

2/2014

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS **PRO FYZIKU**



Seminář
k životnímu
jubileu profesora
M. Černohorského

Stabilita sluneční
soustavy

Modely atomu
před Bohrem

Bohrova disertace,
institut a názory
na živé systémy



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

svazek **64**

ČESKOSLOVENSKÝ ČASOPIS PRO FYZIKU

2/2014

Založen roku 1872 jako
„Časopis pro pěstování matematiky a fyziky“
Vydává Fyzikální ústav Akademie věd
České republiky, v. v. i.
Vychází 6 čísel ročně,
uzávěrka tohoto čísla: duben 2014

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

Vedoucí redaktor – Editor-in-Chief:
Libor Juha

Oboroví redaktoři – Associate Editors:
Pavel Cejnar, Michal Fárnik, 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 Trojáněk

**Sekretariát redakce –
Editorial Office Administration:**
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 a grafik:
© 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 © 2014
Institute of Physics of the ASCR, v. v. i.



Editorial



Vážení čtenáři,

v první části tohoto čísla naleznete blok textů sepsaných u příležitosti životního jubilea profesora Martina Černohorského, jednoho z nestorů naší fyziky. Blok sestává z příspěvků přednesených na semináři „Měření mřížkových parametrů, zpracování dat, a nejen to“, který se uskutečnil 20. září 2013 na Masarykově univerzitě v Brně k připomenutí jen těžko uvěřitelných devadesáti let pana profesora. Ještě než přistoupíme k jednotlivým referátům, rád bych jménem redakce a vydavatele *Československého časopisu pro fyziku* panu profesorovi popřál mnoho zdraví, štěstí a ještě mnoho úspěchů ve sféře osobní, profesní i společenské.

V prvním, biograficky laděném příspěvku představuje B. Velický osobnost a životní a profesní dráhu jubilanta. Pak následují čtyři referáty žáků prof. Černohorského: J. Musilová připomíná jeho zásluhy získané v rané době výzkumu zaměřeného na přesné stanovení mřížkových parametrů krystalických látek. Její výklad Černohorského nomogramů, ve své době unikátních, nám ukazuje, jak obtížný byl sběr a vyhodnocování difraktografických dat před masivním zavedením počítačů. Problematické zpracování dat je věnován i následující příspěvek. Na příkladu zářivosti určitého typu proměnných hvězd ukazuje V. Votruba se svými spolupracovníky, že stále se rozvíjející metody *data miningu* (což je přiléhavé označení, skutečně jde o dolování relevantních informací z hlušiny všech naměřených údajů) procházejí řadou často dosti odlehklých oborů a jsou schopny je i propojovat. M. Lenc podrobně popisuje a analyzuje počátky využití elektronové difrakce ke studiu krystalových mřížek. Blok uzavírá M. Fojtíková připomínkou jubilentovy aktivity v náročném a v současnosti ne dostatečně oceňovaném oboru výuky fyziky v přehledu historie seminářů a činnosti OS Pedagogická fyzika.

Rubriku „Historie fyziky“ otevírá referát V. Štefla rozebírající historii Lagrangeova-Laplaceova důkazu stability sluneční soustavy. K výročí Bohrova modelu atomu přinášíme referát A. Laciny o „předbohrovských“ modelech atomu. K. Šraitrová nás pak seznamuje s Bohrovou disertací zaměřenou na elektronovou teorii kovů. Autorka dokládá, že již při této práci Niels Bohr nahlédl na omezené možnosti metod klasické fyziky řešit úlohy ukotvené na mikroskopické úrovni. F. Grygar pojednává Bohrovy objevy a názory z pohledu „genia loci“, tedy určitých specifických rysů jeho kodaňského institutu. Jako dokument přinášíme Grygarův překlad Bohrova kratšího textu o vztahu fyziky a biologie. Příspěvky, jež se nám v tomto čísle sešly v rubrice „Historie fyziky“, ukazují na látkách značně různorodých – jak v předmětu, tak ve sledovaném období –, jak křivolakými (často i slepými) cestami se ubírá fyzikální poznání.

V srpnu minulého roku oslavil devadesáté narozeniny Dr. Miloš Lokajíček, výrazná osobnost naší teoretické fyziky. Jeho pohnutý život a vyhraněné vědecké zájmy nám přiblíží L. Judas a V. Kundrát. Panu doktoru Lokajíčkovi přejeme pevně zdraví a mnoho dalších úspěchů v práci na poli teoretické radiační biofyziky, teorie elementárních částic a interpretaci kvantové teorie.

Číslo uzavírají zprávy o setkáních fyziků, aktivitách zaměřených na výchovu a výuku fyziky a vzpomínky na významné české fyziky – Jaroslava Pernegra a Svatopluka Krupičku –, kteří již bohužel nejsou mezi námi.

Libor Juha
vedoucí redaktor

Obsah

SEMINÁŘ K JUBILEU M. ČERNOHORSKÉHO

Martin Černohorský 90 80

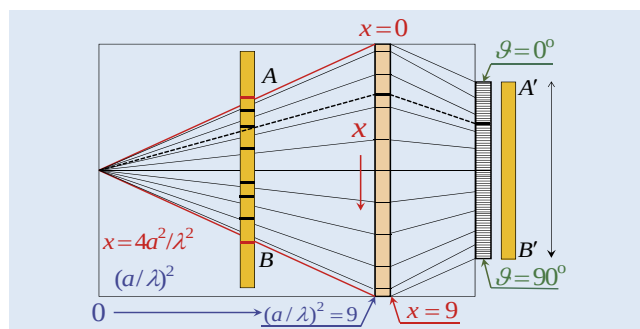
Bedřich Velický



SEMINÁŘ K JUBILEU M. ČERNOHORSKÉHO

Mřížkové parametry a chvála nomogramů 84

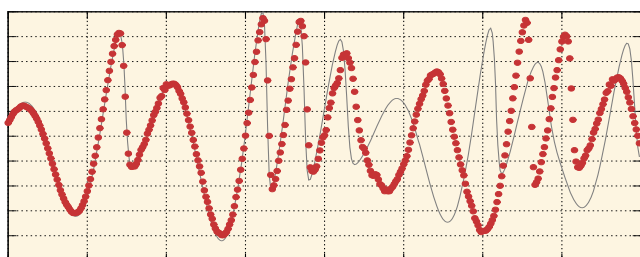
Jana Musilová



SEMINÁŘ K JUBILEU M. ČERNOHORSKÉHO

Co má společného neuronová síť, genetický kód a shluková analýza aneb netradiční způsoby analýzy dat v astronomii 95

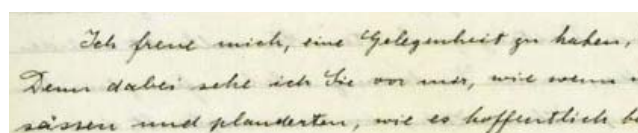
Viktor Votruba, Zdeněk Janák, Jan Benáček



SEMINÁŘ K JUBILEU M. ČERNOHORSKÉHO

Elektronové vlny a krystalové mřížky Část první – teorie 99

Michal Lenc



Pedagogicko-fyzikální aktivity profesora Černohorského, jak jsem je zblízka zažila 104

Marie Fojtíková

HISTORIE FYZIKY

Historie Lagrangeova-Laplaceova důkazu stability sluneční soustavy 107

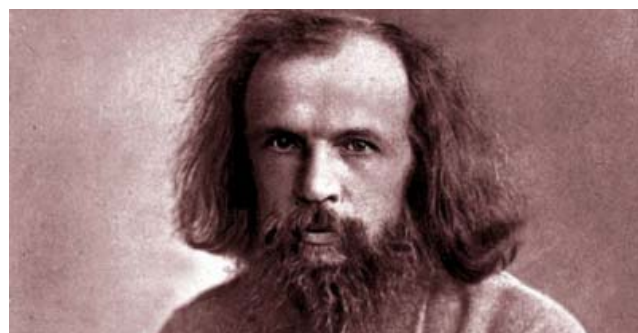
Vladimír Štefl



HISTORIE FYZIKY

Stavba atomu – od prvních spekulací k Bohrovu modelu 113

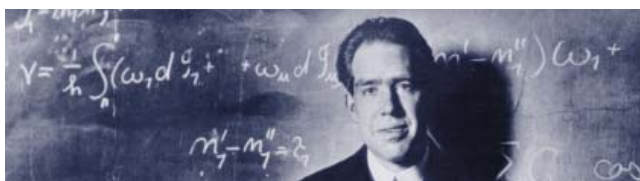
Aleš Lacina



Obrázek na obálce: Abstraktní digitální kresba na motivy srůstu krystalů
(<http://zh.otam.wikia.com>). O difrakční analýze struktury krystalů viz str. 84–94.
Menší vložený obrázek: Niels Bohr v roce 1955. Více viz str. 113–133.

HISTORIE FYZIKY

- Disertační práce Nielse Bohra
o elektronové teorii kovů** 123
Kateřina Šraitrová



- Niels Bohr, kodaňský duch
a fyzikální institut** 126
Filip Grygar

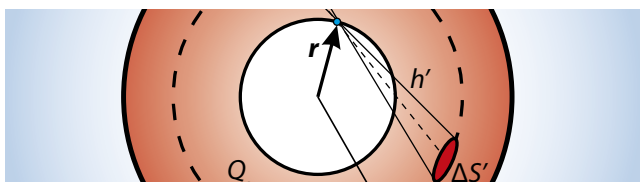
DOKUMENTY

- Fyzikální modely a živé organismy
(1961)** 132
Niels Bohr



MLÁDEŽ A FYZIKA

- Úlohy pro řešitele fyzikálních olympiád:
modely atomů před rokem 1913** 134
Martin Kapoun, Jan Kříž, Ivo Volf, Bohumil Vybíral



- Vzdělávací kurzy pro středoškolské
učitele přírodovědných oborů** 137
Monika Petržílková

MLÁDEŽ A FYZIKA

- Trojkrálové stretnutie mladých
slovenských a českých fyziků
a matematiků** 138
Jaroslav Bielečik

- FYKOS – Výběr úloh
z prvního pololetí 26. ročníku** 139
Dominika Kalasová, Karel Kolář



ZPRÁVY

- Dr. Lokajíček devadesátiletý** 142
Libor Judas, Vojtěch Kundrát

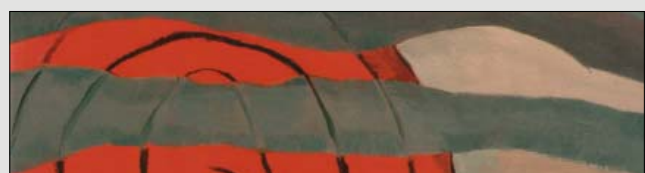
- Nedožitý devadesátiný Jaroslava
Pernegra *17. 3. 1924 †16. 6. 1988** 146
Jan Hladký

- Bohatý a pestrý život
doktora Svatopluka Krupičky** 149
Karel Závěta, Zdeněk Jiráček, Pavel Novák



RECENZE KNIH

- Andrew Zangwill:
Modern Electrodynamics** 106
Vladimír Scholtz



- Jeff Colvin, Jon Larsen:
Extreme Physics** 153
Ondřej Klimo

Martin Černohorský 90

Bedřich Velický

Katedra fyziky kondenzovaných látek, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Ke Karlovu 5, Praha 2; velicky@karlov.mff.cuni.cz

Dne 20. září 2013 se v Brně konal seminář „*Měření mřížkových parametrů, zpracování dat, a nejen to*“, který, jak uvedeno na pozvánce, byl uspořádán u příležitosti devadesátých narozenin Martina Černohorského, emeritního profesora Masarykovy univerzity. V tomto čísle našeho časopisu přinášíme texty většiny příspěvků k semináři a těchto několik slov úvodem jako osobně laděnou zprávu o jeho průběhu.

Seminář se konal v den (pátek) a hodinu (desátou ranní), které jsou obvyklé pro dlouholetý pravidelný seminář Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky, do kterého bylo i toto mírně slavnostní jednání zařazeno. Pracovní nádech celé akce byl ve shodě s životem a činy oslavence. Martin Černohorský je totiž stále kmenovým profesorem Ústavu a koná regulární přednášky pro studenty, které se těší velké oblibě. Jeho týdenní pracovní program je naplněn mnoha dalšími aktivitami, jak bude ještě řečeno, ale právě páteční dopoledne má pevně vyhrazeno pro účast na ústavním semináři.

Rozdílů proti obvyklému jednání semináře byly patrné. Především díky mimořádně velké účasti hostů, jednak oficiálních a přihlášených, jednak prostě příchozích. Mezi oficiálními hosty byli Jeho Magnificence rektor Masarykovy univerzity Mikuláš Bek, Spectabilis děkan Přírodovědecké fakulty Jaromír Leichmann, za Jednotu českých matematiků a fyziků její předseda Josef Kubát a za brněnskou pobočku JČMF Jaroslav Beránek. Ti zde zastupovali spoluorganizátory semináře. Dále přišli zástupci Slezské univerzity Jaroslav Smítal, Artur Somer a Ivan Augustin, ředitel Ústavu fyziky materiálů Akademie věd ČR Ludvík Kunz a další. Početný zástup hostů příchozích byl tvořen hlavně fyziky z brněnské komunity. Valná většina z nich se k MČ hlásí jako ke svému učiteli, vedoucímu, spolupracovníkovi, nebo prostě kolegovi a příteli. Ze „staré gardy“ bylo možno zahlédnout třeba Armina Delonga, Vladimíra Kolaříka, Jiřího Komrsku, Jaroslava Poláka, přímou z fyzikálních ústavů PŘF Otto Litzmana, Eduarda Schmidta, Jana Janču, Josefa Kuběnu, Vojtěcha Orla a další. Z Prahy přijeli Jaroslav Dittrich, Vladimír Roskovec¹. Bohužel se musel omluvit dávný spoluobojovník Libor Pátý. Velký počet mladších a mladých nemůžeme zde vyjmenovat.

Seminář zahájila Jana Musilová (s Marií Fojtíkovou byly dvěma hlavními inspirátorkami a perfekcionistařkami organizátorkami semináře). Pak byl – jistě poněkud nečekaně – přečten dopis F. A. „Tonyho“ Placzeka, který se omlouval, že nemohl z vážných důvodů podnik-



nout cestu přes oceán a účastnit se semináře.² Oficiální zdravotní se proměnily v milou a účastníky srdečně přijatou součást pořadu díky tomu, že řečníci je pojali velmi osobně a neformálně. Zejména krátké promluvy pana rektora Beka a pana děkana Leichmanna jiskřily jemným humorem a zároveň ukazovaly oslavence jako osobnost, která po desítky let byla a je nositelem toho nejlepšího z tradice Masarykovy univerzity. Písemný záznam zdravotní J. Leichmanna přinášíme na jiném místě; nemůže ovšem plně vystihnout spontánní půvab toho, co jsme vyslechli. Pak připadlo na mne, abych jako moderátor semináře pronesl malé laudatio. K osobnosti MČ toho bylo řečeno již tolik a z tolika různých pohledů [1, 2], že není snadné přidat něco neotřelého. Základní fakta ovšem zůstávají a k nim jsem mohl připojit pohledy osobnější. Zde je podstatný výťah.

Martin Černohorský – ročník 23 – patří ke generaci mladých, kteří po válce nadšeně doháněli zpoždění zaviněné válečnou nepřítelí doby, budovali základy naší obrozené moderní vědy a dovedli ji až k mezinárodní úrovni. Mezi mnoha nadšenci se záhy vynořovaly skutečné osobnosti, které dávaly naší vědě směr i vnitřní strukturu – mezi nimi velmi výrazně i Martin Černohorský. Vlastně ještě jako student začíná pracovat v oboru rentgenostrukturní analýzy a kolem něj se postupně formuje laboratoř na PŘF MU. Zároveň se zabývá reformou



1 Jiří Grygar přispěl až odpoledne na návaznou oslavu v Univerzitním klubu, zato přinesl zprávu o tom, že po Martinu Černohorském byla pojmenována planetka katalog. čís. 5628, objevená L. Kohoutkem [4].

2 Na vysvětlenou: Úsilí MČ o rehabilitaci památky E. Macha jako slavného syna Moravy je všeobecně známo. MČ ale vždy dbal na to, aby ani na další rodáky, kteří se ve světě proslavili, nebylo zapomínáno. Byl proto také vůdčím duchem při organizaci sympozia na památku G. Placzeka (*1905 Brno – †1955 Curych) v roce 2005. Toho se zúčastnil i Tony Placzek jako zástupce rodiny usídlené v USA a stal se obdivovatelem a přítelem MČ.



Mřížkové parametry a chvála nomogramů

Jana Musilová

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

Už žáci vyšších tříd základní školy vědí, co je Avogadrova konstanta. Méně se však ví, že její hodnota je v dnešní době známa s obrovskou přesností pouhých čtyř až pěti miliontin procenta [1, 2, 3]. Ještě méně je známo, že ji takto přesně lze určit fakticky přímo – z měření hustoty a rozměru základní buňky (mřížkového parametru) vhodné krystalické látky, konkrétně křemíku. Nejméně taková musí proto být přesnost měření mřížkového parametru. Pomocí současných rentgenografických metod využívajících synchrotronového záření a špičkových přístrojů jí skutečně lze nejen dosáhnout, ale ještě o dva řády překonat. Co však je zcela neuvěřitelné, je přesnost několika desetitisícin procenta, již se při měření mřížkových parametrů dosahovalo již v šedesátých letech minulého století, v době obyčejných rentgenek, záznamu na fotografický film a bez jakékoli výpočetní techniky včetně kalkulaček! Zásahu na tom mají grafické a výpočetní metody, které zdánlivě jednoduchým, ale takřka geniálně promyšleným způsobem zdokonalil tehdy doktor Martin Černohorský, který v té době vedl laboratoř v Ústavu fyziky kovů Československé akademie věd. Pomocí nich dosáhl lepší přesnosti měření mřížkových parametrů krystalických látek než přední světové laboratoře. O těchto metodách stručně pojednává předkládaný příspěvek, věnovaný prof. RNDr. Martinu Černohorskému, CSc., k jeho významnému životnímu výročí.

Jubileum profesora
Martina Černohorského

Projekt IUCr a jeho výsledky ve světě a v Československu

Přesnost při měření základních rozměrů krystalové struktury – mřížkových parametrů, již lze v současnosti dosáhnout, se může zdát až neuvěřitelná. Mřížkový parametr křemíku (hrana základní krychle jeho krystalové struktury) se dnes uvádí s přesností na deset platných míst, konkrétně $a = 5,430\,996\,240 \text{ Å}$ (viz [1, 3]). Experimentálně věrohodná hodnota střední kvadratické výchylky atomů křemíku z rovnovážné polohy při pokojové teplotě (293 K) podle [4] je $0,005\,941(21) \text{ Å}$. Takové možnosti jsou ovšem dány především dokonalým experimentálním a technickým zázemím současné doby. O to neuvěřitelnější jsou hodnoty mřížkových parametrů, například křemíku $a = 5,430\,73(3) \text{ Å}$, či alfa-modifikace oxidu hlinitého $a = 4,759\,04(5) \text{ Å}$, $c = 12,992\,12(18) \text{ Å}$, získané skupinou doktora Martina Černohorského v Ústavu vlastností kovů Československé akademie věd, udávané sice s přesností „jen“ na šest platných míst, avšak pocházející z 60. let minulého století [5].

Práce, při nichž bylo těchto výsledků dosaženo, navazovaly na projekt Mezinárodní krystalografické unie (IUCr) „Přesné určování mřížkových parametrů“ (některé výsledky projektu byly zveřejněny v práci [6]). Na projektu, probíhající v letech 1957 až 1959, se podílelo šestnáct rentgenografických laboratoří z devíti zemí. Měření byla prováděna na práškových vzorcích tří látek s krychlovou strukturou (diamantová modifikace uhlíku, křemík, wolfram) a dvou látek

šesterečných (oxid zinečnatý a oxid hlinitý). Vzorky byly laboratořím zaslány centrálně a také podmínky měření byly stejné. Projekt ukázal, že tehdy současnými metodami bylo možné měřit mřížkové parametry s přesností lepší než 0,01 %. Řádově lepší přesnosti se v jeho rámci reprodukovatelně dosáhnout nepodařilo, a tak zůstal nevyvrácen tehdejší názor, že přesnost 0,001 % ve smyslu krajní chyby je za daného stavu experimentální a interpretační metodiky nedosažitelná. Práce doktora Černohorského a jeho skupiny hranici jedné tisícin procenta překonaly. Při vyhodnocení experimentů v nich byly uplatněny kromě již užívaných extrapoláčnických metod i metody zcela nové: Černohorského originální nomogramy pro krychlové a dvouparametrové mřížky [7, 8] a zejména precizní rozpracování tzv. podílové metody, kterou v její základní podobě použila v projektu IUCr jen jedna laboratoř. Promyšlené zpracování dat, získaných v experimentálním uspořádání s obyčejnou rentgenkou a záznamem na fotografický film, v době, kdy v podstatě neefektivnější „výpočetní technikou“ byly logaritmické tabulky, umožnilo posunout rentgenografii na úroveň zase o stupínek vyšší.

Mezinárodní experimentální projekty typu IUCr, založené na zapojení evropských, resp. světových laboratoří, přinášejí nejen další zpřesnění hodnot specificky vybraných veličin, jako jsou třeba mřížkové parametry, ale přispívají i k zodpovězení otázek obecné problematiky přesnosti a správnosti. Byla-li řeč o Avogadrově konstantě, stojí nepochybně za zmínku me-



Co má společného neuronová síť, genetický kód a shluková analýza

aneb netradiční způsoby analýzy dat v astronomii

Viktor Votruba, Zdeněk Janák, Jan Benáček

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, PřF MU v Brně, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno

Technologický pokrok zejména v oblasti výpočetní techniky a robotizace dalekohledů poznamenal i způsob zpracování astronomických dat. Ke slovu se dostávají moderní metody založené na umělé inteligenci a dalších postupech. Na souboru světelných křivek proměnných hvězd vybraných z projektu OGLE je ukázán způsob jejich použití pro klasifikaci a analýzu typu proměnnosti.

Prudký nástup informačních technologií a obrovský technologický pokrok nutně poznamenal způsob vědecké práce, resp. myšlení v celé řadě odvětví, zejména však těch experimentálních. Stelární astronomie je toho jasným důkazem – od dob, kdy se snímky zajímavých hvězdných objektů pořizovaly na fotografické desky, které se pak ručně analyzovaly, jsme se dostali do doby plně robotizovaných dalekohledů vybavených CCD detektory, které denně produkují velké množství dat ukládaných na speciální datová úložiště. A nejen to – v kosmickém prostoru je umístěno mnoho speciálních astronomických družic, které pozorují bez přestávky a bez vlivu zemské atmosféry. Takové velké množství dat nelze zpracovávat klasickými metodami hvězdu po hvězdě, je třeba zvolit jiný přístup. Odlišný přístup znamená automatizovat (alespoň částečně) nejen proces zpracování dat, ale i jejich analýzu pomocí vhodných algoritmů. Tyto požadavky daly vzniknout samostatnému oboru v oblasti statistické analýzy dat – dolování znalostí z databází, označovanému v literatuře jako data mining.

V článku se zaměříme na výzkum proměnných hvězd, a to hned ze dvou důvodů. Za prvé, přehledkové databáze automatických dalekohledů, jako je OGLE [1], které jsou přístupné na internetu, obsahují miliony světelných křivek proměnných hvězd z různých částí oblohy a jsou důkazem vzrůstajícího objemu dat. Za druhé, naše česká pracovní skupina se podílí na projektu GAIA vesmírné agentury ESA v rámci konsorcia DPAC, které sdružuje 400 vědců z různých zemí. Zabýváme se vývojem metod pro automatické vyhledávání, klasifikaci a analýzu proměnných hvězd typu Be. Také se podílíme na podpůrném pozemském pozorování proměnných objektů pro družici GAIA s pomocí dánského da-



Obr. 1 Fotografie dánského 1,5metrového dalekohledu, který se nachází na pozorovacím stanovišti ESO La Silla. Dalekohled využívají v rámci spolupráce s dánskými astronomy i čeští stelární astronomové.

lekohledu (viz obr. 1), umístěného na stanovišti La Silla Evropské jižní observatoře (ESO). Dalekohled mohou čeští vědci používat v rámci česko-dánské spolupráce.

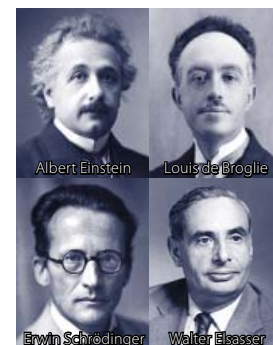
Proměnné hvězdy, jak už název napovídá, mění svoji jasnost. Tyto změny mohou být jak periodické, tak aperiodické. Podle fyzikální podstaty těchto změn je lze dále klasifikovat do jednotlivých typů, namátkou uvedme zákrytové dvojhvězdy, cefeidy, pomalu pulzující B hvězdy a podobně. Jak už bylo naznačeno výše, detekce a klasifikace nových proměnných hvězd je jedním ze základních úkolů stelárních astronomů, kteří se zabývají proměnnými hvězdami. Skupina si klade za cíl identifikovat mezi proměnnými objekty hvězdy Be, následně je roztrždit podle společných charakteristik do jednotlivých typů a detekovat náhlá vzplanutí. Na základě těch-

Jubileum profesora
Martina Černohorského



Elektronové vlny a krystalové mřížky

Část první – teorie



Michal Lenc

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

V článku uvedeme několik poznámek k začátkům Schrödingerovy vlnové mechaniky, jejíž první výsledky byly pak ověřovány experimenty s difrakcí pomalých i rychlých elektronů na krystalových mřížkách. Ponecháváme tak stranou aplikace ve spektroskopii, které možná byly pro prvotní přijetí kvantové teorie důležitější. V každém případě bylo brzké ověření de Broglieho vztahu mezi vlnovou délkou a hybností elektronu neobyčejně významné (a oceněno třemi Nobelovými cenami). Článek je věnován prof. RNDr. Martinu Černohorskému, CSc., k jeho významnému životnímu výročí.

Úvod

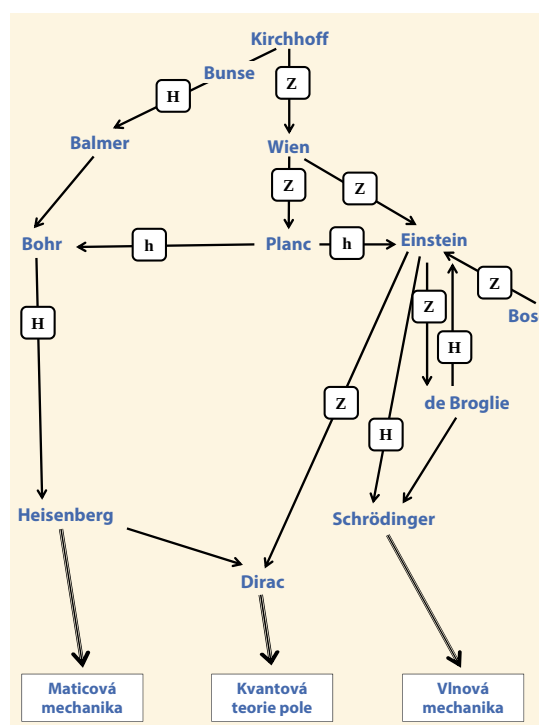
Cesta ke Schrödingerově vlnové mechanice je mimo jiné nádherným příkladem interakce několika pozoruhodných osobností. Z přehledného diagramu na obr. 1 (podle Abrahama Paisa [1]) si všimneme podrobněji jen jmen v jedné jeho části: Albert Einstein (1879–1955), Louis de Broglie (1892–1987) a Erwin Schrödinger (1887–1961). Do historie difrakce elektronů na krystalových mřížkách však zasáhli velmi výrazně také Walter Elsasser (1904–1991) a Hans Bethe (1906–2005). O prvním z nich se zmíníme hned, Bethemu se budeme věnovat ve druhé části.

Walter Elsasser

V srpnovém čísle *Die Naturwissenschaften* vyšlo krátké sdělení [2] tehdy zcela neznámého Waltera Elsassera (ovšem z hodně známého místa – II. *Physikalisches Institut, Göttingen*) s názvem *Bemerkungen zur Quantenmechanik freier Elektronen*. Ocituje dvě části článku:

„Před nějakou dobou dospěl Einstein¹ oklikou přes statistiku k jednomu fyzikálně pozoruhodnému závěru. Považoval totiž za pravděpodobnou možnost toho, že každému translačnímu pohybu hmotné částice je přiřazeno vlnové pole, které určuje kinematiku částice. Hypotéza o existenci takových vln vyslovená de Brogliem² již před Einsteinem je Einsteinovou teorií natolik silně podpořena, že je vhodné podívat se po možnostech jejího experimentálního ověření.

Dostáváme se tedy k úkolu dokázat přítomnost difrakce a interference při pohybu atomů a elektronů. Vlnovou délku, která určuje difrakční jevy, získáme podle de Broglieho³ ze vztahu



Obr. 1 Kvantová teorie – čáry vlivu (H – hmota, Z – záření, h – kvantum).

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad (1)$$

kde mv je hybnost částic.

„Také pokud jde o interferenci, existují již náznaky v experimentu Davissona a Kunsmana⁴, při kterém bylo studováno úhlové rozložení elektronů odražených na platinové destičce. Ukazuje se v něm více silných

1 A. Einstein, Berl. Akad. 1924, 22; 1925, 1.

2 L. de Broglie Thèses. Paris 1924.

3 Viz Einstein l.c.

4 Phys. Rev. 22, 243 (1923)

Jubileum profesora
Martina Černohorského



Pedagogicko-fyzikální aktivity profesora Černohorského, jak jsem je zblízka zažila

Marie Fojtíková

Kancelář České konference rektorů, Žerotínovo náměstí 9, 601 77 Brno; fojtikova@muni.cz

Zážitky z interakcí s profesorem Martinem Černohorským z doby studia

Nejen mně, ale i všem mým kolegyním a kolegům ze studia utkvěly v paměti skvělé přednášky profesora Martina Černohorského, kdy nás zasvěcoval do základů fyziky. O tom už však bylo napsáno jeho dřívějšími studenty tolik, že by bylo zbytečné opakovat se. Co však za připomenutí stojí, byly jeho konzultace. Doslova kdykoli, kdy se profesor Černohorský vyskytoval v pavilonu Fyzika, jsme mohli zaklepat na jeho dveře a mohli s ním v klidu probrat všechny fyzikální problémy, ale i nefyzikální, čehož jsme si nesmírně považovali, neboť v době našeho studia – v letech 1973 až 1978 – byl k našemu velkému štěstí i naším tzv. ročníkovým učitelem. Mnohé z nás tak uchránil nejen chabých znalostí z fyziky, ale hlavně nejruznějších životních problémů souvisejících s tehdejším socialistickým režimem, kdy se musely vykazovat různé mimouniverzitní aktivity, aby byly splněny potřebné parametry „uvědomělého socialistického studenta“, a kdy jsme si s tím často nevěděli rady.

Při těchto konzultacích jsem také poprvé v životě viděla tzv. samizdat. Objevil se na stole, kde ležely ostatní materiály fyzikální povahy, s dotazem, zda vím, co je to samizdat. Byl to ze strany profesora Černohorského riskantní počin, ale byla jsem mu za to vděčna, neboť mě to přivedlo ke spoustě zajímavých a dobrých lidí, kteří se nejen šířením, ale i domácí výrobou samizdatů, podobně jako profesor Černohorský, už tehdy intenzivně zabývali. Díky této zkušenosti jsem se později mohla zapojit nejen do distributorské a výrobní samizdatové činnosti, ale i do překladatelské, kdy jsme pod vedením profesora Černohorského překládali z angličtiny do češtiny Schrödingerovu knihu „Mind and Matter“ (M. Černohorský, M. Fojtíková, J. Komrska) a později Einsteinovu knihu „Out of my later years“ (skupina asi deseti brněnských fyziků).

Mimořádnou životní odbornou zkušeností byla účast v tzv. konzultačním cvičení z fyziky, kdy jsme jako studentky (s kolegyní Radmilou Horákovou) po absolvování prvního ročníku mohly v tomto cvičení působit jako konzultantky, i když jsme je nedávno samy absolvovaly. Dodnes se vždy zasmějeme, když se setkáváme se „svými studenty“, jenom o rok mladšími, kteří nás oslovují jako „moje stará učitelka“.

Nesmírně jsme všichni oceňovali i to, že díky profesoru Černohorskému jsme se mohli aktivně zapojit už během studia do aktivit tehdejší Jednoty československých matematiků a fyziků, a tím i do jím inspirovaných, připravovaných a realizovaných konferencí a seminářů, o nichž bude dále řeč a o nichž bylo podrobně napsáno v roce 2008 u příležitosti 85. narozenin profesora Černohorského (M. Fojtíková, J. Janás: „Pedagogicko-fyzikální konference a semináře Martina Černohorského“, Čs. čas. fyz. 58, 90 (2008)).

Odborná skupina Pedagogická fyzika fyzikální vědecké sekce JČSMF

Odborná skupina Pedagogická fyzika Fyzikální vědecké sekce Jednoty československých matematiků a fyziků, nyní České fyzikální společnosti Jednoty českých matematiků a fyziků, byla založena z iniciativy profesora Černohorského na 6. konferenci československých fyziků v Ostravě 31. srpna 1979, shodou okolností v den jeho 56. narozenin. Byl přitom hned ustaven výbor tohoto složení: M. Černohorský (Přírodovědecká fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Brně, nyní Masarykova univerzita), předseda, M. Fojtíková (Ústav přístrojové techniky ČSAV v Brně, nyní Ústav přístrojové techniky AV ČR v Brně), jednatelka, J. Obdržálek (Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze), J. Pišút (Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Komenského v Bratislavě).

K rozšíření výboru odborné skupiny došlo v roce 1983 (v nezměněném složení pracoval až do roku 1995):

- M. Černohorský, Přírodovědecká fakulta MU Brno, předseda;
- P. Dub, Fakulta strojního inženýrství VUT Brno;
- M. Fojtíková, Ústav přístrojové techniky AV ČR Brno, Kancelář ČKR Brno, jednatelka;
- J. Grygar, Fyzikální ústav AV ČR Praha;
- J. Janás, Pedagogická fakulta MU Brno;
- J. Komrska, Ústav přístrojové techniky AV ČR Brno;
- J. Obdržálek, Matematicko-fyzikální fak. UK Praha;
- B. Sedlák, Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha;
- I. Šantavý, Fakulta strojního inženýrství VUT Brno;
- J. Pišút, Matematicko-fyzikální fak. UK Bratislava;
- B. Velický, Fyzikální ústav AV ČR Praha.

Jubileum profesora
Martina Černohorského



Historie Lagrangeova-Laplaceova důkazu stability sluneční soustavy

Vladimír Štefl

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Přírodovědecká fakulta MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno

O bjasnění stability sluneční soustavy bylo jedním ze stěžejních problémů nebeské mechaniky 18. století. K jeho řešení přispěla Leonhardem Eulerem (1703–1783) vyvinutá metoda variace dráhových elementů, popsaná v závěru článku [1]. Byla autorem použita ke zkoumání otázky, zda střední pohyby planet se podrobují periodickým, či neperiodickým změnám. O deset let později došlo k dalšímu rozvoji této metody studia vycházející ze vzájemných interakcí planet a následného ovlivnění jejich středního pohybu. První analýzy provedl roku 1760 Charles Euler (1740–1790) v [2], syn Leonharda Eulera. Získal za ně cenu Pařížské akademie věd. Rovněž bratr Charlese Johann Albert Euler (1734–1800) se podílel na opracování metody, viz [3], jež dominovala při studiu planetárních poruch v 18. století. Její nejdokonalejší znění formuloval Joseph Louis Lagrange (1736–1813),



Obr. 2 Pierre Simon de Laplace (1749–1827).



Obr. 1 Joseph Louis Lagrange (1736–1813).

viz obr. 1, ve II. vydání Analytické mechaniky [4], jak bude dále rozvedeno.

Původní Eulerův postup převzal Pierre Simon de Laplace (1749–1827), viz obr. 2, který vyjádřil pohyb planet prostřednictvím diferenciálních rovnic a pokusil se určit změny dráhových elementů. V [5] zdůraznil význam sekulárních poruch pro tvorbu planetární teorie, přičemž pozornost věnoval přesnosti výpočtů. Konstatoval nesoulad dřívějších výsledků dosažených Eulerem a Lagrangem u výkladu nerovností Jupiteru a Saturnu. Proto provedl vlastní výpočet za použití aproximací vyšších řádů. Dospěl k závěru, že střední pohyby obou planet jsou imunní vůči dlouhodobým změnám. Poslední část citovaného spisu [5] se zabývá odvozením sekulárních nerovností dráhových elementů planet. Dnes chápeme sekulární nerovnosti jako neperiodické, narůstající s časem. Význam tohoto termi-

Stavba atomu – od prvních spekulací k Bohrovu modelu

Aleš Lacina

Ústav fyzikální elektroniky, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno; lacina@physics.muni.cz

V tomto příspěvku je souborně zpracován historický vývoj představ o struktuře atomu s důrazem na devatenácté a začátek dvacátého století. Výklad dovedeme až k formulaci Bohrova modelu atomu v roce 1912, o němž již bylo v české a slovenské fyzikální literatuře podrobně pojednáno jinde.

Antická atomistická představa byla po několika dřívějších dočasných oživeních znovu vzkříšena – tentokrát už natrvalo – počátkem devatenáctého století [1]. Duchovní otec novodobého atomismu John Dalton (1766–1844) jej založil na předpokladu, že základními stavebními částicemi látky jsou nezníitelné, nestvořitelné (a tedy rovněž nedělitelné) atomy prvků. Chemickou syntézu interpretoval jako spojování těchto elementárních jednotek na „složené (dvojné, trojné, ..., vícenásobné) atomy“ sloučenin; z nich naopak mohly být jednoduché atomy prvků – opět však jen jako celky – zase uvolňovány. Všechny atomy téže chemické látky Dalton považoval za zcela identické, zatímco atomy různých látek za odlišné. Rozdílnost vlastností nestejných atomů přitom chápal jako danost, jejímiž hlubšími příčinami se nezabýval. Na těchto ideových základech se mu podařilo teoreticky zdůvodnit některé dříve empiricky nalezené zákonitosti (zachování hmoty – Lavoisier 1789, stálé poměry slučovací – Proust 1799) a – originální analýzou experimentálně zjištěných hmotnostních zlomků těchto prvků v různých sloučeninách [2] – zformulovat vlastní zákon násobných poměrů slučovacích (1802). Ten se mu pak stal východiskem pro určování relativní atomové váhy (dnes bychom řekli hmotnosti) tehdy známých prvků, kterou zavedl jako vůbec první – a na dlouhou dobu jedinou – kvantitativní charakteristiku atomů [3].

Toto dnes naprosto samozřejmě působící pojetí znamenalo zásadní změnu v nazírání na strukturu látek. Atom, na nějž se doposud pohlíželo – pokud se o něm ovšem vůbec uvažovalo – jako na abstraktní, často spíše spekulativní pojem, se v jeho rámci stal reálným objektem majícím konkrétní, kvantifikovatelné fyzikální a chemické vlastnosti. Vítanou konkretizací a logické projasnění atomistické koncepce však zpočátku komplikovala řada nesnází, které bránily většímu rozšíření nových myšlenek. Jednou z hlavních příčin jejich nedostatečné přesvědčivosti byla chybějící spolehlivá informace o počtech atomů jednotlivých prvků v „atomech sloučenin“. Dalton, vnitřně přesvědčený o principiální jednoduchosti přírody, tento problém zpravidla obcházel hlouběji nezdůvodněnou volbou nejjednodu-



John Dalton



Amedeo Avogadro

ší možnosti. (Tak například „atom vody“ považoval za dvojný, tj. sestávající z jednoho atomu vodíku a jednoho atomu kyslíku.) V důsledku toho byly některé z jeho závěrů nejen nesprávné, ale dokonce i vzájemně rozporné. Druhým zdrojem obtíží pak byl sám výchozí předpoklad o jednoatomové struktuře prvků vedoucí k výsledkům neslučitelným s některými experimenty, na základě nichž Joseph-Louis Gay-Lussac (1778–1850) vyslovil roku 1808 zákon jednoduchých objemových poměrů slučovacích pro plyny. Tento nesoulad odstranil již roku 1811 Amedeo Avogadro (1776–1856) vyslovením domněnky, že základními částicemi všech látek (a to i prvků) nejsou nedělitelné atomy, ale částice z atomů složené – totiž molekuly – a že stejné objemy plynů obsahují (za stejného tlaku a teploty) stejné počty těchto molekul. Dalton však Gay-Lussacovy experimenty zpochybnil a jejich Avogadrův výklad odmítl. Tím nejen přispěl k tomu, že Avogadrovo vylepšení jeho vlastní teorie upadlo na téměř padesát let v zapomnutí, ale zároveň tím také výrazně oddálil její širší přijetí. K němu rozhodujícím způsobem napomohl Stanislao Cannizzaro (1826–1910), který roku 1858 ukázal, že na základě Gay-Lussacova zákona a Avogadrovy

Disertační práce Nielse Bohra o elektronové teorii kovů

Kateřina Šraitrová

Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice, Studentská 573, 532 10 Pardubice

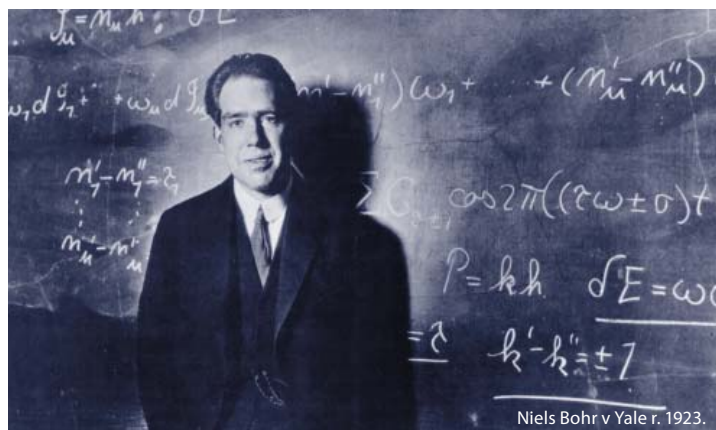
Článek se zabývá disertační prací Nielse Bohra, kterou obhájil roku 1911. V první části je nastíněn vývoj Bohrovy disertační práce a jeho snahy práci přeložit do angličtiny. Dále Bohrův pobyt v Cambridge u J. J. Thomsona a důvody, proč se nakonec rozhodl strávit zbytek svého zahraničního studijního pobytu v Manchesteru u E. Rutherforda. Druhá část příspěvku shrnuje historii vývoje elektronové teorie kovů. Nakonec jsou uvedeny závěry, ke kterým Bohr došel a ze kterých můžeme vyzdvihnout ten, že klasická mechanika je pro objekty na atomární úrovni nedostatečná.

Problematikou elektronové teorie kovů se Niels Henrik David Bohr začal zabývat již v absolventské práci pro získání titulu M.Sc. (Master of Science). Součástí zkoušek bylo sepsání práce na zadané téma a na její vypracování měli studenti přesně šest týdnů. Bohr byl potěšen, když mu profesor Christian Christensen zadal: „Referuj o použití elektronové teorie k vysvětlení fyzikálních vlastností kovů.“ [1, s. 94] Během sepsování práce se Bohr do tématu opravdu ponořil, prostudoval řadu publikací zabývajících se touto problematikou a také v nich našel chyby. Téma jej zaujalo natolik, že se v něm rozhodl pokračovat i ve své disertační práci.

Svou disertační práci *Studie o elektronové teorii kovů* (Studier over metallernes elektrontheori) obhájil Niels Bohr dne 13. května roku 1911 na Kodaňské univerzitě. Jednalo se o čistě teoretickou práci, která představovala více než dva roky soustředěného úsilí. Z každé stránky na nás dýchá autorova pečlivost a erudovanost. To je také důvod, proč Bohrovi oponenti měli při obhajobě jen velmi málo otázek, takže obhajoba skončila již za devadesát minut, i když mohla trvat až šest hodin [2, s. 213–214].

Nicméně obhajobou pro získání titulu „doktora filosofie“ (Dr. Phil.) práce nekončila. Bohr vlastnil vydání se spoustou čistých stran, na které zaznamenával stále další a další revize textu. Neustále přepisoval věty a odstavce. Některé dodal, jiné naopak smazal. Těmto úpravám se věnoval především během léta roku 1911, kdy s pomocí svého přítele Carla Christiana Lautrupa připravoval překlad práce do angličtiny. V září téhož roku měl odcestovat na studia do Cambridge a svoji práci chtěl předložit Josephu Johnu Thomsonovi, objeviteli elektronu a autorovi tzv. Thomsonova modelu atomu, který se problematikou elektronové teorie kovů také zabýval. Překlad byl ovšem i přes usilovné snahy obou překladatelů jazykově velmi nedokonalý [1, s. 293].

Vzhledem k tomu, že se práci nepodařilo vydat v angličtině, a to ani za pobytu v Cambridge či Manchesteru, došlo k situaci, kterou shrnuje Jeans Rud Nielsen slovy: „Tak je jeho důležitý výsledek, který můžeme najít



už v jeho absolventské práci, že klasická statistická fyzika nemůže vysvětlit magnetické vlastnosti látek, často připisován slečně van Leeuwen, která ho nezávisle objevila o nějakých deset let později.“ [1, s. 93]

Pobyt v Cambridge

Po příjezdu do Cambridge Thomson Bohra zdvořile přijal a přislíbil mu, že si jeho práci přečte. Bohr byl nadšen. V dopise ze dne 29. září 1911 bratru Haraldovi napsal: „Právě jsem mluvil s J. J. Thomsonem a vysvětlil jsem mu, jak nejlépe jsem mohl, můj pohled na radiaci, magnetismus atd. Můžeš si představit, co pro mě znamenalo mluvit s takovýmto mužem. Byl ke mně velmi laskav, mluvili jsme o spoustě věcí a snad si myslel, že na tom, co jsem řekl, něco je. Slíbil mi, že si přečte moji disertaci a pozval mě, abych s ním příští neděli povečeřel v Trinity College, kde se mnou o práci promluví. [...] Nemohu Ti říci, jak jsem šťastný a vděčný, že je překlad mé disertace hotov a mohl jsem jej předat Thomsonovi.“ [3, s. 27] Bohr měl ale pravděpodobně od Thomsonova zájmu o jeho disertaci moc velká očekávání a později nebyl schopen přimět profesora promluvit si o jiných věcech než o byrokratických formalitách [3, s. 29].

Bohr neustával v překladu disertace ani v Cambridge, kde našel pomocníky: „Strávil jsem nádherný večer,

Niels Bohr, kodaňský duch a fyzikální institut



Filip Grygar

Fakulta filozofická, Univerzita Pardubice, Studentská 84, 532 10 Pardubice; Filip.Grygar@upce.cz

Nikdy jsem se nesetkal s někým, jako jsi ty, s někým, kdo pronikl k jádru všeho, a současně měl tolik vůle to vše dotáhnout až do samého konce, a kdo by byl navíc tak zaujatý životem z hlediska celku. (Christian Christiansen, fyzik a Bohrův učitel)

Bohr známý i neznámý^{1,2}

Ze školní výuky známe jméno Nielse Henrika Davida Bohra (1885–1962) především díky jeho modelu atomu vodíku z roku 1913, který musel být později v mnohém vylepšen. Ovšem jaké motivace jej vedly k tomu, že zavedl do klasických předpokladů vysvětlujících atomární dění něco, co je s těmito předpoklady buď neslučitelné, anebo nové, jako je Planckova konstanta či kvantování energie elektronů a Balmerův-Rydbergův vztah pro vysvětlení čárových spekter? Co znamenal Bohrův počín z hlediska filosofie a metodologie vědy? O tom se už neučí ani na vysokých školách.

Bohrovi pozici zčásti vyjadřuje například matematický fyzik Carl W. Oseen (1879–1944), který po zveřejnění poslední části slavné trilogie *O konstituci atomů a molekul* v roce 1913 Bohrovi s poklonou napsal: „*Stále žasnu nad krásou jednoho z tvých závěrů. Tím je spojení mezi h [Planckova konstanta – pozn. autora] a Balmerovou-Rydbergovu konstantou. V tomto bodě jsi zašel za rámec hypotéz a teorií, tak daleko, jak jen člověk může nahlédnout, až do oblasti pravdy samé. Výše nemůže žádný teoretik dosáhnout.*“³ Nebo fyzik James Franck (1882–1964) později o Bohrově převratném příspěvku uvádí: „*O padesát let později se může mnoha lidem zdát, že koncept diskretních kvantových stavů pro atomární elektronový systém byl zřejmý. Mohli bychom se totiž domnívat, že kdyby Bohr tuto představu nezavedl, přišel by s ní krátce poté někdo jiný. Tento názor je však absolutně chybný.*“⁴

České odborné veřejnosti je Bohr znám také prostřednictvím principu (argumentu) korespondence či modelu složeného jádra a rozvinutím dosud staticky pojímaného kapkového modelu jádra, na který přišel George Gamow (1904–1968). Zřejmě nejvýrazněji Bohr figuruje v povědomí zainteresované veřejnosti jako hlavní propagátor tzv. kodaňské interpretace kvantové teorie z roku 1927, v rámci níž představil princip kom-

plementarity. Problém ovšem je, že termín *kodaňská interpretace* se objevuje až v textech jeho žáka a přítele Wernera Heisenberga (1901–1976) v padesátých letech 20. století, a z hlediska toho, co je obsahem této interpretace, je vše ještě problematičtější.

Stručně řečeno, Heisenbergova (a nejen jeho) představa kodaňského výkladu, který se traduje v učebnicích řadu desetiletí, není jednak nikde jeho tvůrci zevrubně stanovený, a rovněž se nekryje s Bohrovou filosofií kvantové teorie nebo obecně s jeho filosofií vědy. Představené výsledky kvantové teorie (například relace neurčitosti, maticová a vlnová mechanika), jež Bohr shrnul a přednesl v září roku 1927 na konferenci v Como, nebyly uváděny paralelně s jeho tzv. principem komplementarity, nýbrž naopak jím představený argument komplementarity vytvořil dosaženým fyzikálním výsledkům filosofický či epistemologický rámec. Mimo jiné proto není idea komplementarity principem, není jednoduše zaměnitelná ani za dualitu vlny a částice, není odvozena z Heisenbergových relací neurčitosti atd. Komplementární rámec, jenž umožňuje rovnocenné doplňování neslučitelných modelů, pojmů, popisů, fenoménů nebo výsledků výlučných experimentálních uspořádání je mnohem zajímavější a propracovanější, než se uvádí v různých kompendiích (v některých se ani pojem komplementarity vůbec nevyskytuje).

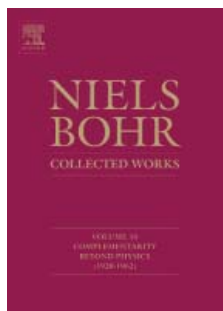
Bohrova filosofie vědy například nevyžaduje redukci vlnové funkce či kolaps vlnového balíku, který Heisenberg zavedl jako standardní rys kvantové teorie v chicagských přednáškách v roce 1929. Už Wolfgang Pauli (1900–1958) o Heisenbergově verzi redukce, již publikoval ve slavném článku o relacích neurčitosti (původně především relacích nepřesnosti) na jaře v roce 1927, napsal v dopise Bohrovi, že je to poněkud mystická záležitost. Bohr také nedával jednostranný nebo přílišný důraz na subjektivitu pozorovatele v procesech měření. Toto jsou kromě jiného případy, jež byly a jsou často kritizovány a ztotožňovány s Bohrem, který byl z těchto tradovaných záměn rozmrzelý. Jeho přístup ke kvantové teorii totiž pracoval s epistemologickým rámcem komplementarity a svébytnou koncepcí fenoménu. Prostřednictvím nich přistupoval například k problému měření či pozorování, k tomu, co se nám v experimentech ukazuje, jak a díky čemu se nám to ukazuje.

1 Příspěvek vznikl za podpory grantového projektu GA ČR P401/12/P280.

2 Abych článek nezahltl poznámkovým aparátem s odkazy na literaturu či jiné zdroje, budu v textu vycházet ze své připravované knihy (*Niels Bohr – jeho život, fyzika, filosofie a biologie*), která vyjde v tomto roce. Poznámky budu používat výhradně u citací.

3 Viz [1], s. 552.

4 Viz [2], s. 16.



Fyzikální modely a živé organismy (1961)

Niels Bohr

Příspěvek *Fyzikální modely a živé organismy*¹ (*Physical Models and Living Organisms*) byl přeložen z Bohrových sebraných spisů: David Favrholdt (Ed.), Finn Aaserud (General Ed.): *Niels Bohr, Collected Works – Volume 10, Complementarity Beyond Physics (1928–1962)*. Amsterdam – Oxford – New York: Elsevier 1999, s. 134–137. Editoři přetiskli původní anglické vydání příspěvku ze symposia na téma *Světlo a život* z roku 1961 (*A Symposium on Light and Life*. Eds. W. D. McElroy, B. Glass, McCollum-Pratt Institute of the Johns Hopkins University, The Johns Hopkins Press, Baltimore 1961, s. 1–3). Příspěvek je rozšířením Bohrova článku *Kvantová fyzika a biologie* z roku 1960. Některé odstavce nebo části příspěvku jsou proto podobné s tímto článkem, či jsou s ním dokonce totožné. (Niels Bohr: „Quantum physics and biology“, in: *Niels Bohr, Collected Works – Volume 10, Complementarity Beyond Physics (1928–1962)*. Ed. D. Favrholdt, Gen. Ed. F. Aaserud, Amsterdam – Oxford – New York: Elsevier 1999, s. 125–132.)

PŘEDMLUVA SBORNÍKU

Symposium na téma „Světlo a život“ se konalo na Univerzitě Johna Hopkinse za podpory McCollum-Prattova ústavu 28.–31. března 1960. Tento sborník obsahuje příspěvky i neformální diskuse přednesené během symposia.

Při plánování této akce jsme se stejně jako u těch minulých pokusili seznat vědce z mnoha různých disciplín. Omezení časem i rozsahem publikace jsme bohužel museli upustit od řady zajímavých fotobiologických problémů.

Rád bych poděkoval za aktivní účast při přípravě členům McCollum-Prattova ústavu a katedry biologie. Mnoho řečníků z programu konference pomohlo při navrhování oblastí nebo specifických témat k diskusi. Srdečné poděkování za cenné příspěvky rovněž patří následujícím moderátorům: Dr. Albertu Szent-Györgyiemu, Dr. Jamesi Franckovi, Dr. Williamu Arnoldovi, Dr. C. B. van Nielovi a Dr. H. K. Hartlinemu.

Účast skromného počtu zahraničních badatelů na sympoziu byla umožněna díky velkorysé pomoci *National Science Foundation*. Nedostačující prostředky bohužel nedovolily pozvat větší počet účastníků ze vzdálených distancí.

Doufáme však, že publikovaná kniha bude hodnotná pro všechny badatele, kteří se zajímají o fotobiologické procesy.

W. D. McElroy,

ředitel McCollum-Prattova ústavu

¹ Překlad článku *Fyzikální modely a živé organismy* bude rovněž publikován v připravované knize Filipa Grygara *Niels Bohr – jeho život, fyzika, filosofie a biologie*. Pavel Mervart, Červený Kostelec 2014.

Diskuse o postavení živých organismů v obecném popisu fyzikálních fenoménů prošla během vývoje vědy četnými stadii. Zjevné obtíže plynoucí ze srovnávání organismů s jednoduchými stroji hluboce ovlivnily antikvu v jejím postoji k mechanickým problémům, a dokonce ji přivedly k přisuzování vitálních vlastností veškeré hmotě. Problém postoupil do další fáze s nástupem renesance, která – podnícena velkými anatomickými a fyziologickými objevy – tyto názory zavrhl a s pomocí principů klasické mechaniky.

Nedávný technologický pokrok, především rozvoj automatického řízení průmyslových podniků a výpočetních zařízení, vyvolal opětovně diskusi o možnostech sestavit mechanické a elektrické modely s vlastnostmi, které by byly podobné chování živých organismů – a do jaké míry. Zajisté by bylo možné navrhnout modely, jež by dokázaly reagovat jakýmkoli předepsaným způsobem, včetně vlastní reprodukce, za předpokladu dostatečného přístupu k materiálním a energetickým zdrojům. Bez ohledu na tato lákavá srovnávání je třeba si uvědomit, že jsme ve zkoumání modelů takového struktury a funkcí na hony vzdáleni situaci, ve které se nacházíme při zkoumání živých organismů – zde je našim úkolem postupně odhalit jejich strukturu a možnosti.

V této otázce je nezbytné si od samého počátku uvědomit, že ve vztahu k organickému životu máme co do činění s rozsáhlejšími zdroji přírody než při konstrukci strojů. Při konstruování strojů můžeme rozhodně zanedbat atomovou stavbu hmoty a omezit se na popis mechanických nebo elektrických vlastností používaných materiálů a na aplikaci jednoduchých zákonů, které regulují interakce mezi jednotlivými částmi strojů. Z biologického výzkumu je však evidentní, že fundamentální charakteristika živých organismů, především v geneti-

Úlohy pro řešitele fyzikálních olympiád: modely atomů před rokem 1913

Martin Kapoun, Jan Kříž, Ivo Volf, Bohumil Vybíral

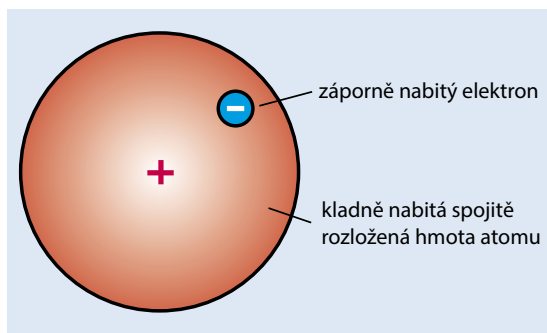
Ústřední komise Fyzikální olympiády, Univerzita Hradec Králové, Rokitsanského 62, 500 03 Hradec Králové

V již tradičním příspěvku věnovanému úlohám z fyzikálních olympiád se tentokrát zaměříme na předbohrovské modely atomu. První úloha je zaměřena na Thomsonův „pudinkový“ model atomu a druhá pojednává o Rutherfordově planetárním modelu.

Bohrovu modelu atomu jsme se věnovali již v příspěvku [1], ale už tam jsme uvedli i úlohy na jiné modely atomu. Tento příspěvek je věnován modelům atomu předbohrovským, tedy před rokem 1913. Jak ukazují úlohy níže, i velmi jednoduchý pudinkový model vede k některým zajímavým výsledkům, které nejsou příliš odlišné od reality dnešního poznání. Planetární model tyto výsledky ještě zpřesňuje, na druhou stranu níže uvedená úloha jasně ilustruje největší chybu tohoto modelu – nestabilitu atomu. Obě úlohy jsou převzaty ze studijního textu Fyzikální olympiády [2], ve kterém čtenář nalezne i další velmi zajímavé úlohy.

Thomsonův model atomu

Rokem 1897 je datován objev elektronu. Nebyl to objev v pravém slova smyslu. Experimenty 2. poloviny 19. století nashromáždily dostatek pozorování nabitých částic, které opouštějí povrchy různých kovů při „namáhání“, tj. při ozáření, v silném elektrickém poli, při zhavení, bombardování ionty s dostatečnou energií apod. Thomson všechny tyto pokusy zopakoval a pokaždé měřil parametry částic, jež opouštěly povrch kovu. Objev spočíval v tom, že tyto parametry byly pokaždé stejné – na světě byla „elementární částice“, nazvaná G. J. Stoneyem *elektron* [3].



Obr. 1 Thomsonův model atomu vodíku.



Věren staré představě tuhých drobných částíček, navrhl Thomson roku 1898 jednoduchý, tzv. pudinkový model atomu coby kouli kladně elektricky nabitě hmoty, uvnitř níž se jakoby rozinky v anglickém pudinku pohybují elektrony (obr. 1).

Kladný náboj byl v objemu koule rozložen rovnoměrně. Navenek byl model atomu elektricky neutrální. Tento atom nyní prozkoumáme kvantitativně.

- Určete práci W_1 potřebnou na přenesení elektronu ze středu vodíkového atomu na jeho povrch.
- Určete práci W_2 potřebnou na přenesení elektronu z povrchu vodíkového atomu do nekonečna.
- Ionizační práce pro výstup elektronu z atomu vodíku byla změřena jako $W_i = 13,6$ eV. Odvoďte z předchozích výpočtů poloměr R koule, tj. velikost Thomsonova vodíkového atomu.

Řešení

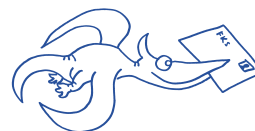
- Nechť v Thomsonově modelu je vodíkový atom kouli o poloměru R , náboj elektronu je $-e$, náboj klad-

FYKOS – Výběr úloh z prvního pololetí 26. ročníku

Dominika Kalasová¹, Karel Kolář²

¹ Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, organizátorka FYKOSu

² Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze, zástupce hlavního organizátora FYKOSu



FYKOS [1] je zkratkou pro Fyzikální korespondenční seminář pořádaný převážně studenty MFF UK. Je to celoroční soutěž určená pro středoškoláky, kteří se zajímají o fyziku a příbuzné obory. Během roku řeší několik sérií úloh různého druhu, které v článku představujeme na konkrétních ukázkách příkladů.

Úvodní informace o FYKOSu

FYKOS je organizován Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy (dále MFF UK) v rámci oddělení pro vnější vztahy a propagaci pod záštitou Ústavu teoretické fyziky MFF UK. Primární činností semináře je celoroční soutěž pro středoškoláky, která probíhá v této chvíli již ve svém 27. ročníku. Je určena hlavně pro řešitele z České a Slovenské republiky, ale zadání jsou dostupná i v angličtině a zapojit se mohou také zahraniční řešitelé. Organizátoři FYKOSu připravují i další soutěže a akce. Největšími z nich jsou týmové FYKOSí Fyziklání [2], které probíhá v Praze, a jeho internetová obdoba Fyziklání online [3].

Korespondenční soutěž FYKOS

Dále se v článku budeme věnovat pouze celoroční soutěži FYKOS pro středoškoláky. Během roku je zveřejněno šest sérií na stránkách soutěže [4], z nichž každá obsahuje 8 úloh. Studenti mají přibližně měsíc a půl na jejich vyřešení. Řešení úloh potom zašlou poštou nebo přes web FYKOSu organizátorům, kteří je opraví, okomentují, obodují a pošlou řešitelům zpět. Vzorová řešení úloh se objeví na webu, stejně jako žebříček s body, který ukazuje, jak si kdo vede. Nejlepší řešitelé jsou pozváni na jarní nebo podzimní soustředění – týden v nějakém pěkném koutě České republiky, kde stráví čas u přednášek a experimentů a třeba se podívají na exkurzi do elektrárny nebo na nějaké podobně zajímavé místo. V nepo-

slední řadě na nich zažijí spoustu denních i nočních her, při kterých se poznají s organizátory i mezi sebou, a také si rozvinou tzv. soft skills, jako například komunikační dovednosti a spolupráci v týmu.

Příklady v každé sérii jsou několika typů, v článku dále najdete od každého vybraný zajímavý příklad spolu se zkráceným vzorovým řešením.

Rozcvičkové úlohy

První dvě úlohy jsou tzv. rozcvičkové – jednodušší a kratší na vyřešení. Příkladem může být úloha z druhé série „*odhal svoje vnitřnosti* – *Odhadni počet elektronů ve svém těle*“ [5]. Správných způsobů řešení bylo více, vybíráme tento: najdeme si, z jakých prvků a v jakém množství se skládá lidské tělo. V periodické tabulce prvků najdeme, kolik mají jednotlivé prvky nukleonů (zvlášť si všimáme, jaký je poměr protonů a nukleonů). Počet protonů v těle je skoro stejný jako počet elektronů a hmotnost elektronu vůči protonu zanedbáme – je asi 2 000krát menší. Najdeme si ještě hmotnost protonu a neutronu, v našem odhadu můžeme jejich rozdíl též zanedbat. Váží-li průměrný řešitel 60 kg, pak užitím odhadu výše zjistíme, že počet protonů je asi $2 \cdot 10^{38}$, což je totéž jako počet elektronů, protože náboj těla je velmi malý.

Mezi došlými řešeními se objevilo více správných postupů. Častou chybou bylo opomenutí toho, že vodík nemá neutron, ale pouze proton, či špatný postup při tvorbě odhadu – je třeba rozumně zanedbat málo zastoupené prvky a nevypisovat příliš mnoho platných čísel.

„Normální“ úlohy

Další tři úlohy jsou „normální“ – obtížnost je vyšší než u předchozích, ale taková, aby je šikovný středoškolák mohl zvládnout. Spíše jednodušší ukázkou může být úloha „*Poledníková* – *Nechť jsou podél poledníků a rovnoběžek nataženy dráty, které jsou v místech křížení spojené. Jaký naměříme odpor mezi body sítě, které odpovídají zemským pólům, pokud víte, že odpor jednoho metru drátu je ρ ? Poledníky i rovnoběžky uvažujte po 15°. Bonus: Jaký je odpor mezi dvěma uzly sítě, které leží na rovníku a naproti sobě?*“ [5]

Při řešení této úlohy využijeme toho, že neteče-li rezistorem žádný proud, chování obvodu nezáleží na jeho



Logo FYKOSu



Soustředění FYKOSu, Heřmanice v Podještědí, 2013.

Dr. Lokajíček devadesátiletý

Libor Judas¹, Vojtěch Kundrát²

¹ Státní ústav radiační ochrany, v. v. i., Bartoškova 1450/28, 140 00 Praha 4-Nusle

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

20. srpna 2013 oslavil RNDr. Miloš Lokajíček, DrSc., vědecký pracovník Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i., v rodinném kruhu devadesát let. Jeho dosavadní osobní i odborný život je bohatý na události, které nejsou známe především mladší generaci. Proto bychom se rádi trochu podrobněji o nich zmínili.

Dr. Lokajíček se narodil 20. srpna 1923 ve Starém Plzenci u Plzně, kde také navštěvoval základní školu. Pak studoval na klasickém gymnáziu v Plzni. Tam vynikal jako student v matematice: v matematické soutěži pořádané časopisem *Rozhledy matematicko-přírodovědecké* (šlo o předchůdce současných matematických a fyzikálních olympiád) získal první místo. Na tomto gymnáziu také maturoval; a protože to bylo za druhé světové války, kdy byly vysoké školy zavřeny, tak ještě pokračoval ve studiu na elektrotechnické průmyslovce v Plzni. A tam maturoval podruhé.

Okamžitě po válce se přihlásil na Přírodovědeckou fakultu Karlovy univerzity. Studium fyziky a matematiky dokončil v r. 1948 a hodnost RNDr. získal v r. 1950. V letech 1949–50 pracoval v Radiologickém ústavu Ministerstva zdravotnictví (kde byl dříve ředitelem prof. Běhounek) a ve Vinohradské nemocnici, kde – prakticky jako první v celé východní Evropě – začal uvádět do chodu nové přesné ozařovací techniky v léčbě nádorových onemocnění. V této činnosti pokračoval pak jako externí pracovník Onkologické kliniky Karlovy univerzity u prof. Staška i v dalším období, kdy se mu podařilo dostat se na aspiranturu do Ústavu teoretické fyziky na Přírodovědecké fakultě UK. Zde dosáhl prvního vědeckého úspěchu, když v r. 1952 společně s prof. Votrubou jako první navrhli postup, jak systematicky popisovat nově objevené elementární částice. Jmenovitě použitím izotopického spinu, který v jaderné fyzice zavedl W. Heisenberg. Rozšířili jeho postup na popis všech tehdy známých částic. Své výsledky publikovali ve *Phys. Rev.* **86**, 260 (1952) a v *Czech. J. Phys.* **2**, 1 a 13 (1953). Jak se později ukázalo, tyto práce přesně zapadaly do nosného směru použití teorie grup v teorii symetrií elementárních částic.

Jeho život byl však rozhodným způsobem ovlivněn komunistickým režimem, když byl v únoru 1954 uvězněn. Dr. Lokajíček nebyl v oblíbě u politického vedení již během studia na Přírodovědecké fakultě UK. K tomu také přispělo i to, že ve Vinohradské nemocnici odmítl na veřejném zasedání souhlasit s rozsudkem smrti dr. M. Horákové. Tím na sebe upoutal pozornost a následky na sebe nedaly dlouho čekat. Jakožto zcela nevinný byl odsouzen na sedm let do vězení.

Po založení mezinárodního SÚJV Dubna v roce 1956 se prof. Votruba stal zástupcem jeho generálního



Z nedávné návštěvy u přátel.

ředitele. Tam jakožto nejvýše postavený reprezentant československé fyziky provázal r. 1957 československou delegaci vedenou tehdejším prezidentem A. Zápotockým. Když se na konci návštěvy prezident Zápotocký zeptal, co by mohl on jakožto prezident udělat pro československou fyziku, dostal odpověď s žádostí, aby zařídil propuštění jeho nejbližšího spolupracovníka z vězení. Okolostojící českoslovenští fyzikové pak říkali, že měli dojem, jakoby prof. Votruba po celou dobu prezidentovy návštěvy čekal na chvíli, kdy ho bude moci o to požádat. Po nějaké době cestou milosti dr. Lokajíčka pustili domů. Prof. Kvasnica v článku „Scházíte nám pane profesore“ ve *Vesmíru* r. 1992 cituje výrok prof. Votruby k tomuto rozhodnutí: „*Ohledy na prokurátora mu (Zápotockému – pozn. red.) nedovolují naříditi revizi rozsudku, avšak to, že sedí nevinný člověk, mu nevaří.*“ Dodejme jen, že dr. Lokajíček byl po r. 1989 plně rehabilitován.

Vztah mezi prof. Votrubou a dr. Lokajíčkem nejlépe charakterizuje příhoda, která se stala na Karlově na chodbě před posluchárnou M2 na zvláštním semináři mnohem později u příležitosti Votrubových šede-



Obr. 1 Jaroslav Pernegr přednáší.

Nedožitě devadesátiny Jaroslava Pernegra

*17. 3. 1924 †16. 6. 1988

Jan Hladký

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

Začnu jako všichni jeho předcházející životopisci:
Jaroslav Pernegr byl významnou osobností československé fyziky.

Narodil se v Českých Budějovicích 17. 3. 1924 a měl tři sourozence. Obecnou školu a reálné gymnázium (čtyři roky) navštěvoval v Čáslavi. Jeho rodina se pak přemístila do Strunkovic nad Blanicí na Prachaticku, kde bylo její původní sídlo, na statek k jeho strýci. Proto mladý J. Pernegr přestoupil na klasické gymnázium v Písku, kde maturoval s vynikajícím prospěchem 3. 6. 1943.

Jaroslav pocházel z tradiční katolické rodiny, která víru praktikovala. Navštěvovali krásný gotický kostel v Prachaticích. Jeho strýc ThDr. F. Pernegr byl liberálním knězem a mj. členem sdružení usilujícího ve Vatikánu o rehabilitaci mistra Jana Husa. Později se stal děkanem v Písku. Měl na Jaroslava velký vliv nejen nábožensko-filozofický, ale rovněž všeobecně kulturní, zejména v době jeho gymnaziálních studií, kdy u něj v Písku na faře bydlel. V tomto prostředí se seznámil s řadou vynikajících osobností nejen z oblasti religiózně-filozofické, ale i kulturní a vědecké, z nichž mnozí patřili k národní elitě. Toto ovzduší, vysoce intelektuální, ho celoživotně ovlivnilo tak, že vždy získanou úroveň udržoval a ovlivňoval tím pozitivně i své okolí. Projevovalo se to i při výběru studentů a většiny spolupracovníků.

Vysoké školy byly za protektorátu uzavřeny, a proto zůstal pracovat na statku u svého strýce jako dělník až do června 1945. Ihned poté nastoupil na Přírodovědeckou fakultu UK v Praze, kterou zakončil v roce 1950 s diplomem RNDr. Jeho závěrečná práce byla věnována studiu energetických poměrů nukleárních dezintegrací indukovaných kosmickým zářením ve fotografických emulzích. Byla přitom změřena doba života mionů s velkou přesností. Získané výsledky byly publikovány v r. 1951 v prestižním časopise *Nature* pod názvem „Nuclear disintegrations caused by fast cosmic-ray neutrons in photographic emulsions“ a v r. 1952 v *Rozpravách II. Třídy České akademie věd a umění v Praze* („Stanovení životní doby mesonů μ methodou fotografických emulzí“).

Vědecky začal pracovat v České akademii věd a umění (ČAVU) v Praze již od září r. 1950. V listopadu r. 1951 pak přechází jako vědecký aspirant na Pří-

rodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze. V této kategorii zůstává do listopadu r. 1954 a poté se tam stává odborným asistentem do konce r. 1955. Počátkem roku 1956 je již pracovníkem Fyzikálního ústavu Československé akademie věd v Praze, kde setrval až do konce září 1969, kdy tam ukončil svůj pracovní poměr na vlastní žádost.

V nově založeném Fyzikálním ústavu Československé akademie věd v r. 1954/55 vzniklo rovněž oddělení kosmického záření. Jeho externím vedoucím se stal prof. RNDr. Václav Petržílka, DrSc. Skládalo se ze dvou částí, s vedoucími RNDr. Jaroslavem Pernegrem, který vedl skupinu pracující na experimentech s jadernými emulzemi, a RNDr. Pavlem Chaloupkou, jehož skupina pracovala s elektronickými přístroji.

Pernegrova část se nacházela v Křemencově ulici, v domě naproti pivovaru „U Fleků“, v přízemí, kde byl dříve obchod. Celý dům byl provoněn medem – byl v něm i Včelařský spolek. Skupina obývala čtyři místnosti. V jedné z nich byly umístěny mikroskopy, na kterých se prohlížely jaderné emulze ozářené kosmickým zářením. Pracovalo s nimi kolem deseti laborantek ve spolupráci asi s pěti fyziky (J. Pernegr, J. Tuček, J. Sedlák, J. Vrána, M. Votruba, později přišli i V. Šimák, M. Novák, J. Patočka a další). Ve skupině panovala vynikající atmosféra, jak pracovní, tak i kolegiální. Bylo tam cítit zvláštní napětí, které bývá ve skupině mladých lidí, jež si vzájemně po všech stránkách výborně rozumějí. J. Pernegr měl v této atmosféře, kterou vytvořil i tím, že nabídl každému tykání, rozhodující vliv a formoval tak u všech pracovníků vysokou intelektuální úroveň. Členové se stýkali i na četných mimopracovních aktivitách společně i jednotlivě, např. na koncertech či výletech, v divadlech i při sportu.

Pernegr byl pro všechny Jarka nebo Jaroušek. „Křemencárna“ se stala domácím prostředím, kde mnozí nosili bačkory a pracovali tam nadšeně často až do pozdních nočních hodin. V této jiskřivé atmosféře se prováděla analýza interakcí kosmického záření v jaderných emulzích, které byly ozářeny ve stratosféře nad Pádskou nížinou. Mezinárodní experiment organizo-

Bohatý a pestrý život doktora Svatopluka Krupičky

Karel Závěta, Zdeněk Jirák, Pavel Novák

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

Svatopluk Krupička se narodil v Lounech 8. ledna 1922 do rodiny středoškolského profesora matematiky a fyziky a toto prostředí podstatně ovlivnilo jeho zájmy a pozdější zaměření na přírodní vědy. Rodina se brzy odstěhovala do Prahy a z Krupičkova obsáhlého vyprávění pro Český rozhlas, z něhož jsme čerpali četné informace o jeho životě, jsme se dozvěděli, že jeho vzpomínky na lounský pobyt byly velmi kusé a týkaly se hlavně příjemných výletů a procházek do přírody. Ještě před válkou začal chodit v Praze do reálky a už během posledních dvou let tohoto studia se věnoval svému paralelnímu zájmu – hudbě a konkrétně hře na violoncello – více než jen jako nezávaznému koníčku. Stal se mimořádným posluchačem pražské konzervatoře a později vzpomínal na vynikající hudebníky a pedagogy, s nimiž se zde setkal, např. s klavírním pedagogem Vilémem Kurzem nebo vedoucím houslových tříd Jaroslavem Kociánem.

Na reálce maturoval na jaře r. 1940, několik měsíců po 17. listopadu 1939, kdy vyvrcholily události odstartované postřelením studenta medicíny na Karlově univerzitě Jana Opletala během protestních oslav 28. října a jeho pohřbem 15. listopadu. Stojí snad za poznamenání, že brutální noční nájezd na vysokoškolské koleje, okamžitá poprava devíti studentů a studentských funkcionářů, zatčení a poslání více než tisíce studentů do koncentračního tábora a samotné uzavření českých vysokých škol se odehrály za vlády říšského protektora von Neuratha, který byl pro svou „mírnost“ nahrazen R. Heydrichem až takřka o dva roky později. Státní konzervatoře hudby v Praze se však toto opatře-



ní nedotklo a Krupička se stává řádným posluchačem a pokračuje ve studiu hry na violoncello. Je zajímavé, že na konzervatoři fungovala mistrovská třída jako nejvyšší hudební učiliště, které bylo svým způsobem ekvivalentem vysoké školy, i během války.

V r. 1944 však byla zavřena i konzervatoř a Krupička musel nastoupit v rámci totálního nasazení do práce. Podařilo se mu zůstat v Praze a dostat se do pražské pobočky firmy Philips, kde pracoval jako dělník při výrobě vakuových elektronek. Pracovní týden byl sice pětidenní, denní pracovní doba však byla 12 a půl hodiny. Spolu s hodinovým dojížděním do Vysočan ze dne mnoho nezbývalo. Sešel se zde se svým spolužákem z reálky Lubošem Valentou a ten v něm znovu probudil trochu potlačený zájem o přírodní vědy a fyziku. Krupičkův otec odešel do pense v r. 1940, ale v mladších letech byl Sváta se svým starším bratrem častým návštěvníkem otcova fyzikálního kabinetu, kde na něj, podle vlastního vyjádření, velký dojem udělala Wimshurstova třecí elektrika, ale vedle ní také učebnice matematiky a fyziky. Ostatně ještě na reálce se stal členem Jednoty českých matematiků a fyziků a využíval příležitosti kupovat si i během války Jednotou vydávané učebnice. Při náletu na Vysočany o Velikonocích 25. března 1945 bylo poškozeno i okolí továrny, kde byl nasazen, a po několika dnech úklidových prací Krupičkův pracovní poměr s Philipsem



S manželkou Evou Glancovou (1965).