

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ivo Kraus

Počátky naší aplikované strukturní rentgenografie. K sedmdesátinám prof. A. Kochanovské

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 22 (1977), No. 1, 21--27

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137669>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1977

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Nebudeme zde již popisovat další vývoj Fredholmovy teorie integrálních rovnic. Poznamenejme, že jejích výsledků bylo mnohokrát užito při řešení různých konkrétních problémů aplikované matematiky; nesmírný je její význam pro rozvoj spektrální teorie apod. Dala podnět ke studiu různých prostorů funkcí, uplatnila se v přibližných metodách analýzy, stala se základem pro studium nelineárních operátorových rovnic a především odrazovým můstkem pro rozvoj funkcionální analýzy.

Za padesát let od Fredholmovy smrti urazila funkcionální analýza nesmírný kus cesty a z Fredholmových výsledků se stal příklad, který se v souvislosti s tzv. Fredholmovou alternativou uvádí v učebnicích nebo přednáškách často jen na okraj. Snad se nám však podařilo čtenáři ukázat, že Ivar Fredholm dal matematice mnohem více než jeden příklad.

Literatura

I. FREDHOLM: *Oeuvres complètes*, Litos Reprotryck, Malmö, 1955.

M. KLINE: *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times*, Oxford University Press, New York, 1972.

A. F. MONNA: *Functional Analysis in Historical Perspective*, Oosthoek Publishing Company, Utrecht, 1973.

Počátky naší aplikované strukturní rentgenografie

K sedmdesátinám prof. A. Kochanovské

Ivo Kraus, Praha

8. března letošního roku se dožívá 70 let členka korespondentka ČSAV prof. dr. ADÉLA KOCHANOVSKÁ, DrSc., laureátka státní ceny Klementa Gottwalda. Své rozsáhlé životní dílo věnovala výzkumu mikrostruktury materiálu pomocí difrakce rentgenových paprsků. Má rozhodující podíl na tom, že využití LAUEOVA objevu nezůstalo u nás omezeno jen na výzkumné ústavy, ale stalo se součástí kontrolních a zkušebních metod v laboratořích a provozech průmyslu. Jaké byly počátky československé aplikované strukturní rentgenografie a kdy do jejího vývoje vstupuje s vědeckou prací prof. Kochanovská?

První informace o jednom z nejvýznamnějších objevů fyziky tohoto století, Laueově důkazu vlnové podstaty rentgenového záření a periodické stavby krystalů, se u nás datují rokem 1913. V *Časopise pro pěstování matematiky a fyziky* tehdy píše JOSEF ŠTĚPÁNEK: „Pokusy, které na popud dr. Laue provedli v Mnichově FRIEDRICH a KNIPPING (1912), se podařilo dokázatí periodicitu impulsův etherových, které nazýváme paprsky Röntgenovy, na základě ohybových a interferenčních zjevů vzniklých průcho-dem paprsků krystalu; jejich pravidelně uspořádané molekuly zastupují vzhledem k paprskům Röntgenovým optické mřížky pro světlo obyčejné.“

O tři roky později věnoval týž časopis ohybu a interferenci rentgenových paprsků již velmi obsáhlé pojednání [1]. V době, kdy Laue dostal za svůj objev Nobelovu cenu (1915), je tak naše vědecká veřejnost seznámena nejen s teorií historického pokusu, ale i s pracemi, které na něj přímo navazovaly. Do povědomí fyziků vstoupila v souvislosti s difrakcí rentgenového záření jména MOSELEY, W. L. a W. H. BRAGGOVÉ, VULF, GLOCKER, DARWIN, SEEMANN, BROGLIE, LINDEMANN. Jejich výzkumy se staly základem nových vědních disciplín – rentgenové spektroskopie a rentgenové difrakční analýzy. Jen několik málo let stačilo, aby vlnové vlastnosti rentgenového záření zasáhly rozhodujícím způsobem do nejrůznějších oborů fyziky. Jedním z prvních úspěchů bylo kvalitativní potvrzení Debyeovy teorie tepelných kmitů atomů a aplikace Laueova pokusu na sledování přechodu látky z jedné krystalové modifikace do druhé. Příznivě bylo ovlivněno také studium a praktické upotřebení absorpce rentgenového záření. Základem pro využití rentgenové difrakce v technice se však staly práce DEBYEA a SCHERRERA z roku 1916, které rozšířily difrakční metodu i na polykrystalické materiály.

Přestože zahraniční odborná literatura přinášela nesporné důkazy o dalekosáhlém významu Laueova pokusu z hlediska základního fyzikálního výzkumu i praxe, naše fyzika se touto problematikou až do počátků dvacátých let nezabývala. Výjimkou byla jen disertace *Interference Roentgenových paprsků* vypracovaná v roce 1917 ve Fyzikálním ústavu UK R. ŠIMŮNKEM. Ojedinelé byly v té době rovněž informace o využití rentgenového záření v lékařství. Určité „metodické pokyny“ ke zřizování rentgenologické stanice jsou uveřejněny teprve v roce 1917 V. TEISLEREM. Výzkum v oboru fyziky, spektroskopie a difraktografie rentgenových paprsků, který bychom mohli nazvat systematickým, začal u nás až po roce 1920. V prvním období (1920–1935) se na tyto otázky zaměřila tři pracoviště na Karlově univerzitě, vedená prof. POSEJPALEM, prof. ULRYCHEM a prof. DOLEJŠKEM.

Tematika řešená u prof. Posejpala ve Fyzikálním ústavu UK se týkala především rezonanční absorpce a diskontinuity absorpce v rentgenových spektrech. S prof. Posejpalem, autorem první české monografie o rentgenovém záření (*Röntgenovy X paprsky*) vydané už v roce 1925, se zabývala touto problematikou i řada jeho doktorandů. Experimentálnímu studiu rezonanční absorpce v mědi, wolframu, molybdenu a niklu bylo v letech 1927–35 věnováno více než deset doktorských disertací. Z žáků prof. Posejpala, kteří ani po jeho smrti v roce 1935 nezměnili orientaci své vědecké práce, je třeba jmenovat zejména dr. PETRA SKULARIHO. Během svého působení ve Fyzikálním ústavu (1925–35) se Skulari zajímal nejen o rezonanční absorpci, ale – jak píše v roce 1935 doc. ŠAFRÁNEK – „počal s praktickým prováděním krystalické mikroanalýzy metodou Debye-Scherrerovou a proměřil a vyčíslil celou řadu jím samostatně získaných spektro-

gramů speciálních ocelí podrobovaných rozmanitým fyzikálním pochodům“. Přestože ve Fyzikálním ústavu vznikla jediná Skulariho práce z oblasti technického využití rentgenové difrakce (publikovaná v roce 1936 pod názvem *Röntgenový výzkum mikrostruktury slitiny Pt-Ir, z níž byl zhotoven prototyp mezinárodního metru*), napsal společně s V. MIKLENDOU o významu této metodiky pro studium materiálu již v roce 1931 obsáhlý referát v časopise *Strojnický obzor* [2]. Jeho cílem bylo upozornit na různé možnosti využití rentgenového záření k výzkumu makrostruktury a mikrostruktury materiálu a zároveň ukázat, jakou podporu, zvláště ze strany průmyslu, získává rozvoj tohoto oboru ve Francii, USA, Německu a SSSR. Na pochopení našich institucí bylo však přesto třeba ještě několik let čekat.

Druhé pracoviště, které mezi první a druhou světovou válkou provádělo výzkum v oboru rentgenových paprsků, se vytvořilo kolem prof. V. Dolejška. S jeho jménem je spojena nová etapa vývoje naší fyziky charakterizovaná „zespolečenštěním“ tvůrčí vědecké práce. Dolejšek byl prvním českým fyzikem, jemuž se podařilo vytvořit kolektiv dosahující výsledků širokého mezinárodního ohlasu. Svou úspěšnou vědeckou dráhu, založenou na zkušenostech ze studijního pobytu ve Švédsku u SIEGBAHNA, zahájil v roce 1922 prací o spektroskopii rentgenových paprsků. Některé další Dolejškovy publikace z poloviny dvacátých let, na nichž je jako spoluautor uveden prof. HEYROVSKÝ, připomínají vznik rentgenospektroskopického oddělení Fyzikálně chemického ústavu. Z této laboratoře, vybudované s pomocí prof. Heyrovského, vznikl v roce 1932 Spektroskopický ústav Univerzity Karlovy. Do okruhu spolupracovníků, které se podařilo prof. Dolejškovi kolem sebe soustředit, patřili v té době takové osobnosti naší fyziky jako M. VALOUCH, V. KUNZL, J. BAČKOVSKÝ a A. KOCHANOVSKÁ-NĚMEJCOVÁ. O mimořádně plodné vědecké činnosti Dolejškovy školy svědčí téměř 130 původních prací uveřejněných do začátku okupace [3]. Kromě metodických výsledků, např. v oblasti přesného měření mřížkových konstant, to byly z rentgenové spektroskopie především závěry získané studiem emisních a absorpčních spekter. Experimentálně byla prokázána existence N série, proveden rozbor Moseleyova zákona umožňující citlivé posuzování přesnosti měření a příslušnosti spektrálních čar, vyvinuta iontová trubice sloužící jako zdroj dlouhovlnného rentgenového záření atd.

Práce Spektroskopického ústavu se staly významným příspěvkem k poznání stavby hmoty, jejich tematika využívala ovšem difrakci rentgenového záření – stejně jako tomu bylo u prof. Posejpalu – v podstatě jen pro účely základního výzkumu.

Poslední z trojice našich předválečných rentgenografických laboratoří vznikla v Mineralogickém ústavu Univerzity Karlovy. Vybudoval ji prof. Ulrych po svém návratu z Norska, kde v letech 1924–25 působil u prof. GOLDSCHMIDTA. Prof. Ulrych byl ovšem mineralog, rentgenografie byla pro něj tedy jen jednou z metod studia nerostů. Za hlavní oblasti aplikace rentgenových paprsků v „neústrojných přírodních vědách“ považoval prosvěcování spojitým zářením, krystalovou rentgenometrii (určování struktury) a rentgenovou spektroskopii k účelům chemické analýzy.

Svou první práci z oboru difrakce rentgenového záření *Notize über die Kristallstruktur der Korund-Hämatit-Gruppe* publikoval ještě v Norsku, další byly zaměřeny např. na studium struktur CdS, wurtzitu, metacinnabaritu a sulfidů ze skupiny galenitové a pyritové. Přestože hlavní náplň výzkumu odpovídala potřebám Mineralogického ústavu,

měla laboratoř pracovní kontakty i s řadou průmyslových podniků: pro Karborundum Benátky byly určovány různé formy Al_2O_3 , na žádost plzeňské Škodovky sledovány změny (tvorba martenzitu) v ocelích při vysokých teplotách. Příležitostně se skupina prof. Ulrycha věnovala i otázkám rentgenografického ověřování pravosti perel nebo drahých kamenů. Další část pracovního programu se týkala studia makrostruktury materiálu. Protože úkoly vycházely z konkrétních požadavků praxe, měly tematiku velmi rozmanitou. Vedle servisních měření kvality svarů lehkých slitin pro továrnu Aero šlo např. o kalorické hodnocení různých druhů uhlí (na základě rozdílné absorpční schopnosti popelovin a uhelné hmoty) v roce 1934 ing. PULKRÁBKEM. Z rentgenometrického oddělení vyšla také jedna z prvních informací o defektoskopii využívající záření gama radioaktivních preparátů (M. ŠALAMOUN, 1936).

O prostředí, které měl prof. Ulrych pro svůj rentgenografický výzkum, říká po čtyřiceti letech jeho tehdejší spolupracovník dr. Z. TROUSIL: „Laboratoř byla v nevětratelných suterénních místnostech se zamřížovanými okny u stropu. V jarním a podzimním období stálo často na podlaze i několik centimetrů vody nateklé spodem z albertovského svahu. Pro studium mikrostruktury mělo pracoviště Siemensův rentgen běžného nemocničního provedení; vysoké napětí bylo k rentgence vedeno na izolátorech přichycených ke stropu, ochranu před zářením nahrazovala jen výstražná tabulka „Schutzmassnahmen gegen Roentgenstrahlen!“ dodaná výrobcem aparatury.

Přes nedostatečné prostředky na přístrojové vybavení (v roce 1935 se prof. Ulrych zmiňuje v časopise *Vesmír*, že provoz oddělení musí zajišťovat s pouhými tisíci korunami ročně) byla činnost laboratoře již velmi blízko našim současným představám o vztahu výzkumu a praxe. Slibný vývoj však přerušila okupace a smrt prof. Ulrycha ve vězeňské nemocnici na Pankráci (1940).

Tyto příklady mohou sice jen naznačit studovanou tematiku v uvedených třech laboratořích Univerzity Karlovy, přesto je z nich patrné, že aplikaci rentgenových difrakčních metod na průmyslové problémy byl přikládán jen podružný význam. O pracovištích, jejichž hlavním úkolem se stalo využití Laueova objevu v technice, se dá v Československu mluvit teprve od poloviny třicátých let. Stejně jako u řady jiných vědních oborů byly objektivními podmínkami vzniku aplikované rentgenografie požadavky výroby, a to zvláště v oblasti zdokonalení technologie bojové techniky. Předválečný výzkum využívající difrakci rentgenového záření pro průmyslovou praxi byl u nás rozvíjen ve Vojenském technickém a leteckém ústavu a ve Fyzikálním výzkumu Škodových závodů.

Výzkumné rentgenové laboratoře VTLÚ vedl od května 1935 dr. Skulari. Tématem jeho prací, z nichž některé zahájil ještě ve Fyzikálním ústavu u prof. Posejpala, bylo zejména studium zbytkových napětí vznikajících v kovech vlivem výrobní technologie nebo svařování. Výzkum se týkal slitin hliníku a železných materiálů. V období, kdy Skulari působil ve VTLÚ, vznikl také jeho referát o možnostech kvalitativní a kvantitativní rentgenové difrakční analýzy a článek věnovaný technice rentgenové defektoskopie svarů. Přestože práce z rentgenové tenzometrie byly původní svým obsahem i moderní koncepcí, jejich publicita zůstala omezena jen na okruh čtenářů Vojenských technických zpráv. Když byla existence VTLÚ přerušena válkou, přešel Skulari do materiálového výzkumu Zbrojovky Brno. Z výsledků, k nimž dospěl v té době pomocí rentgenografic-

kých měření, je třeba uvést zpřesnění technologických postupů zpracování zinkových slitin, mosazi a ocelí. Během války napsal také svou *Rentgenografi kovů a slitin*. Tato monografie, věnovaná v první řadě aplikaci rentgenových difrakčních metod v metalurgii, se však dočkala vydání teprve v roce 1947. Problematiku technického využití rentgenografie neopustil Skulari ani v poválečném období. Kvalitativně nové pracovní podmínky, které měl pro svou vědeckou práci ve Výzkumném ústavu kovů, se odrazily ve dvou desítkách obsáhlých původních článků i pojednání uveřejněných v našich i zahraničních časopisech. Originalita vědeckého díla řadí Skulariho i letos, kdy vzpomene jeho nedožitých pětasmdesátin, na jedno z předních míst československé rentgenografie.

V téže době, kdy se Skulari začal systematicky věnovat průmyslovému využití rentgenové difrakce ve Vojenském technickém a leteckém ústavu, vznikl na půdě Univerzity Karlovy Fyzikální výzkum Škodových závodů. Jeho hlavním úkolem bylo využívat moderní fyzikální poznatky a metody k řešení technických problémů závodů koncernu Škoda. Jak vzpomíná V. HAVLÍČEK, nepřijímalo vedení Škodových závodů jeho snahu o organizovaný průmyslový výzkum zpočátku s pochopením [4]. Prosazení této myšlenky by bylo sotva možné bez dobrých osobních vztahů s prof. Dolejškem. Rozhodujícím faktorem návrhu přijatelného pro vedení ŠZ se stalo pracovní spojení Škodových závodů se Spektroskopickým ústavem Univerzity Karlovy a dohoda o propůjčení části laboratoří SÚ pro první období činnosti Fyzikálního výzkumu. Takové řešení bylo oboustranně výhodné. Z hlediska ŠZ odpadly riskantní počáteční investice, Spektroskopickému ústavu se podstatně zlepšily technologické možnosti. Návrh měl i přitažlivé finanční momenty: prof. Dolejšek byl jmenován poradcem ŠZ, práce doktorandů SÚ zapojených na řešení úkolů FV mohly být odměňovány, řadě našich fyziků se otevřely pracovní příležitosti.

Výzkum požadovaný Škodovkou se ovšem netýkal jen dosavadního zaměření Spektroskopického ústavu. Vedle aplikací rentgenových difrakčních metod nebo pokovování ve vakuu musely být rozvíjeny i nové obory jako např. elektronová difrakce, technologie velmi čistých látek nebo magnetická defektoskopie. Skupinu rentgenové mikrostruktury vedl sám prof. Dolejšek, který byl zároveň vědeckým vedoucím celého Fyzikálního výzkumu. Koncem roku 1935 se stala členkou tohoto oddělení i A. Kochanovská. Jejím přijetím do FV předcházela dlouhodobá externí spolupráce (při zaměstnání v patentní kanceláři a ve Všeobecném penzijním ústavu) s prof. Dolejškem, u něhož také vypracovala v letech 1929–31 svou doktorskou disertaci.

Atmosféra prostředí, problémy začátků i úspěchy vědecké práce ve Fyzikálním výzkumu zůstaly ve vzpomínkách prof. Kochanovské dodnes živé.

„Základní vybavení Dolejškova spektroskopického pracoviště tvořily neodtavené rentgenové trubice, spektrografy určené k velmi přesným měřením i zařízení primitivně improvizovaná pro informativní zkoušky, často zhotovená doslova z „kastrůlků“. Vysoké napětí bylo k jednotlivým aparaturám vedeno vodiči po provazové síti napnuté pod šikmým stropem podkrovní místnosti. Často se obtížně hledalo umístění pro další přívod, aby nedocházelo k „bleskům“. Elektrické zásuvky u pracovních stolů většinou nekryté, bez chránění bylo dokonce i vysoké napětí, velká okna v šikmém stropě zůstá-

vala téměř stále zatemněna. Pro nováčka byl dojem, kterým laboratoř při prvním vstupu působila, stísnující až zastrašující.

Ke zlepšení pracovních podmínek došlo teprve po vzniku Fyzikálního výzkumu. Škodovka upravila další podkrovní místnost, mohli být přijati mechanici a sklář. Až do té doby si dělali doktorandi všechny pomocné práce sami; občas sklářil i Dolejšek. Nejpodstatnější změnu charakteru práce v laboratoři umožnily ovšem finanční prostředky pro trvalé zaměstnání nových vědeckých sil. První z nich byl doc. BLÁHA, pak přišel ing. NĚMEC, dr. VAND a v prosinci 1935 i já.

Úkoly, které mě Dolejšek ve své skupině přidělil, vycházely z aplikace rentgenové difrakce na studium kovových materiálů. Počátky byly velmi těžké, protože jsem až do té doby pracovala výhradně ve spektroskopii a pro řešení technických problémů difrakčními metodami mi chyběla nejen praxe, ale i teoretická průprava. Nebylo také, kam se jít poradit. Jako jedinou dostupnou literaturu jsem měla 1. vydání Glockerovy knihy *Materialprüfung mit Röntgenstrahlen*. Do experimentálního vybavení patřily zpočátku jen dvě odtavené rentgenky s wolframovou a molybdenovou anodou a jediná klasická Debyeova komůrka.

První úkol, s nímž se na naše oddělení obrátil v roce 1936 ředitel Pokusného ústavu ŠZ v Plzni, bylo zjištění příčiny praskání obalů pancéřových granátů během jejich skladování. Konkrétně šlo o změření zbytkových napětí. Vzala jsem tedy molybdenovou rentgenku, horizontálně ji upnula do dřevěného stojanu a s jedním starým malým spektrometrem jsem snímkovala prasklé i neprasklé špičky granátů. Přestože byla rozlišovací schopnost s použitým zářením velmi malá, určité rozdíly se objevily. Po dlouhém tápání jsem je vysvětlila přítomností poměrně velkého obsahu nestabilního austenitu, který se během skladování rozpadal a změnou objemu vyvolával napětí převyšující mez pevnosti materiálu. Důvodem, proč existenci austenitu nezjistil Pokusný ústav metalograficky, byla velká jemnozrnnost oceli. Po opravě režimu kalení poklesl počet zmetků ze 60 % rázem na 2 až 3 %. Pnutí jsem tedy nezměřila, s molybdenovým zářením a ubohou improvizací komůrky to vlastně ani nebylo možné, ale na otázku výroby se odpovědět podařilo. I když bylo později pro provozní kontrolu vyvinuto ve Fyzikálním výzkumu magnetické zařízení, závěry mé práce přesvědčily podnik o možnostech rentgenové strukturní analýzy a jejím významu v průmyslové praxi. Kromě morálního uznání ocenila Škodovka první výsledky rentgenografického oddělení i materiálně. Povolila zakoupit rentgenky s vhodnými anodami a uvolnila prostředky pro přijetí dalších spolupracovníků.“

Po uzavření vysokých škol došlo sice k přemístění FV z univerzitního prostředí do smíchovské budovy autoopravny ŠZ a ke konci války částečně i do Příbrami, vědecká práce tím však podstatněji narušena nebyla. Výzkum v oboru rentgenové mikrostruktury řídil až do zatčení gestapem v roce 1944 prof. Dolejšek, později A. Kochanovská. Spektrum řešených problémů vycházejících nejčastěji z požadavků Pokusného ústavu ŠZ zahrnovalo většinou aktuální otázky výroby. Byla zkoumána např. souvislost mezi strukturou materiálu (elektron, slitiny Al-Si) a jeho tepelným zpracováním, proces únavy a tečení chrom-molybdenové oceli, vztah struktury a vlastností slinutých karbidů, strukturní změny podmiňující zkřehnutí ocelí, vliv tlaku na strukturu některých látek, makropnutí ve svarech a jiné. V souvislosti s vyšetřováním vlastností konkrétních mate-

riálů se prof. Kochanovská soustavně zabývala i metodickými otázkami. Z tohoto období pochází její metoda, která svou velkou světelností dovolovala průběžnou fotografickou registraci strukturních změn probíhajících při zahřívání materiálu. S A. Kochanovskou pracovali ve Fyzikálním výzkumu na aplikacích rentgenových metod určitou dobu také J. BEDNÁŘ, dr. BROŽ, dr. KHOL a F. RUSS. Odborné poznatky i zkušenosti s organizací vědecké práce ve FV ŠZ se staly po osvobození základem mnohostranného využití difrakce ve výzkumných ústavech i velkých průmyslových podnicích.

Kromě pražských laboratoří přispělo k tradici studia materiálu rentgenovým zářením na českých vysokých školách také pracoviště přírodovědecké fakulty brněnské univerzity. Jeho zakladatelem byl prof. A. ŠIMEK, který se s přednostmi rentgenové difrakční techniky seznámil již v roce 1921 u W. L. Bragga [5]. Při budování Ústavu fyzikální chemie přírodovědecké fakulty se stalo proto jedním z cílů prof. Šimka zavedení metody rentgenové spektroskopie. Dokončení svých experimentálních prací, které se týkaly především struktur tetra-m-tolylsilanu a TeO_2 , se však prof. Šimek nedočkal; spolu s jinými univerzitními profesory z Brna byl v roce 1942 za účast na odboji popraven v Mauthausenu. Výsledky výzkumů uveřejnili až po osvobození jeho spolupracovníci prof. B. STEHLÍK a dr. L. BALÁK.

Takové byly etapy vývoje naší aplikované strukturní rentgenografie od Laueova objevu do konce druhé světové války. S novým vědním oborem vstoupila do historie československé experimentální fyziky nová jména. I když mnozí z těch, kteří byli u počátků, už sami osobní svědectví podat nemohou, jejich myšlenky zůstávají v práci rentgenových laboratoří stále živé.

Na závěr upřímně děkuji prof. A. Kochanovské a dr. Z. Trousilovi, kteří mi poskytli zajímavé údaje z období jejich působení v rentgenových laboratořích Fyzikálního výzkumu ŠZ a Mineralogického ústavu UK. Dále děkuji paní Skulariové za ochotné zapůjčení písemných materiálů z pozůstalosti jejího manžela.

Literatura

- [1] HLAVÁČEK, A.: *Spektrální rozbor rentgenových paprsků*, Časopis pro pěstování matematiky a fyziky 45 (1916), 37.
- [2] SKULARI, P., MIKLEND, V.: *Zkoušení materiálu pomocí X-paprsků*, Stroj. obzor 11 (1931), 136.
- [3] KUNZL, V.: *Vědecká činnost prof. dr. V. Dolejška*, Pokroky MFA 2 (1957), 438.
- [4] HAVLÍČEK, V.: *Počátky fyzikálního výzkumu ve Škodových závodech v Plzni*, Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky 11, Academia, Praha 1966, str. 57.
- [5] STEHLÍK, B.: *Vědecký profil dr. Antonína Šimka*, Chemické listy 40 (1946), 58.

Vždy jsem se snažil, jak mi dovolovaly síly a schopnosti, zbavit se pracnosti a nudnosti výpočtů, jejichž jednotvárnost obvykle odpuzuje velmi mnoho lidí od studia matematiky.

J. Napier (1550—1617)

Je nedůstojné pro nadaného člověka, aby jako otrok ztrácel hodiny života při výpočtech, které by určitě bylo možno svěřit libovolné osobě, pokud by k tomu použila stroje.

G. W. Leibniz (1646—1716)