

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Ze života vědy a techniky

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 3 (1958), No. 3, 369--389

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137120>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1958

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>

## ZE ŽIVOTA VĚDY A TECHNIKY

### Nobelova cena za fyziku v roce 1957

Nobelovu cenu za fyziku v roce 1957 udělila Švédská akademie věd dvěma čínským teoretickým fyzikům, žijícím zatím v USA, dr. Tsung Dao Leeovi a dr. Chen Ning Yangovi, za objev neplatnosti zákona zachování parity při tak zvaných slabých interakcích elementárních částic. Rozborem vlastností těžkých mesonů  $K$  ukázali Yang a Lee v létě 1956, že zákon zachování parity neplatí při interakcích se slabou vazbou, jako je na příklad rozpad mesonů  $\pi$ , rozpad  $\mu$ , rozpad  $\beta$  atd. Navrhli zároveň řadu pokusů k ověření tohoto teoretického požadavku (jistá úhlová korelace při rozpadu  $\beta$ , úhlová symetrie při rozpadu mesonů  $\mu$  a pod.) a již za několik týdnů dostali od experimentálních spolupracovníků (Wu, Telegdi, Amaldi) údaje, potvrzující správnost jejich myšlenky. Podle návrhů dr. Yanga a dr. Leea se pracovalo během roku 1957 v mnoha laboratořích na světě (na příklad také ve Fyzikálním ústavu ČSAV), a neplatnost zákona zachování parity byla tak ověřena nejen u interakcí, při nichž je jednou z rozpadových částic neutrinu, ale také na příklad při rozpadu hyperonu  $\Lambda^0$ , a ovšem také při rozpadu mesonů  $K$ .

C. D. Yang se narodil r. 1922 v Hofei jako syn profesora matematiky, který nyní vyučuje v Šanghaji. T. D. Lee pochází ze zemědělské rodiny nedaleko Šanghaje a je o čtyři roky mladší než Yang. Od roku 1946 studovali oba v Chicagu pod vedením prof. E. Fermiho. Od roku 1956 je Yang profesorem teoretické fyziky v Princetonu na Institutu of Advanced Studies, Lee se stal ve svých třiceti letech univerzitním profesorem na Columbia university v New Yorku.

Dr. Jaroslav Pernegr

### Konference o raketách a umělých družicích v Anglii

V Cranfieldském leteckém ústavě (Anglie) se konala v červnu 1957 konference o raketách a umělých družicích. Kromě anglických vědců se konference zúčastnili z SSSR profesor B. N. Petrov (Akademie věd SSSR), z USA technický ředitel projektu „Vanguard“ M. Rosen a jiní.

Účastníci konference vyslechli řadu referátů na různá témata: o vědeckém využití výškových raket a umělých družic, o konstrukcích raket pro vynášení umělých družic na jejich oběžné dráhy, o problému vnošení kosmického létacího stroje do atmosféry, o materiálech pro pláště kosmických raket se zřetelem k jejich vnošení do ovzduší, o otázce vysokých charakteristik raket, o pobytu člověka v hermeticky utěsněné kabině, o psychických poruchách spojených s kosmickými lety aj.

Závěrečný referát dra Shepherdse byl věnován otázkám pohonu kosmických lodí pro lety po parabolických drahách, pro dopravu přístrojů na Měsíc a pro let Země—Měsíc—Země. Přednášející probral možnosti různých druhů paliv pro reaktivní motory, termochemických a jiných. Ukázal, že všechny zmíněné lety nelze uskutečnit s dnešními technickými prostředky (termochemický pohon); tak na příklad raketa pro let Země—Měsíc—Země by musela vážit kolem 100 000 tun, což by si vyžádalo nákladu desítek milionů až jedné miliardy liber šterlingů. Zkoumají se proto také jiné možnosti pohonu kosmických lodí.<sup>1)</sup>

Během konference byla uspořádána výstava raketových motorů a promítnuty technické filmy.

(Literatura: *Flight*, 1957, sv. 72, č. 2532.)

Podle *Express informacija*, ser. *Raketajna tehnika*, odd. *Mežplanětnyje poljoty*, listopad 1957, seš. 42 (č. 124—126), RT-124.

J. V.

<sup>1)</sup> Viz také referát *O motorech kosmických lodí* v tomto čísle.

POZNÁMKA K HISTORII POPULARISACE  
NEEUKLEIDOVSKÉ GEOMETRIE V RUSKU  
(o úloze N. I. Gulaka)

JU. M. GAJDUK (Charkov)

Po smrti N. I. Lobačevského byly myšlenky neeukleidovské geometrie známy v Rusku jen několika málo učencům. V druhé polovině 70. let 19. století však tyto myšlenky začaly k sobě upoutávat vážnou pozornost vzdělaných kruhů ruské společnosti. V těchto letech se začalo v Rusku znovu popularisovat myšlenkové dědictví Lobačevského.<sup>1)</sup>



НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧЪ ГУЛАКЪ

Mezi iniciátory tohoto hnutí byli publicista a filosof V. V. Lesevič a matematikové M. J. Vaščenko-Zacharčenko a S. I. Šochor-Trockij.

V tomto článku promluvíme o díle dalšího, téměř zapomenutého průkopníka na tomto poli. Je jím Nikolaj Ivanovič Gulak (1822 – 1899). Jméno Gulakovo, které je celkem neznámé historikům matematiky, zaujímá dosti významné místo v historii sociálního

<sup>1)</sup> Viz autorův článek „K historii šíření myšlenek N. I. Lobačevského v Rusku (sborník „Историко-математические исследования“, sv. IX, 1956). — První pokus o popularisaci neeukleidovské geometrie učinil v Rusku již r. 1858 A. S. Saveljev (viz autorův článek v časopise „Природа“, č. 8, 1954). Známé vystoupení A. V. Letnikova po deseti letech nato v časopise „Математический сборник“ (sv. III) seznámilo s myšlenkami Lobačevského a s jejich dalším vývojem širší kruhy ruských matematiků a připravilo tak půdu jejich uznání. Samo toto vystoupení však nemohlo způsobit, aby myšlenky Lobačevského se staly obecným majetkem ruské společnosti.

vývoje Ruska. Gulak byl totiž jedním ze zakladatelů kijeverské Cyrilo-metodějské společnosti, v níž společně s Tarasem Ševčenkem patřil k levému, revolučně demokratickému křídlu.<sup>2)</sup>

N. I. Gulak procházel z poltavské gubernie na Ukrajině a absolvoval právnickou fakultu na universitě v Derptu (nyní Tartu v estonské republice). V r. 1844 vstoupil do služeb kyjevského generálního gubernátora. V r. 1847 byl uvězněn za protistátní činnost v Cyrilo-metodějské společnosti (historikové zaznamenávají mužné chování Gulakovo během procesu, které mělo za následek zvýšení trestu). Po třech letech věznění v pevnosti byl Gulak vypovězen do Permi, kde pracoval pod policejním dozorem několik let v místním statistickém úřadě. Po skončení vyhnanství v r. 1859 se Gulak usadil v Oděse, kde nejprve sloužil jako učitel ruského jazyka a zeměpisu, později pak jako učitel matematiky na gymnasiích. Potom přesídlil na Krym, kde byl krátký čas učitelem dějepisu a reálných předmětů v kerčském dívčím ústavu.

Odtud se pak Gulak přestěhoval na Kavkaz. Po krátkém pobytu ve Stavropoli a v Kutaisi, kde učil na místních gymnasiích matematice, fyzice a geografii, odešel Gulak do Tiflisu, kde byl ustanoven učitelem matematiky a latiny na prvním gymnasiu. Zde pracoval až do svého odchodu do výslužby v r. 1886. Poslední léta života prožil Gulak v Jelizavetpoli (nyní Kirovabadu).<sup>3)</sup>

Gulak byl člověkem velké erudice a měl živý zájem o nové vědecké objevy. Napsal sám řadu tištěných prací z různých oborů (jsou mezi nimi i studie o historii gruzínské literatury a gruzínského jazyka, studie o klasické poezii Rustaveliho, atd.). Jeho pedagogická činnost v matematice probudila v něm snahu seznámit se s nejnovějšími myšlenkovými proudy v matematice a dále též snahu přispět podle svých sil k jejich dalšímu rozvoji a k jejich popularisaci. Tato stránka vědeckých zájmů Gulakových se odrazila ve dvou jeho matematických pracích a to v práci „Studie o transcendentních rovnících“ (Oděsa 1859<sup>4)</sup>) a zejména pak v práci „Pokus o geometrii ve čtyřech rozměrech“ (Tiflis, 1877). Na základě této druhé práce můžeme mluvit o Gulakovi jako o popularisátorovi neeukleidovské geometrie.

Obsah této knihy je totiž širší než jak to prozrazuje její název; týká se nejen základů čtyřrozměrné eukleidovské geometrie, nýbrž i myšlenek neeukleidovské geometrie Lobačevského a Riemanna. Uvedený spis Gulakův, mající 146 stran osmerkového formátu, nese v záhlaví věnování: „Památce Lobačevského“.

Hlavní část knihy, pojednávající o syntetické geometrii ve čtyřrozměrném prostoru, představuje úplný výklad základů čtyřrozměrné eukleidovské geometrie, a to ryze syntetickou metodou. Je to pravděpodobně první monografie v ruském jazyce o tomto předmětu. Za pozornost stojí jedna poznámka autora v „Předmluvě“ spisu, v níž vyjadřuje úmysl vydat ještě spis o „Analytické geometrii ve čtyřech rozměrech a o sférické tetraedrometrii“. Pokud je však známo, tento úmysl nebyl uskutečněn.

Zajímavá pro nás je však až druhá část díla, nazvaná „Rozhovor o prostoru“. Je to v podstatě rozhovor autora knihy N. I. Gulaka, s jeho přítelem, matematikem V. Předmětem rozhovoru je výměna názorů na filosofický význam kopernikovského světového systému, a to u příležitosti čtyřlétého výročí narozenin velkého polského astronoma, které bylo slaveno v r. 1873. Převrat, který způsobilo Kopernikovo učení v našem chápání světa, považoval matematik V. za vrcholný bod celého vývoje vědy. Tento názor dal jeho společníku popud k otázce, zda již slyšel něco o geometrických objevech Riemanna a Lobačevského, které jsou tak pronikavé, že jsou schopny vyvolat v našich názorech podobný radikální převrat jako učení Kopernikovo<sup>5)</sup>.

<sup>2)</sup> Viz heslo „Кирилло-методиевское общество“ v 21. svazku Velké sovětské encyklopedie (2. vydání).

<sup>3)</sup> Biografická data z těchto pramenů: А. ХАХАНОВ: „Пам'яті Н. І. Гулака, Руськіє вєдомості, 1899, č. 248; В. СЕМЕВСКІЙ: Кирилло-методієвське общєство, Руськіє богатство, 1911, č. 5, 6; И. Ф. ПАВЛОВСКІЙ: Краткіє біографієскіє словарь ученых і писатєлєй Полтавської губерніє і половини 18 вєка, Полтава, 1912, str. 55; viz také Kavkaz, 1899, č. 221.

<sup>4)</sup> Tato práce byla otištěna ve francouzštině pod názvem *Études sur les équations transcendentes par N. Goulak*.

<sup>5)</sup> Přirovnání úlohy tvůrců neeukleidovské geometrie k zásluhám velkého polského astronoma, s nímž se setkáváme u Gulaka, se stalo všeobecně užívanou frází potom, když vešel v obecnou známost názor Cliffordův na Lobačevského jako na „Kopernika geometrie“. Clifford užil tohoto názvu ve veřejné přednášce, konané v Královském institutu v r. 1873. Tato přednáška byla však otištěna až v r. 1879 (W. Clifford: *Lectures and Essays*). Protože u Gulaka neexistují žádné odkazy na anglického vědce, lze se domnívat, že k uvedenému přirovnání došel samostatně.

Neinformovanost Gulakova společníka v těchto otázkách dala Gulakovi příležitost k tomu, aby mu přečetl nevelkou stať o neeukleidovské geometrii, a to hlavně o její riemannovské variantě. Úvahy neeukleidovské geometrie přitom uváděl v těsné souvislosti s myšlenkami čtyřrozměrné eukleidovské geometrie: Gulak totiž tvrdil, že zakřivený Riemannův prostor není myslitelný bez čtyřrozměrného prostoru o nulové křivosti, do něhož je vnořen. Gulak dále zdůraznil rychlý rozvoj bádání v oblasti nových geometrických teorií, jak o tom svědčilo téměř každé nové číslo zahraničních matematických časopisů.

Gulak pak poukázal na vnitřní bezespornost „uměle“ konstruovaných nových geometrických teorií a poznamenal, že nutnost konformity vlastností neeukleidovských prostorů s vlastnostmi pohybu tuhých těles vede jen k třem možným variantám geometrie reálného prostoru, a to ku geometrii Riemannově, Eukleidově nebo Lobačevského. Na otázku svého společníka, kterou z těchto tří možností je nutno zvolit, odpověděl Gulak takto: „Podle mého názoru je nutno vyloučit prostor Lobačevského. Zákon pohybu je totiž v tomto prostoru tak komplikovaný, že je nemyslitelné, aby se podle tohoto zákona řídily pohyby v našem světě.“ Odmítl pak i prostor Eukleidův, a to proto, že podle jeho názoru je nemyslitelná nekonečnost tohoto prostoru, a vyslovil se tedy pro prostor Riemannův, který podle jeho slov „jediný dává rozumnou odpověď na všechny otázky vznikající v naší myslí při vnímání našeho prostoru.“<sup>6)</sup>

Z uvedených citátů poznáváme, že Gulak se snažil řešit otázku vztahu geometrie ke skutečnému světu konec konců jen racionalisticky, čímž se dostal na nesprávné idealistické stanovisko, v protikladu k jasné materialistické linii Lobačevského. Tato okolnost souvisí do určité míry jistě s tím, že Gulak neměl nikdy to štěstí, aby poznal díla Lobačevského přímo. Tato díla zůstala pro něho nedostupná v bibliograficky vzácných dokumentech („Записки“) kazaňské university, takže byl odkázán jen na cizí prameny.<sup>7)</sup>

Okolnost, že Gulak byl přívržencem geometrie Riemannovy (v užším slova smyslu) však vůbec nebyla na závadu v tom, aby Gulak nezdůraznil zásluhu Lobačevského: „... bylo u nás ještě málo opravdových učenců, kteří přispěli svou hřívnou do společné pokladnice lidských vědomostí, když přišel člověk s geniální myšlenkou; ta však zapadla pro současníky beze stopy. Až teprve o třicet let později v daleké cizině se jiný geniální člověk ujal této myšlenky a rozvinul ji v ucelený světový názor, který je s to přeměnit všechny naše dosavadní představy o vesmíru. Kdyby nebyl přišel nejprve Lobačevský a neukázal fakticky možnosti vytvoření nové geometrie, nezávislé na Eukleidově postulu, je otázka, zda by se pak mohl Riemann dopracovat své krásné geometrické teorie prostoru.“ V této souvislosti vyslovuje Gulak výtku petrohradské Akademii věd pro její nečinnost v otázce publikování a popularisování myšlenek a prací Lobačevského v jeho vlasti.

„Rozhovor“ pak končí apotheosou na Kopernika a Lobačevského a na celou slovanskou vědu.

Zajímavá je zvláštní poznámka Gulakova k „Rozhovoru“. V této poznámce je především zprávně datum napsání tohoto dialogu: začátek r. 1876. Poznámka totiž vznikla v souvislosti s vydáním (r. 1876) díla v tehdejší době proslulého německého astrofysika Zöllnera: „Základy elektrodynamické teorie hmoty“. V předmluvě k tomuto dílu (poznámenává Gulak) „se téměř doslovně rozvíjejí tytéž názory na možnosti čtvrtého rozměru jako názory moje ...“. „Tato názorová shoda“ — dodává Gulak — „potvrzuje, že se oba zabýváme problémy skutečně novými, které stojí v popředí zájmu současné vědy“.

K tomu je možno dodat ještě toto: Jak známo, někteří z četných propagátorů spiritismu se snažili využít pro své cíle teorie vícerozměrových prostorů, která se začala silovně rozvíjet v letech sedmdesátých minulého století. Pokoušeli se objasňovat neblaze proslulé spiritistické zjevy „čtyřrozměrností“ našeho světa. Obětmi spiritismu se přitom stali i někteří učenci, mezi nimiž byl i Zöllner. Bedřich Engels ve svém článku „Přírodověda ve světě duchů“<sup>8)</sup> napsaném v r. 1878 přesvědčivě a přitom velmi ironicky

<sup>6)</sup> V „Předmluvě“ vyjádřil Gulak ten názor, že „není daleká doba, kdy se všichni přesvědčí o tom, že skutečnou geometrickou formou našeho prostoru je ... prostor Riemannův“.

<sup>7)</sup> Gulak neznal ani materiály Letnikovovy v III. sv. časopisu „Математический сборник“. Ze zahraničních pramenů užil Gulak těchto materiálů, které sám uvádí:

1. Riemann: „O hypotézách, které tvoří základ geometrie“;
2. Frischau: „Absolutní geometrie“ (1872);
3. Baltzer: „Základy matematiky“ (sv. 2, 2. vyd.);
4. Spitz: „První věty o trojúhelníku a o rovnoběžkách“ (1875).

<sup>8)</sup> Viz B. Engels: *Dialektika přírody*, Svoboda Praha, 1950, str. 47—55.

odhalil tyto nevědecké mystické spekulace opírající se jen o překručování smyslu matematických teorií.

Ke cti Gulakově je nutno říci, že u něho nebylo pokusů o spojování nauky o čtyř-rozměrném prostoru se spiritismem. Bohužel Gulak nepodal ani řádnou kritiku podobných pokusů. Avšak nejen to, patrně veden snahou historicky podložit svůj výklad, uvedl Gulak ve svém díle výroky některých idealistických filosofů a dokonce některých theologů, které mohly otenáťe svěst k nevědeckému chápání předmětu.

Zásluhou Gulakovou je, že jako první začal popularisovat a šířit geometrické myšlenky Lobačevského a Riemanna v Zakavkazsku, které bylo v tehdejší době okrajovou částí Ruska, odříznutou od světa universitní vědy.

Vydáním své knihy se však Gulak stal pokračovatelem Letnikovovým v popularisaci neeukleidovské geometrie v celém Rusku. U Gulaka je nakonec nutno ocenit nejen jeho pedagogickou a popularisátorskou činnost, ale i společenský význam jeho vynikající osobnosti.

*Z ruského rukopisu přeložil  
František Martan*

## O MATEMATICE NA JAGIELLOŇSKÉ UNIVERSITĚ V KRAKOVĚ

FRANTIŠEK NOŽIČKA, Praha

Zamyslíme-li se nad dějinami Polska, především nad slavnými epochami polského národa, pak nemůžeme opomenout Krakov, starobylé slavné město, klenot Polska. Hrad Wawel, „Hradčany“ Polska, který se tyčí nad množstvím monumentálních historických staveb Krakova, je mlčelivým svědkem velkých rozhodnutí o osudech polské země, je trvalým dokumentem jeho bohatství, je důstojnou kryptou polských králů. Dějiny Polska nás poučují, že Krakov byl v historii největším kulturním střediskem země. V Krakově žili a působili velcí synové polského národa, Mickiewicz, Slowacki, Wyspianski. Krakov dal světu velké vědce a umělce, jejichž jména jsou navždy spjata s kulturní historií lidstva.

Matematické světové veřejnosti je dobře známo, jak velkým přínosem pro vývoj matematiky jsou díla polských matematiků v minulosti i dnes. Ani období druhé světové války, tak tragické pro polský národ, nezabrdilo rozmach polské matematiky. Úspěchy, kterých bylo dosaženo, řadí Polsko mezi první národy na tomto úseku vědy ve světě. Velký podíl na rozkvětu polské matematiky v minulosti a dnes mají matematici krakovští.

Má-li se něco říci o matematice na Jagielloňské universitě v Krakově a v Krakově vůbec, pak je třeba se vrátit do historie a seznámit se s těmi historickými fakty, která svědčí o slavné tradici této vědy v Krakově v souvislosti s vývojem matematiky v Polsku.

V třináctém století začíná pronikat matematika do různých evropských zemí. To je pravděpodobně nejzazší mez, kde lze historicky ověřit v Polsku určitý ruch na tomto úseku vědy, k němuž přispěla arabská matematika a především objevy a práce italského matematika Leonarda Fibonaccioho z Pisy. Do té doby spadá jméno učenice Witela (Vitellius), pocházejícího z Dolního Slezska. Jeho dílo „Perspectiva“, které bylo systematickým pojednáním o poučkách eukleidovské geometrie, bylo též podkladem pro studium geometrie a geometrické optiky Kopernikovi a Keplerovi. Od roku 1364, kdy Kazimír Veliký založil universitu v Krakově, stává se Krakov kulturním střediskem země a polské vysoké učené předstihuje v počtu kateder universitu v Pětikostelí v Uhrách, založenou o tři léta dříve. Kolem roku 1400 byla zřízena při krakovské universitě stálá katedra matematiky a astronomie. V patnáctém století razí Krakov hesla pokroku v Polsku i ve světě. Cílý ruch v matematice a především v astronomii začíná v druhé polovině patnáctého století. Výklady matematiky se omezovaly na základní početní úkony a na Eukleidovy geometrické poznatky. Bylo užíváno Eukleidových „Základů“ v latině, později s komentářem J. Campanuse. Aritmetika nestála nikterak vysoko až do konce 16. století. Vykládala se z malého spisku *De algorismo albo de arte numerandi* (Joanes de Sacrabusto). Astronomie jde v té době ruku v ruce s matematikou (trigonometrie, nauka o sféře, teorie pohybu planet). Rozvoj trigonometrie na krakovské universitě je spjat se jménem Marcin Król ze Żorawice (lékař, zemřel 1460, byl též v Praze). Jeho zásluhou je pronikání řecké Ptolemaiovy geometrie,

zdokonalené arabskými vědci (Dschahir ibn Aflah), do výuky matematiky v Polsku. Marcin Król sestavil a používal jakousi trigonometrickou tabulku. Koncem patnáctého století působí na katedře matematiky v Krakově po celé Evropě známý Wojciech z Brudzewa, z jehož velmi cenných prací čerpal později Kopernik. Do této doby spadají též jména Marcin Bylica z Olkusza (astrolog krále Matěje Korvina) a Marcin Biem z Olkusza. Jejich zásluhou je popravení kalendáře (v r. 1516). Jsou též autory „Krakovských kalendářů“ z tehdejší doby. Zákem M. Biema byl Mikolaj Kopernik (1473—1543), který vstoupil na krakovskou universitu v r. 1491 a svým jménem dal slávu Krakovu v celém světě. Jeho, na tehdejší dobu vpravdě revoluční dílo „De revolutionibus orbium coelestium“ (1543), právě tak jako dílo o geometrii „De lateribus et angulis triangulorum“ staly se záhy známými za hranicemi Polska a daly mocný impuls k dalšímu rozmachu matematiky a astronomie ve světě. Proslavený Krakov vábí v té době vědce z ciziny. V Krakově působí v době M. Biema a Kopernika němečtí vědci Jan Aventinus a Jan Vierdung z Hassfurtu. Vznikají elementární učebnice geometrie, aritmetiky a algebry. Velkým skokem vpřed v matematické tvůrčí práci jsou objevitelské práce Jána Brožka (1585—1652). Jsou to především jeho práce z teorie čísel a teorie mnohoúhelníků. Práce tohoto vynikajícího matematika jsou zachyceny v knize Jadwiga Dianni: *Ján Brožek, Wybor z Pism* (Varšava 1956, Państwowe Wydawnictwo Naukowe).

Druhá polovina sedmáctého století představuje úpadek vědeckého života v Polsku. Podobně tomu bylo i u nás a v řadě jiných evropských zemí. Byl to zřejmý důsledek rozháraných politických poměrů. Do matematiky pronikají theologické prvky. Řada přednášejících je z řádu jezuitů. Teprve koncem prvé poloviny osmáctého století ožívuje v Polsku matematika obozná geníálními myšlenkami Leibnitzovými. O značný pokrok v matematice a výuce matematiky koncem osmáctého století na krakovské universitě se zasloužil profesor matematiky Jan Śniadecki (1737—1807). Je autorem učebnice algebry a analytické geometrie, velmi kvalitních to učebnic na tehdejší dobu. Jan Śniadecki později jako rektor ve Vilně účastní se horlivě organizace vědeckého života v Polsku. Ještě za jeho života vzniká ve Varšavě (r. 1800) *Towarzystwo Przyjaciół Nauk* a několik let po jeho smrti *Towarzystwo Naukowe Krakowskie*. Bylo to v době, kdy ze Západu pronikají do polských matematických kruhů práce geníálního polského vědce Józefa Maria Hoene-Wronského (1778—1853), odchovance Varšavské školy kadetů, který větší část svého života žil v cizině (Francie, Anglie, Německo), kde vyšly též jeho práce zasahující do různých vědních oborů (matematika, fyzika, technika, astronomie, filosofie, ekonomie aj.). V Krakově, v roce 1896, vydal prof. S. Dickstein, velký organizátor polské matematiky, bibliografii díla Wronského „*Hoene-Wronski, jego życie i prace*“. V období vrcholu tvůrčí činnosti Hoene-Wronského působí na krakovské universitě profesor Karol Hube (1760—1845), úspěšný vědecký pracovník v matematice.

Rakouský zábor Haliče přinesl sice této části Polska poměrně větší kulturní svobodu, avšak současně s ním postupovala na universitě v Krakově i germanisace. V té době existovaly v Polsku jediné dvě university: krakovská a Lvovská. V roce 1873 byla založena v Krakově *Akademie Umiejetności* (na místě dřívějšího *Towarzystwa Naukowego*). Vědecký život celého Polska se v té době soustřeďoval v krakovské Akademii. Tam vycházejí práce Lvovských a krakovských matematiků, z nichž je především třeba jmenovat Wawrzynce Żmurku, výborného teoretika a metodika. V období 1865—1884 působí na Jagielloňské universitě v Krakově prof. Mertens, pozdější profesor ve Vídni a ve Štýrském Hradci, dobře známý svými pracemi v teorii čísel a nekonečných řad.

V devadesátých letech minulého století je systematicky organizována práce polských matematiků. Je to nedocenitelná zásluha historika matematiky Samuela Dicksteina (1851—1940), že za tak těžké politické situace Polska před první válkou světovou byla položena pevná base pro matematickou vědu a tím i záruka úspěšného rozvoje polské matematiky. Zásluhou Dicksteinovou vychází první matematický časopis „*Prace Matematyczno-Fizyczne*“ a později „*Wiadomości Matematyczne*“ i „*Dziela i Rozprawy Matematyczne*“. Zájem o matematiku proniká do veřejnosti. V té době přednáší matematiku na Jagielloňské universitě žák velkého norského matematika Sophuse Lieho, Kazimierz Żorawski. Jeho práce z diferenciální geometrie, publikované většinou v polském jazyce, nepronikly však v celém rozsahu za hranice. Na jeho výsledky v geometrii navazovali geometři mladší generace doma i za hranicemi. V roce 1900 přichází na krakovskou universitu matematik světového jména Stanislaw Zaremba. Jeho četné práce z klasické analýsy, především z teorie parciálních diferenciálních rovnic, z teorie harmonických a Greenových funkcí, inspirovaly mladší matematiky v Polsku a za hranicemi. Zaremba přednášel v Krakově až do roku 1939 a je dobře znám — právě tak jako jeho dílo — našim matematikům starší generace.

Stav polské matematiky bezprostředně před první světovou válkou lze stručně charakterisovat takto: Matematické badání a výuka matematiky v Krakově má světovou úroveň. Ve velké části Polska okupované carským režimem, tedy i ve Varšavě, nejsou příznivé podmínky pro rozvoj věd. Četní vynikající polští matematicové odešli do zahraničí a působí na cizích vysokých školách a udržují vědecký kontakt s krakovskou Akademií. Nečetná skupina matematiků v Polsku se zabývá tehdy novými matematickými disciplinami — topologií a teorií množin (W. Sierpiński, Z. Janiszewski, S. Mazurkiewicz). Ve Lvově, pod vedením profesora Sierpiňského, se tvoří kroužek pracovníků v teorii množin. Je to zárodek budoucí „Varšavské matematické školy“.

Konec první světové války znamená velký přelom v historii matematiky v Polsku. Samostatné konsolidované Polsko aktivně se účastní rychlého vzestupu vědeckého bádání ve světě. Polští matematicové obětavě realizují velkolepý a odvážný program rozvoje matematiky ve své zemi, program uveřejněný v r. 1918 v článku Janiszewského O potřebách matematiky v Polsce. Cíl tohoto programu je jasný: vybudovat v Polsku velké matematické středisko badatelsky zaměřené na průkopnickou tvůrčí práci ve světové matematice, vytvořit vlastní polskou matematickou školu světové úrovně. K dosažení tohoto cíle je třeba privilegiovat matematické disciplíny na nových úsecích matematiky, které jsou v Polsku pěstovány zdatnými vědeckými pracovníky. Je to teorie množin, topologie, teorie reálných funkcí. Centrem matematického života se stává Varšava. Vzniká Varšavská matematická škola, jejímiž zakladateli jsou Sierpiński, Janiszewski, Zygmunt a Mazurkiewicz: vychází nový matematický mezinárodní časopis „Fundamenta Mathematica“, zasvěcený uvedeným matematickým disciplinám. Varšavská škola i „Fundamenta“ mají záhy ohlas ve světě. Varšavská škola dává světu talentované matematiky, dnes již matematiky formátu světového (Kuratowski, Saks, Tarski, Borsuk, Mostowski, Eilenberg, Knaster aj.). Vedle Varšavské školy vzniká Lvovská matematická škola při universitě ve Lvově v čele s Hugem Steinhausem a Stefanem Banachem, zabývající se převážně funkcionální analýsou. V r. 1929 vychází časopis „Studia Mathematica“, věnovaný většinou funkcionální analýze. Také z této Lvovské školy vyšli dnes již velmi známí matematicové H. Auerbach, S. Kaczmarz, M. Kac, W. Orlicz, S. Mazur a jiní. Varšavská a Lvovská škola vzorně spolupracují a uskutečňují do detailů program Janiszewského.

Na rozmachu polské matematiky v letech 1918—1939 podílí se též Krakov zásluhou učitelů matematiky na Jagielloňské universitě — zdánlivě ve stínu slávy matematických škol ve Varšavě a ve Lvově. V roce 1919 je založena v Krakově veřejná matematická společnost „Polskie Towarzystwo Matematyczne“, dobrovolná organizace všech vědecky v matematice působících pracovníků v Polsku (analogie naší Jednoty československých matematiků a fysiků). „Towarzystwo“ zřizuje krajské pobočky téměř ve všech univerzitních městech, systematicky organizuje vědecká zasedání, pořádá domácí sjezdy, vysílá čtené skupinky matematiků na sjezdy zahraniční, navazuje a udržuje stálý styk se zahraničními matematickými společnostmi. Zásluhou Stanislava Zaremby vychází v roce 1921 v Krakově časopis „Annales de la Société Polonaise de Mathématique“, redigovaný později profesorem F. Lejou ve spolupráci s profesory S. Golabem a T. Ważewskim. Do tohoto časopisu přispívají především matematictí pracovníci z Krakova. Na rozdíl od matematických škol ve Varšavě a Lvově, pracujících v moderních matematických disciplínách, pracuje krakovská skupina matematiků převážně v disciplínách tradičních na Jagielloňské universitě, v analýze a geometrii a udržuje neustále na těchto úsecích polské matematiky světovou úroveň. Je velkou zásluhou právě krakovských matematiků, že při rozmachu a prudkém vývoji polské matematiky orientované na abstraktní disciplíny (teorii množin, teorii reálných funkcí, topologii, funkcionální analýsu, matematickou logiku) nezůstaly stranou pro aplikace tak důležitých disciplín jako klasická analýza, především teorie diferenciálních rovnic (obyčejných i parciálních), teorie funkcí analytických a diferenciální geometrie. V oboru diferenciálních rovnic publikuje vynikající práce Tadeusz Ważewski. V témže oboru pracuje v Krakově Alfred Rosenblatt. Zásluhou Franciszka Leji se rozvíjí teorie analytických funkcí. Z diferenciální geometrie a tensorového počtu vycházejí četné práce Stanislava Golaba, který spolu s prof. Władysławem Ślebodzińskim z Poznáně reprezentuje polskou geometrii tohoto období. V oboru matematických aplikací pracují v Krakově Tadeusz Banachiewicz a jeho žáci.

Polská matematika utrpěla během druhé světové války velké ztráty. Více než 50 polských matematiků, mezi nimi řada vědců světového jména, zahynulo většinou v koncentračních táborech. Vznikly nesmírné škody hmotné, byly zničeny knihovny a tiskárny. Polští matematicové, kteří přežili běs války, s úsilím a nadšením obnovují matematická střediska a účastní se znovuvybudování vysokého školství.



Také krakovská universita nebyla ušetřena fašistického běsnění: celý její učitelský sbor byl po řadu měsíců internován v koncentračním táboře Oranienburg-Sachsenhausen. Z krakovských matematiků prošli tímto táborem profesori Golab, Ważewski, Hoborski. Krakov sám byl — ve srovnání s jinými velkými polskými městy — voelku ušetřen válečných destrukcí a vědecký život na jeho vysokých školách začal se po válce rychle rozvíjet. Stal se opět velkým kulturním střediskem nového Polska.

Dnešní krakovská skupina polských matematiků pracuje vědecky převážně ve dvou velkých matematických disciplínách — v analýze (klasické i moderní) a v diferenciální geometrii. Velká část prací této krakovské skupiny matematiků se uveřejňuje v krakovském matematickém časopise „Rocznik Polskiego Towarzystwa Matematycznego“ (Annales de la Société Polonaise de Mathématique). Vědecké matematické přednášky a konference se konají výhradně v rámci „Towarzystwa Matematycznego“ a to zpravidla každý týden. Tato vrcholná matematická společnost stará se zároveň o finanční zajištění veškerých vědeckých záležitostí v matematice, organizuje přednášky hostů z Polska i ze zahraničí, udržuje vědecký styk za celou krakovskou matematickou obec s jinými matematickými centry v Polsku i v cizině. Vlastní vědecké práce a též výchova mladých vědeckých pracovníků v matematice se soustřeďuje v Matematickém institutu akademie. Tam se konají pravidelné týdenní vědecké semináře (určené pracovníkům Matematického institutu a pracovníkům v matematice na vysokých školách v kraji). V tomto roce běží seminář z teorie analytických funkcí (vedoucí prof. Leja), z diferenciálních rovnic (prof. Ważewski) a z diferenciální geometrie (prof. Golab). I když účast na těchto seminářích je dobrovolná, považuje každý, i ten nejmladší pedagogický pracovník v matematice na vysoké škole v Krakově za svou povinnost účastnit se aktivně práce v některém ze seminářů. Témata probíraná na seminářích jsou zhruba trojího typu: originální práce (ukončené) účastníků semináře — aktuální problémy v příslušné disciplíně dosud nedořešené a informace o stavu jejich zpracovávání — referáty o cizích pracích v příslušném oboru (na úrovni dnešního stavu příslušné matematické disciplíny). Výběr tematů v seminářích je svěřen vedoucímu profesoru. Referáty o cizích pracích přiděluje vedoucí podle jejich obtížnosti zdatnějším nebo méně zdatným mladším účastníkům semináře a vede si záznamy o přednesených referátech. Tento postup umožňuje systematicky vést mladého pracovníka a napomáhat jeho vědeckému růstu. Takovoto organizace vědecké práce spolu s ušlechtilým zápalem při osobní skromnosti vedoucích pracovníků vedla k vytvoření vědeckých pracovních kolektivů v oborech diferenciální geometrie a analýsy.

Pracovní skupina krakovských geometrů, vedená prof. Stanislawem Golabem a prof. Wladimírem Wronou pracuje systematicky v diferenciální geometrii a to převážně metodami tensorového počtu. Geometrická problematika této skupiny je široká; hlavní problémy jsou z teorie geometrických objektů, algebry multivektorů, z Riemannových a Finslerových prostorů, dále pak výzkumy v diferenciální geometrii ve směru oslabení předpokladů o regularitě. Členové skupiny jsou většinou pedagogičtí pracovníci z Jagielloňské university a z Hornické akademie (*Akademia Górnicza*: Górski, Kucharzewski, Wróbel, Olech, Pidek a jiní. Publikáční činnost této „grupy“ geometrů se stále rozrůstá. Prof. S. Golab publikuje sám průměrně pět originálních vědeckých článků ročně (nedávno vyšla též jeho kniha o tensorovém počtu). Většina prací zasahuje do nových geometrických teorií a opírá se o moderní metody analytické. V souvislosti s krakovskou grupou geometrů je třeba vzpomenout talentovaného geometra A. Hoborského, který zemřel v roce 1940 těsně po návratu z koncentračního tábora a jehož velká práce z teorie ploch nebyla již dokončena.

Další matematickou pracovní grupu, nazývanou u nás i jinde v cizině Krakovskou školou analýsy, tvoří skupina pracovníků kolem profesora T. Ważewského. Hlavní problematika pracovníků této skupy spadá do teorie systémů obyčejných a parciálních diferenciálních rovnic. Jde o hluboký teoretický výzkum v tomto oboru, o problémy existence a unicity řešení, o prodloužení řešení diferenciálních rovnic, o asymptotické vlastnosti systému obyčejných rovnic diferenciálních a o stabilitu jeho řešení, o některá zobecnění Cauchyova problému pro systém parciálních diferenciálních rovnic atd. Řada prací se týká nelineárních parciálních rovnic prvního řádu a problémů oblasti existence jejich řešení. Členy skupy analýsy jsou též — svými vynikajícími pracemi u nás a jinde v cizině dobře známí — doc. Pliš a prof. Szarski.

Skupinu pracovníků v oboru analytických funkcí řídí prof. F. Leja a členové této skupiny pracují z velké části v Lejově problematice a ve výzkumu založeném na metodě tzv. extrémálních bodů. Řeší se dílčí problémy z teorie funkcí více komplexních proměnných, problémy z konformního zobrazení vícenásobných oblastí; několik rozpracovaných úkolů týká se oblastí konvergence rozvoje a problémů rozložení extrémálních bo-

dů v souvislosti s Dirichletovým problémem. Členy této skupiny jsou též pracovníci z Hornické akademie Górski, Siciak, Loster a pracovníci mladší.

O výuce matematiky na krakovských vysokých školách (tj. universitě, Hornické akademii a technice) by se dalo — za účelem srovnání s poměry našimi — mnohé říci. Rozsah přednášené látky z matematiky je zhruba týž jako u nás; zdá se, že přednes v prvních dvou semestrech klade (aspoň na Jagielloňské universitě) větší nároky na posluchače než metoda přednesu v nejnižších semestrech u nás. Studenti nejsou tak zatíženi pomocnými předměty jako studenti naši, což umožňuje jejich individuální studium ve větší míře než u nás; přednášející profesori, docenti a lektori mají poměrně značné úvazky. Asistenti vedou cvičení a to v pokud možná nejmenším rozsahu, aby měli co nejvíce času k dalšímu sebevzdělání a k vědeckému růstu, k němuž jsou systematicky vedeni staršími vědeckými pracovníky. A ještě jedno porovnání se situací na našich školách: Krakovští vědečtí pracovníci sůtovali se zbytečnými schůzemi a nadměrným úřadováním. O to více mají času na vlastní vědeckou práci, kterého plně k tomuto účelu využívají.

Závěrem je třeba připomenout především nejmladší naši matematické generaci, že vřelé přátelství polských a československých matematiků má svou dlouholetou tradici, opírající se o vzornou vědeckou spolupráci. Pobyt našeho vědeckého pracovníka v Krakově ve velmi přátelském kruhu krakovských matematiků poskytne mu cenný obraz o vědecké tvůrčí práci v Polsku, o polském kulturním životě, o historii polské země; pracovník si oblíbí polský lid nám jazykem tak blízký.

## FOTOELEKTRICKÝ FOTOMETER ASTRONOMICKÉHO ÚSTAVU MU V BRNE

JOZEF TREMKO, *Astronomický ústav MU v Brne*

Pre fotometrické účely, hlavne k štúdiu premenných hviezd, bol zkonštruovaný fotoelektrický fotometer Astronomického ústavu MU v Brne. Prístroj je namontovaný v Newtonovom ohnisku reflektoru. Primárne parabolické zrkadlo ma priemer 60 cm a ohniskovú vzdialenosť 275 cm. Eliptické odrazné zrkadlo zakrýva stred hlavného zrkadla, avšak vzhľadom na centrálnu perforáciu hlavného zrkadla je strata svetla nepatrná. Optické vlastnosti oboch zrkadiel sú veľmi dobré. Povrch zrkadiel je pohlinikovaný, upevnenie a justovanie zrkadiel je v obvyklom prevedení. Vnútrajšok tubusu je matovaný a okraj hlavného zrkadla zaclonený, čím sa odstranili reflexy a tak do násobiča elektrónov prichádza len svetlo od zdroja, odrazené od oboch zrkadiel. Na pointovanie používajú sa dva refraktory. Jednému milimetru v ohniskovej rovine ďalekohľadu odpovedá 75" na oblohe. Fotoelektrický fotometer pozostáva: z optickej časti, stejnosmerného zosilňovača, fotometrického nastavca, zdroja vysokého napätia a násobiča elektrónov FEU-17.

### Optický systém

Optická sústava zobrazuje objekt na fotokatódu násobiča elektrónov. Spolu s filtrami, clonami a kontrolným okulárom tvorí optickú časť fotoelektrického fotometru. Posledné prevedenie optickej sústavy pozostáva z dvoch šošiek o ohniskových vzdialenostiach 23,3 mm a 29,3 mm. Prvá šoška je zložená z dvoch, je zaostraná na clonu a jej ohnisková rovina splyva s ohniskovou rovinou ďalekohľadu. Výstupná pupila celej sústavy je 3,75 mm. Akýkoľvek objekt, pokiaľ jeho obraz vmetá sa do clony, zobrazí sa na fotokatódu ako kotúček. Takýto optický systém bol zvolený vzhľadom na nerovnakú citlivosť fotokatódy násobiča elektrónov na rozličných miestach. Odstránil sa tak šum, ktorý vznikal následkom scintilácie hviezdy s malými závadami v pohonu ďalekohľadu, keď svetelný bod menil svoju polohu na fotokatóde počas merania. Pre uloženie v smere kolmo k optickej ose je dovolená tolerancia asi 1 mm. Kontrolným okulárom, ktorý je možno vsunúť do optickej osi, môžeme zistiť, ktorá clonka je zaradená a či ohniskové roviny ďalekohľadu a optickej sústavy splyvajú. Tento fotoelektrický fotometer môže byť použitý i na meranie integrálnych jasností plošných objektov, pokiaľ ich priemer nie je väčší ako 5 oblúkových minút. Optická sústava, i keď zobrazuje ľubovoľný objekt ako rovnomerne jasný kotúček na fotokatódu, predsa nie je úplne vyhovujúca. V troch

čočkách dochádza k značnej strate svetla, jednak odrazom, jednak absorpciou, ako je to vidieť na krivkách spektrálnej citlivosti. K 100% absorpcii dochádza vo fialovej časti spektra, pretože čočky nie sú z kremenného skla. Najlepším a najjednoduchším optickým systémom by bola Fabryho čočka z kremenného skla. Najmä u násobičov s antimonio-céziovou vrstvou, medzi ktoré patrí i FEU-17, je takýto systém zvlášť žiadúci.

Pre zoslabenie svetla jasných zdrojov je optická časť opatrená neutrálnymi filtermi. Pre meranie farebných charakteristík používajú sa farebné filtry. Filtry sú umiestené na kruhových kotúčoch. Manipulačné knoflíky pre nastavenie filtrov a clony je vidieť na priloženej fotografii. Kotúče filtrov majú po osem polôh. Parametre filtrov sú v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 1

Poloha kotúča		
1	prázdny	prázdny
2	BG 30 neprepúšťa inf.	BG 12 modrý 1 mm + + GG 12 2 mm
3	NG 5 zoslabuje o 0,74 <sup>m</sup>	GG 11 žltý 2 mm
4	NG 4 zoslabuje o 1,29 <sup>m</sup>	VG 8 zelený
5	NG 3 zoslabuje o 2,49 <sup>m</sup>	OG 4 žltý
6	NG 10 zoslabuje o 5,45 <sup>m</sup>	OG 2 oranžový
7	UG 5 fialový	RG 2 červený
8	zavreto	zavreto

U hviezd slabších ako 5<sup>m</sup> nie je treba používať neutrálne filtry. Pre meranie farebných indexov používajú sa farebné filtry; BG 12 1 mm + GG 13 2 mm a GG 11 2 mm. Fotometer po namontovaní ultrafialového filtra bude možno použiť pre trojfarebnú fotometriu. Ak je násobič elektrónov chladený, vtedy klesne teplota v optickej časti, vodná para zráža sa na optických plochách a na skle baňky násobiča. Preto priestor medzi čočkami a chladiacou náplňou je zahrievaný elektrickým topným telesom. Pre udržanie teploty vodných pár nad rosným bodom stačí, ak špirála dáva výkon 30 W.

### Stejnosporný zosilňovač

Pre meranie prúdu násobiča elektrónov bol použitý stejnosporný zosilňovač, ktorý pracuje na princípe nulovej metódy. Napätie vytvorené prúdom násobiča elektrónov na vstupnom odpore zosilňovača je kompenzované známym stejnosporným napätím opačnej polarity z baterií. Pri kompenzácií zruší sa napätie na vstupnom odpore, mriežka má pôvodné napätie, takže anódovým obvodom netečie elektrický prúd a galvanometer vráti sa do nulovej polohy. Ako indikátor nulovej polohy používa sa galvanometer s citlivosťou  $4,5 \cdot 10^{-9}$  A.

Vstupný odpor zosilňovača je 90 MΩ. Na pracovnú mriežku je možno pripojiť časť odporu, alebo odpor celý, takže môžeme týmto spôsobom meniť citlivosť prístroja. Hodnoty vstupného odporu môžu byť 10 MΩ, 30 MΩ, alebo 90 MΩ. Paralelne k vstupnému odporu je pripojená kapacita 20 μF a tým časová konštanta obvodu môže mať hodnotu 0,2; 0,6; a 1,8 sek.

Pri prechode prúdu vstupným obvodom nenabije sa tento okamžite, ale napätie bude na ňom vzrášťať podľa exponenciálneho vzťahu, až dosiahne hodnoty, ktoré mu odpovedá podľa Ohmovho zákona. Podobne klesá napätie na vstupnom obvode, keď sa násobič elektrónov uzavrie pred svetlom. Priebeh napätia je daný vzťahom:

$$V = V_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

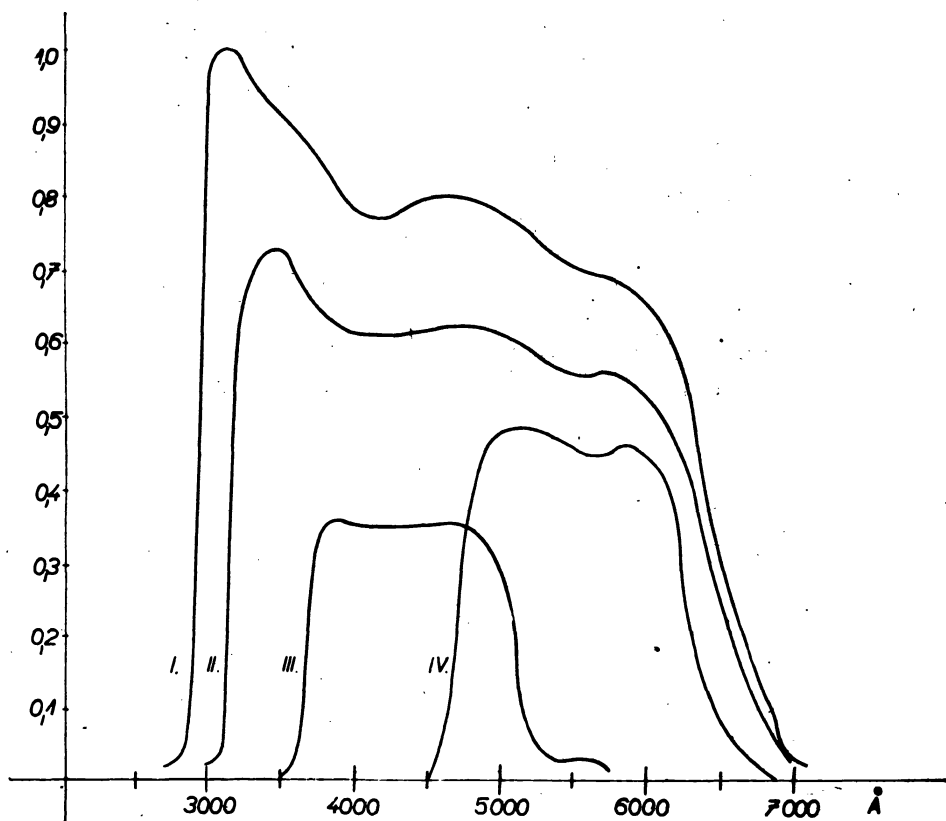
Pre vybíjanie obvodu platí podobný vzťah:

$$V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Z tabuľky č. 2 môžeme stanoviť časový interval, po ktorom môžeme previesť meranie s požadovanou presnosťou pri rôznych časových konštantách prístroja. Hodnoty v tabuľke sú v percentách celkového napätia. V tab. 2 na vodorovnej osi je časová konštanta v sekundách, na zvislej osi čas v sekundách.

Tabuľka 2

Sek	0,2	0,6	1,8
1	99,33	81,10	39,65
2	100,00	96,43	66,08
3	100,00	99,33	81,10
4	100,00	99,87	89,16
5	100,00	99,98	93,78



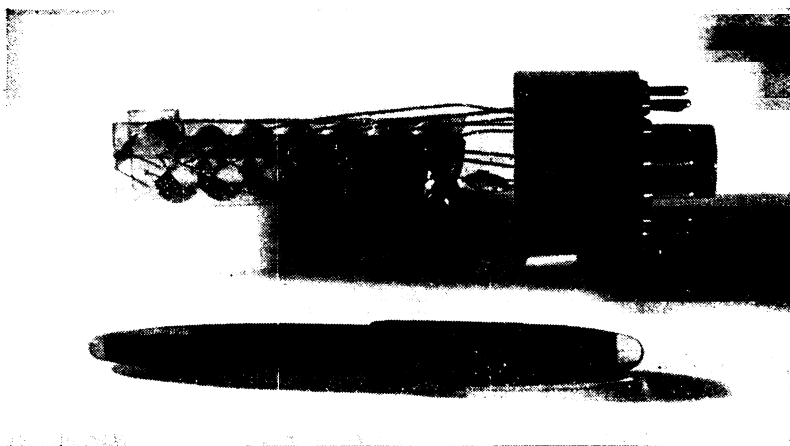
Obr. 1. Krivky spektrálnej citlivosti: I bez optiky, II s optikou fotometru, III s modrým filtrom, IV so žltým filtrom.

Z tabuľky č. 3 zistíme, že pri požadovanej presnosti 2% je treba časového intervalu teser 4 RC, tj. kým napätie na vstupnom obvode dosiahne 98% svojej hodnoty. V prvom riadku je čas v jednotkách časovej konštanty, v druhom riadku % dosiahnutého napätia.

Čas	1	2	3	3	4	5
%	63,22	86,47	95,03	98,17	99,23	99,33

Pri slabších objektoch, keď sa používa celý spádový odpor, t. j. časová konštanta riadku je čas v jednotkách časovej konštanty, v druhom riadku % dosiahnutého napätia.

Pri slabších objektoch, keď sa používa celý spádový odpor, t. j. časová konštanta 1,8 sek (maximálna časová konštanta prístroja) pri požadovanej 0,5%-nej presnosti môže sa previesť meranie až po 9,4 sek. Na vykompenzovanie protinapätím spotrebuje sa 5 až 30 sek. Pri takejto rýchlosti merania je časová konštanta vyhovujúca. Zväčšenie časovej konštanty nebolo by na mieste, pretože doba merania by sa predĺžila a tak by došlo k zníženiu rýchlosti pozorovania.



Obr. 2. Násobič elektrónov FEU-17.

### Zdroj vysokého napätia

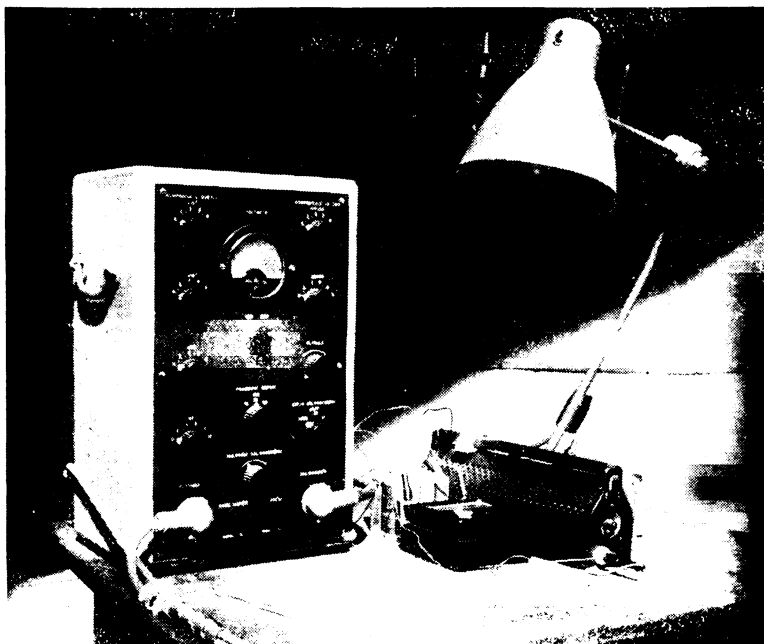
Ako zdroj vysokého napätia používajú sa anódové batérie 120 V. Póly batérie sú vyvedené na spoločnú svorkovnicu, aby bolo možno kontrolovať napätie batérií v prípade potreby i počas pozorovania. Stabilita napätia 15 minút po zapnutí je asi 0,09%, pričom stabilita sa nemení počas doby opotrebovania. Teplota v rozsahu  $20 \pm 5$  °C nemá vplyv na stabilitu napätia. Relatívna vlhkosť väčšia než 65% znižuje dobu skladovateľnosti a stabilitu napätia. Spoje na vývodoch batérií i na svorkovnici, vlhkosť vzduchu a výkyvy teploty spôsobujú sníženie stability napätia, a preto je výhodnejšie použiť elektrónického stabilizátoru.

### Násobič elektrónov

Vo fotometri je namontovaný násobič elektrónov FEU-17 s antimonocéziovou katódou a 13-mi zosilňovacími stupňami — dynódami. Katóda a dynódy majú válcový tvar. Ich priestorové usporiadanie v baňke je vidieť na obr. 2. Vývody dynód a katódy sú vyvedené na bakelitový sokl so štrnástimi nožičkami. Anóda je vyvedená na boku baňky, oddelene od dynód, čím sa zmenšili zvodové prúdy. Minimálne napätie na násobiči elektrónov je 750 V, maximálne 1500 V, maximálny anódový prúd 0,1 mA. Napätie na jednom stupni pohybuje sa v medziach 53,5—107 V. Násobič je napájaný z odporového

deliča. Odporu deliča boli premerané podľa odporového normálu a vybrané tak, aby rozdiely medzi nimi nepresahovali 0,5%, čím je zaručené rovnomerné rozloženie napätia medzi jednotlivé stupne. Pri nerovnomernom rozložení napätia poruší sa fokusácia elektrónového zväzku, nastáva rozptyl elektrónov a citlivosť násobiča klesá. Pri pozorovaní používali sme napätie 850–1100 V.

Násobič elektrónov pracuje nasledujúcim spôsobom: fotoelektróny uvoľnené z katódy dopadajú na prvú dynódu, kde sekundárnou emisiou uvoľňujú sa ďalšie elektróny, ktoré sú elektrickým pólom sfokusované a dopadajú na druhú dynódu. Tento proces sa opakuje,

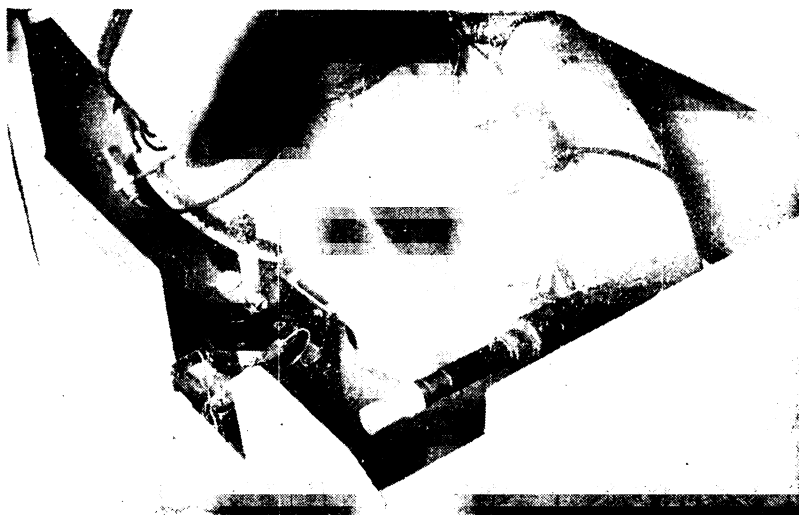


Obr. 3. Stejnosporný zosilňovač.

príčom počet elektrónov sa neustále zvyšuje, až nakoniec sväzok elektrónov mnohokrát zosilnený dopadá na anódu. Veľkosť zosilnenia fotoprúdu je závislá na konštrukcii násobiča elektrónov: na počte dynód, na koeficiente sekundárnej emisie, na anódovom napätí a na dokonalosti fokusácie. Koeficient sekundárnej emisie u FEU-17 pohybuje sa v medziach 2,5–4, podľa veľkosti priloženého napätia. Koeficient zosilnenia dosahuje u týchto násobičov elektrónov pri napätí 650 V v priemere hodnoty  $4 \cdot 10^4$ , pri 1150 V v priemere  $4 \cdot 10^7$ . Vidíme, že pri zvýšení napätia o 500 V zvýšil sa koeficient zosilnenia o 3 rády.

Ak je násobič elektrónov pod napätím, hoci nie je osvetlený, tečie ním elektrický prúd, ktorý nazývame temným prúdom. Hlavným zdrojom temného prúdu je termická emisia z fotokatódy a z prvej dynódy, emisný prúd ktorých je nasledujúcimi stupňami najviac zosilnený. Termický prúd z ostatných dynód je zanedbateľný. Termická emisia z fotokatódy je závislá na teplote a dá sa chladením podstatne znížiť. Druhým zdrojom temného prúdu je elektrická vodivosť medzi anódou a ostatnými elektródami. Odpor a tým i intenzita vodivých prúdov medzi elektródami a anódou sú závislé na povrchovej a objemovej vodivosti skla a soklu. Pri značnom rozdielne potenciálu tečie medzi dynódami a anódou elektrický prúd, ktorého intenzita mení sa v súhlase so zmenami odporu vo vnútri a na povrchu baňky. Vodivosť na vnútornej stene baňky je vyvolaná vrstvou cézia na skle. Elektrická vodivosť na vonkajšej strane baňky a soklu je spôsobená hlavne znečistením, vlhkosťou apod. Tretím zdrojom temného prúdu je iontová a optická spätná

vázba v násobiči elektrónov. Prúd elektrónov nárazom ionizuje zbytky molekúl medzi dynódami. Najviac ionizovaných častíc vzniká v anódovej časti násobiča elektrónov, kde je intenzita prúdu najväčšia. Kladne nabité ióny pohybujú sa opačným smerom ako elektróny, časť z nich dopadá na katódu a tak sekundárnou katódy zvyšuje sa temný prúd. Intenzita temného prúdu z uvedených zdrojov je závislá na napätí na násobiči elektrónov. Termický prúd vzrastá s napätím tak rýchlo ako koeficient zosilnenia. Intenzita vzvodového prúdu vzrastá s napätím pomaly. Jednotlivé zložky temného prúdu môžeme od seba odlíšiť podľa ich závislosti na napätí. Pri normálnych pracovných podmienkach je termická emisia hlavnou zložkou temného prúdu. Temný prúd násobiča pri 800 V je  $3,0 \cdot 10^{-11}$  A; pri 1100 V je  $1,2 \cdot 10^{-9}$  A, pri 1300 V je  $1,8 \cdot 10^{-8}$  A.



Obr. 4. Galvanometer.

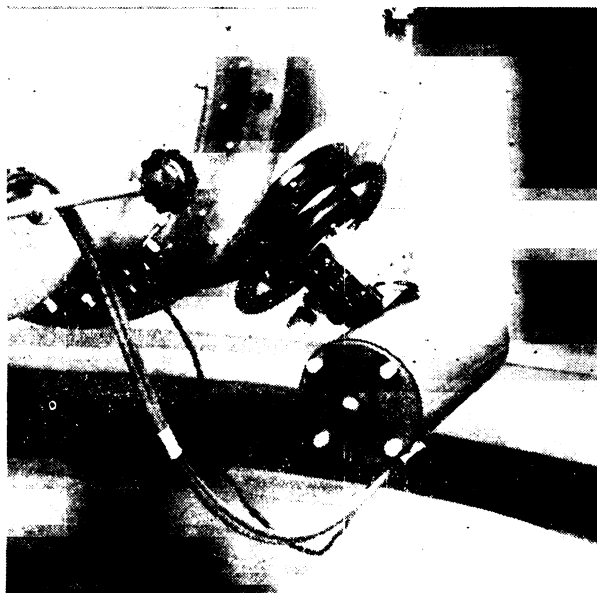
Násobič elektrónov po zapnutí anódového napätia má značný temný prúd a šum, ktoré zo začiatku pomerne rýchlo klesajú, až sa ich hladiny ustália. Ustálené pomery u nechladeného násobiča nastanú asi 90 minút po zapnutí napätia. Účinkom chladenia zníži sa temný prúd. Znižovanie je pozvolné a rýchlosť znižovania závisí na poklese teploty. Asi pol hodiny po začiatku chladenia znižovanie sa zastaví a temný prúd a šum má konštantnú hodnotu. Po vyčerpaní zásoby kyslíčnika uhličitého nastáva opätovné zvyšovanie temného prúdu a šumu. Pri znížení teploty z  $5^{\circ}\text{C}$  na teplotu suchého ľadu, znížil sa temný prúd asi 60-násobne.

Šum násobiča elektrónov prejavuje sa kolísaním indexu galvanometra okolo nulovej polohy. Zložky šumu sú: Johnsonov šum vstupného odporu zosilňovača, fluktuácie anódového prúdu elektrónky, fluktuácie mriežkového prúdu elektrónky zosilňovača a šum násobiča elektrónov. Každá nestabilita napájacích zdrojov prejavuje sa tiež v podobe šumu. Súčet fluktuácií mriežkového prúdu elektrónky, fluktuácií anódového prúdu elektrónky zosilňovača, Johnsonovho šumu spolu s nestabilitou prístroja je na galvanometri temer neznamenný, a preto oproti šumu z násobiča elektrónov môžeme ho zanedbať. Šum pri napätí 1100 V je rovný  $4,8 \cdot 10^{-11}$  A.

### Spektrálna citlivosť

Spektrálna citlivosť bola premeraná pomocou hranolového monochromátoru s optikou z KCl, vodíkovej výbojky a vakuového termočlánku. Použitá kombinácia vodíkovej výbojky a monochromátoru dovolila premerať spektrálnu citlivosť v intervale vlnových dĺžok 2500—7300 Å. Bola meraná spektrálna citlivosť násobiča elektrónov, spektrálna

citlivosť násobiča s optikou fotoelektrického fotometru a spektrálna citlivosť celého prístroja s farebnými filtermi. Boli použité prv uvedené kombinácie filtrov: BG 12 1 mm + GG 13 2 mm pre modrú oblasť a GG 11 2 mm pre vizuálnu časť spektra. Krátkovlnná hranica citlivosti násobiča elektrónov je u 2900 Å; táto hranica je podmienená pripust-



Obr. 5. Optická časť a fotometrický nástavec.

Tabuľka 4

Spektrálna citlivosť				
	1	2	3	4
2600	03	—	—	—
3000	95	—	—	—
3400	93	73	—	—
3800	83	64	35	—
4200	77	61	35	—
4600	80	62	35	06
5000	77	61	30	47
5400	72	57	02	47
5800	69	55	01	46
6200	57	44	—	32
6600	24	21	—	05
7000	03	01	—	—

nostou skla baňky. Maximálna citlivosť násobiča je u 3140 Å, smerom k väčším vlnovým dĺžkam pozvoľna klesá, pričom je patrné mierne zvýšenie citlivosti pri 4600 Å. Červená hranica citlivosti je pri 7200 Å.

Zaradením optickej časti fotometru pred násobič elektrónov posunula sa krátkovlnná hranica citlivosti až k 3150 Å. Toto posunutie je spôsobené absorpciou vo skle. Inak



krivka citlivosti má podobný priebeh ako v predehádzajúcom prípade, znížila sa len integrálna citlivosť následkom odrazu na optických plochách fotometru. Absorpcia svetla v optike je zanedbateľná pre vlnové dĺžky väčšie než 3500 Å. Násobič elektrónov s optikou fotometru a s modrým filtrom je citlivý v intervale vlnových dĺžok 3600—5580 Å, so žltým filtrom v intervale 4500—6800 Å. Efektívna vlnová dĺžka fotoelektrického fotometru s modrým filtrom je 4418 Å, so žltým filtrom 5513 Å. Efektívna vlnová dĺžka fotometru bez filtru je 4772 Å, násobiča elektrónov bez optiky fotometru je 4601 Å.

Po namontovaní fotoelektrického fotometru na diaľkohľad zmenil sa farebný systém, t. j. efektívne vlnové dĺžky. Táto zmena dá sa vypočítať zo známej závislosti odrazivosti na vlnovej dĺžke u hliníkových plôch. Všetky efektívne vlnové dĺžky posunú sa smerom k červenej časti spektra, pretože odrazivosť klesá smerom ku kratším vlnovým dĺžkam. Potom dostávame nasledujúce efektívne vlnové dĺžky: bez filtru 4846 Å (posuv 74 Å), s modrým filtrom 4435 Å (posuv 17 Å), so žltým filtrom 5519 Å (posuv 6 Å). Vidíme, že zmena farebného systému je nepatrná. V tab. 4 je spektrálna citlivosť v relatívnych jednotkách. Stĺpec č. 1 obsahuje hodnoty spektrálnej citlivosti násobiča elektrónov bez optiky, stĺpec č. 2 s optikou fotometru, stĺpec č. 3 s filtrom BG 12 1 mm + GG 13 2 mm, stĺpec č. 4 s filtrom GG 11 2 mm. Citlivosť násobiča elektrónov bez optiky pri 3140 Å bola položená rovna jedničke. Stĺpcom v Tab. 4 odpovedajú krivky spektrálnej citlivosti na obr. 1.

### Sovětští odborníci v oboru akustiky v Československu

Ve dnech 23.—28. září 1957 konal se v Praze první celostátní sjezd československých fyziků, na němž poprvé vystoupili českoslovenští odborníci v oboru akustiky s referáty v akustické sekci sjezdu. Na pozvání Československé akademie věd a Jednoty československých matematiků a fyziků se sjezdových prací zúčastnili sovětsí vědci akademik Nikolaj Nikolajevič Andrejev a člen korespondent AV SSSR Leonid Maximovič Brechovskich.

Zasedání akustické sekce zahájil úvodním slovem prof. dr. J. B. Slavík. První přednesl přednášku akademik N. N. Andrejev na thema *Termodynamický vztah mezi elektrostatickou, fotoelasticitou a Kerrovým jevem*. Akademik Andrejev pak dopolední zasedání řídil jako čestný předseda. Pak přednášel prof. L. M. Brechovskich na thema *Totální odraz kulových vln pružného prostředí a vln elektromagnetických na rozmezí dvou prostředí*.

Následovaly přednášky: J. B. Slavík, Problematika hluku na pracovišti; F. Zelený, Vliv dopravních prostředků na hlukové poměry v Praze; I. Nábělek, Akustická impedance lidského ucha; F. Kolmer-J. Tichý, Pohlcování zvuku neděrovanými porézními látkami; J. Němec, Akustické filtry a jejich aplikace v technické praxi; K. Mouric, Vliv ohybové tuhosti stěny na její neprůzvučnost; J. Tichý, Elektrické náhradní schéma kmitajících piezoelektrických tyčinek; F. Soška, Frekvence ohybových kmitů tyčí; J. Kraus, Kmity prstenců; M. Rákoš, Dvojitý oscilátorový kalibrátor; J. Merhaut, Zkreslení reproduktorů; A. Boleslav, Šum kondenzátorových mikrofonů; V. Turko, Československý telefonometrický normál; J. Obraz, Zařízení na zviditelnění ultrazvukového pole; F. Matouš, Příčiny „hluku pozadí“ rezonančního kolejničového defektoskopu — jeho vznik a odstranění; O. Taraba, Zdroje intenzivních akustických polí o ultrazvukových kmitočtech v kapalinách; J. Kovařovic, Nový ultrazvukový přístroj W 250; M. Krňák, Přístroj na měření stejnosměrného akustického odporu.

Na závěrečném zasedání sekce byla přijata rezoluce o naléhavosti zřízení akustické komise při ČSAV, jažo je tomu na příklad v SSSR a jinde, a zřízení samostatného akustického ústavu pro základní výzkum, analogického akustickému ústavu při Akademii věd Sovětského svazu.

Akademik N. N. Andrejev a prof. L. M. Brechovskich se mohli během svého čtrnáctidenního pobytu v Praze blíže seznámit s výzkumnými ústavu a laboratořemi, kde se pěstuje akustika. Byla uspořádána řada diskusních besed s pracovníky v akustice o nejnovějších otázkách, na kterých je akademik Andrejev a profesor Brechovskich seznámili se svými pracemi, s činností akustické komise při AV SSSR a s ostatními pracemi akustického ústavu Akademie věd SSSR. Byla uspořádána konzultace s československými odborníky na různých pracovištích, kde byla prodiskutována pracovní temeta. Oba vzánní hosté měli konečně besedu se zástupci matematicko-fyzikální sekce ČSAV o zřízení akustické komise a o jiných otázkách.

Ministerstvo školství a kultury pozvalo k jednoměsíčnímu pobytu v ČSR (od 1. listopadu do 1. prosince 1957) profesora S. N. Rževkina. Profesor Rževkin byl hostem katedry fyziky na elektrotechnické fakultě (prof. dr. J. B. Slavík) ČVUT v Praze.

Prof. Rževkin měl za svého pobytu u nás celkem sedm přednášek na témata: *O vývoji akustiky v SSSR; O pracích na katedře akustiky Moskevské státní univerzity; O architekturní akustice; Zvukové pohlcující materiály (dvě přednášky); O visualisaci ultrazvukového pole.* Přednášku O pracích na katedře akustiky Moskevské státní univerzity konal prof. Rževkin také na fakultě radiotechniky v Poděbradech a na Slovenské vysoké škole technické v Bratislavě.

Přednášky byly doprovázeny diapositivy a fotografickými snímky. Zúčastnili se jich odborníci z Prahy, pracovníci výzkumných ústavů a studenti vyšších ročníků.

Professor Rževkin měl příležitost seznámit se s významnějšími našimi výzkumnými ústavami a laboratořemi, v nichž se pěstuje akustika, a navázat styk s příslušnými odborníky.

Dále měl prof. Rževkin příležitost navštívit fyzikální ústavy v Praze, Brně a Bratislavě a seznámit se s organizací přednášek fyziky. Zúčastnil se také schůze pracovníků, zabývajících se bojem proti hluku, kde přednesl krátký projev o úlohách, které musí odborník z akustiky na tomto poli řešit.

Konečně uspořádal prof. Rževkin konzultaci o teorii ultrazvukového interferometru, o konstrukci zvukové pohlcujících rezonančních soustav atd.

Návštěva akademika Andrejeva, profesora Bredovskicha a profesora Rževkina přispěla hodně k dalšímu utužení styků mezi sovětskými a československými odborníky na poli akustiky. Byly prodiskutovány možnosti spolupráce, vzájemné pomoci a uveřejňování článků československých odborníků v sovětském časopise *Akustičeskij žurnal*. Byla konstatována obzvláště možnost čerpat z bohaté zkušenosti sovětských odborníků v akustice a s ohledem na nedostatky pracovníků též možnost výchovy československého vědeckého dorostu v akustických laboratořích v SSSR.

První kroky v tomto směru byly již učiněny. Přejeme si, aby se touto cestou s úspěchem pokračovalo.

J. B. Slavík

## Z vědeckého programu 4. mezinárodního kongresu krystalografické unie

Ve dnech 10.—28. července 1957 se konal v Montrealu v budovách McGillovy univerzity 4. mezinárodní kongres krystalografické unie, na který se sjeli přední odborníci z 21 zemí.

Vědecká část kongresu zahrnovala 250 odborných referátů, z nichž každý patřil do jedné z těchto skupin: 1. obecná část, 2. přístroje, 3. technika a metody, 4. novinky z řešení struktur, 5. minerály, 6. jílové zeminy, 7. kovy a slitiny, 8. anorganické struktury, 9. organické struktury, 10. proteiny a příbuzné sloučeniny, 11. struktura vláken, 12. uspořádané a neuspořádané stavy, 13. deformace a imperfekce, 14. kapaliny, kapalinové krystaly, amorfni materiály, skla, 15. fázové přechody martensitické transformace, ferroelektrika,  $\lambda$ -bodové přechody, 16. růst krystalů, 17. neutronová difrakce, 18. symetrie morfologie, dvojčatění, 19. z výuky krystalografie, 20. krystalografická data, 21. dvě symposia: fyzikální technika a elektronová difrakce.

Referáty vyčerpávají všechna hlavní odvětví krystalografie a přinášejí novinky z největších světových pracovišť o pracích s aktuálními problémy krystalografie, vědeckých předními odborníky. Výtahy z většiny referátů byly uveřejněny (A. C. 57).

Účelem této zprávy je stručně seznámit s některými novinkami uvedenými ve výtažích z referátů.

1. Obecná část obsahuje referáty: Hodkinův o analýze proteinů, Ždanonův o krystalové chemii, Jenkinův, Taylorův, Suttonův o souvislosti meziatomových vzdáleností s molekulárními konfiguracemi a vazbami typu C—C, C—H.

I když je jílovým minerálům věnována celá část (8), zmíním se jen o výzkumu jejich vlastností z obecného hlediska, jak je naznačeno v Brindleově referátu. Jílové minerály jsou silikáty s rozměry částic menšími než  $1 \mu$ , které, smíšený s vodou, jeví plastické vlastnosti. Jejich malé ploché částice omezují užití rtg paprsků k studiu jejich struktury. Jejich monokrystaly se dají studovat tedy pouze elektronovou difrakcí, a to jen pro rovinu (hk0), takže informace z experimentálních dat nejsou dostatečné pro precizní určení struktury. Jejich struktura má pro jejich plastické vlastnosti daleko větší význam pro studium pevných látek než pro krystalografii. Studium je soustředěno na strukturální analýsu, analýsu strukturálních imperfekcí a jejich souvislosti s vlastnostmi, identifikaci jednotlivých minerálů a strukturální studium jednotlivých vlastností: vliv tepla, vody a vlhké atmosféry a tvoření organických sloučenin.

2. 3. 4. Ze stavby přístrojů jsou stále aktuálními rtg semifokusační a fokusační lampy. Jednu z konstrukcí předvedli Riley, Stanfield; lámpa dává ohnisko šířky 0,1 mm, s olejem chlazenou anodou a novým typem jednoduchého fokusačního systému. Použije-li se regulační fokusece podle Ehrenberga a Speara, dosáhne se ohniska průměru 0,04 mm. Specifické zatížení je v prvním případě 1,1 kW/mm<sup>2</sup>, pro  $E - S$  fokusaci až 11 kW/mm<sup>2</sup>. Kromě toho se objevily i referáty o konstrukci Weisenbergových komůrek v miniaturním provedení ke studiu struktur fokusační lampy a struktur za nízkých a vysokých teplot a automatické počítačové difraktometry. Zajímavým přínosem je také velký optický difraktometr, o němž referovali Taylor a Lipson a který využívá difrakčních jevů k studiu struktury na několikacentimetrových modelech. Podobně lze studovat difrakci na modelech užitím několikacentimetrového elektromagnetického zařízení. V modelu krystalu odpovídají atomům mikrovlnové antény, které mají polární diagram ve shodě s atomovým rozptylovým faktorem prvku, který reprezentují. Seskupení antén se mění v modelu tak dlouho, dokud se nedosáhne shody s difrakčními obrazy rtg nebo elektronového zařízení. Vyhledovaná struktura je pak totožná se strukturou modelu. Touto metodou se dají studovat i modely krystalů s poruchami a mřížové kmity. Bylo jí použito k řešení struktury mědi, hliníku a grafitu (Mittra G. B., Sanyal G.).

7. Část kovy a slitiny se zabývá převážně studiem slitin transičních kovů s hliníkem. Vazba mezi atomy transičních kovů a hliníkem je velmi silná. Tyto slitiny mají dnes v technice velké uplatnění, neboť snázejí namáhání i za větších teplot. Jsou studovány příčinou silné vazby slitin (Fe, Cu)Al<sub>3</sub>, MnAl<sub>3</sub>, Mn<sub>3</sub>Al<sub>11</sub>, WAl<sub>4</sub>.

13. V této části byly uvedeny zajímavé referáty o pozorování dislokací elektronovým mikroskopem novými metodami, které umožňují sledovat i jejich pohyb. Jedna z metod je pozorování kontrastu v difrakčních snímcích při plastické deformaci. Tmavší místa v difrakčních snímcích odpovídají větší hustotě dislokací. Vhodným způsobem se dá vyvolat pohyb dislokací, který je možno pozorovat na pohybu tmavších míst. Jinou metodou pozorování dislokací, jejich tvaru a pohybu je metoda moiréových obrazců (H 57), které poskytují zvětšený obraz krystalických rovin a vzniknou pozorováním v elektronovém mikroskopu dvou na sebe položených pootočených monokrystalických filmů téže orientace. Z moiréových obrazců je možno pozorovat pohyb dislokací přímo v atomových rovinách.

V atomovém měřítku se dají také pozorovat poruchy v polním iontovém mikroskopu za nízkých teplot, jak ukazuje referát E. W. Müllera. Poněvadž funkce přístroje vyžaduje pole intenzity  $4 \cdot 10^8 \text{ V} \cdot \text{cm}^{-1}$ , působí na povrch kovu  $7 \cdot 10^4 \text{ at}$ , takže je možno studovat jen povrch kovu s velkou kohezí. Pro heliovou náplň se dosáhne rozlišení až 2,7 Å, pro vodíkovou asi 5 Å.

15. Z části fázové transformace uvedu transformaci pevné látky v kapalinu podle McLachlana. Autor vychází z jednodimenzionálního řetězce atomů, jenž je zatížen na obou koncích silami různého tvaru, a vyšetřuje různé druhy analytických tvarů sil, působících mezi nejbližšími sousedy. Nejjednodušším modelem je dvojice atomů ve vzdálenosti  $2V$ , mezi nimiž kmitá třetí atom podrobený silám šesti typů. Nejvhodnějším typem se ukazují funkce tvaru (F44, JHR51):

$$F = -u \frac{nm}{n-m} \left[ \left( \frac{r_0}{r} \right)^{n+1} - \left( \frac{r_0}{r} \right)^{m+1} \right],$$

$u$  je síla potřebná k disociaci dvou atomů,  $n, m$  jsou čísla řádu 6 a 13,  $r_0$  je rovnovážná poloha atomů a  $r$  je souřadnice atomů v intervalu  $\langle 0, 2 \rangle$ . Pro malá  $V$  přechází funkce  $F$  v parabolu (pevná látka), pro  $V \rightarrow \infty$  v konstantu (plyn). V intervalu  $(0, \infty)$  nabývá maxima ve středu intervalu  $\langle 0, 2V \rangle$  a minimu po obou stranách maxima. Podle vlastnosti funkce definuje autor tuhý, kapalný a tuhý stav takto:

Tuhý stav je takový, v němž atomy ztráví většinu času kmitáním kolem rovnovážné polohy ( $r_0$ ).

Kapalný stav je takový, v němž ztráví atomy většinu času přechodem z rovnovážných poloh, jež se centruje kolem středu nejbližších atomů.

Plynný stav je takový, v němž atomy ztráví většinu času ve volném pohybu mezi srážkami.

Zavedením vhodných pojmů se usnadní výpočet koeficientů roztažnosti, pro který se ukazuje shoda v řadě s experimentálními údaji.

16. Z části o růstu krystalů se zmiňují o referátech Egliho, Johnsona, Zimmermana o růstovém mechanismu a faktorech jej ovládajících při pěstování roztoků a tavenin. Tato část obsahuje též Langův příspěvek o užití rtg difrakce k studiu imperfekcí krystalů (pěstovaných z tavenin) bod po bodu.

Res, Rusanov a Stoikov přispěli referátem o pěstování v piezoelektrických krystalů v SSSR. Jde o syntetické materiály, jež jsou známy pod zkratkami KNT, DKT, ADP, LSH, GASH, SHA.

Důležitou technikou je v pěstování krystalů příprava a růst tenkých filmů, o nichž referoval K. R. Dixit. Šlo o tyto případy:

1. růst kovových filmů vypařováním kovu na a) amorfních materiálech, b) kovových monokrystalech, c) monokrystalech alkalických halogenidů;
2. růst elektroukládním na podkladech jako v 1.,
3. růst iontových krystalů v roztoku na podkladech jako v 1.

17. Předmětem referátů z neutronové difrakce bylo studium magnetické struktury látek slitin (Cu—Mn), určování molekulární struktury a vazeb lehkých prvků (C—C, C—H, vodíkových vazeb).

18. Z toho oddílu upozorňují jen na Pabstův referát, který udává vztahy gnomonické projekce a reciproké mříže, kde ukazuje, že gnomonická projekce je ekvivalentní se zborcenou reciprokou mříží, nebo projekcí reciproké mříže na první nejbližší mřížovou rovinu k počátku. Projekcemi paprsky jsou spojnice počátku s promítaným bodem reciproké mříže.

19. Velmi zajímavou částí je oddíl o výuce krystalografie, který obsahuje referáty o nových způsobech výuky difrakce rtg paprsků, jež je podávána z jednotného hlediska užitím Fourierovy transformace. Výklad začíná rozptylem rtg záření na elektronu, pokračuje na skupině elektronů, atomu, elementární buňce, několika buňkách a konečně na velkém množství buněk uspořádaných v krystalické mříži. Nové pojetí ukazuje, že jednotlivé difrakční stopy nejsou nezávislé a některé dříve nezávisle zaváděné pojmy a odvozované rovnice vyplývají z jednotné teorie (Laueho rovnice, Braggova rovnice, reciproká mříž a j.). Fyzikální oprávněnost Fourierovy transformace se dá experimentálně demonstrovat na optickém difraktometru, o němž byla zmínka v části 2., 3., 4.

Kiriyamův referát upozorňuje na možnost zavést do praktických cvičení pěstování krystalů z roztoků k měření jejich fyzikálních vlastností. Za nevhodnější látku doporučuje natrium chlorát a bromát.

O organizaci výuky krystalografie v SSSR referovali Flint a Šeftal.

20. Krystalografická data obsahují referáty o měření poloh difrakčních linek pomocí difraktometru pro ASTM. Je upozorněno na výhodnost použití pro ASTM převracených hodnot mezimřížkových vzdáleností místo dosud užívaných přímých hodnot a určování polohy difrakčních linek z polohy těžiště integrální intenzity.

Referáty na 4. kongresu podávají nejen přehled aktuálních problémů, ale mohou se stát námětem pro podobné práce i u nás.

Literatura: A. C. 57. 1957 Acta cryst., 10, 735—863; F 44 1944 Fürth, Proc. Phys. Soc. 183A, 87; H57 1957 Hashimodo, Acta cryst., 10, 143; JHR51 1951 Jaswon, Henry, Raynor Proc. Phys. Soc., 64B, 179.

*Lubomír Sodomka*

## O motorech kosmických lodí

Pohonná zařízení kosmických lodí lze dnes rozdělit do čtyř hlavních skupin:

1. Termochemické motory;
2. motory na vnější zahřívání vytékajících plynů;
3. iontové (elektrické) motory;
4. fotonové motory.

### 1. Termochemické motory

Jádem termochemického motoru je spalovací komora s tryskou. Ve spalovací komoře se spalují pohonné látky — palivo a okysličovadlo. Plyny vzniklé spalováním pak velkou rychlostí vytékají tryskou, čímž vzniká reaktivní tah, který pohání kosmickou loď ve směru opačném směru vytékajících plynů. Je zde tedy zdroj energie přímo v pohonných látkách. To je výhodou těchto motorů, neboť není třeba zvláštního energetického zdroje pro vyvrhování plynů.

Nevýhodou těchto motorů jsou však jednak poměrně nízké hranice výtokových rychlostí, jichž lze touto cestou dosáhnout — což znamená velkou spotřebu pohonných látek — jednak potřeba velmi žáruvzdorných materiálů pro spalovací komoru a trysku. Trvale snesou dnešní materiály, z nichž se staví spalovací komory, teplotu nejvýše 2000 °C, krátkou dobu snesou dnešní spalovací komory teplotu nejvýše 3000 °C. Jen uhlík

snese teplotu 3200 °C. Při teplotě nad 3500 °C se všechny známé materiály vypaří. Zvyšování teploty není ani zvláště výhodné, neboť zvýšením teploty na příklad na dvojnásobek se výtoková rychlost plynů zvětší jen  $\sqrt{2}$ -krát, tedy asi o 40%.

Dnešní termochemické reaktivní motory mají maximální výtokové rychlosti 2500 až 3000 m/sec. Podle dnešních technických představ lze tuto rychlost zvýšit nejvýše o 50%.

Termochemické reaktivní motory jsou dnes nejvíce a nejlépe prozkoumaným typem reaktivních motorů.

## 2. Motory s principem vnějšího zahřívání

Dnes máme tři projekty reaktivních motorů tohoto typu:

a) Motor sestává z uranového reaktoru, v němž se v grafitových trubkách zahřívá pod velkým tlakem kapalný žpavek. Lze tak dosáhnout výtokové rychlosti až 4000 m/sec. Kdyby se místo žpavku použilo vodíku, bylo by možno dosáhnout výtokové rychlosti až 6000 m/sec. I zde je však jedním z podstatných problémů otázka žáruvzdorných materiálů.

Zdá se, že tento typ motorů bude vhodný jen pro velmi velké kosmické lodi o váze několika set tun. V USA se tento projekt podrobně a ze všech stran zkoumá v mnoha laboratořích a průmyslových podnicích.

b) Druhý projekt (K. A. Ehrlicke, USA) počítá se slunečním teplem jako zdrojem energie. Hlavní částí motoru jsou dvě velká zrcadla, tvořená koulemi z umělé látky, naplněné kapalným vodíkem. Polovina povrchu každé z obou koulí je pokryta hliníkem. V ohnisku každého tohoto zrcadla je kotel, v němž se kapalný vodík zahřívá na teplotu 850 °C; pak se vodík vypařuje.

V tomto motoru lze dosáhnout výtokových rychlostí až 4500 m/sec, čímž se dosáhne tahu 72,5 kg. Kosmické lodi se může tímto způsobem udělit zrychlení řádově 0,01 g.

Tento typ reaktivního motoru se může ukázat dosti ekonomickým pro poměrně krátké meziplanetární lety malých kosmických lodí. Je tu však velké nebezpečí ze strany meteorů, které mohou snadno prorazit zrcadla.

c) V třetím projektu se plyn nebo lépe plynné plasma zahřívá intenzivním elektrickým obloukem. Bylo dosaženo výtokových rychlostí až 6000 m/sec. Potřebnou elektrickou energii lze získat agregátem, složeným z atomového reaktoru, výměníku tepla a turbogenerátoru (dnešní typ atomové elektrárny). Jde tu zřejmě o zařízení velmi složité, takže vznikají pochybnosti o ekonomické účelnosti tohoto motoru, tím spíše, že uvedené výtokové rychlosti lze dosáhnout přímým zahříváním vodíku v atomovém reaktoru.

Německý fyzik H. J. Kaeppler navrhuje použít jako zdroje potřebné elektrické energie radioaktivních izotopů. Realizace tohoto návrhu je však spojena s velkými obtížemi, spojenými zejména s potřebou velkého množství izotopů a s problémem odvádění velkého množství tepla, které je těmito látkami vyvíjeno (nejméně 20–30% veškeré získané elektrické energie).

## 3. Iontové reaktivní motory

V iontových reaktivních motorech se využívá toku iontů urychlovaných elektrickým polem. Výhodou tohoto typu reaktivních motorů je možnost řídit jak intenzitu toku iontů, tak potenciál urychlujícího elektrického pole.

Nárys projektu kosmické lodi s iontovým reaktivním motorem vypracoval v roce 1957 E. Stuhlinger (USA).

Primárním zdrojem energie je uranový reaktor, jehož teplo se turbogenerátorem přeměňuje v elektrickou energii. Ionty se získávají tak, že se plynné rubidium nebo cesium žene přes rozžhavenou platinovou mřížku. Efekt ionisace je téměř stoprocentní. Vzniklé ionty a elektrony se pak urychlují elektrickým polem o napětí 5000 V na 80 000–100 000 m/sec, kteroužto rychlostí vytékají. Uvedené rychlosti jsou podle předběžných úvah optimální; jejich další zvětšování vede údajně již jen k zvětšování neužitečné váhy kosmické lodi.

Kosmická loď s motorem tohoto typu, která by byla schopna letu na Mars a zpět s užitečným nákladem 150 tun, by musela mít startovací váhu 730 tun, 365 tun pohonných látek, elektrický generátor o 23 000 kW. Motor by vyvíjel tah 50 kg. Zrychlení této lodi by bylo řádově  $10^{-4}$  g.

Motor této lodi by musel být v chodu po celou dobu letu, zpočátku aby se let urychloval, v druhé fázi aby se let brzdil. Let se Země na Mars by trval asi 400 dní.

Iontové reaktivní motory vyžadují obrovské množství elektrické energie a vyvíjejí přitom velmi malý tah, udělují proto kosmické lodi velmi malá zrychlení. Tah těchto

motorů je tak malý, že raketa s iontovým motorem by se bez pomocných raket na termochemický pohon vůbec neodpoutala od zemského povrchu. V meziplanetárním prostoru však, za hranicemi zemské přitažlivosti je tahová síla iontových motorů dostatečná k tomu, aby kosmickou loď přenesla přes velké vzdálenosti mezi planetami.

Výzkum iontových reaktivních motorů nevyšel ještě z laboratorního rámce.

#### 4. Fotonové reaktivní motory

Oproti předcházejícím třem typům reaktivních motorů je fotonový nebo také kvantový reaktivní motor zatím věcí výlučně teoretickou, ba do jisté míry dokonce utopistickou.

Fotonový reaktivní motor je založen na využití usměrněného svazku fotonů, letících rychlostí světla. Základní myšlenkou je tu přímá přeměna látky v energii ve smyslu známé Einsteinovy relace  $E = mc^2$ . Hybnost fotonového svazku by pak byla  $E/c$ , kde  $E$  je světelná energie a  $c$  rychlost světla.

Takovou přeměnu lze pozorovat v některých nukleárních reakcích, na příklad při zániku dvojice elektron-positron a současném vzniku kvanta gama. V technickém měřítku však tyto děje nelze dosud uskutečnit. Kdyby se ukázalo možným tuto myšlenku realizovat, znamenalo by to získání energií  $10^{10}$  krát větších, než je termochemická energie jakékoli pohonné látky.

Realisace fotonového reaktivního motoru dále předpokládá, že fotony všech vlnových délek, vznikající při přeměně látky v energii, lze kolimovat v paralelní svazek a usměrnit úzkou štěrbinou navenek. Sběrná zrcadla by musela mít odrazovou schopnost nejméně 0,99 99 99 99; stěny komory, v níž by se děla přeměna látky v energii, by musely mít tepelnou propustnost téhož řádu. Jinak by zrcadla a stěny komory pohlcovaly tak obrovské množství zářivé energie, že by se okamžitě vypařily.

Vše to činí zatím ideu fotonové rakety čistě teoretickou záležitostí, dnešními prostředky nerealizovatelnou.

Literatura: *Review of the Scientific Instruments*, 1956, sv. 27, č. 11; *Missiles and Rockets* 1957, sv. 2, č. 6.

Podle *Express informacija*, ser. *Raketnaja tehnika*, odd. *Mežplanětnyje poljoty*, Mjen 1957, seš. 45 (č. 133–135), RT-133.

J. V.