

3/2015

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**



Laserování
ve vzduchu

Variační počet
ve fyzice

Mapování
rychlostí molekul

Pinč,
nebo tokamak?

Fyzika v Oxfordu

Spis o elektřině
z roku 1747

Elektřina
v 19. století
již česky



Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i., Praha
<http://ccf.fzu.cz>

svazek 65

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

3/2015

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fysiky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.
Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: červen 2015

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:
Libor Juha

Oboroví redaktori – Associate Editors:
Pavel Cejnar, Michal Fárník, Jiří Limpouch,
Peter Lukáč, Jan Mlynář, Karel Rohlena,
Patrik Španěl, Jan Valenta, Vladimír Wagner

Redakční rada – Editorial Board:
Ivo Čáp, Pavel Demo, Antonín Fejfar, Ivan Gregora,
Eva Klimešová, Jan Kříž, Petr Kulhánek,
Štefan Lányi, Jana Musilová, Martin Orendáč,
Fedor Šimkovic, Aleš Trojánec

**Sekretariát redakce –
Editorial Office Administration:**
Marek Šípek, Jana Tahalová
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
tel.: 266 052 152, fax: 286 890 527
e-mail: cscasfyz@fzu.cz, http://ccf.fzu.cz

Jazyková úprava:
Stanislava Burešová, Lýdia Murtinová

Technický redaktor, grafik a výroba:
© Jiří Kolář

WWW stránky: Matěj Bulvas

Tisk: Grafotechna Print, s. r. o.

Cena jednoho výtisku je 85 Kč
při odběru v prodejnách nebo v redakci.
Objednávky a prodej jednotlivých čísel
v ČR vyřizuje redakce.

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

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

Časopis je od 31. 1. 2014 zařazen na
Seznam recenzovaných neimpaktovaných
periodik vydávaných v ČR.
Registrace: MK ČR E 3103,
ISSN 0009-0700 (Print),
ISSN 1804-8536 (Online).
Copyright © 2015
Institute of Physics of the ASCR, v. v. i.



Editorial



Vážení čtenáři,

toto číslo otevírá aktualita věnovaná současnému stavu výzkumu a využití laserové akce ve vzduchu. Hana Turčičová zde v kontextu dlouhodobého vývoje zkoumání laserování jak kyslíku, tak dusíku kriticky pojednává experimenty nedávno provedené A. Laurainem, M. Schellerem a P. Polynkinem. Kromě zajímavých vědeckých výsledků je v aktualitě poukázáno i na jisté limity současné praxe recenzování rukopisů, když autor ve své práci necituje výsledky dříve publikované jinými pracovníky a posuzovatelé (jak recenzenti, tak redaktori) to buďto vůbec nezjistí, nebo z různých důvodů akceptují.

Ve zkratce Jana Musilová a Pavla Musilová ukazují, že variační počet představuje přirozený matematický aparát fyziky. Navazují dva referáty. První je věnován metodám iontového zobrazování a zobrazování rychlostních map jako moderním technikám molekulové fyziky, především studia dynamiky elementárních chemických procesů. Jejich aplikační potenciál je demonstrován na problémech chemie atmosféry spojených se vznikem ozónové díry. Druhý referát nás zavádí do oblastí mnohem vyšších hustot ionizace – takových, jaké panují ve fúzním plazmatu. Probrána je raná historie, základní fyzikální principy a různé technické realizace pinčového a tokamakového přístupu k řízenému uvolňování a využívání termojaderné energie.

V rubrice „Historie fyziky“ přinášíme příspěvek Josefa Smolky o českém jezuitovi Josefu Pohlovi (15. leden 1703 až 2. duben 1778) a jeho spisu *Tentamen physico-experimentale, in principiis peripaticis fundatum, super phaenomenis electricie*, vydaném v Praze roku 1747. Tuto knížku je možno považovat za první specializované dílo pojednávající o elektřině, které bylo sepsáno a vydáno v Čechách. Rubrika „Dokument“ nás přenese z 18. do 19. století. Posuneme se v čase, přidržíme se však tématu. Přetiskujeme totiž kapitoly o elektřině z knih tří popularizátorů fyziky, tehdy většinou označované jako silozpyt – Karla Šádka, Karla Slavoje Amerlinga a Filipa Stanislava Kodyma. Zatímco Pohlova knížka je psána latinsky, tato tři díla jsou již v češtině. Profesor F. J. Studnička ve své známé stati o českých fyzikálních učebnicích [*Časopis pro pěstování matematiky a fysiky* 5, 241 (1876)] prvního autora kritizoval, druhého ignoroval a třetího ocenil. Zmíněné úryvky přetiskujeme i proto, abychom každému čtenáři umožnili posoudit Studničkovu hodnocení nahlédnutím do původních textů.

Blok příspěvků, jimž je společné město Oxford a jeho staroslavná univerzita, otevírá vzpomínka na Henryho Moseleyho, velmi nadějněho oxfordského fyzika, který padl na bojišti první světové války právě před sto lety (10. srpna 1915). Toto poněkud smutné téma vyvažují rozhovory s žijícími vynikajícími oxfordskými fyziky Jocelyn Bellovou Burnellovou a Justinem Warkem. Otázky těmto osobnostem kladla oxfordská doktorandka Kateřina Falk.

Mládeži jsou věnovány úlohy fyzikálních olympiád vážící se ke vzduchu nebo zemské atmosféře; výuce fyziky pak zpráva o 7. ročníku konference „Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky“.

Libor Juha
vedoucí redaktor

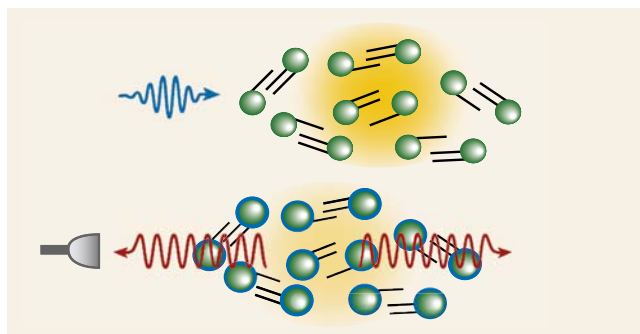
Obsah

AKTUALITY

Vzduch jako aktivní prostředí laseru

136

Hana Turčičová

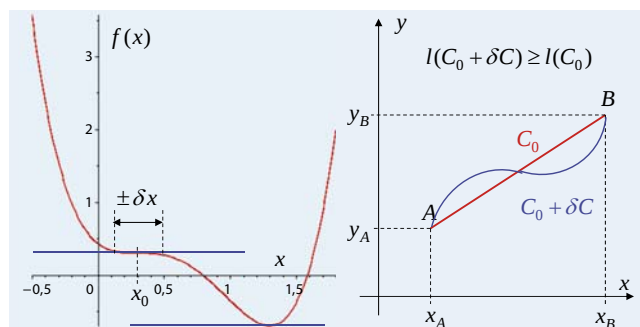


VE ZKRATCE

Variační počet, přirozený aparát fyziky

141

Jana Musilová, Pavla Musilová

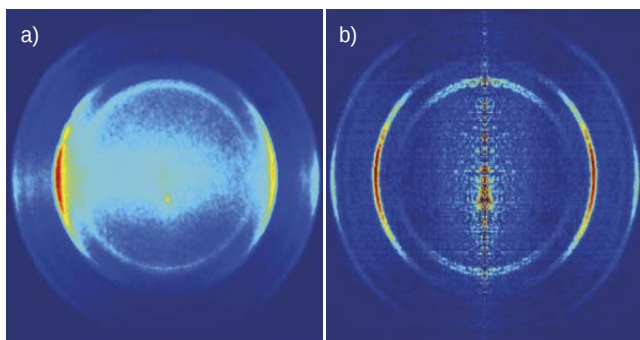


REFERÁTY

Jak mapovat rychlosti molekul

147

Kateřina Grygoryeva, Viktoriya Poterya, Michal Fárník



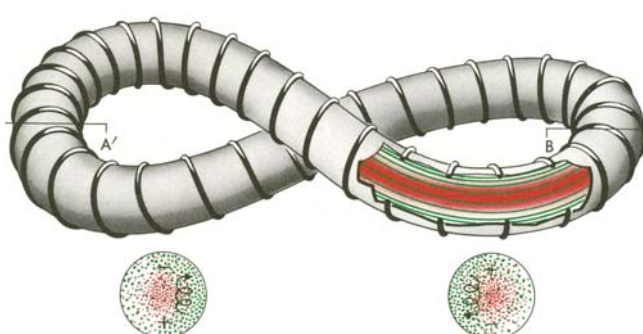
REFERÁTY

Pinč, nebo tokamak?

154

Zpočátku si je pletli...

Milan Řípa

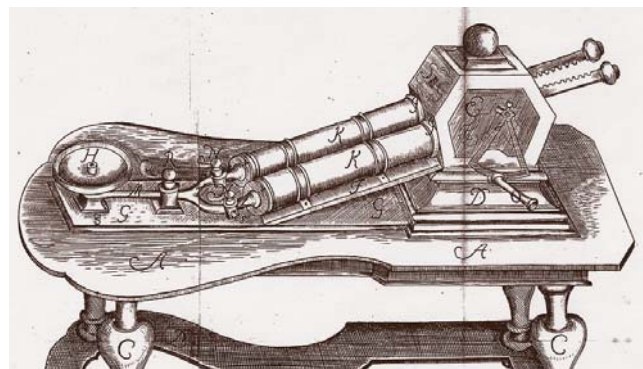


HISTORIE FYZIKY

Náš nejstarší spis o elektřině

159

Josef Smolka



DOKUMENTY

O vztazích mlunných (elektryčných)

164

Karel Šádek

Úkazové proudění. Mluno

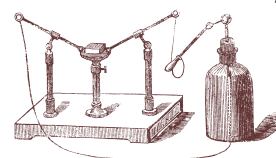
164, 168

Karel Slavoj Amerling

O zvuku, světle, teple, magnetech a mlně

164, 172

Filip Stanislav Kodým



Obrázek na obálce: Z-machine v Sandia National Laboratory, Albuquerque, New Mexico, USA. Zdroj: Wikimedia. Více na str. 154–158.

Menší vložený obrázek: Schéma pinče a tokamaku. Zdroj: A. S. Bishop: *Project Sherwood*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts 1958. Více na str. 154–158.

FYZIKA V OXFORDU

Henry Gwyn Jeffreys Moseley 177
(1887–1915)

Ivo Kraus



Oxford – stručné dějiny města a univerzity 180

Karel Rohlena

FYZIKA V OXFORDU

Oxfordský časoprostor 183
život a výzkum na Oxfordské univerzitě
očima doktoranda

Kateřina Falk

S. Jocelyn Bellová Burnellová:
objev pulsarů a Praha 188

Jiří Grygar



FYZIKA V OXFORDU

Otázky profesorce
Joselyn Bell Burnellové 189

Kateřina Falk

Otázky profesoru Justinu Warkovi 190

Kateřina Falk



MLÁDEŽ A FYZIKA

Fyzika vzduchu v úlohách FO 192

Jan Kříž, Lubomír Konrád, Filip Studnička,
Bohumil Vybíral



MLÁDEŽ A FYZIKA

Moderní trendy
v přípravě učitelů fyziky 7 198
pohledem účastníků

Lenka Ličmanová



RECENZE KNIH

Jiří Kvapík, Martin Franc a spolupracovníci
Průvodce kulturním děním a životním stylem
v českých zemích 1948-1967;
svazek I. (A-O) a svazek II. (P-Ž) 199

Libor Juha

Jiří Bičák, Tomáš Ledvinka (editors)
General Relativity, Cosmology and
Astrophysics, Perspectives 100 years
after Einstein's stay in Prague 200

Relativity and Gravitation, 100 Years
After Einstein in Prague 200

Jan Novotný

Vzduch jako aktivní prostředí laseru

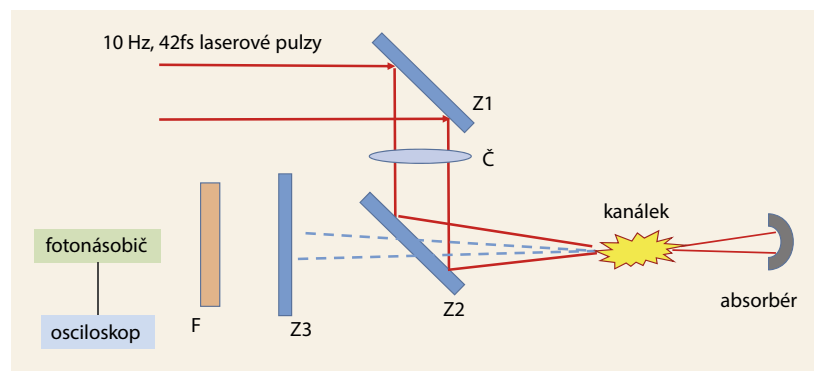
Hana Turčičová

Oddělení diodově čerpaných laserů, Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Centrum HiLASE, Za Radnicí 828, 252 41 Dolní Břežany; turcic@fzu.cz

Lidstvo už dávno pochopilo, že o vzduch je třeba pečovat. Především je třeba udržovat ho čistý. Abychom mohli zjistit, jak dalece jsme jej už „zašpinili“, vyvinuli jsme různé diagnostické techniky. Pokud zjišťujeme kvalitu ovzduší při zemi, pak si vystačíme se spektroskopickými metodami diagnostiky životního prostředí. Pokud potřebujeme zjistit znečištění vzduchu ve větších výškách, např. v kilometrové vzdálenosti, je nejpoužívanější technikou některý z typů atmosférického LIDARu (*Light Detection and Ranging*). Základem je silný laser vyzařující v ultrafialové, viditelné nebo blízké infračervené oblasti (např. YAG laser a jejich harmonické), jehož světelný svazek se namíří na určitý cíl/terč v atmosféře. Světlo zpětně rozptýlené na tomto terči je snímáno detektorem umístěným v blízkosti laserového zdroje. Protože intenzita záření v laserovém svazku může být značná ($\sim 10^{13}$ W/cm² a více), dojde k excitaci částic terče, které potom tuto vloženou energii vyzáří ve formě fluorescence, která je pro danou částici (CO₂, CO, CH₄, aerosoly apod.) charakteristická. Část fluorescenčního záření se vrací k zemi a je zachycena ve zmíněném detektoru. Protože fluorescenční záření se šíří všemi směry, je zřejmé, že k zemi se ho vrátí jen velmi malá část – pokles s rostoucí vzdáleností je kvadratický. Pokud je koncentrace měřených polutantů v atmosféře nízká, může se množství fluorescenčních fotonů dostat pod mez rozlišení daného přístroje. Problém je právě v izotropičnosti fluorescenčního vyzařování. Kdyby excitované částice mohly vyzářit získanou energii směrově, byla by citlivost detekce mnohonásobně větší.

Jak to zařídit? Jak dosáhnout, aby ve výšce např. několik kilometrů, kde potřebujeme zjistit složení atmosféry, vznikl účinný zdroj záření, který by nebyl izotropický, měl dostatečně široké spektrum a byl natolik silný, že by po průchodu atmosférou byl spolehlivě detekovatelný? Koncem 90. let minulého století byl takový zdroj vytvořen a popsán, viz např. [1]. Klíčovým prvkem byl femtosekundový (fs) titan-safírový laser, který vyzařoval pulzy dlouhé 110 fs, o energii 220 mJ a s opakovací frekvencí 10 Hz, přičemž střední vlnová délka pulzů byla 790 nm. Takto kraťoučké pulzy mají široké spektrum, jak vyplývá z Fourierovy frekvenční transformace signálu. Spektrální šířka zmíněného pulzu byla 11 nanometrů (nm). Atmosférický vzduch, i když se to nezdá, je disperzní prostředí, takže se každá z těchto vlnových délek šíří různou rychlostí. Nejdelší vlnové délky se šíří nejrychleji a naopak (Sellmeierův vztah). S postupem času se tedy na čelo pulzu dostává nejdelší vlnová délka, tj. 796 nm, na konci je pak vlnová délka 784 nm. Pulz je nyní v čase pozitivně frekvenčně rozmitnutý, anglicky *positively chirped pulse*. Při vyslání pulzu s původní délkou 110 fs směrem do atmosféry, budeme-li předpokládat konstantní tlak a teplotu, bude ve výšce 1 km nad zemí už dlouhý 530 fs [2]! S klesajícím tlakem bude klesat i disperze, takže v reálu bude prodloužení o něco menší. Zřejmým důsledkem tohoto prodloužování je zmenšování výkonu a intenzity laserového svazku při průniku do vyšších vrstev atmosféry.

Ve zmíněné publikaci však provedli před vysláním laserového pulzu do atmosféry následující úpravu: nechali pulz projít speciálním disperzním optickým prostředím, soustavou několika difrakčních mřížek, kde pulz získal *negativní chirp*, a nazvali tuto úpravu *pre-chirp*. To znamená, že v přední části pulzu byly krátké vlnové délky a na konci dlouhé. Lehce si domyslíme, co následovalo po vyslání takto upravených laserových pulzů kolmo do atmosféry: ta vykazuje pozitivní disperzi, jak jsme si výše vysvětlili, takže krátké vlnové délky z přední části pulzu se zpomalovaly a dlouhé vlnové délky ze zadní části je doháněly, takže se pulz postupně zkracoval. Podle počáteční délky a energie pulzu a podle velikosti *pre-chirp* bylo možné určit v atmosféře výšku, ve které byl pulz nejkratší, tj. jeho výkon největší. Intenzita v tomto místě může být 10× vyšší, než byla na zemi, takže přesáhne hodnotu 10^{10} W/cm², kdy interakce pulzu se vzduchem bude nelineární a dojde k samofokusaci laserového svazku. To povede k dalšímu



Obr. 1 Uspořádání experimentu pro měření laserového efektu ve vzduchu podle [3] (upraveno). Z1, Z2 – dielektrická zrcadla pro 800 nm a úhel dopadu 45°; Z3 – dielektrické zrcadlo pro 800 nm a úhel dopadu 0°; Č – spojná čočka s $f = 100$ cm; F – interferenční filtr; vzdálenost mezi Z2 a absorbérem je asi 2 m.

Variační počet, přirozený aparát fyziky

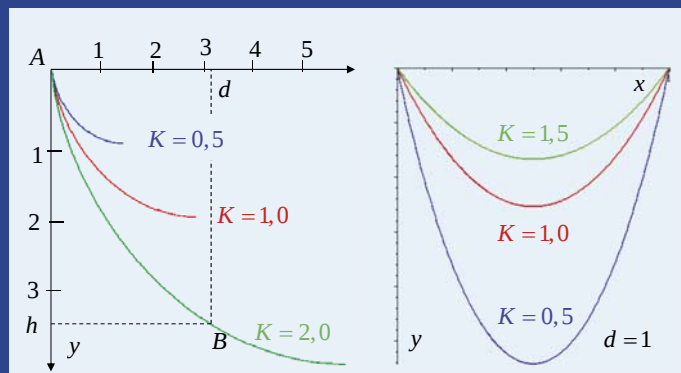
Jana Musilová, Pavla Musilová

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

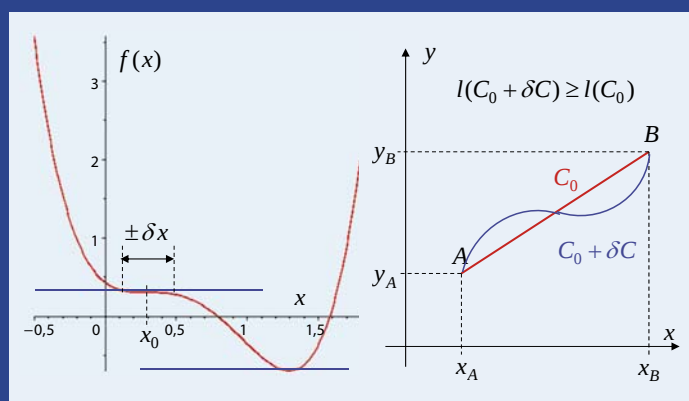
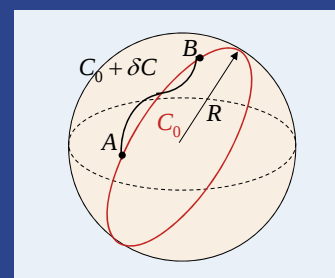
Říká se, že jedním ze znaků správné fyzikální teorie je její krása. Máme-li na mysli estetičnost matematickou, patří variační počet k matematickým metodám, které naplňují tento požadavek vrchovatě. Je také pravda, že správné (zkušeností a experimentem prověřené) fyzikální teorie bývají variační, tj. odvoditelné z variačního principu: klasická mechanika, relativistická mechanika, kvantová mechanika, klasická elektrodynamika... Na zcela elementární úrovni předkládáme základní myšlenku a klasické postupy variačního počtu, s ukázkami použití v geometrii a fyzice. Zaměříme se pouze na variační princip prvního řádu, s důrazem na mechaniku, kde na rozdíl od teorie pole závisí řešené úlohy pouze na jedné nezávisle proměnné, ve fyzice obvykle na čase.

Úvod: Funkcionál, stacionární bod a nejstarší úlohy „variačního typu“

„Každý ví“, že najít polohu lokálních maxim, minim, inflexních bodů, tedy *stacionárních bodů* zadané funkce $y = f(x)$ znamená tuto funkci zderivovat a řešit rovnici $f'(x) = 0$ vzhledem k proměnné x . Podobné, i když formálně trochu složitější, je to v případě stacionárních bodů u funkcí více proměnných. To, že je derivace funkce ve stacionárním bodě nulová, objasňuje jednoduchá geometrická představa: v takovém bodě je tečna ke grafu funkce rovnoběžná s osou nezávisle proměnné veličiny x , viz obr. 1. Tuto skutečnost lze interpretovat i jinak: Je-li x_0 stacionární bod funkce, pak malá změna, *variac* δx , proměnné x nevede v *první aproximaci* ke změně funkční hodnoty, tj. nepřilíží přesně řečeno, $\delta f(x)|_{x=x_0} = f(x_0 + \delta x) - f(x_0) \approx 0$. Existují však situace, kdy hledáme „stacionární bod“ nějaké funkce či přesněji zobrazení (*funkcionálu*), jehož definičním oborem není podmnožina reálné osy, ale nějaká množina křivek, ploch či jiných objektů, a které přiřazuje prvkům tohoto oboru reálná čísla, nejčastěji nějakým integrálním předpisem. Snad nejjednodušším příkladem



Obr. 2 Cykloida – řešení úlohy o brachistochroně, řetězovka – řešení úlohy o minimální rotační ploše a prověšeném řetězu, hlavní kružnice – nejkratší spojnice dvou bodů na povrchu koule.



Obr. 1 Elementární princip variačního počtu: stacionární body funkce jedné proměnné, stacionární bod funkcionálu délky křivky v $\mathbb{R}^2$.

funkcionálu je zobrazení, které každé z křivek C spojujících dva pevně dané body A a B v rovině či prostoru přiřazuje její délku $l(C)$ (obráz. 1). Úkolem je najít nejkratší spojnici. „Každý ví“, že je jí úsečka AB . Ale *jak to víme?* Jistě, patří to k základním poznatkům euklidovské geometrie. Jedním ze způsobů, jak tuto „vědomost“ postavit na jiný matematický základ, je použití přesně stejné myšlenky jako u „obyčejných“ funkcí: nejkratší spojnici dvou bodů C_0 bude stacionárním bodem funkcionálu přiřazujícího křivkám jejich délku, malá změna (*variac*) δC této křivky nevyvolá v první aproximaci změnu její délky, tj. $\delta l(C)|_{C=C_0} = l(C_0 + \delta C) - l(C_0) \approx 0$. *Variační princip* spočívá v podmínce, že při variaci proměnné ve stacionárním bodě funkce (resp. funkcionálu) je variace hodnoty funkce (resp. funkcionálu) v první aproximaci nulová.

V historii se objevovaly úlohy, zejména geometrické, které měly variační povahu (viz obr. 2).

Jak mapovat rychlosti molekul

Kateřina Grygoryeva^{1,2}, Viktoriya Poterya¹, Michal Fárník¹

¹ Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8, michal.farnik@jh-inst.cas.cz

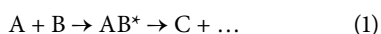
² Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6; Kateryna.Grygoryeva@vscht.cz

Metody iontového zobrazování a zobrazování rychlostních map (*velocity map imaging* – VMI) se používají v nejrůznějších oblastech molekulové fyziky a dynamiky. Zaměřili jsme se zejména na studium fotodisociace molekul. V článku přehledně vysvětlíme princip zobrazovacích metod a představíme některá základní experimentální uspořádání a různé metody zpracování snímků. Také je nastíněna metoda detekce pomocí rezonanční ionizace částic umožňující rozlišení kvantových stavů. Na závěr uvedeme jeden příklad studia disociace molekul halogenvodíků na ledových nanočásticích v naší laboratoři a vysvětlíme, jak studované procesy souvisejí s tvorbou ozonové díry.

Motivace molekulové dynamiky a fotodisociace

Molekulová dynamika se zabývá elementárními fyzikálními a chemickými procesy na úrovni jednotlivých molekul. Příkladem takového procesu může být srážka dvou molekul A a B, při které vznikne produkt C. Dalším takovým dějem je nepružná srážka, při které si molekuly A a B nevymění atomy, ale jen energii. Chceme-li porozumět makroskopické chemii, kde chemická reakce je výsledkem celé řady takových elementárních procesů, ke kterým dochází při srážkách jednotlivých molekul v makroskopickém systému, musíme porozumět jednotlivým elementárním procesům.

Můžeme si představit reakci, kdy se molekuly A a B srazí a vytvoří aktivovaný komplex AB*, jehož rozpadem vznikají další částice, mezi nimi např. produkt C. Tento děj můžeme popsat obecnou rovnicí



Existuje-li však molekula AB, můžeme obdobný proces studovat tak, že tuto molekulu vybudíme pomocí laserového záření do stavu aktivovaného komplexu AB* a budeme sledovat jeho rozpad na fragmenty (např. produkt C) čili tzv. *fotodisociaci*:



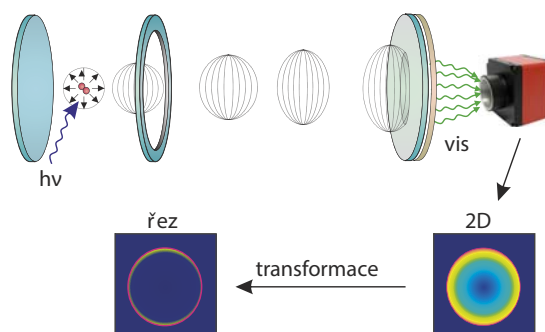
Produkty těchto reakcí můžeme poměrně snadno identifikovat například pomocí hmotnostní spektrometrie. Ale informace o dynamice daného procesu se skrývá v rychlosti fragmentů. Velikosti rychlostí částic vypovídají o tom, jak velká kinetická energie se uvolnila během procesu disociace molekuly AB. Směr rychlostí částic zase vypovídá o elektronickém charakteru vzbuzeného stavu AB*. Všechny tyto informace dohromady: druh produktu C (včetně jeho kvantového stavu), směr a velikost jeho rychlosti nám umožní detailně pochopit celý proces fotodisociace molekuly AB.

Proč nás takové procesy tak detailně zajímají? Je za tím samozřejmě kus obecné badatelské zvědavosti, ale také se můžeme zabývat procesy, jako je fotodisociace molekuly HCl v atmosféře, které v konečném důsledku vedou ke vzniku ozonové díry nad Antarktidou. Můžeme také zkoumat fotodisociaci molekul, které jsou základními stavebními jednotkami biologie aktivních makromolekul, a tím se přiblížit pochopení poškozování molekul DNA UV zářením. O tom se ještě krátce zmíníme v závěru tohoto článku, ale nejdříve se pojdme podívat blíže na to, jak takové procesy studujeme.

Metoda iontového zobrazování

Jak tedy experimentálně změřit výše zmíněné charakteristiky fotodisociačního procesu? Právě iontové zobrazování umožňuje zaznamenat všechny klíčové vlastnosti zároveň: typ částic i jejich rychlost co do velikosti i směru. Touto metodou dokonce určíme i jejich kvantový stav. Schematicky je princip metody zachycen na obr. 1 a podrobněji se mu budeme věnovat v dalších odstavcích.

Kořeny této metody sahají do osmdesátých let minulého století. Nejprve si však něco řekneme ke hmotnostnímu spektrometru s měřením doby průletu (*time-of-flight* – TOF), ze kterého lze metodu iontového zobrazování odvodit. Nejjednodušší uspořádání je zobrazeno na obr. 2. Obsahuje jednu elektrodu na kladném



Obr. 1 Princip metody zobrazování rychlostních map.

Pinč, nebo tokamak?

Zpočátku si je pletli...

Milan Řípa

Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i., Za Slovankou 1782/3, 182 00 Praha 8; ripa@ipp.cas.cz

Motto: Účastnit se raných etap výzkumu řízené termojaderné fúze, tak důležité pro budoucnost lidstva, je podle mě zdrojem velkého uspokojení.

Andrej Sacharov

První roky výzkumu řízené termojaderné fúze probíhaly ve znamení lineárních nebo toroidálních Z-pinčů, stelarátorů a tokamaků. Základním problémem všech projektů byly nestability, které bránily dosažení potřebných teplot, a vzájemná informační opona mezi laboratořemi v USA, UK a SSSR. Článek popisuje situaci ve třech zemích a hledá odpověď na otázku: „Z-pinč, tokamak – blízcí příbuzní? Kde se jejich cesty rozdělily?“

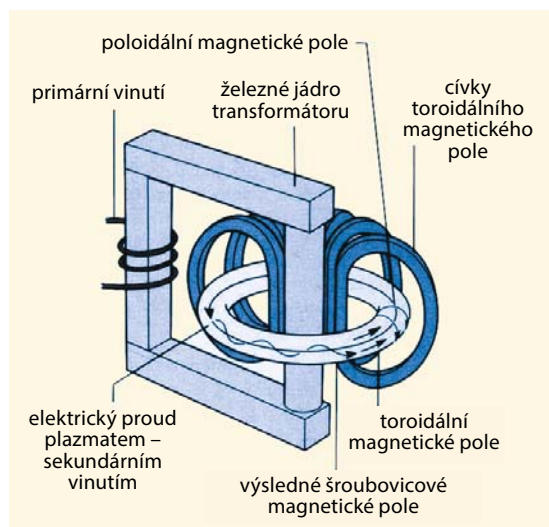
V letošním roce vzpomeneme třicátého výročí schůzky Michaila Gorbačova a Ronalda Reagana, když v Ženevě 1985 podepsali dohodu mimo jiné i o spolupráci „při využití termojaderné energie ku prospěchu všeho lidstva“, z čehož se vyvinul projekt mezinárodního tokamaku pojmenovaného ITER. 1. prosince 2014 tomu bylo právě 25 let, kdy Rada ITER souhlasila s účastí Československa na projektu ITER v rámci Sovětského svazu. A do třetice všeho dobrého – 2. února oslavil 80. narozeniny otec tokamaku ITER – Jevgenij Velichov.

ITER je experimentální zařízení na principu tokamaku pro ověření fyzikální a zejména technologické proveditelnosti reaktoru, ve kterém se uvolňuje ener-

gie slučováním jader izotopů vodíku – deuteria a tritia. ITER staví Evropská unie a dalších šest partnerů *ITER Organization* – Rusko, Čína, Japonsko, Jižní Korea, Indie a USA – v jižní Francii poblíž střediska atomového výzkumu CEA Cadarache. Připomeňme si tu ranou část historie fúzního výzkumu, která upřednostnila princip tokamaku před jeho vrstevníkem – toroidálním Z-pinčem. Odpovědět, proč tokamak vznikl v Sovětském svazu, a ne ve Spojeném království či ve Spojených státech amerických, není jednoduché a přiznám se, že jednoznačnou odpověď neznám. Pokusím se alespoň popsat situaci ve jmenovaných zemích a odpověď tak naznačit.

Spojené království

Otec se zajímal o elektrony a u syna nepadl elektron daleko od stromu. Oba Thomsonovi obdrželi za své výzkumy Nobelovu cenu. Joseph John Thomson senior v roce 1906 za objev elektronu a George Paget Thomson junior v roce 1937 za důkaz jeho duality. Během druhé světové války G. P. oznámil vládě Spojeného království, že jeho výpočty potvrdily možnost konstrukce atomové bomby. Spojené království (UK) informovalo Spojené státy americké (USA). Od štěpení jader atomů k jejich slučování není až tak daleko. Po válce George Paget Thomson, profesor na Imperial College v Londýně, spojil své síly s Mosesem Blackmanem a nechali si patentovat zařízení, které mělo jádra atomů za velkých teplot slučovat. Řada autorů nazývá jejich stroj pinčem [1], ačkoli G. P. tento název v textu svého patentu nepoužil [3]. Název pinč pro elektrickým proudem, respektive jeho magnetickým polem stlačovaný vodič v podstatě libovolného skupenství včetně plazmatického pochází z roku 1907 [2, str. 28], takže G. P. ho s největší pravděpodobností v roce 1946 znal, a přesto se mu i v textu inovovaného patentu z roku 1953 (USA) [4] vyhnul, byť už tehdy byl pojem pinč efekt běžně používán. Proč tak G. P. činil, se už dnes asi nedovíme. Podle slov renomovaného „pinčového“ odborníka: „Určitě se v patentu nejednalo o Z-pinč. Mluví se o toroidálním



Obr. 1 Schéma tokamaku, nebo toroidálního Z-pinče? Popisek fandí Z-pinči, ale neuděláte žádnou chybu, když budete tvrdit, že jde o tokamak. Z nákresu totiž nevyčtete, zda podélné pole je silné, či slabé. Stoupání šroubovice je v každém případě z názorných důvodů přehnané. Obrázek je převzat z článku Roberta Pease [2].

Náš nejstarší spis o elektřině

Josef Smolka

Nedvěžská 6, 160 00 Praha 6; josef.smolka@gmail.com



Příspěvek pojednává o českém jezuitovi Josefu Pohlovi (15. 1. 1703–2. 4. 1778) a jeho spise „Tentamen physico-experimentale, in principiis peripateticis fundatum, super phaenomenis electricis“, který byl vydán v Praze roku 1747 a který můžeme považovat za první specializované dílo o elektřině sepsané a vydané v Čechách.

Úvodem

Pomineme-li antické zmínky o zvláštních jevech, jež vyvolává třený jantar (*elektron*), pak se první zprávy o elektřině – zatím samozřejmě jen statické – začínají objevovat až v 17. století. Velkou inspirací pro další rozvoj byl spis Williama Gilberta (1544–1603)¹, který byl věnován magnetismu, dotkl se však i elektřiny. Často je uváděn i magdeburský Otto von Guericke (1602–1686), známý v dějinách fyziky hlavně konstrukcí první vývěvy a řadou překvapivých vakuových pokusů. Experimentoval však i se sírovou koulí otáčející se podél svislé osy, s níž chtěl dokazovat existenci kosmických sil (*virtutes mundanae*) – třel ji dlaní a vyvolal tak řadu elektrostatických jevů, které popsal, ale elektrickými je ne- nazval.² Tehdy se jim ani nedostalo potřebné publicity.³

Jako svébytná fyzikální disciplína se elektřina konstitovala až v osvětleném 18. století. Na jeho počátku stojí drobné, ale ve svých důsledcích epochální zlepšení, které přinesl Francis Hawsbee st. (1660–1713). Ten nahradil síru jiným izolátorem – sklem. Jeho skleněná koule se stále ještě třela rukou, byla však instalována na pevné stolici a mohla se otáčet klikou. Experimentátoři v ní získali první spolehlivý zdroj elektřiny. Na přelomu 20. a 30. let opakoval v Anglii jednoduché elektrické pokusy amatérský astronom Stephen Gray (1666–1736) a zjistil přitom, že elektrický náboj lze vést. Byl také autorem neuvěřitelného pokusu s „létajícím“ chlapcem: na hedvábných provazcích jej zavěsil do vzduchu, čímž jej dokonale odizoloval, a předal jeho tělu náboj. Chlapcovy prsty pak přitahovaly kousky plev, papíru aj. Grayovy experimenty měly obrovský ohlas, přilákaly do Anglie mj. chemika a superintendanta pařížské královské zahrady, jímž byl Charles François de Cisternay du Fay (1698–1739), který byl rovněž zaníceným „elektrickým“ amatérem. Objevil dva typy náboje, kladný a záporný, rozlišil vodivé látky od izolátorů, upozornil na elektrické odpuzování, opravil Grayův názor, že elektrické vlastnosti tělesa závisejí na jeho barvě aj. Poznatky obou vědců byly

**TENTAMEN
PHYSICO-
EXPERIMENTALE,
IN
PRINCIPIIS
PERIPATETICIS
FUNDATUM,
SUPER
PHÆNOMENIS
ELECTRICITATIS**
Studio, & Industria
P. JOSEPHI POHL
E SOCIETATE JESU,
Nuper AA. LL. & Philosophiæ,
Nunc etiam
SS. Theologiæ DOCTORIS
compositum,
Hodie
Luci publice datum.
Pragæ, Typis Universitatis Carololo-Ferdin. in Colleg. Societ. JESU ad S. Clem.



Obr. 1 Titulní list Pohlova spisu.

v r. 1734 uveřejněny ve *Philosophical Transactions of the Royal Society* a ovládly brzy celou Evropu.

K neuvěřitelnému rozmachu pak dochází ve 40. letech, centrum zájmu o elektřinu se přenáší především do Německa. Zdokonaluje se tu dále třecí elektrika: skleněnou kouli nahrazuje efektivnější váleček, zlepšuje se jeho pohon, přidává se kovový konduktor. Dochází k objevu tzv. leydenské láhve. Začínají úvahy o působení elektřiny na živé organismy. Neuvěřitelným způsobem roste množství badatelů, rychle se začíná rozvíjet odborná literatura. Autor, jehož spisu věnujeme tento příspěvek, mohl v roce 1747, v roce jeho vydání, uvést už 26 knih, článků či jiných informačních zdrojů.⁴ Ber-

1 *De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete Tellure*. Londini 1600.

2 Srv. J. Smolka: „Otto Guericke et son rôle dans l’histoire de l’électricité“, *Acta historiae rerum naturalium nec non technicarum* 2, 43–56 (1966), zde s. 48.

3 „Von allen Untersuchungen Guericke’s haben die elektrischen das wenigstens Aufsehen erregt“. F. Rosenberger: *Die Geschichte der Physik II*. Braunschweig 1884, s. 152.

4 Srv. J. Pohl: *Tentamen physico-experimentale, in principiis peripateticis fundatum, super phaenomenis electricis*. Pragae 1747, s. 1–4. Popravdě však dodejme, že Pohl všechny tyto spisy uvádí ve svém seznamu, v textu však pracuje jen

O vztazích mlunných (elektryčných)

Karel Šádek

str. 165 [Přírodoskum neb fyzika. Hradec Králové 1825, kap. 10 „O vztazích mlunných (elektryčných)“, str. 108–118]

Úkazové proudění. Mluno

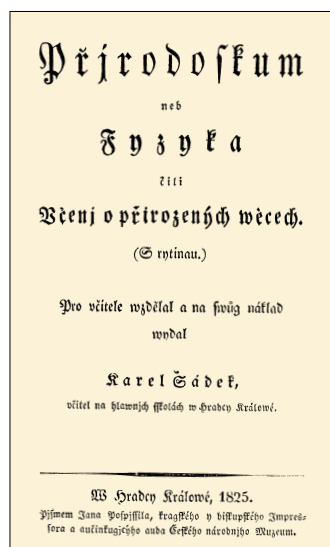
Karel Slavoj Amerling

str. 168 [Orbis Pictus čili Svět v obrazech. B. F. Mohrmann, Praha 1852, str. 40–46]

O zvuku, světle, teple, magnetech a mlně

Filip Stanislav Kodým

str. 172 [Naučení o živlech, jejich moci a vlastnostech. Díl II. O zvuku, světle, teple, magnetech a mlně. Nakl. Edv. Grégra, Praha 1873, str. 507–525]

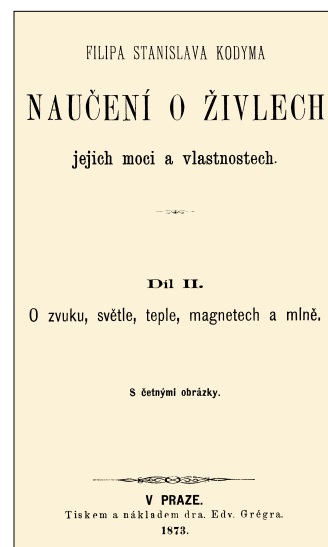
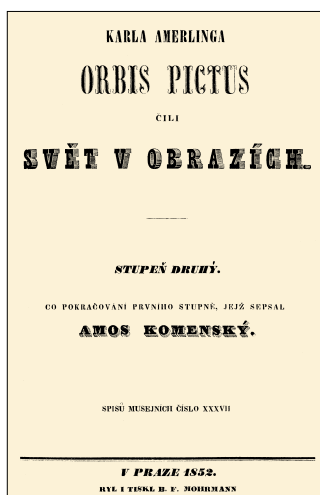


dách vzdělaného kněze Vojtěcha Sedláčka nazvaná *Základové Přírodnictví neb Fyziky a Matematiky potažené neboli smíšené* z roku 1825. Profesor F. J. Studnička ji ve své kritické stati „O rozvoji naší literatury fysikální za posledních padesáte let“ [Časopis pro pěstování matematiky a fysiky 5, 241–251 (1876)] hodnotí vysoko: „Nejlépe se posoudí postavení její ve fysikální literatuře naší, porovná-li se zároveň s menší knihou současně vydanou *Přírodoskum neb Fyzika čili učení o přirozených věcech*, kterou pro učitele vzdělal a na svůj náklad vydal **Karel Šádek**, učitel na hlavních školách v Hrad-

Pohlovu právě představou knihu považujeme za první specializované dílo o elektřině sepsané a vydané v Čechách. Látka je ovšem podána, jak bylo tehdy zvykem, latin- sky. Během několika desetiletí se vše rychle mění a nejen ve fyzice se proti latině prosazují němčina a dále i čeština. Jako dokumenty zde tedy přinášíme úryvky z čes- ky psaných spisů pojednávající o elektřině v prvních třech čtvrtinách 19. století. Za asi nejzda- řilejší spis první části tohoto ob- dobí je obecně přijímána kniha v přírodních vě-

ci Králové; jen vlastenecká hor- livost jest u obou asi stejná, ale co do věci i co do formy zůstá- vá Šádek daleko za Sedláčkem, učitel za učencem, a zřejmě se tu ponejprv ukazuje, co od té doby stále se opakuje, že *o fysice může důkladně psáti jen ten, kdo ji též důkladně zná, kdo jest pravým fysikem. Málo která věda jest tak citlivou jako silozpyt.*“ Sedláčko- vým aktivitám se budeme věno- vat v některém z příštích čísel časopisu; proto nyní přinášíme ukázkou z Šád- ko- vy stručné, čis- tě kvalitativní (v knize není ani jeden vzorec) pří-

ručky pro učitele. Dále přinášíme texty o elektřině vybrané ze dvou popularizačních spisů sestave- ných lékaři. **Karel Slavoj Amerling** (nar. 18. září 1807 v Klatovech – zem. 2. listopadu 1884 v Praze) byl lékař, filosof, pedagog, publicista a zakladatel novátorského všeobecně vzdělávacího ústavu Bu- deč (1839–1848, projekt byl ovšem tak ambiciózní a nákladný, že zkrachoval). **Filip Stanislav Kodým** (nar. 1. května 1811 v Opočně – zem. 4. října 1884 v Praze) byl lékař, přírodovědec, odborný spisova- tel, novinář a politik. Prvně jmenovaného Studnič- ka ve svém článku ignoroval, druhého chválil.



Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887–1915)

Ivo Kraus

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze, Trojanova 13, 120 00 Praha 2; ivo.kraus@fjfi.cvut.cz

Příspěvek je věnován životu a dílu britského fyzika Henryho Moseleyho a připomíná sté výročí jeho smrti na bitevním poli první světové války. Vzhledem k tomu, že studoval a svůj nejdůležitější objev, který dnes nazýváme Moseleyho zákonem, učinil v Oxfordu (práce v daném směru zahájil v Manchesteru), je tento článek zařazen do bloku textů o této starobylé univerzitě.

Americký spisovatel a biochemik ruského původu Isaac Asimov (1920–1992) napsal: „Uvážíme-li, co mohl Moseley ještě objevit, ... byla jeho smrt pro celé lidstvo možná největší individuální válečnou ztrátou.“ V roce 1962 Niels Bohr poznamenal: „Rutherfordovy představy týkající se atomového jádra nikdo nebral vážně do té doby, než uveřejnil své práce Moseley.“

Běh života

Narodil se 23. listopadu 1887 ve Weymouthu (anglické hrabství Dorset) jako nejmladší ze tří dětí Henryho N. Moseleyho a jeho ženy Anabel G. Jeffreys.¹ Záměrná aristokratická rodina se postarala, aby nadaný syn dostal co nejlepší vzdělání. Do základní školy chodil v Oxfordu (Summer Fields School, 1896–1901), dalších pět let (1901–1906) ho v elitní chlapecké škole připravili ke studiu na univerzitě. V Trinity College (1906–1910) se pak naučil matematiku, fyziku a chemii natolik, aby

¹ Henry Nottidge Moseley (1844–1891), profesor anatomie na Oxfordské univerzitě, člen Královské společnosti, účastník proslulé oceánografické expedice Challenger v letech 1872–1876.

Anabel Gwyn Jeffreys byla dcerou významného britského přírodovědce, člena Královské společnosti Johna Gwyn Jeffreys (1809–1885).

Nobelovy ceny za fyziku v letech 1914–1917

1914 Max Theodor Felix von Laue za objev rozptylu rentgenových paprsků na krystalech.

1915 William Henry Bragg a William Lawrence Bragg za výzkumy týkající se analýzy krystalových struktur pomocí rentgenových paprsků.

1916 Cena neudělena.

1917 Charles Glover Barkla za objev charakteristického záření prvků.

Na Nobelovu cenu za fyziku (i za chemii) v roce 1916 byl švédským chemikem a fyzikem Svante Arrheniem (1859–1927), laureátem Nobelovy ceny za chemii v roce 1903, nominován ještě před osudným 10. srpnem 1915 Henry Moseley. Možná by ji dostal za zpřesnění periodické tabulky prvků a za objev principu atomové baterie.



mohl v září 1910 s titulem bakaláře nastoupit do univerzitní laboratoře Ernsta Rutherforda v Manchesteru.

Zpočátku měl jako *lecturer and demonstrator* povinnosti převážně pedagogické, od druhého roku se už plně věnoval vědecké práci (*graduate research assistant*). K experimentům ho inspirovaly nejen myšlenky jeho geniálního učitele, ale i hypotézy Nielse Bohra [1], van den Broeka² [2] a převratné objevy Maxe von Laueho a otce a syna Braggů. Z desítky prací, které do své předčasné smrti uveřejnil, byly první, např. [3, 4] věnovány radioaktivitě, pozdější [5, 6, 7] vlastnostem rentgenového záření.

V listopadu 1913 se Moseley rozhodl od Rutherforda odejít a své výzkumy dokončit v Oxfordu. Možná chtěl být na nablízkou své matce, která tam jako vdova žila, někde se jako důvod uvádí možnost získat na tamní univerzitě uvolněnou profesuru fyziky. Moseley z Manchesteru odešel, i když si musel v oxfordské univerzitní laboratoři náklady experimentů hradit z vlastních prostředků.

V červnu 1914 spolu s matkou odcestoval do Austrálie na kongres Britské asociace pro vědecký pokrok (British Association for the Advancement of Science).

² Antonius van den Broek (1870–1926), nizozemský právník a přírodovědec (fyzik amatér), vyslovil domněnku, že pořadí prvků (atomové číslo) v periodické tabulce odpovídá náboji jejich atomového jádra.





Znak města Oxfordu

Oxford – stručné dějiny města a univerzity

Karel Rohlena

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

První písemná zmínka o městu Oxford pochází z písemností wessexských králů (Anglo-Saxon Chronicle) z r. 912. Bylo založeno na strategickém místě soutoku horní Temže (té ovšem dnes obyvatelé Oxfordu – angl. Oxonians – říkají Isis) a jejího levého přítoku Cherwell v neklidné době, kdy jihoanglické království Wessex soupeřilo nejprve se středoanglickou Mercíí, později s územím obsazeným Dány. V obou případech hrál Oxford úlohu hraničního opevněného bodu. Ale opravdové hradby vybudoval v Oxfordu až stavitel oxfordského hradu a dodnes sloužících kamenných mostů normanský velmož Robert d'Oilly po normanské invazi 1066. Zpočátku to bylo pouhé městečko s právem trhu, nicméně už za vlády Jindřicha II. Plantageneta, kdy mu byla udělena stejná práva, jakým se těšil samotný Londýn, se svým významem s ním stalo srovnatelným. Relativní prosperita a výhodná poloha do Oxfordu přitahovala středověké církevní řády, které zde v Oxfordu vybudovaly své kláštery. Šlo hlavně o řády dominikánů a františkánů, které už samy o sobě byly středisky tehdejší vzdělanosti a podstatně se podílely na pozdějším rozvoji univerzity.

Oxfordská univerzita nemá žádnou zakládací listinu. Bezprostředním podnětem k jejímu založení byl zřejmě ale zákaz studia na Pařížské univerzitě, který pro tehdejší anglické studenty vydal zmíněný Jindřich II. v r. 1167 (patrně v souvislosti se sporem mezi králem a T. Becketem, jenž byl v té době v pařížském exilu). Prvními kolejemi byly University College (1249), Balliol (1263) a Merton (1264). Merton College z nich byla první kolej poskytující byt a stravu i obyčejným studentům. Kolej byly totiž původně míněny jako sponzorované zaopatřovací ubytovny hlavně pro univerzitní personál a absolventy aspirující na vyšší akademický doktorský titul z úrovně bakaláře či mistra – dnes bychom řekli, že šlo o svého druhu postgraduální studenty, kteří ani tenkrát zřejmě na tom nebyli finančně příliš dobře. Většina tehdejších studentů pak bydlela privátně přímo ve městě a později po špatných zkušenostech se soužitím s městskými obyvateli v oddělených ubytovnách – *halls* –, které později téměř všechny zanikly, když kolejje převzaly jejich funkci v péči o studenstvo. Poslední a jediná přežívající *hall* z těch dob je oxfordská St. Edmund Hall a pro nezasvěcence by byla k nerozeznání od ostatních *colleges*, i když ona sama se k nim nepočítala až do r. 1957. Z kolejí se však postupně staly autonomní univerzitní jednotky. Prvními fakultami nově vzniklé univerzity byly obligátní fakulty teologická, právnická, lékařská a fakulta svobodných umění podle pařížské-

ho vzoru. Většina dnešních univerzitních budov vznikla v 15. až 17. stol. Součástí tradiční koleje jsou obvykle dvě až tři čtvercová nádvoří připomínající klášterní rajske zahrady bez ambítů (*quadrangles-quads*), kaple, aula sloužící též jako společná jídelna (rovněž *hall*) a také zvláštní zdí obehnaná zahrada. Výjimkou je kolej Christ Church, jejíž součástí je i katedrála (nejmenší v Anglii), vzniklá na místě původního kostela sv. Frideswidy, patronky Oxfordu i univerzity, patřícího augustiniánskému převorství, které vydrželo až do reformace za Jindřicha VIII. v roce 1522. Až do té doby (v 16. stol.) byla též univerzita církevní institucí. K odcírkevnění doprovázenému předchozím zrušením klášterů a dalších církevních institucí došlo v r. 1571 parlamentním aktem. Vlastní reformační učení přinesl do Anglie Erasmus Rotterdamský (hostující v Cambridgi) z Paříže, v době, kdy na Oxfordské univerzitě působil i Thomas More.

Soužití se světskou částí města tj. oxfordskými měšťany, nebylo vždy jednoduché. Výtržnosti a pijácké eskapády studentů občas vedly k vážným srážkám s obětmi na životech. Dokonce se traduje, že tyto sváry způsobily odchod části studentů a dalších akademiků, kteří si později (1209) založili konkurenční Cambridgeskou universitu. Nejznámější byla srážka na den sv. Scholastiky 10. 2. 1365, jež měla za následek skoro stovku mrtvých a královskou arbitráž (Edward III.) mezi univerzitou a městem, která tehdy rozhodla ve prospěch univerzity. Kontinuita Oxfordské univerzity nebyla nikdy přerušena, na rozdíl od její předchůdkyně Pařížské univerzity (uzavřené za Francouzské revoluce), takže z tohoto hlediska se považuje za druhou (po italské Bologni) nejstarší nepřetržitě fungující univerzitu vůbec¹. Hlavní rozvoj univerzity do dnešní organizační podoby a úrovně nastal ale až v 19. století, dnes je kolejí celkem něco přes 40 včetně šesti menších tzv. *Permanent Private Halls*. Tehdy vznikla i první ženská kolej (Lady Margaret Hall 1878), i když k úplnému zrovnoprávnění žen došlo na Oxfordské univerzitě až v r. 1920.

Politické postoje Oxfordu byly vždy spíš konzervativní. Výjimkou byly „*Provisions of Oxford*“ z r. 1258, jakési pokračování Magny Charty vynucené panskou stranou během občanské války v době panování Jindřicha III. Ty se někdy považují za předchůdce dodnes neexistující britské ústavy. Za známější reformační občanské války mezi parlamentem a králem v 17. stol. stál ale Oxford pevně na královské straně, což ovšem byla

1 Naše Karlova univerzita by měla být v pořadí mezi vznikajícími univerzitami 36., ale byla první univerzitou založenou mimo území bývalé Římské říše za *Limes Romanus*.



Oxfordský časoprostor

život a výzkum na Oxfordské univerzitě očima doktoranda

Kateřina Falk

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

Mnozí studenti nazývají Oxford a jeho historickou univerzitu „bublinou“, kde se mění vnímání času i prostoru. Někdy mi připadalo, že zde mění zákony fyziky i tok času. Mezi místními studenty i výzkumníky platí heslo „*work hard, play hard*“, podle něhož po těžké práci přijde tvrdá zábava, což se jen těžko dá skloubit do tradičního 24hodinového dne. Noční procházka setmělými středověkými uličkami nechá často kolemjdoucímu nahlédnout do každodenního rytmu této časoprostorové anomálie. Na člověka všude dýchá poklidná atmosféra historických budov, kaplí, nekonečných parků, vodních kanálů, středověkých hradeb a romantických uliček osvětlených lucernami. Krátký pohled do prosklené budovy fakulty chemie odhalí desítky doktorandů tvrdě pracujících na komplikovaných experimentech, starobylé budovy nesčetných knihoven roztroušených po celém městě jsou stále plné studujících studentů – přitom hned vedle si náš náhodný kolemjdoucí nemůže nevšimnout celé aleje starobylých útulných hospůdek, které mají o zákazníky vždy postaráno. Ulice jsou neustále plné rozjařených studentů ve všemožných převlecích (římských róbách, pirátů či Teletubbies), kteří míří na nesčetné večírky na oxfordských *colleges* (přímo přeloženo kolejích, které však mají narození od našich kolejí, sloužících výhradně jako ubytovací zařízení pro studenty, také rozšířené pravomoci v organizaci výuky a výzkumu a tak fungují i jako naše katedry či fakulty). Oxford si za celá staletí nashromáždil velké množství tradic, nových i starých, jež se zde pečlivě udržují. Každý rok



Obr. 2 Student u Radcliffe Camera.

na prvního máje se po probdělé noci hodování a pití se jde celé město pod věží Magdalen College a v 6:00 ráno si poslechnou místní sbor, po čemž se celé středověké centrum promění v pohanský festival plný folkových muzikantů a tanečníků. Při té vši tvrdé práci ovšem studenti nezapomínají ani na blaho našeho drahého časoprostoru. Když Británie poprvé zavedla zimní čas, tak si oxfordští fyzikové uvědomili, že to může mít velmi neblahý dopad na chod času a kontinuitu vesmíru. Naštěstí zároveň přišli s elegantním řešením v podobě *Time Ceremony* aneb Časové ceremonie na *Merton College*. Základem této komplikované procedury jsou studenti oblečení do plné akademické róby a portské víno. V této kombinaci se potom vydají na hlavní nádvoří v *Merton Fellows Quad*, kde potom o druhé hodině ranní chodí v závěsu svých kolegů pozadu kolem dokola, občas s akrobatickou smyčkou v každém rohu nádvoří. Oxford je opravdu barvité místo...

Život v Oxfordu

V Oxfordu jsem strávila tři velmi krásné roky jako doktorandka na fakultě fyziky. Zabývala jsem se studiem stavové rovnice hustého plazmatu vodíku a deuteria s využitím k hlubšímu poznání struktury velkých planet (Jupiter) a procesů významných pro výzkum a realizaci inerciální fúze pod vedením Dr. G. Gregoriho. Co se týče akademického života, talentovaných a tvrdě pracujících spolupracovníků a vynikajících příležitostí, je Oxford jedinečné místo. Ovšem, výzkum a akademie nejsou jedinou stránkou této nevídané „bubliny“. Život studenta v Oxfordu je provázán s celou řadou mimo-



Obr. 1 Univerzitní knihovna Radcliffe Camera.



S. Jocelyn Bellová Burnellová: objev pulsarů a Praha

Jiří Grygar

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



Prof. J. Bellová Burnellová s maketou psa Pluta.

Susan Jocelyn Bellová Burnellová se narodila v severoirském Belfastu 15. července 1943. Fyziku začala studovat na univerzitě ve skotském Glasgow. Ve studiích pokračovala na University of Cambridge, kde získala v roce 1969 doktorát z radioastronomie za práci „*The measurement of radio source diameters using a diffraction method*“. Věnovala se pak také rentgenové a gama astronomii, působila na řadě britských a severoamerických univerzitních pracovišť. Nyní přednáší na univerzitě v Oxfordu.

Životní dráha prof. Jocelyn Bellové Burnellové se zajímavě protíná s Prahou. V srpnu r. 1967 se v Praze konal XIII. kongres Mezinárodní astronomické unie (IAU), a právě v té době si tehdejší doktorandka prof. Antonyho Hewishe z britské Cambridge všimla na záznamech rádiové scintilace vzdálených bodových zdrojů (kvasarů) podivných, přísně periodických signálů ve čtyřech směrech severní oblohy. Signály se objevily pokaždé, když rádiová aparatura mířila příslušným směrem, a připomínaly časová znamení s periodami řádu sekundy. Na kongresu však o tom nepadlo ani slovo, protože v té době se nevědělo, zda nejde o nějaké parazitní pozemské signály, anebo dokonce o očekávané vysílání mimozemských civilizací. Teprve během podzimu 1967 se J. Bellová spolu se svým školicem ujistili, že jde o přírodní signály přicházející skutečně z kosmu, a příslušné převratné sdělení zveřejnili v *Nature* v únoru 1968 [1]. Pro tento naprosto nečekaný fenomén se brzy ujal název pulsary.



Dámy a pánové,

dovolte mi, abych se vám – dříve než na to přijde-
te sami – přiznala, že nejsem specialistkou na proslovy
po obědě. Nejblíže jsem se k takovému cíli přiblížila,
když jsem psala svou doktorskou disertaci. Můj školitel
si laskavě přečetl rukopis, a pak mi sdělil, že se to čte spíš
jako proslov na banketu než jako disertace na staroslav-
né cambridgeské univerzitě. Měl samozřejmě pravdu,
ale trvalo mi několik let, než jsem objevila žertovný smy-
sl jeho poznámky.

Radioteleskop pro studium meziplanetární scintila-
ce zabral 4,5 akru půdy – tolik jako 57 tenisových kur-
tů. Skládal se z více než 1 000 kúlů a 2 000 dipólů mezi
nimi, jež byly propojeny 120 mílemi kabelů a drátů. Bylo
nás na to pět. Praktikanti nám pomáhali zatlučet kůly.
Stavěli jsme to dva roky a náklady na stavbu dosáhly
15 tisíc liber.

Jednou za čtyři dny se pomocí této anténní soustavy
prohlédla celá obloha od -10° do $+50^\circ$ deklinace. Čtyři
tříperové zapisovače produkovaly denně 96 stop papíro-
vých rolí se záznamy fluktuací rádiového šumu. Celkem
to byly tři a půl míle rolí. Ty jsem vyhodnocovala ručně.
Rozhodli jsme se je nekomputerizovat, dokud nevyvlá-
deme naši instrumentaci; soudili jsme ostatně, že člověk
lépe rozliší signály různého druhu. Naprogramovat po-
čítač, aby něco takového zvládl, by bylo velmi obtížné.

S. J. Bell-Burnell: „Little green men, white dwarfs or pulsars?“, *Cosmic Search* 1(1), 17 (1979). Překlad úryvku tohoto projevu
z angličtiny pořídil Jiří Grygar. Úplný originální text je přístupný
na WWW: <http://www.bigear.org/vol1no1/burnell.htm>.

Vzápětí vypracoval Thomas Gold [2] z Cornello-
vy univerzity pro pozorované pulsary majákový mo-
del rychle rotujících neutronových hvězd, jejichž mag-
netický dipól svírá s rotační osou hvězdy ostrý úhel.
Rychlé otáčení neutronové hvězdy vyvolá vlivem silné-
ho magnetického pole v přilehlém plazmatu dva koli-
mované protilehlé kuželové výtrysky rádiového záření
ve směru osy magnetického dipólu s indukcí > 10 MT.
Jedině neutronové hvězdy totiž dokážou vzdorovat od-
středivé síle rotace při otáčkách s frekvencemi až stovek
hertzů; lze poměrně snadno ukázat, že ani nejhustší bílí
trpaslíci by tak rychlou rotaci nepřežili.

Plným právem byl objev pulsarů odměněn v r. 1974
Nobelovou cenou za fyziku, ale podle všeobecného mí-
nění vědecké obce se Nobelův komitét dopustil hrubé
chyby, když tuto cenu dostal pouze školitel Jocelyn Bel-
lové Antony Hewish. Hewish cenu sdílel s prof. Mar-
tinem Rylem z téže univerzity za „průkopnické práce
v rádiové astrofyzice“. U Hewishe komitét zmínil objev



Otázky profesoru Justinu Warkovi

kladla **Kateřina Falk**

■ *Máte za sebou dlouhou a velmi úspěšnou vědeckou dráhu, která vlastně začala již vaším studiem v Oxfordu, po němž jste pokračoval na Imperial College a v USA. Co vás přivedlo zpět?*

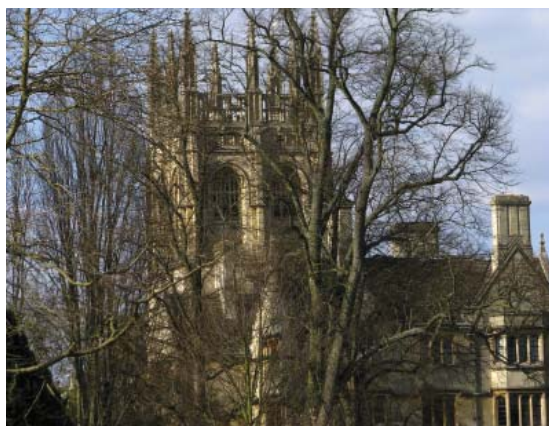
Čas strávený v USA – jako postdoktorand v Laboratoři pro laserovou energetiku na Rochesterské univerzitě – velmi přispěl k mému vědeckému zrání. Byla to výjimečná příležitost pracovat v úžasném vědeckém prostředí, které bylo velmi dobře organizováno a plně zaměřeno na vysoce kvalitní výzkum a také na jeho prezentaci. A ohlédnou-li se někdy zpět, uvědomuji si, že nejdůležitějším, co jsem se v Rochesteru naučil, bylo, jak jasně a stručně prezentovat svou práci. Když tam bylo tak báječné vědecké prostředí a tak dobré vyhlídky, proč jsem se tedy vrátil do UK, a jmenovitě do Oxfordu? To je dobrá otázka! Myslím si, že se to asi týká mnohých, kteří se vracejí do své rodné země, a odpověď souvisí daleko víc s osobními důvody než rozumnými úvahami o vyhlídkách další vědecké kariéry. I když se mi život v USA líbil a dnes jsem rád, že se tam mohu často vracet, po dvou letech postdoktorandského pobytu jsem měl silnou touhu žít v takovém kulturním prostředí, které považuji za svůj domov. Uvědomoval jsem si také, že kdybych to neudělal tehdy, tak už nikdy. Proto jsem se rozhodl, že nejlepší bude vrátit se do UK a zkusit si vybudovat vědeckou kariéru tam. S trochou arogance snad mohu dodat, že návrat do USA jsem měl v záloze, pokud by to nevyšlo! Oxford mě velmi přitahoval, protože jsem tam byl jako student a znal jsem jeho zaměření na kvalitní výuku i na výzkum. A také pro mne znamenal mnohem víc než jen dobrou fyzikální fakultu – Oxford má atmosféru skutečné univerzity v tom smyslu, že je jakousi republikou vědců a studentů: mezi fakultami a odděleními jsou silné vazby a ko-



lejší prostředí vás automaticky přivádí do kontaktu s lidmi z nejrůznějších oborů. To jsou věci, které se mi líbily (a stále líbí).

■ *Uvedl byste několik nejvýznamnějších věcí z vaší současné práce?*

Myslím si, že pro můj obor vysokých hustot energie je nejvíce vzrušujícím obdobím současnost. Máme k dispozici dvě vynikající, revoluční a navzájem se doplňující aparatury: rentgenový laser LCLS (*Linac Coherent Light Source*) v laboratoři SLAC (*Stanford Linear Accelerator Center*) a NIF (*National Ignition Facility*) v LLNL (*Lawrence Livermore National Laboratory*). Obě jsou opravdu pozoruhodné. LCLS je zdrojem rentgenového záření o spektrálním jasu miliardkrát větším, než má jakýkoli jiný zdroj na naší planetě, a to, že jsem byl jedním jeho prvních uživatelů, byl jeden z vrcholů mé kariéry. Nedávno jsme v *Nature* publikovali výsledky našeho prvního experimentu, v němž jsme demonstrovali ohřev pevné látky na teplotu převyšující 2 miliony kelvinů tak rychle (během 80 femtosekund), že nedošlo k expanzi, což nám umožnilo reálně studovat husté plazma za dobře definovaných podmínek. To nás přivedlo k mnohem lepšímu porozumění fundamentální fyzice hustého plazmatu, zejména jak je jeho ionizační potenciál ovlivněn okolím. A pokud jde o NIF – Spojené státy otvírají přístup k této aparatuře pro akademické uživatele. Moje skupina měla to štěstí, že přístup získala – plánujeme experimenty zaměřené na difrakci v pevných látkách za tlaků, které daleko převyšují tlak ve středu Země, a také mnohokrát vyšších než tlaky dosažitelné v diamantových komůrkách.



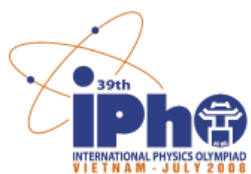
Fyzika vzduchu v úlohách FO

Jan Kříž^a, Ľubomír Konrád^b, Filip Studnička^a, Bohumil Vybíral^a

^a Ústřední komise Fyzikální olympiády, Univerzita Hradec Králové, Rokitského 62, 500 03 Hradec Králové

^b Gymnázium, Veľká okružná 22, 010 01 Žilina

Představíme dvě teoretické úlohy z Fyzikální olympiády – jednu z mezinárodního kola olympiády v roce 2008 a druhou z domácího kola FO na Slovensku, zadanou ve školním roce 2010/11. Společným tématem obou úloh je fyzika vzduchu. Zatímco úloha z MFO řeší závislosti tlaku a teploty vzduchu na nadmořské výšce, stabilitu atmosféry a její znečišťování, úloha ze slovenské FO se věnuje vlhkosti vzduchu.



Různé modely atmosféry, proudění vzduchu či např. vlivu vlhkosti vzduchu na zdraví člověka jsou častým motivem pro teoretické úlohy fyzikální olympiády. Ale vzduchu mohou být věnovány i experimentální úlohy! Například na právě skončené Přírodovědné olympiádě zemí Evropské unie EUSO se jedna část úlohy zabývala měřením rychlosti proudícího vzduchu a přeměnou jeho energie na energii elektrickou, viz [1].

V tomto příspěvku ale představíme dvě úlohy teoretické. První z nich byla zadána na Mezinárodní fyzikální olympiádě v roce 2008 ve Vietnamu a motivací pro ni bylo znečištění ovzduší nad Hanojí způsobené zplodinami motorových vozidel. Plný text úlohy v angličtině včetně jejího řešení je dostupný na internetu, viz [2]. Zde představujeme upravený český překlad.

Druhou úlohu jsme našli v domácím kole slovenské Fyzikální olympiády ve školním roce 2010/11. Motivací pro ni můžeme spatřovat například v souvislosti onemocnění respiračního systému člověka s vlhkostí vzduchu. Autorem této úlohy je Ivo Čáp, originální text naleznete např. na webu [3].

Teoretická úloha z 39. MFO „Změny teploty vzduchu s výškou nad zemí, stabilita atmosféry a znečištění vzduchu“

Svislé (vertikální) proudění vzduchu řídí mnoho atmosférických procesů, jako např. vznik oblačnosti a srážek a rozptyl znečišťujících látek. Pokud je atmosféra *stabilní*, svislé proudění je potlačeno a znečišťující látky mají spíše tendenci hromadit se v blízkosti svých zdrojů než se rozptylovat a tím ředit. Naproti tomu v *labilní* atmosféře svislé proudění podporuje svislé rozptylování látek znečišťujících vzduch. Tedy koncentrace znečišťujících látek nezávisí jen na intenzitě emisních zdrojů, ale také na *stabilitě* atmosféry.

Určíme stabilitu atmosféry užitím představy *vzduchového balíku*, používané v meteorologii. Porovnáme teplotu vzduchového balíku, která stoupá nebo klesá adiabaticky v atmosféře, s teplotou okolního vzduchu. Uvidíme, že v mnoha případech se vzduchový balík obsahující znečišťující látky a stoupající nahoru zastaví v jisté výšce nad zemí, zvané *výška směšování*. Čím vyšší je výška směšování, tím nižší je koncentrace znečišťujících látek. Vypočítáme výšku směšování



a koncentraci oxidu uhelnatého emitovaného motocykly v centrální části Hanoje pro scénář ranní dopravní špičky, ve které je svislé míšení omezeno díky teplotní inverzi (teplota vzduchu stoupá s výškou) ve výškách nad zemí větších než 119 m.

Vzduch považujte za ideální dvouatomový plyn s molární hmotností $\mu = 29$ g/mol.

Pro adiabatický děj platí zákon $pV^\gamma = \text{konst.}$, kde $\gamma = c_p/c_V$ je poměr tepelných kapacit plynu při konstantním tlaku a objemu. Jsou zadány následující konstanty: molární plynová konstanta $R = 8,31$ J/(mol · K), atmosférický tlak v nulové výšce $p_0 = 101,3$ kPa, tíhové zrychlení (konstantní) $g = 9,81$ m/s². Molární tepelná kapacita při stálém tlaku $c_p = 7/2 R$ pro vzduch, $c_p = 4 R$ pro vodní páru. Molární tepelná kapacita při stálém objemu $c_V = 5/2 R$ pro vzduch, $c_V = 3 R$ pro vodní páru.

1. Změna tlaku s výškou nad zemí

- 1.1. Předpokládejte, že teplota atmosféry se nemění a je rovna T_0 . Zapište výraz udávající atmosférický tlak p jako funkci výšky nad zemí z v tomto modelu.
- 1.2. Předpokládejte, že teplota atmosféry klesá s výškou lineárně, tedy $T(z) = T(0) - \Lambda z$, kde Λ je konstanta zvaná *míra poklesu teploty* atmosféry (svislý gradient teploty je $-\Lambda$).
 - 1.2.1. Zapište vztah udávající atmosférický tlak p jako funkci výšky nad zemí z v tomto modelu.
 - 1.2.2. Proces zvaný volná konvekce (proudění) nastává, pokud hustota vzduchu roste s výškou nad zemí. Pro jaké hodnoty Λ nastane volná konvekce?

Recenze knih

JIRÍ KVAPIK, MARTIN
FRANC A SPOLUPRACOVNÍCI

Průvodce kulturním děním a životním stylem v českých zemích 1948–1967; svazek I. (A–O) a svazek II. (P–Ž)

Academia Praha 2011,
ISBN 978-80-200-2019-2, cena: 850 Kč

Objemnou (dva svazky, celkem 1 297 stran) knihu otevírá (str. 19–66) souvislá stať autorů, kterou můžeme pokládat za stručný úvod do kulturních dějin raného (1948–1967) československého socialismu. Skládá se ze tří částí: první nastiňuje periodizaci pojednaného období, druhá popisuje mocenskou, institucionální a organizační strukturu socialistické společnosti a státu se zřetelem na kulturní a společenský život, a konečně třetí pojednává o „socialistickém životním stylu“. Pro naše čtenáře budou asi nejzajímavější kapitoly o ateistické propagandě (str. 58) a vědeckotechnické revoluci (str. 59). Na úvodní stať navazuje seznam hesel (str. 67–104) a od str. 105 již začíná heslová část tvořící jádro knihy – od „ABC mladých techniků a přírodovědců“ (další časopis iniciující zájem mládeže o přírodní vědy a techniku vycházel od roku 1947 jako „Mladý technik“, po několika změnách názvu od roku 1954 jako „Věda a technika mládeže“, str. 1010–1012) až po heslo „žvýkací guma“ (str. 1096–1097); i pamětníky překvapí informace, že žvýkačka Pedro byla v roce 1968 uvedena na trh po dvouleté spolupráci velimského závodu s nizozemskou firmou *Maple Leaf Amsterdam*). Rozebereme zde několik vybraných hesel, která by mohla upoutat zájem čtenářů našeho časopisu.

Na str. 197–199 je popsán vznik a raný vývoj Československé akademie věd (ČSAV). Autoři zmiňují různé projekty organizace naší vědy diskutované v poválečném období (1945–48). Politickou podporu sice v té době nenašel žádný z nich, nicméně začal se konkretizovat a prosazovat plán vytvářený na půdě České akademie věd a umění (ČAVU) Zdeňkem Nejedlým a jeho okruhem, který již vedl k ustavení několika vědeckých ústavů (později většinou začleněných do ČSAV). Po roce 1950 pak vznikly další ústavy, ne již pod hlavičkou ČAVU, ale též později začleněné do ČSAV. Klíčovým je rok 1951, kdy při sekretariátu KSČ vznikla stranická skupina pro ustavení akademie věd podle sovětského vzoru. 15. 1. 1952 pak byla ustavena Vládní komise pro vybudování ČSAV (vedl ji Ladislav Štoll, přezdívaný v českých intelektuálních kruzích v narážce na jeho nízké formální vzdělání „obchodní akademik“, viz např. paměti V. Černého), jejíž práce vedla k přijetí zákona o ČSAV Národním shromážděním 29. října 1952. Zpočátku plnila ČSAV úkoly řízení a koordinace „v oblasti základního výzkumu a u vědeckých úkolů stěžejního hospodářského významu“. Druhé z úloh se však později ujala Státní komise pro rozvoj a koordinaci vědy a techniky a klíčovou roli v aplikovaných vědách a technickém výzkumu a vývoji hrály spíše rezortní výzkumné ústavy a příslušná oddělení výrobních podniků. Ve sledovaném období měla ČSAV dva prezidenty – Z. Nejedlého (1952–1962) a F. Šormu (1962–1969; za Nejedlého éry byl generálním sekretářem ČSAV a v mnoha ohledech akademii *de facto* vedl již tehdy). ČSAV byla od počátku rozdělena do osmi odborných sekcí. Naším oborům byly vyhrazeny sekce matematicko-fyzikální (předsedou byl matematik Vojtěch Jarník) a chemická (kde byl předsedou fyzikální chemik Rudolf Brdička). Jak vidíme, do funkcí zde byli jmenováni odborníci sice režimu loajální, ve svých oborech však nesporně vynikající. Od 1. 1. 1962 byl zaveden systém, v němž byla pro jednotlivé vědecké disciplíny ustavena kolegia, v nichž zasedali i odborníci z VŠ a aplikační sféry. Oddělení byla pak definována jen tři: (a) matematicko-fyzikálních a technických věd, (b) chemických a biologických věd a (c) společenských věd; jejich význam, nově již jen jako pomocných orgánů, byl však marginální. Na str. 199 je k tématu uvedena bohatá sekundární literatura.

Z dalších hesel lze našim čtenářům doporučit například „kádrování“ (str. 407–409), „Kolmanův případ“ (str. 433–434; popisuje události z podzimu 1948, kdy se čelný marxisticko-leninský ideolog Arnošt Kolman dostal do konfliktu s gottwaldovským vedením KSČ; to situaci vyřešilo konzultací se špičkami VKS(b) a následnou deportací A. Kolmana jako sovětského občana do SSSR), „očista knihoven“ (str. 626–627; zpočátku živelné, později systematické masové ničení nepohodlných knih vypovídá o charakteru režimu jednoznačně), „První ideologická konference vysokoškolských vědeckých pracovníků, 27. 2.–1. 4. 1952 v Brně“ (str. 740–743; četba sborníku citovaného na str. 741 dole jasně ukazuje, že vědecká kompetence je ne vždy spojena s pevností charakteru), „sionismus“ (str. 825–826; porovnání projevů V. Kopeckého a K. Gottvalda s výklady některých současných „kritiků politiky státu Israel“ vysvětluje mnohé), „Socialistická akademie“ (str. 840–841), „vědeckotechnická revoluce“ (str. 1012–1013), „zaměstnanost žen“ (str. 1068–1070; z většiny hesel plyne až zarážející a do pozoruhodných detailů jdoucí podobnost obou socialistických režimů atakujících v minulém století liberálně buržoazní společnost; rozdíly zde však jsou – viz např. poslední zmíněné heslo; zatímco nacionálně-socialistický režim uplatnění ženy mimo rodinu potlačoval a zdůrazňoval její roli matky, marxisticko-leninský model

