce 2023 sedm tornád.

Jedna z historických zmínek tvrdí, že velmi silné tornádo postihlo české země (tedy tehdejší České knížectví) pravděpodobně v podvečer 30. července 1119. Událost, během níž byl zdevastován i knížecí palác na pražském Vyšehradě, popsal ve své kronice děkan vyšehradské kapituly Kosmas, který byl zřejmě očitým svědkem tohoto neštěstí. Ale bylo to skutečně tak, a jak vlastně lze takovou zprávu ověřit? Petr Zacharov z Ústavu fyziky atmosféry Akademie věd ČR k tomu dodává: „K této zprávě jsem poměrně skeptický. My sice máme informaci o tom, že silný vítr v podobě víru rozbořil na Vyšehradě zeď paláce, ale už není známo, jak moc ji poničil a jak pevná tato zeď byla.“

Ke vzniku tornáda přispívá mnoho faktorů – ovšem pokud jeden selže, tornádo nevznikne. V zásadě platí, že tornáda vznikají v nestabilních (labilních) vzdušných masách. Asi bychom si představovali, že tornádo snáze vznikne v nějaké obrovské a divoké bouři. Ale

<sup>2</sup> Budou publikovány v nové knize Dr. Zacharova a kol.

# Levitující nanočástice

## Vědci z Ústavu přístrojové techniky se přibližují kvantovým technologiím

Jana Žďárská

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

Výzkumný tým Dr. Oty Brzobohatého z Ústavu přístrojové techniky AV ČR se zabývá levitační fotonikou a úspěšně vyvinul originální metody pro kontrolu pohybu dvou nanočástic levitujících v optických pastech. Výsledky tohoto výzkumu, které jsou stimulující pro další rozvoj kvantových technologií, byly nedávno publikovány v časopisech *Optica* a *Nature Communications*.

Další technologický růst lidstva budou s vysokou pravděpodobností určovat kvantové technologie. Jeden z jejích směrů využívá unikátních vlastností vzájemně interagujících kvantových objektů, které však jsou maximálně izolované od okolního prostředí.

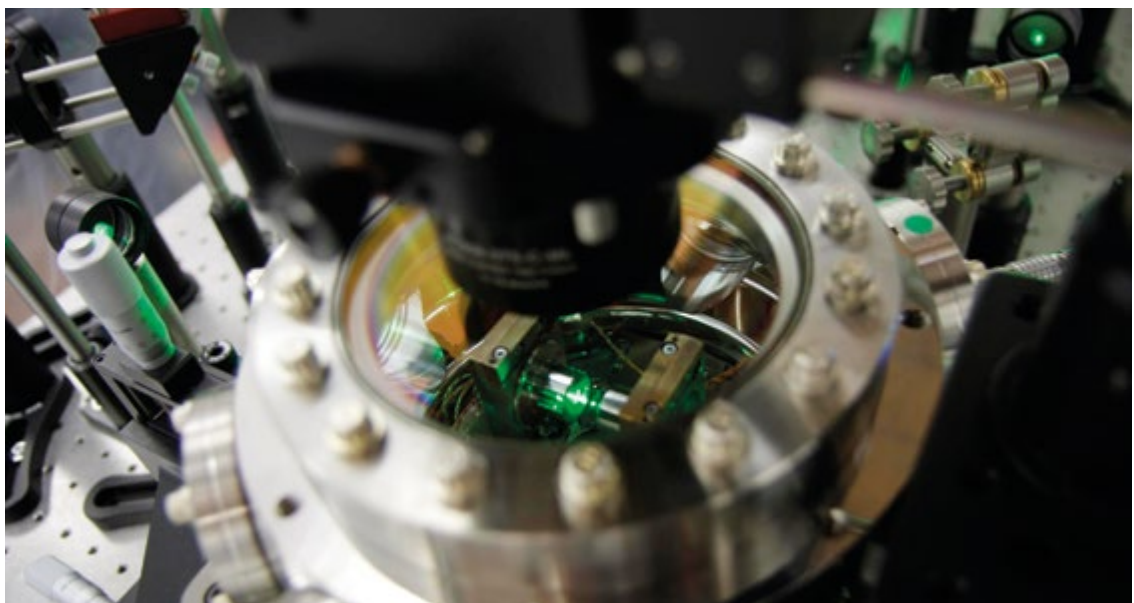
Výzkumný tým z Ústavu přístrojové techniky AV ČR vyvinul originální metody, jak takové podmínky vytvořit se dvěma nanočásticemi levitujícími v optických pastech.

Bouřlivý rozvoj nanotechnologií v minulých 20 letech již narazil na hranice platnosti klasické fyziky a další technologický krok využívá hlavně zákonů kvantové fyziky. Příkladem takových kvantových technologií jsou kvantové počítače, simulátory, ultracitlivé senzory či ultrapřesné atomové hodiny.

Jeden z rozvíjejících se směrů využívá jednotlivé kvantové částice (atomy, ionty, molekuly i relativně velké nanoobjekty, složené z miliardy atomů), které spolu interagují a současně jsou zachyceny v prostoru s využitím různých typů pastí, včetně laserových.

### Vakuum je lepší než kapalina

Dosud se většina experimentů se silovými účinky světla prováděla v kapalině, zde však zachycený objekt intenzivně interaguje s okolními molekulami kapaliny. S rozvojem kvantových technologií se pozornost předních světových laboratoří obrací k experimentům, kdy jsou objekty (nanočástice, atomy, molekuly či zdroje jednotlivých fotonů) umístěny ve vysokém vakuu a interagují s okolím pouze fotony nebo elektrickými/magnetickými poli.



**Obr. 1** Jeden z rozvíjejících se směrů výzkumu využívá jednotlivé kvantové částice, které spolu interagují a současně jsou zachyceny v prostoru s využitím různých typů pastí, včetně laserových.



# Zrcadla jako klíčová součást detektorů kosmického záření

Jana Žďárská

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

Vědci ze Společné laboratoře optiky (SLO) Univerzity Palackého a Fyzikálního ústavu AV ČR v Olomouci vyvinuli a úspěšně provozují speciální zrcadlové systémy pro detekci velmi slabých optických signálů. Pro fluorescenční dalekohledy (detektory) observatoře kosmického záření Pierra Augera bylo vyrobeno 15 z celkového počtu 27 zrcadel. Petr Schovánek stál u samotného začátku tohoto projektu a v současné době hledá cesty, jak zrcadlové systémy vylepšit, zjednodušit a tím ještě zlevnit jejich výrobu při zachování vyhovujících parametrů.

Cesta k výrobě zrcadel pro observatoře zabývající se detekcí a studiem kosmického záření začala v polovině 90. let. Tehdy byl uveden do provozu projekt umístěný ve vesničce Thémis na posledním francouzském svahu Pyrenejí, kde byla v objektu bývalé sluneční elektrárny vybudována observatoř CAT (*Cherenkov Array at Themis*). Pro realizaci tohoto projektu bylo třeba vyrobit speciální segmentované zrcadlo, složené z 90 sférických zrcadel o rádiu 12 metrů s průměrem padesát centimetrů. „Tehdy se vcelku náhodně potkali tři spolužáci ze střední školy. Jeden z nich byl náš kolega Jiří Keprt, druhý Jiří Vrána<sup>1</sup>, který mezitím emigroval

<sup>1</sup> J. Hladký: Nedožitých 90 let RNDr. Jiřího Vrány, CSc. *Čs. čas. fyz.* 72, 250–253 (2022).



**Obr. 1** Zrcadlový systém detektoru projektu FAST. Snímek justáže zrcadlového systému detektoru FAST – první prototyp.



**Obr. 2** Zrcadlový systém detektoru projektu FAST, který je instalován v rámci projektu TA (Teleskop Array) v Utahu.

a pracoval na univerzitě v Paříži, a třetí pak Ladislav Rob. Zmínění spolužáci se domluvili na tom, že by nebylo špatné, kdyby se do tohoto projektu zapojila i Česká republika. Jejich dotaz, zda by partnerem mohla být SLO, byl pro mě výzvou. I když se jednalo o dosti komplikovanou věc, přesto jsem tuto výzvu přijal,“ vysvětluje začátek své cesty za zrcadly Petr Schovánek. Projekt CTA byl později oceněn stříbrnou medailí Francouzské akademie věd.

Další projekt, na kterém se vědci z týmu Petra Schovánka podíleli, se týkal časového vzorkování dopadající vlnoplochy čerenkovského záření. Projekt jménem CELESTE (*Cherenkov Low Energy Sampling and Timing Experiment*) probíhal na téže místě a Petr Schovánek k němu dodává: „V detektoru byla na tehdejší poměry velmi rychlá elektronika, a tak bylo možné rozlišovat čas, kdy čerenkovské fotony vybuzené kosmickým

zářením dopadly<sup>2</sup> na jednotlivá primární zrcadla. Což bylo velmi podstatné, protože díky přesnému časovému rozlišení bylo možné určit tvar dopadající vlnoplochy a získat tak informace o průběhu signálu.“

Vědci výzkumného týmu pro tyto projekty vybudovali doslova „na koleni“ a s minimem zkušeností v daném oboru optickou dílnu, kde bylo možné skleněné substráty pro tato zrcadla vyrobit. Paralelně řešeným a stejně důležitým úkolem byla depozice reflexní vrstvy na optické prvky požadovaných rozměrů a v požadované kvalitě. Vysoc reflexní vrstva je v aplikacích, kde je potřeba sbírat „každý foton“, velmi důležitá. Také pro tento účel byla v SLO postavena speciální depoziční aparatura.

V průběhu doby pak v olomoucké laboratoři za významné pomoci odborníků

<sup>2</sup> O. Haderka, J. Peřina, M. Hrabovský: Za RNDr. Jiřím Keprtem, DrSc. *Jemná mechanika a optika* 65 (7–8), 219 (2020).



**Obr. 3** Fotografie byla pořízena v průběhu justáže zrcadlových segmentů na prvním teleskopu projektu HEAT v Argentině.

# Pod námi planeta Země

Jana Žďárská

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

Když Vladimír Remek vzlétl v kosmické lodi do vesmíru, dokázal tím, že vytrvalostí a zapálením pro věc je možno dosáhnout skutečně velkých výsledků. Jak jeho cesta za snem probíhala, jakým nástrahám musel odolávat a co všechno musel překonat, se dočtete v následujícím rozhovoru, který tak trošku dýchá tehdejší atmosférou příprav letu prvního československého kosmonauta do vesmíru.

**Jana Žďárská:** *Vaším životním snem bylo letět do vesmíru a tomu jste podřídil téměř všechno. Pokud byste se měl nyní v myšlenkách vrátit zpátky, jak byste na tuto dobu zavzpomínal?*

**Vladimír Remek:** Letět do vesmíru jsem si nadevšechno přál. Jako malý jsem však o tom příliš často nemluvil – protože jsem se obával, že by to působilo dost ne-realisticky. Nicméně ve své duši jsem si to stále nesl a ve svém životě jsem tomu podřídil téměř vše. Doufal a věřil jsem, že k tomu může dojít, a chtěl jsem být na tuto možnost dobře připraven. Proto i každý můj životní krok, každý posun ve studiu byl i krokem na cestě k tomu, stát se kosmonautem. Když se nyní ohlídím zpět, uvědomuji si, že mě také provázela notná dávka štěstí, protože bez něj a bez dobré příležitosti to prostě nejde. A já jsem to štěstí měl.

■ **JŽ:** *Přesto jste ve svém dětství toužil i po jiné profesi, která s kosmonautikou nesouvisí. Jaké povolání vás tehdy tolik okouzlo?*

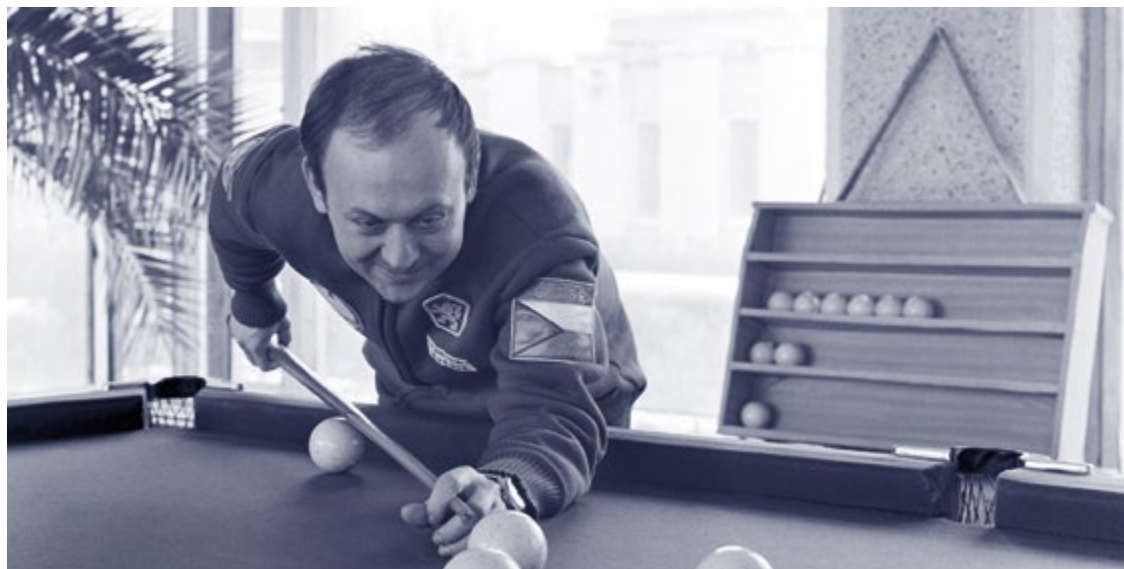
VR: Já jsem ze začátku chtěl být letec, protože můj táta<sup>1</sup> byl vojenský pilot. A protože jsme se i kvůli jeho

1 Jozef Remek (29. dubna 1927 – 30. dubna 2002) byl československý vojenský letec, generál ČSLA.

profesi hodně stěhovali, tak se moje dětské zájmy docela míhaly. A jedním z těch zájmů byla akvaristika. Akvarijní rybičky jsem choval, a proto jsem si myslel, že by pro mě mohlo být nejlepší zaměstnání prodavač v akvaristice – že bych byl prostě přímo u zdroje a měl tak rybičky z první ruky.

■ **JŽ:** *Od akvarijních rybiček ke kosmonautice je ale poměrně daleká cesta. Jak se to stalo, že jste změnil svůj zájem a začal jste se zajímat o kosmonautiku?*

VR: Mohu říct, že z mého pohledu to byly dvě zásadní skutečnosti. Tou první byl start prvního Sputniku. V té době mi bylo devět let a velmi mě to ovlivnilo. Tehdy ještě nebylo běžné, aby všechny domácnosti měly televizi, a tak jsem se na let Sputniku dívat nemohl. Ale přesto jsem ho nakonec viděl, a to přímo na vlastní oči. V rozhlasu totiž hlásili, že tuto družici bude možno pozorovat jako blikající bod pouhým okem přímo na obloze – a to v určitém čase nad jihozápadním obzorem. Hlídkoval jsem tedy pozorně pod širým nebem a skutečně jsem ji spatřil – a se mnou spousta dalších nadšenců, kteří po stovkách postávali venku a snažili se Sputnik zahlédnout. Byl to pro mě naprosto nesku-tečný zážitek a i nyní – po tolika letech – bych o tom mohl s chutí a velmi dlouze hovořit.



**Obr. 1** Chvilke odpočinku při náročné přípravě ve Hvězdém městečku.

# Obsah a autorský rejstřík

## Čs. čas. fyz. sv. 73 (2023)

číslo 1 .....	str. 1–98	číslo 4 .....	str. 259–342
číslo 2 .....	str. 99–180	číslo 5 .....	str. 343–428
číslo 3 .....	str. 181–258	číslo 6 .....	str. 429–502

## Obsah

### Aktuality

Stanislav Daniš: Fyzikální ohlédnutí za rokem 2022 (část 1)	2	112
Stanislav Daniš: Fyzikální ohlédnutí za rokem 2022 (část 2)	3	184
Josef Podlaha: Účast ÚJV Řež na přepravách vyhořelého jaderného paliva z výzkumných jaderných reaktorů	5	350
Martin Kozák: Attosekundová fyzika – elektrony surfují na světelných vlnách (NC za fyziku 2023)	6	438

### Fyzikální vzdělávání

Jan Kříž: Experimentální úlohy Fyzikální olympiády v době online výuky	1	39
Jitka Houfková, Věra Koudelková: Science on Stage	1	44
Pavla Musilová, Jana Musilová: Nabitá částice v magnetickém poli elementárně	2	128
Filip Hložek, Jitka Houfková: Astronomické kroužky a kurzy, pro nejmenší, ale i pro dospělé	3	208
Marco Souza de Joode: Stavba astrolábu	4	282
František Jáchim: Svět André-Marie Ampère (1775–1836)	4	288
Jakub Dřevo: 17. ročník týmové soutěže FYZIKLÁNÍ	5	378
Pavla Musilová: KvIS na MU a jeho využití k výuce matematiky pro fyzikální obory	6	453
Vojtěch Žák: Žijeme ve světě nejen (ne)přímé úměrnosti – velmi jednoduchá fyzikální měření a různé matematické funkce	6	460

### Historie fyziky

Red.: O čem psal Čs. čas. fyz. před 50+ lety v roce 1972	1	49
Ivana Kolmašová: Československá a česká stopa v historii Mezinárodní radiového unie URSI	2	133

Jan Valenta: Sto let od založení „Státně autorisovaného výzkumného a zkušebního sklářského ústavu“ – jeho rozkvět a zánik	2	137
Vladimír Štefl: Harmonie světa	3	212
Jan Valenta: První československé lasery v dobovém kontextu	3	221
Doubavka Olšáková: Popularizace vědy pod kontrolou (1952–1989)	4	302
Vladimír Štefl: Mikuláš Koperník – člověk a astronom	5	381
Jan Valenta: Cesta ke vzniku Fyzikálního ústavu Akademie věd. Díl I. Spektroskopický ústav a Fyzikální výzkum Škodových závodů 1934–45	6	466

### Jiné

Red.: Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 72 (2022)	1	94
Red.: Obsah a autorský rejstřík Čs. čas. fyz. sv. 73 (2023)	6	498

### Lidé a fyzika

Daniel Munzar, Petr Dub: Vzpomínka na Eduarda Schmidta (prof. RNDr. Eduard Schmidt, CSc., 11. 12. 1935 – 10. 11. 2021)	1	84
Klement Valouch, Jan Valenta: Miloslav Valouch (1878–1952) – učitel, vysoký úředník ministerstva a ředitel Jednoty čs. matematiků a fysiků v době jejího největšího rozkvětu	2	169
Jan Hladký: Vzpomínka na významného vědce prof. Jana Fischera	2	175
Václav Drchal, Václav Janiš, František Máca, Ilja Turek: Zemřel RNDr. Josef Kudrnovský, CSc.	2	178
Jana Musilová, Marie Fojtíková: Profesor Martin Černožský se dožívá stovky	4	323
Klement Valouch, Jan Valenta: Profesor Miloslav A. Valouch (1903 až 1976) – osudy nadějněho českého fyzika ve víru 20. století	4	326

Jiří Procházka, Vojtěch Kundrát: Sto let od narození Miloše Václava Lokajička, mezioborového vědce a inspirativního člověka	5	418
---	---	-----

### Nobelova cena za fyziku 2020

Red.: Životopisy laureátů Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2020	1	23
Roger Penrose, Reinhard Genzel, Andrea Mia Ghezová, Adam Smith: Telefonická interview	1	25
Ulf Danielsson: Nobelovský proslov	1	28

### Nobelova cena za fyziku 2021

Thors Hans Hansson: Slavnostní projev při udělení Nobelovy ceny za fyziku 10. prosince 2021	5	356
Red.: Životopisy laureátů Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2021	5	357

### Otázky a názory

Zdeněk Konopásek, Jan Maršálek: Když se dva hádají, třetí... pozoruje: Sociologické studium vědeckých kontroverzí	1	4
Zdeněk Konopásek, Jan Maršálek: Se sociology v zádech: laboratoře, texty, teorie	2	102
Vladimír Socha, Jana Žďárská, Jan Valenta: Předběhl by dilofosaurus Usaina Bolta? Jakým způsobem lze ze stop a kosterních pozůstatků určit rychlost běhu dinosaura?	2	107
Jan Maršálek: Sociologie vědy pod útokem fyziků aneb o jedné vzpouře výzkumného předmětu: Science Wars	4	262
Zdeněk Konopásek, Jan Maršálek, Lukáš Hadwiger Zámečník: Jak myslí věda? O vědecké genialitě sociologicky	5	346
Zdeněk Konopásek, Jan Maršálek, Lukáš Hadwiger Zámečník: Jednička z nejistoty? Sociologie fyziky před tabulí	6	432