

1/2020
SVAZEK 70

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**[®]

eOpen

1 nm

- TŘI STYLY MYŠLENÍ A JEDNÁNÍ • KOLIK OBNAŠÍ NOBELOVA CENA? •
- EXTRÉMNÍ FYZIKA SVĚTLA • GERMANIOVÝ A KŘEMÍKOVÝ LASER •
- ROZHOVOR S DANIELEM STACHEM • VZPOMÍNKA NA LUŽKA PEKÁRKA •



ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU 1/2020

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fysiky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.
Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: únor 2020.

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

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Jan Valenta

Výkonná redaktorka:
Jana Ždárská

Oboroví redaktori – Associate Editors:
Jaroslav Bielčík, Pavel Cejnar, Juraj Fedor,
Petr Kácvovský, Jiří Limpouch, Jan Mlynář,
Karel Rohlena, Alena Šolcová,
Patrik Španěl, Ivan Zahradník

Redakční rada – Editorial Board:
Ivo Čáp, Stanislav Daniš, Pavel Demo,
Ivan Gregora, Libor Juha, Jan Kříž, Štefan Lányi,
Jana Musilová, Tomáš Polívka, Aleš Trojánek,
Eva Klimešová, Martin Ledinský

Sekretariát redakce:
Ondra M. Šípek
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
tel.: +420 266 052 152, fax: 286 890 527
e-mail: cscasfyz@fzu.cz

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

Jazyková úprava:
Stanislava Burešová, Lýdia Murtinová

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 Žilíně, 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 © 2020 Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.



Úvodník

Nekoukejte klíčovou dírkou – vstupte, je otevřeno!

Když jsem v loňském třetím čísle žlutého časopisu napsal úvodník o problematice „open access“ (OA) – tedy o ideji poskytnout komukoliv otevřený přístup k vědeckým publikacím –, schytl jsem za svoji kritiku současné praxe nepříznivé reakce. Asi nebyly mé postoje správně pochopeny. Já zcela souzním s myšlenkou, že výsledky vědeckého bádání placeného z veřejných prostředků by měly být (až na výjimky) k dispozici zdarma. Hlavním terčem mé kritiky byla současná „hybridní“ praxe, kdy vydavatelé dostávají platby jak z předplatného za balíky časopisů (od institucí), tak od autorů za otevření přístupu k jejich článkům. Přitom poplatky za OA jsou často neadekvátně vysoké (nejčastěji od 1 000 do 6 000 USD, v seriálních žurnálech spíše blízko té horní hranici a nad ní). To zároveň nahrává predátorským časopisům – když už si autoři zvyknou platit, stačí nahodit udičku výrazně menšího poplatku a někteří se chytí.

Pro ilustraci uvedu případ z vlastní praxe. Loni jsem jako první autor platil za publikaci v Scientific Reports (OA časopis vydavatelství Springer Nature, který patří k nejslabším a také nejlevnějším časopisům v rodině Nature) 1 490 € bez DPH, tedy asi 47 tisíc Kč s DPH. Pro jistotu jsem se tehdy zeptal – podle zásady dobrého hospodáře a při vědomí existence různých strategií a memorand o přechodu k OA –, zda fakulta nebo univerzita mi tyto poplatky uhradí. A odpověď? Nikoliv, žádný fond na to není, takže jsem to musel zaplatit z provozních peněz svého projektu. Tak takhle si OA opravdu nepředstavuji! Kdybych měl takto platit v budoucnu za všech (pouhých) 6–8 publikací, co každoročně moje skupinka vyprodukuje, tak to neutáhnu. A přitom všichni tlačí, ať publikujeme více a v lepších (čili dražších) časopisech! Všechny ty strategie přechodu k OA zatím evidentně zůstávají pouze na papíře.

Můj ideální model OA by byl ten, kdy autoři ani čtenáři neplatí nic a časopisy v rovné soutěži mezi sebou získávají finance na svůj provoz z grantů a příspěvků od různých společností a institucí či ze sponzorských darů. Vydavatelství by byla nucena rozkrýt svá účetnictví, a pak by se ukázalo, jaké jsou skutečné férové náklady. Jsem přesvědčen, že by takový systém vyšel levněji a z oblasti veřejných vědeckých institucí a vysokých škol by zbytečně neodtékaly prostředky na zisky obřích nadnárodních nakladatelství (ziskovost v odvětví vědeckého publikování s ročním příjmem přes 10 miliard dolarů činí 20–30 %).

Tak jsem si „trochu poplakal“, ale původně jsem vlastně chtěl mluvit o něčem pozitivním. Náš Československý časopis pro fyziku sice není skutečným impaktovaným vědeckým časopisem, ale odborně-populárním médiem české a slovenské

fyzikální komunity (alespoň bych si to tak přál), nicméně se na něj můžeme z pohledu OA dívat podobně. Dosud fungoval v předplatitelském modelu, kdy knihovny institucí a jednotlivci si předplácejí jednotlivé ročníky časopisu tištěné či elektronické (ano, je možné koupit si i jednotlivá čísla v některých knihkupectvích, ale počet takto prodaných výtisků je zanedbatelný). Od letošního, jubilejního 70. ročníku jsme se rozhodli (s podporou vedení Fyzikálního ústavu AV ČR) otevřít přístup k elektronické verzi po registraci zdarma. Říkám tomuto modelu OA „eOpen“ a je to vlastně model, který jsem předestřel o odstavec výše: tedy přístup pro čtenáře i autory zdarma – dokonce stále vyplácíme autorské honoráře, sice malé, ale přece nějaké. Doufáme, že tímto krokem podstatně zvýšíme počet pravidelných čtenářů zejména mezi učiteli fyziky a možná i mezi nadšenými studenty. S tímto eOpen se vám otevře i „pokladnice“ elektronického archivu časopisu, zatím sahající do roku 2000 – tedy dvacet ročníků časopisu.

Z ekonomického hlediska je to samozřejmě jistá ztráta, ale ne zásadní. Časopis tohoto typu v dnešní době nemůže žít čistě z předplatného – to by muselo být nerealisticky vysoké, a ještě by musel být časopis plný dobře placených reklam. Čs. čas. fyz. se snaží plnit jistou „veřejnou službu“ a na ni získává podporu skrze Akademii věd. Důležité je umožnit co největšímu počtu potenciálních čtenářů přístup a soustředit se na zajištění co nejlepšího obsahu.

Je třeba zdůraznit, že zavedení eOpen neznamená „upozadění“ tištěné verze časopisu, již mnozí čtenáři stále dávají přednost. Budeme ji tisknout dále. Nakonec, tištěný časopis přežije i možné kolapsy internetu a digitálních uložišť a budete si ho moci číst při svíčke, až třeba někdy nastane blackout. Hlavně si jej ale jednou budou číst příští historické vědy a budou z něj čerpat informace o naší vědě současné. Tak se musíme víc snažit – *sub specie aeternitatis*.

Jan Valenta

Slyšeli jsme o otevřeném přístupu k vědě
financované z našich daní...



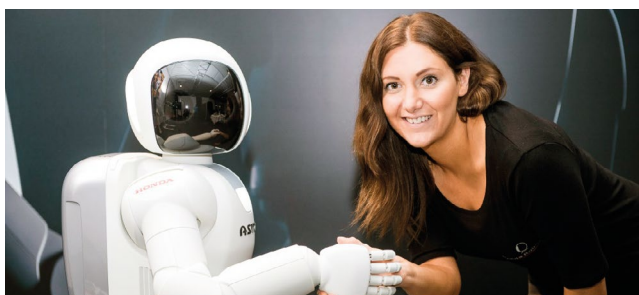
... tak jsme si přišli pohrát s vašimi našimi přístroji!

Obsah

OTÁZKY A NÁZORY

Proměna epistemických předpokladů a jejich vliv na „vědecký provoz“: tři styly myšlení a jednání 4

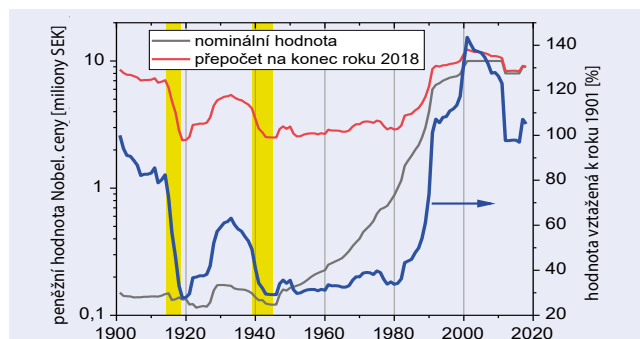
Michal Černý



OTÁZKY A NÁZORY

Kolik obnáší Nobelova cena – a stojí to za to? 10

Jan Valenta



NOBELOVA CENA ZA FYZIKU 2018

Proslov Donny Stricklandové 12
na banketu u příležitosti udělení Nobelovy ceny

Projev prof. Anderse Irbäcka, 13
člena Královské švédské akademie věd a člena
výboru pro udělování Nobelových cen za fyziku,
10. prosince 2018



Životopisy laureátů Nobelovy ceny
za fyziku pro rok 2018 14

Telefonická interview 16

Arthur Ashkin, Gérard Mourou, Donna Stricklandová,
Adam Smith



REFERÁTY – NOBELOVSKÉ PŘEDNÁŠKY

Generace vysoce intenzivních
ultrakrátkých optických pulzů 19

Přednáška u příležitosti udělení Nobelovy ceny
za fyziku za rok 2018

Donna Stricklandová



REFERÁTY – NOBELOVSKÉ PŘEDNÁŠKY

Extrémní fyzika světla a její aplikace 26

Přednáška u příležitosti udělení Nobelovy ceny
za fyziku za rok 2018

Gérard Mourou



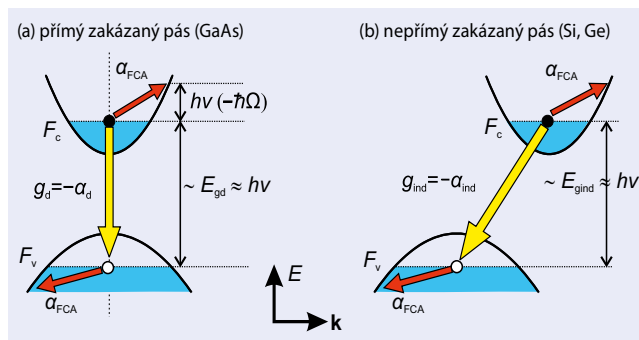
Obrázek na obálce:

Simulace dipólových momentů nanočástice BaTiO₃ odhalující exotické topologické struktury (autor: John Mangeri, FZÚ), (viz str. 70)

REFERÁTY

Germaniový a křemíkový laser: historické ohlédnutí a současnost 45

Ivan Pelant, Kateřina Kůsová



REFERÁTY

Einstein opět v Praze (2. část) 56

Ohlédnutí za „českým“ seriálem z produkce National Geographic aneb „fyzik potkává filmaře“

Jiří Podolský, Pavel Cejnar



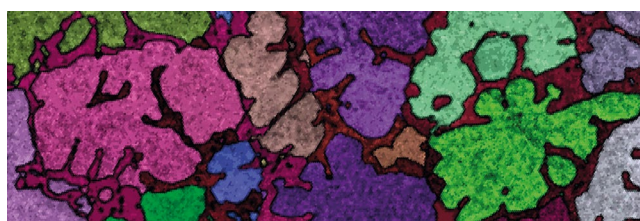
ZPRÁVY

Sedmá přehlídka popularizace fyziky 68

Jan Valenta

Vítězné snímky fotografické soutěže Fyzikálního ústavu AV ČR 70

Jan Valenta



ROZHOVOR

Rozmlouval již s 28 „nobelisty“... 73

Vynikající popularizátor vědy Daniel Stach říká o hostech Hyde Park Civilizace: „Kromě vědeckých výsledků mě zajímá zejména jejich lidský rozměr.“

Jana Žďárská



LIDÉ A FYZIKA

Vzpomínka na docenta Lud'ka Pekárka, 80

dlouholetého ředitele Fyzikálního ústavu ČSAV

K. Rohlena, L. Jelínek, H. Turčičová, J. Kodymová, J. Krása



JINÉ

Obsah a autorský rejstřík 86

Čs. čas. fyz. sv. 69 (2019)

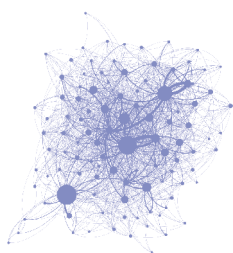


PROMĚNA EPISTEMICKÝCH PŘEDPOKLADŮ A JEJICH VLIV NA „VĚDECKÝ PROVOZ“: tři styly myšlení a jednání

Michal Černý

Katedra informačních studií a knihovnictví FF MU a Katedra sociální pedagogiky PedF MU, Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brno; 268947@mail.muni.cz

Studie se zaměřuje na proměnu epistemických předpokladů v průběhu 20. a začátku 21. století a jejich vlivu na charakter vědecké práce a vědeckého myšlení. Analyzuje tři styly myšlení a jednání, které mají vliv na klíčové aspekty vědecké tvorby, struktury vědních disciplín nebo odborné vzdělávání. Největší prostor je věnován třetímu stylu myšlení a jednání, který je označen jako onlife a je charakteristický tím, že do procesu tvoří vědecké činnosti vpouští umělou inteligenci nikoli jako prostý nástroj, ale jako aktivního aktéra.



Úvod

Moderní technologie a s nimi masivní nástup umělé inteligence nejen do oblasti komerce, ale také do vědy a výzkumu zásadním způsobem mění společnost, ve které žijeme. Nejde přitom pouze o změny sociální či ekonomické, o kterých hovoří například Zlatuška [1], ale tyto změny sahají k samým základům toho, jak pracuje věda a co v ní je a není důležité.

Cílem naší studie bude ukázat tři tzv. ideální typy, tedy obrazy přístupu ke světu, které v sobě uchopují nejen epistemické či sociální aspekty, ale právě otázky samotného vědeckého provozu. Dotýkají se totiž otázky, jak pracuje věda, co to věda je a jakým způsobem je dnes možné o něčem jako o charakteru vědecké práce vůbec hovořit. Pro tento popis budeme užívat tři styly myšlení a jednání, které ve vědě, ale i ve vzdělávání a ve společnosti vůbec můžeme uplatnit. Současně však vnímáme jako důležité zdůraznit, že tyto tři styly myšlení a jednání se vzájemně ovlivňují a prolínají, že nikdy nenajdeme pouze jeden z nich. Poslouží nám ale jako modely, které nám společenské změny umožní lépe popsat a pochopit.

Raně moderní styl myšlení a jednání

Pokud se podíváme na první styl myšlení, který chceme analyzovat, je možné ho pojmenovat jako raně moderní. Jeho prameny jsou primárně osvícenecké, spojené s ideály, na nichž vyrostla na jedné straně Kantova filozofie a herbartovská pedagogika, na straně druhé se zrodila průmyslová společnost, ale i instituce kliniky jako moderní formy institucionalizované péče o nemocné, která se opírala o ideál empirické evidence.

Raně moderní styl myšlení a jednání se tedy zakládá na racionalistické tradici spojené jednak s osvícenstvím, ale také se vznikem moderních věd. Ve dvacátém století pak můžeme vidět jeho otisk v pozitivismu, empiriokriticismu nebo v analytické filozofii. George Lakoff, jeden z nejvýznamnějších kognitivních lingvistů a fi-

lozofů vědy, o něm hovoří jako o objektivistickém paradigmatu: „*Myšlení spočívá v mechanické manipulaci s abstraktivními symboly ... mysl je zrcadlem skutečnosti a správný rozum zrcadlí logiku vnějšího světa ... myšlení je abstraktní a nezávislé na těle, ... atomistické*“ [2].

Celou mysl je tedy možné si představit jako určitý počítač, který může být programován. Pokud se podíváme na kognitivistické nebo behavioralistické paradigma ve školním prostředí, pak právě s tímto modelem učení se silně pracuje [3]. Chyba je něčím, co je třeba odstranit. Pokud se přidržíme metafory počítače, můžeme říci, že jde o „ladění programu“, během něhož sledujeme jednotlivé kroky deterministického výpočtu, obsahy proměnných v něm a hledáme „bugy“. Krok za krokem jako programátor v debuggeru.

Myšlení je stejně jako počítačový program logické a poměrně deterministické. Pokud do uvažování vstupují emoce, jsou vnímány jako něco negativního. Ostatně difference mezi racionalitou a emocionalitou je otázkou i běžného mediálního diskurzu. Ona atomicita myšlení, které je možné rozložit na částičky, jež se vzájemně téměř neovlivňují, je nesmírně důležitá, protože se zrcadlí v tom, jak si představujeme organizaci znalostí. Ve vědeckých knihovnách převládá třídění fondu podle MDT (Mezinárodní desetinné třídění) reflektující Comteho představu o struktuře věd [4] a ve školách se přes řadu inovací stále uchovává tradiční traktování na předměty [5], které mají odlišné učitele, metody, postupy, vlastní vzdělávací obsahy i strukturu hodnocení.

Nesmírně zajímavým indikátorem toho, jak je uchoopen fenomén vědy, je Nobelova cena. Každoročně je udělována jedné až třem osobám, jež zásadním způsobem přispěly k rozvoji poznání v dané vědní disciplíně (fyzika, chemie, lékařství a fyziologie, literatura, mír). To však vyžaduje splnění dvou podmínek – že jsou zde ohraničené vědní disciplíny a že objevy jsou otázkou několika málo geniálních jedinců čnících nad všemny ostatní. Pokud se však podíváme na ceny udělené

Kolik obnáší Nobelova cena – a stojí to za to?

Jan Valenta

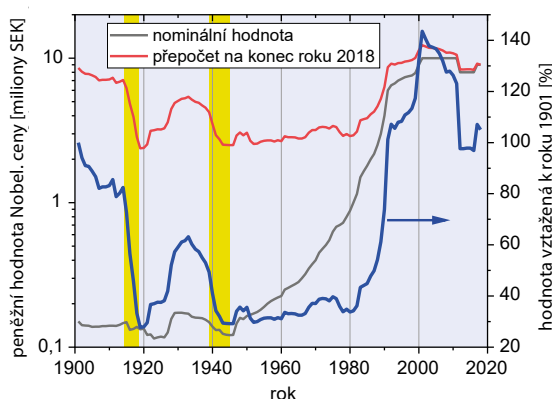
Katedra chemické fyziky a optiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha; jan.valenta@mff.cuni.cz

Na konci minulého roku byly jako každý rok počítány rokem 1901 uděleny Nobelovy ceny. Ačkoliv v současnosti existuje velký počet významných ocenění za vědecké úspěchy, žádné z nich se prestiží nemůže Nobelově ceně rovnat.

Čím to je? Snad tím, že patří k nejstarším cenám, a tím, že je kolem ní vybudován celý systém honosných ceremoniálů s účastí švédského krále? Důvodů asi bude celá řada.

Pokud se zeptáte kolegů, kolik peněz představuje Nobelova cena, povětšinou nedokážou přesně odpovědět, ale prohodí něco v tom smyslu, že „to bude určitě hodně, když se kolem toho každoročně tolik namluví“. Jak je to tedy ve skutečnosti? Je Nobelova cena tak velká a je stabilní v čase?

Podle závěti Alfreda Nobela z roku 1895 bylo vloženo jmění (údajně 94 % celého Nobelova majetku) o tehdejší hodnotě 31 milionů švédských korun (v dnešních cenách je to asi 1,8 miliardy švédských neboli 4,4 miliardy českých korun) do fondu, z jehož výnosu měly být každý rok ceny udělovány. V závěti bylo řečeno, že prostředky fondu mají být investovány do „bezpečných cenných papírů“, což tehdy bylo interpretováno jako dluhopisy kryté zlatem nebo půjčky zajištěné takovými cennými papíry nebo nemovitostmi.



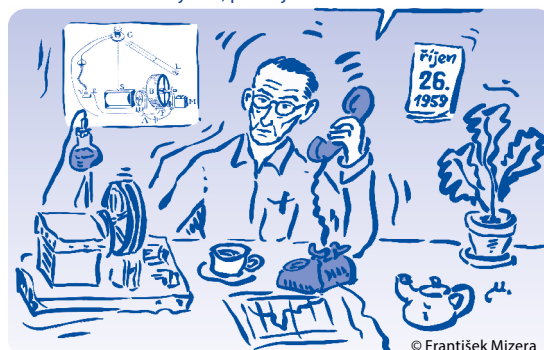
Obr. 1 Vývoj peněžní hodnoty Nobelovy ceny ve švédských korunách (SEK) vyjádřený v nominální hodnotě (černá linka) a v hodnotě přepočtené na konec roku 2018 (červená linka). Modrá linka (vztahovaná k pravé ose) představuje podíl hodnoty Nobelovy ceny k počáteční hodnotě z roku 1901. Žluté obdélníky vyznačují období první a druhé světové války, kdy inflace Nobelovu cenu silně znehodnotila, i když její nominální hodnota tolik neklesla. Data převzata z údajů Nobelovy nadace



Zpočátku hodnota fondu i udělovaných cen setrvala klesala – nejrychleji v období první a druhé světové války (obr. 1), takže třeba cena pro Alberta Einsteina v roce 1921 byla třetinová ve srovnání s první cenou pro Wilhelma Conrada Röntgena v roce 1901. Teprve na počátku padesátých let švédská vláda na žádost správní rady nadace schválila změny metodiky investování. Díky větší svobodě investovat a osvobození od daně, které bylo uděleno v roce 1946, se podařilo klesající trend zvrátit, stabilizovat a držet krok s rostoucí inflací (obr. 2). Během osmdesátých let pak vyskočila hodnota Nobelovy ceny z třetiny zpět k původní hodnotě.

V letech 2001–2011 byla Nobelova cena zafixována na 10 milionů, později (2012–2016) na 8 milionů švédských korun. Momentálně od roku 2017 obnáší

Haló! To je profesor Heyrovský? Zde Nobelova nadace. Gratulujeme, právě jste se stal institucí!



Nobelova cena za fyziku pro rok 2018



Arthur Ashkin,
Gérard Mourou, Donna Stricklandová

str. 12–44 Copyright © The Nobel Foundation 2019

Proslov Donny Stricklandové na banketu u příležitosti udělení Nobelovy ceny

10. prosince 2018

Vaše Veličenstva, Vaše královské Výsosti, Vaše Excellence, drazí laureáti, dámy a pánové,

je mi ctí reprezentovat Nobelovu cenu za fyziku pro rok 2018 a hovořit také za Arthura Ashkina a Gérarda Mourou, mé vážené kolegy, s nimiž tuto cenu sdílím. Arthur Ashkin získal polovinu letošní ceny, a tak by tuto řeč měl pronést on. Bohužel, na této neuvěřitelné oslavě se k nám nemohl připojit. Gérard a já chceme Arthurovi vyjádřit naši gratulaci za jeho pozoruhodný vynález laserové pinzety, která dokáže zachytit živé buňky a nastartovat molekulární motory. Přáli bychom si, aby tu Artur mohl být s námi.

Jak už bylo zdůrazněno, připojuji se k Marii Curieové a Marii Goeppert Mayerové jako k jediným ženám, které tuto cenu získaly. Cítím se v jejich společnosti zahanbena. Marie Curieová je sama o sobě třídou jako první laureátka a stále ještě jediná osoba, která získala Nobelovu cenu ve dvou různých vědních oborech. Ohromující žena – vědkyně.

Pro svůj doktorát přišla Maria Goeppert Mayerová, teoretická fyzik, s myšlenkou multifotonové fyziky. To znamená, že atom absorbuje dva nebo více fotonů současně. S touto předpovědí přišla bez jakéhokoli experimentálního důkazu a vlastně 30 let předtím, než se komukoli podařilo takový jev pozorovat. Její teorii jsem citovala ve své doktorské disertaci o více než 50 let později.

A pokud jde o mne – když jsem na vysoké škole pracovala na projektu, za nějž jsme s Gérardem byli poctěni, měla Cyndi Lauperová velký hit: „*Dívky se prostě chtějí bavit*“. Chtěly však počkat, až skončí pracovní den. Pokud jde o mne, já jsem se chtěla bavit při práci. Ne každý si dnes myslí, že fyzika je zábavná, já však ano. Myslím si, že zábavná je zejména experimentální fyzika; nejen proto, že se dostanete k řešení záhad o vesmíru nebo na Zemi, ale že také v laboratoři jsou „bezva věci“. V mém případě si mohu „pohrát“ s lasery o vysoké intenzitě, které

umějí tak kouzelné kousky, jako například z laserového světla jedné barvy vytvořit celou barevnou duhu. A to je jenom jedna z úžasných věcí, s jakými se v naší laboratoři setkáváme.

Gérard Mourou, který byl mým školitelem, si vymyslel plán, jak zvýšit intenzitu laseru o několik řádů. Přišel na to, když byl se svojí rodinou na lyžařském zájezdu. Pravděpodobně tehdy neměl v úmyslu přemýšlet o laserech, ale prostě si nemohl pomoci. Mým úkolem pak bylo ujmout se jeho krásného nápadu a převést jej do skutečnosti. Postavila jsem expandér pulzů, pak laserový zesilovač a nakonec kompresor pulzů. K tomu jsem se musela naučit štípat optická vlákna, vyrobit spoustu součástek a hodně letovat. Cítíte také to potěšení? Musela jsem měřit časovou délku pulzů a jejich frekvenční spektrum. Ne všechna měření ukazovala to, co jsme očekávali. Museli jsme určit, kde jsou problémy, a pak vymyslet, jak je obejít. To byla ta zábavná část.

Vše trvalo asi rok. Pak konečně nadešel čas změnit délku trvání komprimovaných zesílených pulzů a já jsem neměla nic, čím bych to změřila. Steve Williamson, můj kolega, jednou večer přitáhl do mé laboratoře svoji rozvírací kameru a spolu jsme měřili časovou šířku komprimovaných zesílených pulzů. Na tu noc nikdy nezapomenu. Je to opravdu úžasný pocit, když zjistíte, že jste postavili něco, co nikdo jiný nemá – a že to skutečně funguje.

Tomu se opravdu nevyrovná žádné jiné vzrušení... Snad jediné to, když vás v pět hodin ráno někdo vzbudí, protože Královská švédská akademie věd a Nobelova nadace si také myslí, že to byl vzrušující okamžik pro obor laserové fyziky.

A tak v zastoupení Arthura Ashkina, Gérarda Mourou a za sebe děkuji Královské švédské akademii věd a Nobelově nadaci za to, že nás a fyziku laserů poctily touto Nobelovou cenou.

Přeložil Ivan Gregora

Nobelova cena
za fyziku 2018



Projev prof. Anderse Irbäcka, člena Královské švédské akademie věd a člena výboru pro udělování Nobelových cen za fyziku, 10. prosince 2018

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

k životu na Zemi je podstatné sluneční světlo a nám se stále lépe daří využívat jeho energii. Světlo používáme i mnoha jinými způsoby a jako zdroje světla dnes často využíváme lasery. Dvěma příklady jejich použití v každodenním životě jsou čtečky čárových kódů a laserová ukazovátka. Letošní Nobelova cena za fyziku oceňuje dva vynálezy ve fyzice laserů, které vedly k inovativním novým užitím světla. Tyto metody nám daly nástroje založené na světle, s aplikacemi v lékařství a jiných oborech.

Arthur Ashkin je odměňován za vynález optické pinzety a její aplikaci na biologické systémy. Tento vynález je založen na schopnosti světla působit na hmotu silou známou jako radiační tlak. Možnost použít světlo k přemísťování objektů prostřednictvím této síly může někomu připomínat Star Trek a trakční světelné svazky a zní jako čistá science fiction. Můžeme ovšem cítit, že sluneční paprsky přenášejí energii – ohřívají nás. Nemůžeme však pocítit jakýkoliv malý tlak – síla tohoto slunečního světla je na to příliš malá. Počátečním impulzem, který přivedl Arthura Ashkina k jeho optické pinzetě, byl experiment, jenž ukázal, že intenzivní svazek laseru je ve skutečnosti natolik silný, že pohne s mikroskopickými částicemi. Jak se ukázalo dále, světlo laseru nejenže může takovými částicemi pohnout, ale pomocí čočky fokusující laserový svazek je může také zachytit. Tak se zrodila optická pinzeta – elegantní nástroj, který se uplatnil v mnoha aplikacích a který nám umožňuje zachytit a přemístit takové objekty, jako jsou živé buňky, aniž bychom se jich dotkli. Ashkinova metoda byla úspěšně použita k prozkoumání různých komponent biologických buněk a kromě jiného nám umožnila poznat mechaniku miniaturních molekulárních motorů, které v těchto buňkách zajišťují životně důležité práce.

Gérard Mourou a Donna Stricklandová jsou odměňováni za vynález zvaný zesilování rozmítnutých pulzů neboli CPA (*Chirped Pulse Amplification*). Je to metoda k vytvoření extrémně intenzivních krátkých pulzů laserového světla. Snahy o vytvoření intenzivnějších laserových pulzů probíhaly od okamžiku, kdy byl v roce 1960 vyroben první laser. V osmdesátých letech však tyto experimenty uvázly ve slepé uličce, protože intenzita laserového světla dosáhla úrovně, kdy

ničila samotný zesilující prvek. S použitím své metody CPA byli Mourou a Stricklandová schopni toto omezení obejít. Jejich strategie byla prostá a elegantní: nejprve byl laserový pulz roztažen v čase, čímž se jeho intenzita zmenšila a umožnilo se tak jeho zesílení. Nakonec byl pulz stlačen na svoji původní časovou délku, ale s mnohem vyšší intenzitou. Tato metoda změnila oblast výzkumu laserů o vysoké intenzitě: od něčeho, co bylo předtím prováděno jen v několika málo velkých laboratořích, k něčemu, co mohlo být realizováno v mnoha laboratořích po celém světě, což také vedlo k mocnému vzdušnému vývoje prací. Honba za kratšími a ještě kratšími pulzy umožnila badatelům přiblížit se až k attosekundové úrovni – což znamená jednu biliontinu biliontiny jedné sekundy. To otevírá cestu ke zkoumání pohybu elektronů v atomech a molekulách. Technika CPA umožňuje četné aplikace laserových pulzů. Jedním z příkladů je oční chirurgie k odstranění krátkozrakosti, kde laserové pulzy hrají roli ultrapřesných chirurgických nástrojů.

Doktore Ashkine, profesore Mourou, profesorko Stricklandová, byla vám udělena Nobelova cena za fyziku a rok 2018, za vaše průkopnické objevy v oboru laserové fyziky. V zastoupení Královské švédské akademie věd je mi ctí a velkým potěšením vyjádřit vám naše nejvřelejší blahopřání. Nyní vás žádám, abyste předstoupili k předání vašich Nobelových cen z rukou Jeho Veličenstva krále.

Přeložil Ivan Gregora



Profesor Anders Irbäck (Lund University)

Nobelova cena
za fyziku 2018



Životopisy laureátů Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2018

ARTHUR ASHKIN

Arthur Ashkin (*2. září 1922, New York City, NY, USA), americký fyzik, se narodil v Brooklynu do rodiny s východoevropskými židovskými kořeny (otec Isador, původním příjmením Aschkinazi, emigroval z Oděsy a matka Anna pocházela z Haliče, tehdy součásti Rakouska-Uherska).

Ashkin získal v roce 1947 bakalářský titul z fyziky na Kolumbijské univerzitě v New Yorku a doktorát z jaderné fyziky na Cornellově univerzitě v roce 1952. Jeho bratr Julius se podílel na projektu Manhattan, což Arthurovi umožnilo seznámit se s takovými osobnostmi, jako byli Hans Bethe či Richard Feynman.

Po doktorátu odešel (na doporučení svého školitele Sidneyho Millmana z Columbia U.) do Bellových laboratoří, nejdříve v Murray Hill, New Jersey, a pak v Holmdel, New Jersey, kde strávil poslední část své kariéry až do odchodu do důchodu v roce 1992. Nádále pokračuje ve výzkumech (a publikuje) ve své domácí laboratoři v Rumsonu, New Jersey.

Nejprve se zabýval mikrovlnnou technikou (již za války se podílel na vývoji magnetronů pro radarové systémy) a po roce 1960 se přeorientoval na laserovou techniku, nelineární optiku a optické vlnovody. Roku 1970 poprvé použil laserové svazky k zachycení malých průhledných kuliček a manipulaci s nimi (průměr kuliček byl asi 0,6 až 2,7 μm). Ashkina však zajímalo užití optické pinzety ke studiu buněk, virů a bakterií. Od zeleného přešel k infračervenému laseru, který měl méně intenzivní paprsek a nemohl tedy poškodit živé organismy. Svoji optickou pinzetu Ashkin využil ke studiu síly, jakou v buňkách působí molekuly na pohyb organel. Optická pinzeta se stala široce využívanou nedestruktivní metodou ke studiu mikroskopických živých organismů a jejich molekulárních systémů.

Ashkin vykonal také významné práce v oblasti generace druhé harmonické frekvence či nelineárních jevů v optických vláknech. Jeho práce umožnila i zachycení a chlazení atomů na teploty nižší než mK (a také prokázání Boseho-Einsteinovy kondenzace těchto atomů), za což získal Nobe-

lovu cenu v roce 1997 Steven Chu, kolega z Bellových laboratoří.

Polovinu Nobelovy ceny za fyziku získal Ashkin až roku 2018 – právě za vynález optické pinzety, která využívá laserových svazků k zachycení velmi malých objektů a manipulaci s nimi. Na chvíli se tak stal nejstarším laureátem Nobelovy ceny (96 let v době udělení ceny), než jej o rok později překonal John B. Goodenough (97 let).

Arthur Ashkin je držitelem 47 patentů a autorem knihy *Optical Trapping and Manipulation of Neutral Particles Using Lasers* (World Scientific Publ. 2006). Již před Nobelovou cenou získal řadu významných ocenění (např. J. F. Keithley Prize, Townes Medal nebo Harvey Prize) a byl zvolen členem National Academy of Engineering (1984), National Academy of Sciences (1996) a National Inventors Hall of Fame (2013).

GÉRARD MOUROU

Gérard Albert Mourou (*22. června 1944 Albertville, Savojsko, Francie), francouzský fyzik. Studoval na univerzitě v Grenoblu, kde roku 1967 získal magisterský titul z fyziky. Dále pokračoval doktorátem z optiky (studoval změny frekvence rubínových laserů) na pařížské univerzitě Pierre-et-Marie-Curie (nyní opět Sorbonna) roku 1970.

Následně působil 1971–1973 na Université Laval (Quebec, Kanada), kde se zabýval využitím laserů s krátkými pulzy pro studium roztoků organických barviv. Za tuto práci pak roku 1973 na své alma mater získal velký doktorát (doctorat d'État). Dále působil na katedře chemie Kalifornské univerzity v San Diegu a později opět v Paříži v Laboratoři aplikované optiky (společné pracoviště Polytechniky a ENSTA ParisTech).

Poté odejel na dlouhou dobu do USA. V roce 1977 nastoupil na univerzitu v Rochesteru, kde se postupně z postdoka stal profesorem na univerzitním Ústavu optiky. Zde v polovině osmdesátých let se svou doktorandkou Donnou Stricklandovou vyvinul techniku CPA. V roce 1988 přesídlil na Michiganskou univerzitu, kde založil Centrum pro ultrarychlou optickou vědu, jež se roku 1991 stalo centrem financovaným Národ-





Telefonická interview

Arthur Ashkin

„Když jsem popisoval, jak chytám živé tvory světlem, lidé říkali: Nepřehánějte, Ashkine.“

Artur Ashkin si oddechl od svého současného bádání, aby vyprávěl o „starém výzkumu“, který vedl k jeho klíčovému objevu a za který si zasloužil Nobelovu cenu.

Přepis interview

Artur Ashkin: Haló.

Adam Smith: Dobré ráno.

[AA] Ano, kdo volá?

[AS] Jmenuji se Adam Smith a volám z Nobelprize.org, což je webová stránka Nobelových cen ve Stockholmu, Švédsko.

[AA] OK.

[AS] Především vám chci blahopřát k udělení Nobelovy ceny.

[AA] OK, děkuji vám.

[AS] Smím se zeptat, jaký je to pocit, být nejstarším laureátem?

[AA] (smích) Nenapadlo mě, že jsem ze všech nejstarší! Tak jsem to jen taktak stihl, že? Protože jako mrtvý zvítězit nemůžete... Jestliže jste laureátem Národní síně slávy vynálezců, tak už mrtvý být můžete. Tu cenu jsem dostal před několika lety a byl jsem na to moc pyšný. Řekl bych, že je to nejdůležitější cena, jakou jsem kdy dostal.

[AS] Smím se zeptat, zda ještě experimentujete ve své domácí laboratoři?



Syn Arthura Ashkina, prof. Michael Ashkin, a jeho veličenstvo švédský král Karel XVI. Gustav posílají pozdrav Arthuru Ashkinovi z ceremoniálu udělování cen. © Nobel Media.
Photo: A. Mahmoud

[AA] Ano, experimentuji. Vlastně teď sepisuji článek a vy všichni mě při tom rušíte... Chystám se ho poslat do Science a doufám, že ho přijmou.

[AS] Nu, předpokládám, že to je právě tajemství úspěšné kariéry ve výzkumu: soustředít se na práci spíše než na rozptýlení.

[AA] Ano, je to můj koníček, víceméně. Věda mě zajímala už od dětství, a tak říkám své ženě, že to je jediná věc, ve které jsem opravdu dobrý.

[AS] Jste asi překvapen a také potěšen množstvím aplikací využívajících optické pinzety, že?

[AA] Nu, od samého počátku jsem předvídal, že to bude hodně významné. Ta věc, kterou... Totiž, jedním z mých hrdinů je ten chlápek, ten Holanďan Antonie van Leeuwenhoek – ten, který objevil mikroorganismy. A stále psal do Royal Society, informoval je a posílal jim obrázky. A nikdo tomu nevěnoval žádnou pozornost. Až teprve mnohem později chtěli vzorek jeho mikroskopu – a on odmítl. Řekl jim, jestli nějaký chcete, tak si ho musíte udělat sami. Je to hrdina a takových je víc, například Michael Faraday, další z mých hrdinů.

[AS] Je dobré mít své vědecké vzory. Takže jste při práci na přístroji věděl, že vyvíjíte nástroj, který vám umožní zkoumat molekulární procesy?

[AA] Ano. O záchyt molekul světlem jsem se zajímal už dávno. Můj slavný článek z roku 1970 je nejslavnější článek, jaký jsem kdy napsal. V něm se zmiňuji o [nejasné] molekul světlem. Ale nikdy jsem nepřemýšlel o živých věcech – předpokládalo se, že světlo tkáně ničí. Světla se používalo k hojení ran a považovalo se za smrtící. To bylo překvapení. To bylo velké překvapení... A jednou, jsem... Podívejte se, já bych, mohl bych vyprávět, co se stalo v mnoha starých případech. Když jsem popisoval záchyt živých věcí pomocí světla, tak lidé říkali: „Ashkine, nepřehánějte!“

[AS] Určitě jste nepřeháněl. Je to úžasné. Těšíme se, až uslyšíme více podobných historek. Přijedete v prosinci do Stockholmu k převzetí té...?

[AA] Přijedu, jestli... jestli budu schopen.

[AS] Určitě. Chystáte se slavit?

[AA] No, podívejte se, teď píšu článek a navíc staré věci neslavím. Mám něco nového a důležitého. Pracuji na solární ener-



Arthur Ashkin prezentuje svoji nobelovskou přednášku kolegům z Bellových laboratoří, jiným laureátům Nobelovy ceny a své rodině v centrále Bellových laboratoří v Murray Hill, New Jersey. Arthurovo zanícené a přesné vysvětlení svých zásluh na udělení Nobelovy ceny je okouzlující..

gii a myslím si, že mám něco důležitého. A svět nutně potřebuje vědu při změně klimatu.

[AS] Zajisté.

[AA] OK?

[AS] Opravdu vám moc děkuji, je to důležité poselství. Velmi si cením, že jste se mnou hovořil. Děkuji vám a ještě jednou vám blahopřeji.

[AA] OK, není zač.

[AS] Děkuji vám. Na shledanou.

[AA] OK, na shledanou.

Gérard Mourou

„Je to úžasný okamžik. Nikdo není na takový okamžik připraven!“

Telefonické interview s Gérardem Mourou po oznámení Nobelovy ceny za fyziku, 2. října 2018. Tazatelem je Adam Smith, vedoucí vědecký pracovník Nobel Media.

Přepis interview

Gérard Mourou: Hello.

Adam Smith: Haló, jmenuji se Adam Smith a jsem z Nobelprize.org.

[GM] Ano.

[AS] Ano. Blahopřeji vám k udělení Nobelovy ceny.

[GM] Mnohokrát vám děkuji.

Generace vysoce intenzivních ultrakrátkých optických pulzů

Přednáška u příležitosti udělení Nobelovy ceny za fyziku za rok 2018

© The Nobel Foundation 2018 (Publikováno 2. července 2019)

Donna Stricklandová

Department of Physics and Astronomy, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada

Tématem této přednášky je ukázat, jak světlo interaguje s hmotou a jak se interakce mění, když je jeho intenzita velmi vysoká. Při nízké intenzitě světla jsou interakce lineární. To znamená, že odezva na interakci je přímo úměrná intenzitě světla. Zdvojnásobíme-li intenzitu světla dopadajícího na materiál, bude absorbováno dvakrát více energie. V době, kdy jsem psala svoji diplomovou práci, zkoumali vědci nelineární interakce s prostředím. Při nelineární absorpci dochází k tomu, že při zdvojnásobení intenzity dopadajícího světla je absorpce více než dvojnásobná. Mým výzkumným projektem pro doktorskou disertační práci (Ph.D.) bylo studium vysoce nelineárního experimentu a k jeho realizaci jsem nejdříve potřebovala vyvinout velmi intenzivní laser. To je důvod, proč jsem se zabývala vývojem zesílení frekvenčně modulovaných pulzů (CPA – *chirped pulse amplification*) spolu se svým školitelem, profesorem Gerardem Mourou. S novým intenzivním laserovým systémem CPA se nám podařilo ukázat, že interakce nebyly těmi nelineárními interakcemi, jaké jsme očekávali. Museli jsme si znovu promyslet, jak interaguje s hmotou intenzivní světlo, a vývoj CPA nám pomohl otevřít nový obor, kterým byla fyzika laserů o velmi vysoké intenzitě.

Interakce světla s hmotou byla studována několik století. Vědci si lámali hlavu nad tím, zda je světlo tvořeno částicemi, nebo by to mohla být vlna. Experimentální pozorování podávala důkazy pro obě vysvětlení povahy světla. Skutečnost, že strom vrhá dobře definovaný stín, vedla k myšlence, že světlo se musí skládat z částic pohybujících se po přímkách. Procházela-li dráha částice stromem, byla prostě stromem zablokována a výsledkem byl stín. Na druhé straně byly pozorovány také vlnové jevy. Procházela-li světlo malou clonkou, vzniknou na hranách výsledného obrazce difrakční proužky, které nelze vysvětlit jinak než vlnovou teorií.

V polovině devatenáctého století zkombinoval teoretik James Clark Maxwell rovnice vycházející z různých experimentálních studií časově proměnných elektrických a magnetických polí. Získal tak celkem čtyři rovnice spojující elektrická a magnetická pole. Aby byly rovnice matematicky konzistentní, musel Maxwell přidat ještě jeden člen, týkající se časově závislých elektrických

polí indukujících magnetická pole. Tato poslední část celé skládky nemohla být pomocí techniky poloviny devatenáctého století experimentálně pozorována. Nicméně Maxwellovi se podařilo teoreticky ukázat, že elektrická a magnetická pole se šíří jako vlnění. Tyto elektromagnetické vlny se šíří rychlostí světla. Protože světlo se šíří rychlostí světla, teoretizoval dále Maxwell, musí být světlo elektromagnetickou vlnou. Ke konci 19. století pak Heinrich Hertz experimentálně potvrdil, že časově proměnná elektrická pole se opravdu šíří jako vlny. Vzhledem k úspěchu Maxwellových rovnic, vedoucích k vlnové rovnici popisující časově proměnné elektromagnetické vlny, přijali vědci názor, že světlo musí být vlněním.

Ke konci 19. století experimentovali vědci jako Hertz s emisí elektronů z materiálů, k níž dochází při ozáření světlem. Jestliže je světlo vlněním, pak by elektrony měly opouštět materiál tím větší rychlostí, čím je světlo jasnější. Taková experimentální pozorování by byla analogická k pozorování oblázků vyhazovaných na břeh vlnami. Malá vlnka ve vodě s oblázkem moc nepohne. Kdyby však vlny byly velké, budou se oblázky pohybovat rychleji a poputují dále od břehu. Síla vlny souvisí s její amplitudou.

V experimentech s ejekcí elektronů světlem se používalo světlo různých barev. Barva světla je dána vlnovou délkou, což je vzdálenost mezi hřebeny (světelné) vlny. Z barev, které můžeme pozorovat zrakem, odpovídá červená barva nejdelší vlnové délce, přibližně 0,7 μm (1 μm je miliontina metru), zatímco nejkratší vlnové délky světla, které ještě můžeme vidět, přibližně 0,4 μm , odpovídají fialové barvě. Když vědci posvítili na materiál červeným světlem, nevylétaly z materiálu žádné elektrony, bez ohledu na to, jak bylo světlo intenzivní. Při zeleném světle elektrony z materiálu vylétaly, avšak malou rychlostí. Zesílením intenzity se uvolnilo více elektronů, ale vždy se stejně malou rychlostí. S fialovým světlem se rychlost elektronů zvětšila, ale opět dále nenarůstala se zvyšováním intenzity světla. Počet emitovaných elektronů tedy narůstal s intenzitou světla. Tyto experimenty zcela popíraly teorii, že světlo je vlna.

V roce 1905 se Albertu Einsteinovi podařilo tento jev, známý jako fotoelektrický jev, vysvětlit. Ze všech



Donna Stricklandová
© Nobel Media AB.
Foto: A. Mahmoud

Nobelova cena
za fyziku 2018



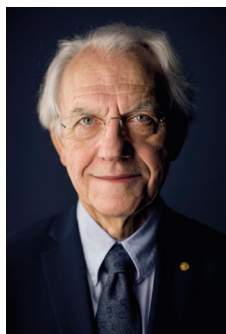
Extrémní fyzika světla a její aplikace

Přednáška u příležitosti udělení Nobelovy ceny za fyziku za rok 2018

© The Nobel Foundation 2018 (Publikováno 2. července 2019)

Gérard Mourou

École Polytechnique 91 128, Palaiseau, Cedex, Francie; gerard.mourou@polytechnique.edu



Gérard Mourou
© Nobel Media AB.
Foto: A. Mahmoud

Nobelova cena
za fyziku 2018



I. Úvod

Nástup ultraintenzivních laserových pulzů generovaných technikou zesílení frekvenčně modulovaných pulzů CPA (*Chirped Pulse Amplification*)¹, spolu s vývojem laserových materiálů pro vysoké světelné toky (fluence), otevřel zcela nové optické obory. Laser s CPA má ohromující schopnosti. Může generovat nejsilnější pole, nejvyšší tlaky, nejvyšší teploty a urychlující pole a představuje tak univerzální zdroj vysokoenergetických částic a záření.

Technika CPA produkuje široký obor intenzit – od 10^{14} až k 10^{25} W/cm². Dolní část tohoto oboru, v režimu intenzit 10^{14} až k 10^{17} W/cm², má aplikace, k nimž patří mikroobrábění, jež může být aplikováno na libovolné materiály, tj. keramiky, kovy, biologické tkáně, oční rohovku atd. Lze dosáhnout mimořádně čistých řezů s minimální drsností, a to i v atomárním měřítku. Tato atraktivní vlastnost nás zavedla k aplikacím v oftalmologických procedurách, jako jsou např. refraktivní chirurgie, chirurgie kataraktu, transplantace rohovky a operace glaukomu. V dnešní době profituje z femtosekundových (10^{-15} s) zákroků asi milion pacientů ročně. Ve vědě umožňuje tento obor intenzit CPA dosáhnout attosekundové hranice (10^{-18} s), což nabízí impozantní nástroj ke studiu časově rozlišených fundamentálních elektronických procesů.

Pro intenzity $>10^{18}$ W/cm² je interakce laseru s hmotou silně ovlivněna relativistickým charakterem elektronu. Oproti nerelativistickému režimu působí pole laseru účinněji na pohyb hmoty, včetně pohybu ve směru šíření laserového světla, nelineární modulace a generace harmonických frekvencí, což vede k produkci záření a částic o vysoké energii. Jedním z typických znaků tohoto režimu je LWA (*Laser Wakefield*

Acceleration)², kde elektromagnetická energie laserového pulzu se transformuje na kinetickou a vytvoří gradient zrychlení tisíckrát vyšší, než je v konvenčních urychlovačích. Svazek elektronů pak zase může produkovat značné množství keV záření prostřednictvím betatronového nebo Comptonova rozptylu.

Při intenzitách řádu 10^{25} W/cm² se laserové pole natolik zvětší, že protony a ionty nabývají relativistických energií. Zrychlení je přímo vyvoláno tlakem světla. Rozměry zdroje jsou velmi malé a ve spojení s velkým gradientem zrychlení převyšuje jas tohoto zdroje cokoliv dosud známého.

Vazba intenzivního laserového pole s hmotou má také své implikace pro studium největších energií v astrofyzice, jako např. kosmických paprsků o energiích převyšujících 10^{20} eV. Intenzivní laserová pole mohou také vyvolat urychlující pole, dostatečná k simulaci efektů obecné relativity v laboratoři, a to prostřednictvím principu ekvivalence, podobně jako ztráty informace v černých dírách.

Mnohé z aplikací CPA nabízejí velký prospěch pro lidstvo. Ukážeme několik příkladů těžících z kompaktnosti zdroje na bázi CPA – například generace vysokoenergetických protonů a neutronů v aplikaci na léčbu rakoviny, tj. protonovou terapii, nebo v nukleární farmakologii, kde radionuklidy s krátkou dobou života lze nyní pro diagnostiku či terapii využít přímo v blízkosti pacientova lůžka.

V environmentální oblasti, díky účinné generaci neutronů s vysokou energií, je jedním z našich cílů použití neutronů ke snížení radiotoxicity nejnebezpečnějších prvků, minoritních aktinidů v nukleárním odpadu.

Nakonec, pohlédneme-li do budoucnosti, zůstane produkce částic v „prázdném“ prostoru jedním z našich hlavních cílů v tomto oboru. Je to historická cesta, která směřuje k dosažení porozumění fundamentálním otázkám o struktuře vakua, abychom letmo po-

1 Pozn. překladatele: Čerp – změna frekvence (*chirp*) během trvání pulzu. Analogie s ptačím cvrlikáním (*chirping*). Počeštěný tvar „čerp“ a jeho odvozeniny „čerpování“ atp. navrhuje i česká Wikipedie.

Pozn. ved. redaktora: Výraz *čerp* sice téměř zdomácněl, ale pokládáme jej za velmi zmatečný (běžně se může v jednom textu vyskytnout spojení „čerpání“ (ve smyslu buzení) a „čerpování“ (nebo čerpaný vs. čerpovaný pulz). Kloníme se tedy k nahrazení pojmu „čerpovaný“ za „frekvenčně modulovaný“.

2 Pozn. překladatele: Wakefield – podobně jako rychlý člun na vodní hladině vybudí za sebou vlnu (*wake*), vyvolává elektrické pole laserového pulzu v plazmatu vlnu elektronových plazmových oscilací o stejné fázové rychlosti. Mnohem těžší ionty zůstávají za elektrony pozadu, čímž vzniká velmi silné budící elektrické pole (*wakefield*), doprovázející vlnu.

Germaniový a křemíkový laser: historické ohlédnutí a současnost

Ivan Pelant, Kateřina Kůsová

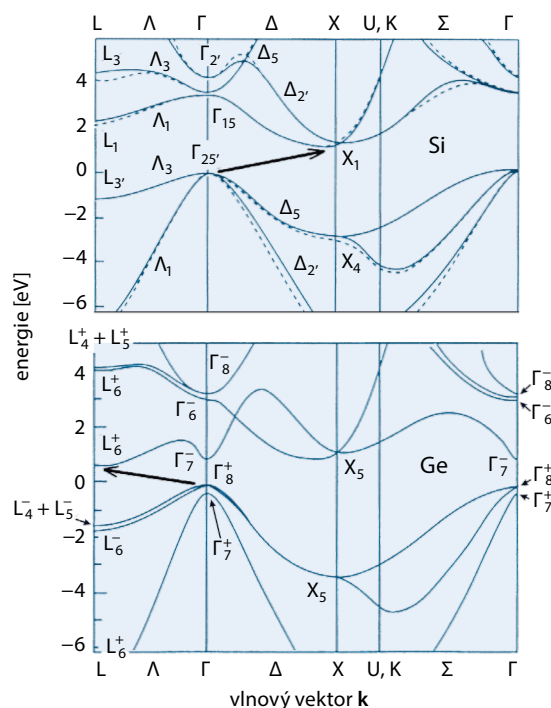
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6; pelant@fzu.cz

Článek shrnuje různé teoretické úvahy i empirické pokusy o dosažení laserové akce na mezipásových elektronových přechodech v polovodičích s nepřímým zakázaným pásem (germanium a křemík), počínaje zrodem „laserové epochy“ na začátku šedesátých let minulého století. Zatímco v germaniu bylo laserování za pokojové teploty a při elektrickém čerpání nedávno konečně experimentálně demonstrováno, v křemíku zůstává tento cíl stále ještě iluzorní. Pro tento případ článek zdůrazňuje nutnost použít poněkud jiný přístup než u germania. V tomto smyslu jsou diskutovány nejnovější výsledky získané s použitím luminiscenčních křemíkových kvantových teček (nanokrystalů).

Úvod

Již krátce po průkopnických publikacích popisujících úspěšnou realizaci prvních polovodičových laserů (r. 1962) na arsenidu gallia GaAs [1, 2, 3, 4], materiálu s *přímým* zakázaným pásem, se objevily úvahy o tom, zda laserování lze dosáhnout i v polovodičích s *nepřímým* zakázaným pásem. Důvod byl zřejmý – tehdy tvořilo materiálovou základnu polovodičové elektroniky germanium, přičemž je postupně nahrazoval křemík jakožto materiál s lepšími šumovými vlastnostmi. Oba tyto polovodiče mají nepřímý zakázaný pás (obr. 1), což bylo počátkem šedesátých let minulého století již notoricky známo. Stejně tak byl ovšem znám rozdíl mezi přímými a nepřímými optickými přechody, pokud jde o pravděpodobnost zářivé rekombinace elektronu s dírou: v nepřímém polovodiči je tato pravděpodobnost o mnoho řádů (nejméně o pět) nižší. Důvodem je to, že (v terminologii kvantové mechaniky) jde o proces vyššího řádu, v němž se – kromě elektronu a díry – rekombinačního procesu musí účastnit kvanta kmitů krystalické mřížky, tedy fonony. Ty zajišťují splnění zákona zachování hybnosti.

Nicméně se v té době také vyjasnilo, že navzdory zmíněnému zásadnímu rozdílu v pravděpodobnosti zářivé rekombinace neposkytuje fyzika (konkrétně kvantová teorie pevných látek) žádný striktní „non existence“ teorém, který by jasně formuloval nemožnost laserování na nepřímých přechodech přes zakázaný pás.¹ Logicky tedy vznikla poptávka,



Obr. 1 Pásová struktura Si a Ge. V křemíku při $T = 0\text{ K}$ je nepřímý zakázaný pás (ilustrovaný šipkou) $E_{\text{gind}} \approx 1,17\text{ eV}$ mezi vrcholkem valenčního pásu v bodě $\Gamma_{25'}$ a minimem vodivostního pásu v blízkosti bodu X_1 . V germaniu je při téže teplotě nepřímý zakázaný pás (šipka) $\Gamma_8^+ - L_6^+$ o velikosti $E_{\text{gind}} \approx 0,745\text{ eV}$. Jelikož Ge je těžší, je tam mnohem výraznější štěpení maxima valenčního pásu a ke značení symetrie elektronových stavů se užívá notace dvojné grupy.

¹ V tomto příspěvku se nebudeme zabývat Ramanovým křemíkovým laserem [H. Rong, a kol.: Nature 433, 292 (2005)], protože v tomto případě se nejedná o excitaci elektronového systému, a tudíž tento typ laseru nelze čerpat elektrickým způsobem.

či v anglosaské terminologii *challenge*, zda i nepřímé polovodiče Ge a Si, inherentně „špatné zářiče“, mohou být použity k výrobě polovodičových injekčních

Einstein opět v Praze (2. část)

Ohlédnutí za „českým“ seriálem z produkce National Geographic aneb „fyzik potkává filmaře“

Jiří Podolský, Pavel Cejnar

Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8; jiri.podolsky@mff.cuni.cz; pavel.cejnar@mff.cuni.cz

Na podzim roku 2018 odvysílala Česká televize na ČT2 unikátní desetidílný seriál *Génius: Einstein*, věnovaný životu a dílu asi nejslavnějšího fyzika všech dob. Každý pátek od září do listopadu mezi 20. a 21. hodinou tak měl každý možnost chronologicky sledovat celý Einsteinův pozoruhodný osud, často dramatický v osobní, vědecké i celospolečenské rovině. Na jeho pozadí tvořil své objevy, z nichž mnohé byly hodny Nobelových cen a doslova změnily historii (vzpomeňme jeho podíl na vzniku kvantové teorie, formulování speciální i obecné relativity či pozemský i kosmický dosah jeho rovnice $E = mc^2$). To vše bylo nyní bravurně zachyceno v HD kvalitě, precizní dobové výpravě, s hvězdným hereckým obsazením postav. Co více si může přát fyzik, jemuž není lhostejná historie ani obraz toho, jaký má jeho obor mezi ostatními lidmi! Seriálem *Génius* dostal možnost sdílet „to nejlepší z dějin fyziky“ se svými rodinami, přáteli nefyziky, se všemi ostatními. Nám, autorům tohoto článku, však bylo řízením osudu dopřáno více. Dostali jsme šanci aktivně se podílet na tvorbě takového výjimečného díla.

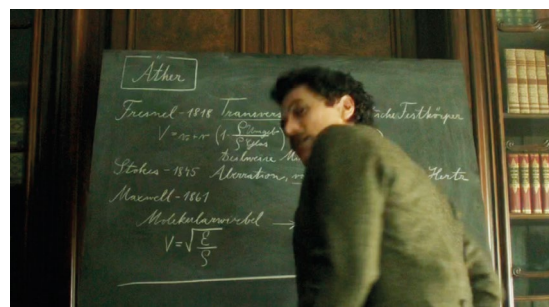
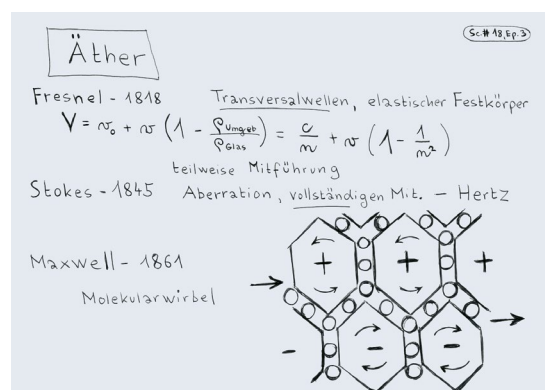
Rok plný zázraků (JP)

Po studiích v Curychu prožil Einstein několik těžkých let. Nemohl najít uplatnění v akademické sféře, a dokonce ani jiné relevantní zaměstnání. I jeho osobní život, zejména vztah k Milevě, procházel složitým vývojem. To je poměrně věrně zachyceno ve 3. epizodě seriálu. Protože se už neodehrává ve školním prostředí a Einsteinovo vědecké období ještě nezačalo, tabulí se vzorci oproti předchozím dvěma epizodám rapidně ubylo.

Vlastně jediná zajímavá se vyskytuje ve scéně, kdy Albert v roce 1901 dává soukromé hodiny chlapci. Má za úkol doučovat ho elementární matematiku a fyziku, ale místo toho mu sděluje své historicko-filozofické úvahy o éteru, což ve scénáři předjímá Einsteinovu cestu ke speciální teorii relativity. Měl jsem za úkol připravit jednu tabuli pro tuto scénu, výsledek je na obr. 15.¹

Je to docela jednoduchá tabule. Nahoře jsou zmíněni dva hlavní tvůrci fyzikální teorie éteru Fresnel a Stokes i vzorec pro strhávání éteru, dole je obrázek pozoruhodného mechanického modelu éteru od Maxwella z roku 1861. Tento obrázek i příslušný vzorec jsem převzal z Maxwellovy originální práce [14], historii éterových teorií jsem dohledával v klasické Whittakerově knize [15].

Ve 4. epizodě seriálu již nacházíme Einsteina ve šťastnějším období života: s manželkou Milevou



Obr. 15 Návrh tabule (nahore) pro scénu, kdy Einstein dává soukromé doučovací hodiny, a výsledný záběr (dole). Místo základů matematiky a fyziky chlapci vysvětluje teorii éteru. Zdroj: osobní archiv J. Podolského a National Geographic

1 Číslování obrázků i odkazů navazuje na předchozí díl článku.



Sedmá přehlídka popularizace fyziky

Jan Valenta

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

Uprostřed předvánočního shonu uspořádal Jiří Dolejší pod hlavičkou (a s finanční podporou) České fyzikální společnosti již sedmé „bienále“ popularizace fyziky v pátek 13. prosince 2019 na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze.

Účel této přehlídky je velmi krásně popsán na webu akce¹: „Jedním z cílů, které si klade Česká fyzikální společnost (sekce Jednoty českých matematiků a fyziků), je péče o obraz fyziky jako moderní vědy, přinášející poznatky užitečné pro praktický život, a vzrušujícího povolání pro ty, kteří se rozhodli profesionálně se jí věnovat ... Proto chce jednak stimulovat fyziky k představování jejich práce a výsledků veřejnosti, jednak chce představovat a oceňovat i počiny jiných subjektů (učitelů, studentů, novinářů ...) vedoucí k rozšiřování informací a celkového povědomí o fyzice ... Různé cesty představování fyziky nemohou být prakticky centrálně koordinovány. Užitečné je však vytvořit příležitost k výměně zkušeností, ke shromáždění informací o jednotlivých aktivitách, hodnocení jejich atraktivity, odborné kvality a efektivity. Proto chceme pořádat soutěžní přehlídku, kde by se jednotlivé příspěvky před komplexně sestavenou porotou i zainteresovanou veřejností předvedly, byly prodiskutovány a porotou zhodnoceny podle jasných kritérií i odborné zkušenosti a svědomí porotců.“

V nabitém programu se od 9. do 16. hodiny představilo 22 popularizačních aktivit. Nejvíce pozornosti přitahovala hned první „zvaná přednáška“ Daniela Stacha z redakce vědy České televize (obr. 1), známého především moderováním pořadu Hyde Park Civilizace (viz

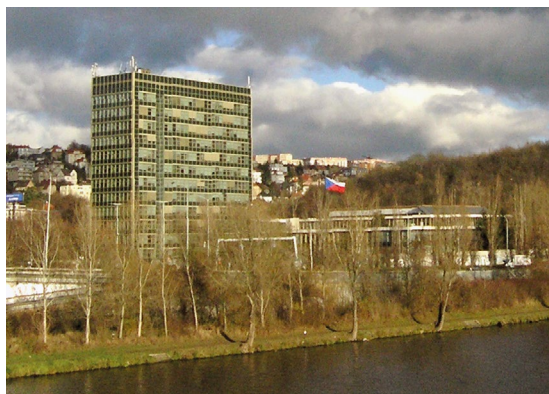


Obr. 2 Daniel Stach z redakce vědy České televize.

rozhovor v tomto čísle Čs. čas. fyz.). Nejednalo se de facto o prezentaci popularizačních aktivit ČT, ty není třeba příliš představovat, ale o poučení přítomných, jak se dělá profesionální popularizace vědy, jak funguje redakce vědy, příprava pořadů a rozhovorů atd. Stručně můžeme uvést pár faktů. Redakce vědy ČT vznikla v září 2016 a vykazuje obdivuhodný výkon: měsíčně představuje asi 100 témat, dosud asi 5 500 článků – není tedy dne bez vědy na ČT (příspěvky od 20 s do 55 min, obr. 2). Přítomní se dozvěděli mnohé o nejnovějších trendech, jako jsou podcasty a využití sociálních sítí (v ČT zvládají skvěle Facebook i Twitter). A zbylo i trochu času na dotazy a diskuzi.

Další program pokračoval krátkými prezentacemi jednotlivých aktivit, které zahrnují nejen ty s dlouhou tradicí (*Expedice Úpice* – letní astronomické tábory na úpické hvězdárně, jejichž počátky sahají do roku 1954), klasické (přednášky: *Fyzikální čtvrtky na FEL* nebo *Science to Go*; práce s učiteli: *Heuréka* a *Elixír do škol*; soutěže: *Náboj Junior* či *Fyziklání*; korespondenční semináře: *Fykos* či *Výfuk*; knihy: *spisy Milana Řípy na téma termojaderná fúze*), čistě domácí (zábavná výuka: *Fyzika všemi smysly*, *Malé tandemy*) či mezinárodní (*Prague EPS Young Minds*, *Staň se na den vědkyní*), ale i moderní formy popularizace, jako jsou Science Centra (*iQlania*), a neobvyklé akce (*Planetární*

1 Viz ipnp-web.troja.mff.cuni.cz/~dolejsi/outreach/Prehlidka/Prehlidka_2019.htm



Obr. 1 Areál MFF UK v Praze-Troji (resp. Pelc-Tyrolka, V Holešovičkách, Praha 8)

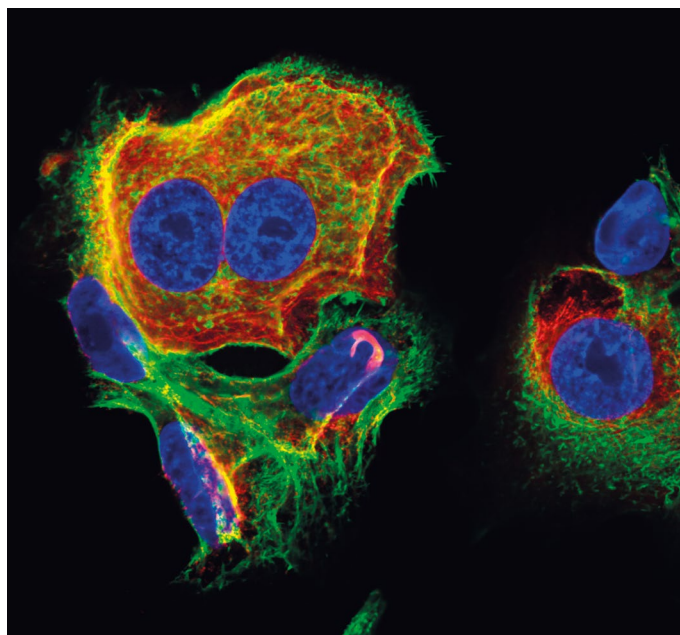
VÍTĚZNÉ SNÍMKY FOTOGRAFICKÉ SOUTĚŽE FYZIKÁLNÍHO ÚSTAVU AV ČR

V roce 2019 byla vyhlášena nová „fotografická“ soutěž pro pracovníky Fyzikálního ústavu. Slovo fotografická jsme dali do uvozovek, neboť by bylo přesnější mluvit třeba o „vědeckých obrazech“, které často nejsou „kresleny světlem“. Šlo tedy o soutěž obrazů zaznamenaných či vytvořených badateli FZÚ při jejich práci (a někdy i ve volném čase).

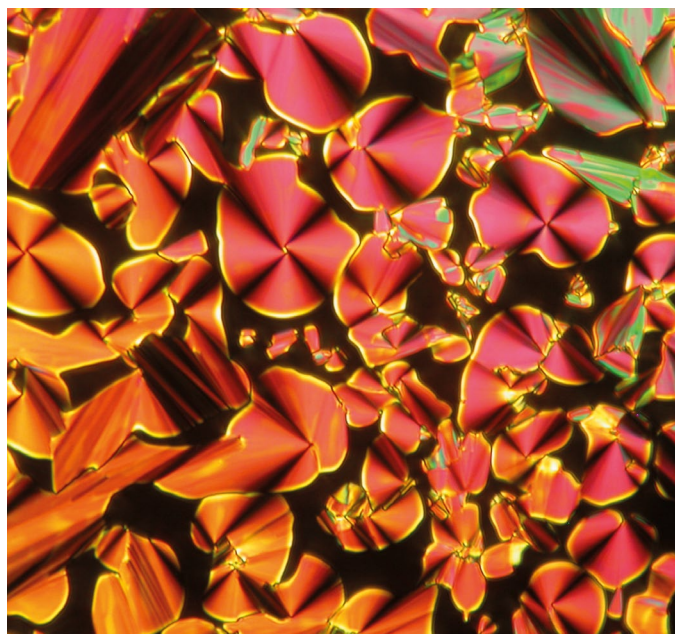
Do soutěže se zapojilo 33 účastníků s obrázky vzniklými různými metodami. Hodnotící komisi tvořili zástupci vedení ústavu, členové PR týmů FZÚ a na posuzování se podílel i biolog a profesionální fotograf Petr Jan Juračka. „Potěšil nás zájem, se kterým se první ročník soutěže mezi zaměstnanci FZÚ setkal. Sešlo se velké množství kvalitních snímků, které využijeme pro tvorbu kalendáře

i další propagační účely,“ říká Jiří Červenka, vědecký tajemník FZÚ a jeden z hodnotitelů.

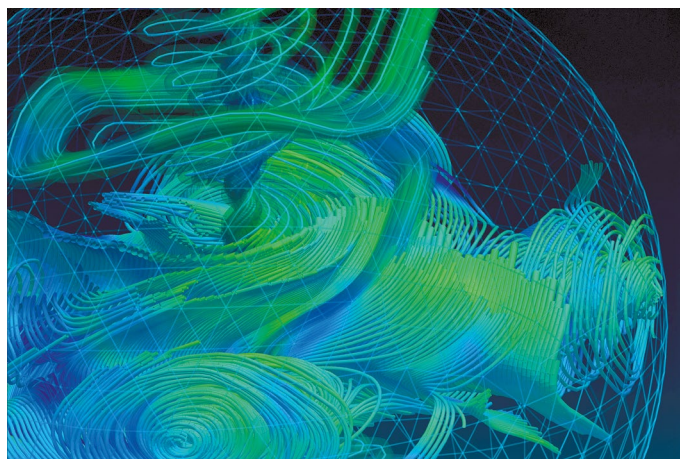
První místo udělila komise Barboře Smolkové, která při práci s konfokálním mikroskopem se superrozlišením zachytila „strašidlo“ v buňce karcinomu. Druhé místo získal John Mangeri za zobrazení výsledku počítačové simulace toku polarizace v okolí nanočástice



1. místo. Barbora Smolková: „Bafi“ Duch se objevil v buněčné kultuře.



3.–4. místo. Alexey Bubnov: Textury kapalných krystalů.



2. místo. John Mangeri: Počítačová simulace nanočástice BaTiO_3 ; křivky konstantního toku polarizace v exotickém topologickém stavu.



3.–4. místo. Jakub Novák: Čtvrtá etapa OPCPA na laseru ELI ALLEGRA.

Rozmlouval již s 28 „nobelisty“...

VYNIKAJÍCÍ POPULARIZÁTOR VĚDY DANIEL STACH ŘÍKÁ O HOSTECH HYDE PARK CIVILIZACE: „KROMĚ VĚDECKÝCH VÝSLEDKŮ MĚ ZAJÍMÁ ZEJMÉNA JEJICH LIDSKÝ ROZMĚR.“

Jana Žďárská

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

Jak dát vědět občanům naší země, na čem špičkoví vědci v současnosti pracují, s jakými problémy se potýkají a jaké jsou výsledky jejich práce? Jak co nejlépe přiblížit široké veřejnosti vědu? Zcela jistě její popularizací. A právě proto jsem požádala o rozhovor proslulého popularizátora vědy Ing. Bc. Daniela Stacha, který v komplexně interaktivním pořadu Hyde Park Civilizace zpovídá špičkové vědce, včetně držitelů Nobelových cen. A Daniel Stach k tomu dodává: „Věda je všude kolem nás a to vše kolem nás je zde proto, že je věda...“

■ **Jana Žďárská:** Vážený pane redaktore, popularizaci vědy se v České televizi věnujete již od roku 2010. Co je v rámci této činnosti vaší největší prioritou?

Daniel Stach: Pojďme vědou zaujmout! Mladé i starší, prostě všechny. Dejme lidem ochutnat vědu! Když se nás naši zahraniční hosté ptají, kdože se na ně bude dívat, odpovídám: „Budou to lidé, kteří se rozhodli v sobotu večer přemýšlet.“ Víte, náš pořad Hyde Park Civilizace trvá 55 minut. Je to nejdelší pořad pro jednoho hosta v naší televizi, podobný čas dostane už jen prezident nebo premiér. Je to spousta času – ale to samozřejmě nestačí k předání všech dostupných informací. Ale můžeme pootevřít ty dveře vedoucí k poznání a nabídnout divákům „potravu k přemýšlení“...

■ **JŽ:** Pocházíte z Českých Budějovic. Co se vám jako první vybaví, když si na svoje rodiště vzpomenete?

DS: Kanál! Jednoznačně kanál... A to slalomová dráha v Českém Vrbném v areálu Lídy Polesné. Kdybych nejezdil na vodě, tak dneska nedělám to, co právě dělám. Já jsem tam strávil spoustu času a naučil jsem se většinu toho, co dnes používám. Potkal jsem tam skvělé lidi, které znám do dneška. Kdybych nezačal na vodě, myslím, že bych nezačal ani moderovat. Voda vás totiž naučí mnoha zásadním dovednostem – vyhrávat, prohrávat, rychle se rozhodovat. A tak je to i v životě.

■ **JŽ:** O co jste se v dětství nejvíce zajímal? Měl jste již tehdy nějaké svoje vysněné povolání?

DS: Asi jako každý kluk jsem chtěl být nějakou dobu popelářem. U babičky jsem se na popelářské auto rád díval z okna. Ale to mě poměrně rychle pustilo. Poté jsem chtěl být profesionálním sportovcem, ale ve svých



Ing. Bc. Daniel Stach (*1988) vystudoval Fakultu mezinárodních vztahů Vysoké školy ekonomické a Fakultu sociálních věd Univerzity Karlovy. Od roku 2009 pracoval pro Radio Wave, od srpna 2010 působí v České televizi. Od září 2012 moderuje pořad Hyde Park Civilizace, od září 2016 působí jako hlavní moderátor redakce vědy České televize. V roce 2014 byl oceněn cenou TýTý jako objev roku, ve stejném roce získal i cenu Nadace Českého literárního fondu Novinářskou křepelku. V roce 2016 oceněn Cenou Václava Havla Trilobit za přínos občanské společnosti. Ve stejném roce získal i medaili Vojtěcha Náprstka a Novinářskou cenu Nadace Open Society Fund Praha v kategorii audiovizuální žurnalistiky Nejlepší rozhovor, beseda, diskuze za rozhovor Hyde Park Civilizace: Rwandská genocida. V roce 2018 získal ocenění v kategorii Media professional.

14 letech jsem zjistil, že by mě to asi nebavilo. A tak jsem se rozhodl, že profesionálním sportovcem nebudu. Ale jsem rád, že jsem u té vody zůstal a zůstávám dál.

■ **JŽ:** Zůstaňte tedy ještě na chvíli u vodního slalomu. Jak dlouho jste se této sportovní aktivitě věnoval a jakých výsledků jste dosáhl?

DS: Původně jsem hrál fotbal a na kajaku jsem začal jezdit až ve svých jedenácti letech. S vodním slalomem začala tehdy moje sestra Pavlína a já jsem se k ní později přidal. V letech 2004–2005 jsem pak byl součástí české juniorské reprezentace. Vodní slalom je podle mého názoru ideální sport, člověk je tam sám za sebe, ale také za tým. A u vody je to skvělé i v tom, že tam můžete potkat různé lidi – sedí tam vedle sebe univerzitní profesor a holka, která třeba sotva prolezla základku.

» Když budeme vědět proč, vždycky to bude lepší, byť to třeba pokaždé nebude dobrá zpráva. «
Daniel Stach

Vzpomínka na docenta Lud'ka Pekárka, dlouholetého ředitele Fyzikálního ústavu ČSAV

K. Rohlena, L. Jelínek, H. Turčičová, J. Kodymová, J. Krása

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6; rohlena@fzu.cz

Dne 17. října 2018 zemřel v dolnoměcholupském domově pro seniory GrandPark těsně před svými nedožitými 94. narozeninami dlouholetý ředitel (1955 až 1972) a spoluzakladatel Fyzikálního ústavu AV ČR (FZÚ) *doc. RNDr. Luděk Pekárek, DrSc.* V tomto zařízení s pečovatelskou službou se nacházel od 2. pol. r. 2016, kdy byl postižen mozkovou příhodou, která si tento pobyt vynutila. Avšak ještě než byl takto postižen, přiměli ho jeho tehdejší spolupracovníci ze Státního zdravotního ústavu, aby na jaře téhož roku sepsal svůj vlastní, dosti podrobný životopis, který je umístěn na stránkách Českého klubu skeptiků s úvodem od L. Jelínka [1]. Je to zajímavé čtení jak pro pamětníky z FZÚ, tak pro nezasvěcence, kteří tu dobu alespoň částečně zažili jako vnější pozorovatelé mimo FZÚ. L. Pekárek už nestačil svůj text načisto zkorigovat, proto k lepšímu porozumění je užitečné přečíst si stručnou historii FZÚ nazvanou „Pohled do minulosti“ sepsanou V. Dvořákem, S. Krupičkou a A. Šimůnkem u příležitosti 50. výročí vzniku FZÚ [2]. Další orientační pomůckou je též nedávno publikovaná knížka vzpomínek Ing. J. Hladkého, DrSc., nazvaná „Paměti kosmika“ [3].

L. Pekárek (*31. 10. 1924) zažil uzavření českých vysokých škol za protektorátu, nicméně po válce se jako talentovaný student již v létě 1945 plně soustředil na studium fyziky na tehdejší Přírodovědecké fakultě UK a už v r. 1947 začal pod vedením prof. V. Petržílky pracovat na diplomové práci, týkající se ionizační komůrky. Oblíbil si ho i vedoucí Fyzikálního ústavu při

UK prof. A. Žáček, který ho ještě před dokončením studia jmenoval pomocným asistentem. Na přírodovědecké fakultě v té době působil na fyzice i V. Votruba, na matematice V. Kořínek, V. Hlavatý a V. Jarník, jejichž přednášky mladý asistent rád navštěvoval. Mimo přírodovědeckou fakultu však dějiny neúprosne kráčely vlastním tempem, a tak se stalo, že po únorovém převratu postavily shora nařízené čistky svazácké nadšence v politických komisích a akčních výborech proti jejich vlastním spolužákům a profesorům. I když nepochybně platí postřeh, že na přírodovědecké fakultě probíhaly čistky poněkud mírněji než v humanitních oborech [4], univerzitu musel opustit i prof. Žáček, v jehož osobě ztratila přírodovědecká fakulta zkušeného pedagoga a významného vědce. Žáčkův případ je zmíněn, kromě jiného, v nedávno vyšlé vzpomínce na V. Trkala, viz [5]. O širších souvislostech týkajících se prof. Žáčka se lze podrobně poučit v práci E. Těšínské [6], což je současně dobrou ilustrací obecného osudu nekomunistické inteligence v poúnorové době. Ironií osudu se stalo, že šlo už o Žáčkův druhý nucený odchod do penze. Ten první se odehrál po uzavření českých vysokých škol na podzim 1939, a zatímco on byl nucen místo přednášek sedět doma ve svém vinohradském bytě v ulici Na Folimance, relativně nedaleko od svého dosavadního univerzitního působiště, pomáhal jeho předválečný objev magnetronových oscilací již v podobě dutinového magnetronu vyhrát válku na spojenecké straně [7]. I dnešní hospodyňky běžně využívající mikrovlnnou troubu by mohly mít dobrý důvod na prof. Žáčka vděčně vzpomenout.

Nová doba též nabízela uvědomělým mladým vědcům i nové možnosti, a tak se objevila nabídka aspirantury v bývalém SSSR, na kterou se L. Pekárek spolu s L. Eckertovou a L. Trlifajem přihlásili. Pobyt v „zemi, kde zítra znamená včera“ znamenal pro L. Pekárka první vážnější narušení jeho marxistického pohledu na svět. Alespoň pamětníci uvádějí, že po návratu se jeho názory jevily jako mnohem strážlivější. Nešlo jen o to, že při odjezdu zde opustil zřejmě velice zajímavou a nadějnou linii výzkumu spočívající ve vytváření inverze hladin v experimentech s jadernou magnetickou rezonancí, který se zřejmě pohyboval relativně blízko budoucího objevu maseru [8], přičemž v Moskvě se dlouho nikdo ani neobtěžoval zadat mu jakékoliv



Obr. 1 Fyzikální ústav na prvomájové manifestaci, počátek 60. let.

Obsah a autorský rejstřík

Čs. čas. fyz. sv. 69 (2019)

číslo 1	str. 1–76	číslo 4	str. 241–314
číslo 2 (Nobelova cena za fyziku 2017)	str. 77–162	číslo 5	str. 315–390
číslo 3	str. 163–240	číslo 6	str. 391–464

Obsah

Aktuality

Viktor Holubec, Artem Ryabov: Účinné, výkonné a spolehlivé motory se musí točit	1 8
Stanislav Daniš: Fyzikální ohlédnutí za rokem 2018	2 80
Jiří Svoboda, Jan Souček: Česká účast na vývoji rentgenového kalorimetru pro Athenu, plánovanou družici Evropské kosmické agentury	3 169
Jan Obdržálek: Nový kilogram v SI	4 244
Stanislav Daniš: Rentgenové paprsky a interference ve službách nové definice kilogramu	4 247
Petr Klapetek: Metody metrologické návaznosti v nanotechnologiích	4 251
Otokar Dragoun, Drahoš Vénos: Horní hranice hmotnosti neutrina výrazně poklesla – první výsledky experimentu KATRIN	5 318
Martin Libra, Vladislav Poulek, Pavel Kouřim: Teplotní závislosti parametrů fotovoltaických článků	5 321
Jiří Chýla: Od Lemaître k reliktnímu záření a Jamesi Peeblesovi	6 401
Petr Kabáth: Exoplanety a Nobelova cena	6 407

Fyzikální vzdělávání

Tomáš Tyc, Jana Musilová: Netradiční pohled na šíření světla	5 323
--	-------

Historie fyziky

Filip Grygar: Osmdesát let od objevu a interpretace jaderného štěpení (1938): Otto Hahn a tradovaná verze příběhu	1 49
Vladimír Štefl: Keplerovy kroky na cestě k elipse	3 190
Petr Kolář: Golicynův kauzální omyl	3 200
Filip Grygar: Lise Meitnerová v kontextu rozvoje nukleárního výzkumu a vzestupu i pádu nacistického Německa	3 203
Tomáš Příbyl: Apollo známé, neznámé – Před padesáti lety vstoupil člověk na Měsíc	3 211

František Jáchim: Jean Bernard Léon Foucault (1819–1868) a důkaz denního pohybu Země	4 279
Petr Slaviček: Loschmidtovo měření nejmenšího	4 285
Miroslav Novák: Loschmidtovy představy o struktuře organických sloučenin, zejména benzenu	4 290
Vladimír Karpenko: Dlouhá cesta k periodické tabulce	5 329
Filip Grygar: Zneuznaná role Lise Meitnerové na cestě k objevu jaderného štěpení	5 339
Milan Řípa: Fyzikální dobrodruh Ronald Richter: Autor prvních pokusů s fúzí v plazmatu na světě – Československo roku 1936 a budovatel vůbec první fúzní laboratoře	5 346
Libor Juha: Kdo byl otcem izraelské jaderné bomby?	5 358
Zuzana Vařilová: 110 let od objevu Mohorovičičovy diskontinuity	6 438
Filip Grygar: Lise Meitnerová a Otto Frisch: Interpretace a ověření procesu jaderného štěpení	6 441

Lidé a fyzika

Vladimír Kolařík: Odešel průkopník elektronové mikroskopie profesor Armin Delong	1 39
Milan Pospíšil: Fyzik Helmar Frank – život	1 41
Jan Valenta: Za Viktorem Trkalem	4 308
Miroslav Dočkal: 100 let od narození Čestmíra Šimáněho – nestora naší jaderné fyziky – připomnělo vzpomínkové setkání i pamětní deska	5 382
Jan Hladký: Zemřel Miroslav Bednář	5 386
Jan Hladký, Jiří Chýla, Petr Reimer, Petr Závada: Zemřel prof. RNDr. Vladislav Šimák, DrSc.	5 388

Metody a přístroje

Martin Březina, Michaela Rabochová, Roman Mohyla: Technologie LOCA v Centru výzkumu Řež s. r. o.	1 18
--	------

Michaela Rabochová, Roman Mohyla, Martin Magyar: Testování solárních článků pro vesmírné aplikace	6 409
---	-------

Mládež a fyzika

Lubomír Konrád, Jan Kříž, Filip Studnička, Bohumil Vybíral: Plazmonika a nanotechnologie v úlohách pro žiakův středních a základních škol	1 57
Kateřina Rosická: Soutěž Fyzikální Náboj 2018	1 61
Jana Machalická, Jaroslav Reichl: Letní soustředění mladých fyziků a matematiků	1 63
Ivo Čáp: Fyzikální olympiáda v Slovenskej republice	2 151
Lubomír Konrád, Jan Kříž, Filip Studnička, Bohumil Vybíral: Cesta člověka na Mesiác v úlohách Fyzikálnej olympiády	3 230
Radek Kříček: Po místech na první setkání „Učitelé & Vědci“ se zaprášilo	3 234
Lubomír Mucha, Jan Kříž: Tretia Európska fyzikálna olympiáda	5 363
Jana Žďárská: Ocenění nejvyšší náleželo Čechům – Na 13. mezinárodní olympiádě v astronomii a astrofyzice získali mladí čeští astronomové čtyři medaile	5 366
Jan Valenta (ed.): Akademie věd udělila Premii Otto Wichterleho třídvaceti vědeckým talentům	3 368
Jana Žďárská: IUGG jako stoletá dáma – Mezinárodní unie pro geodézii a geofyziku slaví 100 let od svého založení	5 371
Jana Žďárská: Od minerálů po život na Marsu – Nová kniha prof. Svatopluka Civiše a kol. „Fotochemická redukce CO ₂ na terestrických planetách“	5 373
Jan Kříž, Ivo Čáp, Filip Studnička, Lubomír Konrád: Jubilejní 50. mezinárodní fyzikální olympiáda	6 447
Jakub Dvořák, Jaroslav Reichl: Sonda středoškolského studenta zkoumala stratosféru	6 451

Abstracts of review articles

Michal Černý:

Transforming epistemic assumptions and their impact on "scientific work": three styles of thinking and acting

This article is focused on the transformation of epistemic assumptions during the 20th and early 21st centuries and their influence on the nature of scientific work and scientific thinking. In particular, it analyses three styles of thinking and action, that affect crucial aspects of scientific creation, the structure of scientific disciplines or vocational education. The highest space is considered to be the third style of thinking and action, referred to as onlife. It is characterized by the fact that the process of creative scientific activity allows artists to be intelligent, not as a simple tool but as an active actor.

Ivan Pelant, Kateřina Kůsová:

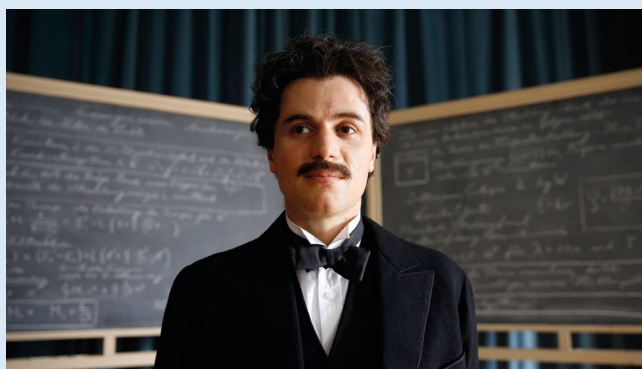
Towards a Germanium and Silicon Laser: The History and the Present

Various theoretical, as well as empirical considerations, about how to achieve lasing between the conduction and valence bands in indirect band gap semiconductors (germanium and silicon) are reviewed, starting from the dawn of the laser epoch in the beginning of the sixties. Whilst room-temperature lasing under electrical pumping has recently been achieved for Ge, this objective for Si still remains illusory. The necessity of applying a slightly different approach in Si as opposed to Ge is stressed. Recent advances in the field are discussed, based in particular, on light-emitting Si quantum dots.

Jiří Podolský, Pavel Cejnar:

On the "Czech" TV series produced by the National Geographic, or "physicist meets filmmakers"

Between the summer of 2016 and spring of 2017, a unique project *Genius: Einstein*, devoted to the fascinating and dramatic life of the most famous physicist, was filmed in Prague and other Czech locations. The authors of this article actively contributed to this film saga by becoming its "on stage" science advisors. They designed the content of almost 100 blackboards and papers with physical and mathematical formulas, texts and schemes, which appeared throughout all ten episodes of the series. The article describes how these materials were created and explains the relevant historical background of the 20th-century physics. Some "behind the scenes" stories are also narrated from the author's personal perspective.



svět bez vědy je jako fotka bez příběhu na houby

Siluetu hříbku tvoří vlákna kropidláku rýžového (*Aspergillus oryzae*). Díky tomu, že má sníženou schopnost produkovat jedy, lidé jej využívají už několik tisíciletí. Nejvíce Japonci a Číňané při výrobě fermentovaných potravin (pasty miso, sojové omáčky, rýžového vína saké).

Kropidlák černý (*Aspergillus niger*) tvoří pozadí snímku. Člověku vyrábí kyselinu citronovou. Jen v roce 2018 to bylo na celém světě přes dva miliony tun (z toho 50 % v Číně). Roku 2024 by měl kropidlák černý celosvětově zvládnout produkci až tři milionů tun kyseliny citronové.

vesmír

[vesmir.cz / predplatne](https://vesmir.cz/predplatne)

časopis s tradicí od roku 1871
— věda, příroda, člověk, společnost

20.

KONFERENCE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH FYZIKŮ

7. - 10. 9. 2020

TERMÍN ZASLÁNÍ ABSTRAKTŮ
31. 3. 2020

PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA

AREÁL TROJA
MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA
UNIVERZITA KARLOVA



indico.cern.ch/event/20kcsf