

OBZORNIK ZA

MATEMATIKO

IN

FIZIKO

1952

LJUBLJANA

2

VSEBINA

Profesorju dr. Josipu Plemlju ob petdesetletnici akademskega dela	49
Članki	
O vpeljavi Giorgijevega merskega sistema (F. Avčin)	50
Uporaba vakuumu v industriji	
1. Konstruiranje industrijskih vakuumskih sistemov (B. Kozina)	59
2. Iskanje lukenj v visokovakuumskih napravah (E. Kansky)	62
3. Uporaba vakuumске tehnike pri izdelavi elektronskih cevi (J. Dekleva)	65
4. Naparevanje tankih plasti v vakuumu (B. Zega)	67
5. Taljenje in sintranje kovin v vakuumu (B. Kozina)	70
Novice	
O številu π (I. Vidav)	73
Radioaktivnost nevtrona (M. Švikaršič)	74
Eksperimentalna potrditev Fresnelove uklonske teorije (S. Poberaj)	75
CISE — italijanski institut za proučevanje atomske energije (Č. Z.)	77
Ustanovitev evropskega sveta za jedrske raziskave v Ženevi (A. Peterlin)	78
Uporabna matematika v Italiji (A. Kuhelj)	79
Jedro Galaksije (F. Dominko)	81
Novi instrumenti	
Ultracentrifuga Spinco (P. Dolar)	84
Utrinki	86
Poskusi	
Model katodne cevi z vodnim curkom (J. Lep)	87
Pouk	
Kdo naj študira fiziko (W. H. Westphal)	88
Iz naših šol	
Prof. Leopold Andréa	89
Pomoč matematikov ustanovam in podjetjem (A. Kuhelj)	90
Nove knjige	91
Vprašanja	96

Osnovne fizikalne konstante

Iz 4. št. Obzornika 1951 smo ponatisnili tabelo »Osnovne fizikalne konstante« na kartonu 32 cm $\times$ 33 cm. Dobite jo v vseh poslovalnicah »Slovenskega knjižnega zavoda« v Ljubljani za ceno 20.— din za kos.

Matematična služba

Pri tehničnih delih se večkrat pojavijo težji matematični problemi, ki zahtevajo pomoči matematika. Da ustreže takim potrebam, je Društvo matematikov in fizikov organiziralo Matematično službo, ki bo na razpolago za vsakršna matematična in računska dela. (Gl. poročilo v tej številki na strani 90.)

Instituti, ustanove in podjetja naj se s takimi problemi in nalogami obrnejo na društvo, ki jim bo preskrbelo rešitve. Naročila pošiljajte na naslov:

Društvo matematikov in fizikov LRS, Ljubljana, poštni predal 253.

PROFESORJU DR. JOSIPU PLEMLJU OB PETDESETLETNICI AKADEMSKEGA DELA

Dragi gospod profesor!

23. aprila 1952

Danes je minilo petdeset let, odkar ste postali akademski učitelj. Doživeli ste obletnico, ki jo dočaka le malokdo; doživeli ste jo zdravi in sveži in še vedno sredi obilnega dela. Vsi se veselimo tega ter Vam iz srca čestitamo.

Petdeset let dela na univerzah imate za seboj; dve tretjini tega ste dali naši slovenski univerzi. Z delom ste začeli v velikem svetu in bili ste sredi med tistimi, ki so ustvarjali matematiko; dosegli ste uspehe, s katerimi ste se uvrstili med prve na svetu. Ob ustanovitvi naše univerze pa ste prišli v Ljubljano, kjer ste našli drugačno okolje, z miselnostjo, ki ni bila naklonjena eksaktnim vedam. Vendar ste ostali pri nas, ker ste vedeli, da Vas potrebujemo.

Nekoč ste nam povedali, da Vam je težko, kadar gledate nazaj na svojo pot. Vendar Vam ne sme biti žal, saj ste Slovencem ustvarili nekaj, česar brez Vas ne bi imeli: prinesli ste nam matematiko in z njo ste nam odprli tudi pot do drugih znanosti. V teh tridesetih letih ste dali slovenskim šolam nad sto profesorjev matematike in fizike, ki danes že sami vzgajajo še mlajši rod; tudi ti, ki na naši univerzi učijo matematiko in fiziko, so vsi Vaši učenci. Še mnogo več pa je slušateljev tehniške fakultete, ki so od Vas prejeli osnove višje matematike.

Vsakogar so Vaša predavanja prevzela in navdušila; pri Vas smo matematiko doživljali in zaljubili smo se vanjo. Z matematiko ste nam vcepili poseben, kritičen način mišljenja, ki je značilen za vsakogar, ki se je pri Vas izšolal. Večkrat pa smo se šele kasneje zavedeli, kako preprosto, čeprav strogo, ste nam podali marsikaj, kar daleč presega raven navadnih univerznih predavanj. Samo Vi, ki ste sami med ustvarjalci te čudovite vede, ste nam mogli toliko dati. Po matematiko nam ni bilo nikdar treba hoditi na tuje univerze.

Se nekaj bi Vam radi povedali. Bili ste nam mnogo več kot samo učitelj. Vsakdo med nami to dobro čuti, čeprav morda ne zna povedati. Ko smo zapuščali Vaš seminar, nam je bilo kakor otrokom, ki zapuščajo dom, pa ne vedo, kako bi se zahvalili. Seveda staršem ni mar zahvale, ampak jim je v največje zadoščenje že to, da so otrokom pripomogli do uspeha v življenju. S podobnim zadoščenjem lahko gledate tudi Vi na svoje učence in njihovo delo. Ni težko opaziti, da dosežajo največ ravno s tem, kar ste jim dali Vi na njihovo življenjsko pot.

Tako se Vaše delo razrašča in raste kakor mlado drevo. Tudi tale naša revija je majhen sad na tem drevesu. Brez Vas tudi »Obzornika za matematiko in fiziko« ne bi bilo; saj ga pišejo, urejujejo in berejo Vaši učenci. Naj Vam bo tudi naš list skromen dokaz, da ste sejali na rodovitna tla.

Od vsega srca Vam želimo, da bi še dolgo ostali pri svojem delu, predvsem pa, da bi doživeli še mnogo vedrih in zdravja polnih let.

Vaši učenci.

O VPELJAVI GIORGIJEVEGA MERSKEGA SISTEMA

F. Avčin*

Veličine fizike. Za izražanje svojih zakonitosti rabita fizika in tehnika vrsto tako imenovanih *veličin*.** Gre za celokupnost pojmov, kot so n. pr. dolžina, čas, masa, kot, vztrajnostni moment, toplota, temperatura, električni tok, napetost, jakost električnega in magnetnega polja itd. Vsako veličino lahko smatramo kot produkt *merskega števila* in *enote*; tako je n. pr. dolžina $s = 5$ m produkt merskega števila 5 in enote m (meter).

Za popoln kvalitativen in kvantitativen opis fizikalnih pojavov si za potrebe vsake panoge fizike posebej ali za več panog hkrati vpeljemo potrebne veličine s tako imenovanimi definicijskimi enačbami. Najprej pa si moramo nekaj posebno važnih veličin izbrati za *osnovne*, torej take, za katere nimamo definicijskih enačb, vse ostale, z osnovnimi izražene veličine, so potem *izvedene* veličine. Število osnovnih veličin je za vsako panogo fizike enako razliki med številom vseh nastopajočih veličin in med njimi veljavnih definicijskih enačb. V mehaniki rabimo tri: ponavadi so to dolžina, masa in čas; včasih tudi dolžina, energija in čas. V elektromagnetiki so pa potrebne štiri. Dolgo je trajalo, da je to spoznanje prodrlo, dasi je že sam Maxwell pokazal nanj. Vso klasično elektrodinamiko gradimo na dveh osnovnih enačbah, ki ju lahko napišemo n. pr. v tejle integralški obliki:

magnetizacijska $\oint \vec{H} d\vec{s} = I$; induksijska $\oint \vec{E} d\vec{s} = -d\Phi/dt$. Razlika

med številom 6 nastopajočih veličin $\vec{H}, \vec{s}, I, t, E, \Phi$ in številom 2 med njimi edino možnih enačb je enako štiri. Vsaka nadaljnja definicijska enačba pomnoži tudi število veličin za eno. Tako n. pr. enačba $I = dQ/dt$ vpeljuje namesto električnega toka I časovni odvod naboja.

Dimenzijske enačbe. V najožji zvezi z definicijskimi enačbami so tako imenovane *dimenzijske enačbe*, ki jih je v fiziko vpeljal Fourier. Z njimi karakteriziramo izvedene veličine v njihovih glavnih potezah in pokažemo njihove kvalitativne povezave z ostalimi veličinami kake panoge. Ne povedo nam pravih kvantitativnih fizikalnih zvez med veličinami; so tedaj le nekak stenogram namesto pravih veličinskih enačb. Tudi niso izjave dimenzijskih enačb nekaj absolutnega, ker so odvisne od izbire osnovnih veličin. Dimenzijske enačbe se ne ozirajo na numerične faktorje v fizikalnih enačbah. Zanje je prav vseeno, če n. pr. kinetično energijo definiramo kot $mv^2/2$ ali če bi namesto tega vzeli mv^2 . Dimenzijska enačba je v obeh primerih ista. Če izrazimo dimenzije dolžine, mase in časa z znaki L, M, T , je dimenzija kinetične energije enaka $M (LT^{-1})^2 = ML^2T^{-2}$.

* Skrčen povzetek iz predavanja v Društvu matematikov in fizikov 12. in 19. XII, 1951. — Podrobnosti in tabele najdeš v avtorjevi knjigi »Osnove metrologije« (Ljubljana 1952).

** Ime *veličina* je vsaj tehnikom bolj simpatično kot tradicionalni izraz *količina*. *Količina* je odraz zastarelega, zgolj algebrskega gledanja na enačbe, ki mu njihovi simboli pomenijo le gola merska števila, torej kvantiteto veličine, njeno »kolikost«. Današnje gledanje na enačbe pa vidi predvsem kvaliteto veličine, njen »kaj«. 5 A in 10 A sta po tem gledanju ena in ista veličina, namreč električni tok (I), le da gre za dve različni njegovi vrednosti. Izraz »veličina« uporabljamo vsi tehniki Jugoslavije enako. Ustreza izrazom »grandeur, grandezza, Grösse«. *Količina* pa nam diši po »quantity« Anglosaksoncev, pri katerih si tudi veličinsko gledanje na enačbe najteže utira pot (primerjaj naslov ameriškega standarda »Letter Symbols for the Magnitudes of Electrical Quantities«).

Opomba uredništva: Mnogim našim sodelavcem in tudi urednikom je izraz *količina* bližji in ga zato verjetno ne bodo zamenjali z izrazom *veličina*. Navajeni so, da gledajo v simbolih že količine, ne pa samo merska števila; izraz jih pri tem ne moti.

Veličinske in številske enačbe. Številskih faktorjev v enačbah poznamo dve vrsti. Prvi so taki, ki so prišli vanje po matematično fizikalni poti, t. j. preko definicijskih enačb in preko matematičnih postopkov z njimi. Imenujemo jih *fizikalne faktorje*. N. pr. faktor $1/2$ v izrazu za kinetično energijo je fizikalni faktor. Kot znano, ga dobimo pri integraciji. Enačbe, pri katerih nastopajo le fizikalni številski faktorji, imenujemo *veličinske enačbe*, kajti za vsak simbol v njih lahko vstavimo polni izraz za veličino: ne le mersko število, temveč tudi enoto. Dimenzijske enačbe se od veličinskih ločijo torej vprav za fizikalni faktor.

Druga vrsta številskih faktorjev so pa oni, ki so v enačbe prišli zaradi neke izbire enot. Imenujemo jih *enotenske* ali *preračunske faktorje*, z njimi opremljene enačbe pa *številske enačbe*; kajti namesto simbolov veličin moramo in moremo vstaviti zgolj njihova merska števila v izbranih enotah. Tako je n. pr. v znani tehniški enačbi za inducirano napetost $U = Bv l \cdot 10^{-8}$ V preračunski faktor 10^{-8} izraz dejstva, da merimo veličine na desni v CGS-enotah, U pa hočemo imeti v 10^{-8} -krat večji praktični enoti »volt«. Mimogrede povedano je ta enačba povrh tako imenovane mešane in pri Nemcih z normo DIN 1313 prepovedane oblike. Enota »V« je namreč pripisana kot faktor; produkt veličin Bvl bi moral biti brez dimenzije, torej golo število. Ker pa to ne drži, morejo simboli pomeniti le merska števila veličin, čemur dajemo vidnega izraza s pokončno pisavo, medtem ko pišemo simbole veličin kurzivno. Takih enačb v literaturi kar mrgoli, tudi v nemški. Norma pač še ni zakon.

Dimenzijska koherenca enot. Podobno kot osnovne veličine si izberemo k vsaki panogi tudi osnovne enote, teh prav toliko kot osnovnih veličin, vendar po drugih, predvsem merilnotehničnih kriterijih. Nikakor ni potrebno, da vzamemo za osnovne enote ravno enote osnovnih veličin, kot se često misli.

Dimenzijske enačbe so v tesni zvezi z najpreprostejšim načinom za tvorjenje izvedenih enot. Le-te namreč dobimo zelo preprosto po tako imenovanem pravilu *dimenzijske koherence* ali razmernostne ubranosti. Pravilo se glasi: Izvedene enote neke veličine dobimo, če v njeni dimenzijski enačbi zamenjamo nastopajoče (osnovne ali izhodiščne) veličine z ustreznimi izbranimi enotami, toda brez kakršnih koli številskih faktorjev (enotenskih, preračunskih).

Tako dobljenim enotam pravijo Američani »inherently consistent units«, Angleži pa, da so »in one to one relationship«, kajti edini številski faktor v teh tako imenovanih *enotenskih enačbah* je število ena. Tako dobimo n. pr. za silo njeni dimenziji ($M L T^{-2}$) in različnim izbiram osnovnih enot ustrezno naslednje izvedene dimenzijsko koherentne enote:

za osnovne enote (g, cm, s)		$1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ dyn}$
za osnovne enote (kg, m, s)		$1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ N (newton)}$
za osnovne enote (t, km, h)		$1 \text{ t} \cdot \text{km} \cdot \text{h}^{-2} \approx (1/13) \text{ N}$

Iz dimenzije sile ($U I T L^{-1}$) v Miejevem sistemu elektromagnetike pa sledi za osnovne enote (V, A, m, s) $1 \text{ V A s m}^{-1} = 1 \text{ W s/m} = 1 \text{ N}$. Če pa si namesto pospeška 1 ms^{-2} izberemo za enoto raje zemeljski pospešek $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$, dobimo enoto sile $1 \text{ kg} \cdot g = 9,81 \text{ N}$, ki je vsekakor bolj komplicirana kot newton, predvsem pa nikakor ni dimenzijsko koherentna z osnovnimi enotami (kg, m, s). Fizika se je te enote zato od nekdaj skrbno

izogibala, pač pa je zelo v čislih v tehniki, predvsem v gradbeništvu in strojništvu. Nastala je zaradi zamenjavanja pojma »masa« s pojmom »teža«. V tehniki nosi ponavadi kar pri masi izposojeno ime »kilogram«. Naprednejši tehniki ji pa privoščijo posebno ime »kilopond« (kp), ali vsaj »kilogramska sila« (kg*).

Pravilo dimenzijske koherence sloni na definicijskih enačbah. Če ga priznavamo kot edino sistematično za tvorjenje izvedenih enot, lahko namesto dimenzij pišemo kar enote. Z dimenzijsko ubranimi enotami torej lahko opravimo dimenzijsko kontrolo enačb kar preko enot, ki so nam navadno bolj prezentne kot dimenzije.

Izvedene enote se pokažejo vedno v obliki preprostih produktov med potencami osnovnih veličin. Pri drugačnih funkcijah (n. pr. sinus, logaritmem) so argumenti vedno le gola števila ali pa razmerja, ki so *ničelne dimenzije*, kot n. pr. pri funkciji $\sin \omega t = \sin (2\pi t/T)$.

Računanje z veličinskimi in številskimi enačbami. Računanje po poti veličinskih in številskih enačb si oglejmo na praktičnem primeru, n. pr. na izračunu ohmske upornosti R bakrenega vodnika dolžine $l = 2$ km, prereza $S = 3$ cm²! Specifična upornost bakra je $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Iskana upornost znaša tedaj

$$R = \frac{\rho l}{S} = \frac{0,017 \Omega \text{ mm}^2 \cdot 2 \text{ km}}{\text{m} \cdot 3 \text{ cm}^2} = \frac{0,017 \Omega (10^{-3} \text{ m})^2 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ m}}{\text{m} \cdot 3 \cdot (10^{-2} \text{ m})^2} = 0,11 \Omega$$

Enote smo tedaj obravnavali, kot da so algebraski izrazi. Potrebna je le skrbnost dobrega knjigovodje, pa ni napake. Ta postopek, postopek veličinske enačbe, ni dolg, pa je vedno zanesljiv, in kar je najvažnejše, uporaben je za vsa kršene enote. V tem je glavna praktična prednost veličinskih enačb.

Uporabimo pa sedaj medsebojno ubrane enote za vse veličine v enačbi, n. pr. samo ohm in meter! Podatke izrazimo s temi enotami:

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}; l = 2 \cdot 10^3 \text{ m}; S = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2. \text{ Dobimo:}$$

$$R = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ m}}{3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,11 \Omega$$

Pri medsebojno ubranih enotah tedaj ni nujno, da v teku računa pišemo enote, ampak zadošča, da vstavljamo merska števila. Pri pravilnem računanju napake zaradi enot ne morejo nastati in dimenzijska kontrola enačbe ni več potrebna.

Našo enačbo pa bomo često srečali v obliki $R = 0,017 \text{ l/S}$. Prvo, kar na tej obliki lahko ugotovimo, je, da zahteve po homogenosti dimenzij ne izpolnjuje več: dimenziji leve in desne strani nista več enaki. Eno veličino smo bili namreč zapravili, saj je od specifične provodnosti ostalo le njeno mersko število, pri čemer je bila enota $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Enačba velja le za povsem določene enote, ki si jih moramo zapomniti. Še boljše pa je — in to naj se vedno napravi — če jih pripišemo, n. pr. v obliki pojasnila v oklepaju

$$R = 0,017 \text{ l/S} \quad (R/\Omega, l/\text{m}, S/\text{mm}^2)$$

Ker pomenijo simboli le merska števila, jih pišemo pokončno. Tovrstne, tako imenovane številске enačbe, so sila v rabi, ker so za praktično, hitro

računanje zelo uporabne, pod pogojem seveda, da je z navedbo enot vse v redu. Tudi empirično dobljene enačbe srečamo često v tej obliki.

V fiziki lahko obveljajo samo one enačbe, katerih izjave so neodvisne od izbire enot. Fizikalne teorije nimajo z enotami nikakega posla. Zato so veličinske enačbe važnejše od merskih sistemov, saj so uporabne z vsakršnimi enotami. Ta moment je važen zlasti za pouk; dijak se mora že od vsega početka privaditi fizikalnega mišljenja in gledanja na vsebino enačb.

Samim sebi koristimo, če se pri teoretičnih izvajanjih vseskozi držimo veličinskih enačb. Šele ob končni formuli, pri prehodu na konkretni račun, se poslužimo enot, in sicer med seboj dimenzijsko koherentnih enot za vse nastopajoče veličine, spremenljive ali stalne. Tako računamo lahko zgolj z merskimi števili. Dobljeni rezultat v dimenzijsko koherentni enoti uporabljenega sistema si po potrebi lahko pretvorimo v enote, ki nam ugajajo, po možnosti najprej v dekadične mnogokratnike ubranih enot, lahko pa seveda v poljubne nekoherentne enote, če so nam bolj domače ali če smo v skrbi, da nas kdo ne bi razumel.

Merski sistemi. Skupek enot, ki jih za merjenje veličin kake panoge fizike ali tehnike potrebujemo, tvorijo, kot pravimo, njen *merski sistem*. Če zajamemo hkrati enote vseh panog, torej vseh veličin v fiziki, bo tako nastali sistem univerzalen. Če pa so vse te enote povrhu še medsebojno ubrane, je naš sistem dimenzijsko koherenten, ubran sistem. Pod pojmom »merski sistem« bomo danes razumeli le tak sistem, saj v drugih, neubranih, ne zasledimo nikake globlje sistematike; ti so le brez reda nametan kup enot. Edino pravilo za povezavo enot v sisteme je opisano pravilo dimenzijske koherence.

Prvotni sistem osnovnih enot (m, kg, s) mehanike so pozneje nadomestili s sistemom (cm, g, s), ki je s prejšnjim dekadično povezan. Udomačil se je zlasti v fiziki in si nadel zveneči naslov »absolutni sistem«.

Mehanika in njen CGS-sistem sta v fiziki dolgo časa neomejeno gospodovala. Težave pa so nastopile, ko je bilo treba na ta merski sistem priključiti veličine dveh novih panog fizike: elektrike in magnetike. Še večje so postale komplikacije, ko sta se ti dve fizikalni znanosti po Faradayevih odkritjih elektromagnetne indukcije združili v eno samo neločljivo elektromagnetiko. Od takrat datira razrast klasičnega CGS-sistema mehanike v elektromagnetiki prikrojene številne in komplicirane variacije, kot žive v njeni literaturi, zlasti fizikalni, še dandanes. Toda tla so se CGS-sistemom v elektromagnetiki pričela izpodmikati že s pričetkom 20. stoletja. Njihovih slabosti ne bomo tu razlagali, ker jih je vsakdo vsaj občutil, kdor je z njimi moral praktično računati.

Giorgijev merski sistem. Slabih lastnosti CGS-sistemov ne more v celoti odpraviti niti njihova modernizirana štiričlenska oblika, s katero jih ponekod skušajo reševati: k trem prvotnim mehanskim enotam (cm, g, s) pridenejo formalno še »dekaampere« (10 A), elektromagnetno CGS-enoto električnega toka. Rezultat tega koraka je pa ničev. Elektromagnetika je sedaj dozorela znanost in za svoje delo rabi novega, prikladnejšega orodja kot je ono, ki ji ga morejo nuditi CGS-sistemi. Najti ji moramo merski sistem, ki je prost vseh njihovih slabosti.

Elektrotehniki so si že zdavnaj prikrojili nekatere CGS-enote na velikosti, prikladne za praktično uporabo. Tako n. pr. je $1 \text{ V} = 10^8$ elektromagnetnih CGS enot napetosti in $1 \text{ A} = 10^{-1}$ elektromagnetnih CGS enot

toka. Osnovne dolžinske enote pa niso določili, saj uporablja tehnika vse križem enote kot m^3 , mm^2 , km, foot, yard itd. hkrati. Prav tako si glede masne enote niso belili glave, saj so uporabljali in še danes uporabljajo raje enoto sile 1 kp, ki ima z enoto mase 1 kg isto mersko število. Kjer pa so vendarle rabili maso, so jemali težo in jo delili z zemeljskim pospeškom.

Leta 1901 je nedavno nesrečno preminuli italijanski profesor G. Giorgi te enote revidiral tako, da je od vseh možnih kombinacij za enote mase in dolžine, ki so v dimenzijski koherenci z že vpeljanimi praktičnimi enotami elektrotehnike, poiskal najprikladnejšo, in sicer tako, da sta ubrani energijski enoti elektromagnetike (Ws) in mehanike (J) enaki. Na srečo in povsem slučajno zadošča tej zahtevi tudi par enot (1 m, 1 kg), ki sta že prvotno bili osnovni in ki ju je sedaj Giorgi ponovno izbral. Ni to sicer edina možnost, toda brez dvoma najbolj praktična. Če bi bili svoj čas tehniki izbrali n. pr. za enoto toka ne 1 A, temveč kar elektromagnetno CGS-enoto, enako 10 A, potem kombinacija (1 m, 1 kg) ne bi bila več razmernostno ubrana z ostalimi praktičnimi enotami, Giorgijevega sistema v sedanji obliki ne bi bilo. V tej izbiri je vsa skrivnost tega sistema.

To Giorgijevo preprosto, a zato nič manjše dejanje je ostalo več kot 30 let nezapaženo. Šele leta 1935 je kongres Mednarodne elektrotehnične komisije sprejel Giorgijev sistem, za njim pa leta 1948 IX. Generalna konferenca za mere in uteži. Ubrana enota sile postane s tem newton. Hkrati je ista institucija energijski enoti Giorgijevega sistema 1 joule = 10^7 erg na ljubo pokopala energijsko enoto termike, kalorijo. Poleg tega je namesto dotedanjih empiričnih definicij in standardov za mednarodno enoto toka in upornosti (srebrni voltameter, živosrebrni ohm) sprejela stare absolutne definicije enot elektromagnetike, le da jih je naslonila na praktične, ne pa na CGS-enote. Merilna tehnika je bila namreč tako napredovala, da je merilnotehnična realizacija praktičnih enot na podlagi absolutnih definicij postala možna z večjo natančnostjo kot na osnovi dotedanjih internacionalnih definicij in empiričnih standardov. Za definitivne preračunske koeficiente je bilo določeno, da veljaj

1 srednji int. ohm = 1,000 49 abs. ohma

1 srednji int. ampere = 0,999 85 abs. ampera.

S tem so internacionalne enote dokončno odpravljene in joule postane točno enak watt-sekundi, kar pri računanju s starimi enotami ni veljalo.

Tako je nastal kompletan sistem praktičnih enot. Niso pa takrat še določili, kateri izmed enot sistema naj pripade vloga četrte osnovne enote elektromagnetike in kolika naj bo vrednost induksijske stalnice, ali $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am ali $\mu_0 = 10^{-7}$ Vs/Am; kajti s to poslednjo določitvijo bi se bili že odločili za eno izmed obeh današnjih pisav enačb, za racionalno ali za neracionalno.

Slednji dve vprašanji pa je za rabo elektrotehnikov, ki jih najbolj zanima dober, univerzalen in dokončen merski sistem, rešila konferenca Mednarodne elektrotehniške komisije l. 1950 v Parizu. Za četrto osnovno, ali bolje rečeno izhodiščno enoto je izbrala absolutni ampere, kajti z njim se pričinja serija definicij praktičnih absolutnih enot za veličine elektromagnetike. Ta korak je bil z izrecnim poudarkom napravljen izključno v namene zakonodaje in definiranja enot, podobno kot je bila določila že IX. Generalna konferenca za mere in uteži ob priliki zopetnega sprejetja definicij na absolutni osnovi. Za konkretne primere si tedaj lahko vsakdo

izbere obravnavani snovi primerne, svoje, zanj »osnovne« četvorice izmed enot Giorgijevega sistema, za praktično elektrotehniko n. pr. (V, A, m, s). S tem izgubi še nedavno tako važno ločevanje med »osnovnimi« ter »izvedenimi« enotami svojo nekdanjo ostrino. Zato je dobro, da opustimo natančnejše označevanje Giorgijevega sistema z dodatki kot MKS — ali MKSA — sistem, po vzorcu oznake »CGS«.

Temu primerno bi bilo treba tudi prikrojiti bodočo zakonodajo. Sprejete enote moramo namreč prej ali slej legalizirati, če se štejemo za kulturno državo. Članstvo v Metrski konvenciji nam nalaga moralno dolžnost za ta korak. Osnutek tozadevnega zakona je že tu. Kot je potrebno, predvideva gotov »prelazni period« na mestih, kjer Giorgijev sistem najbolj boleče posega v dosedanje prakso. To velja predvsem za njegovo ubrano enoto sile, za newton, v opreki z 9,81-krat večjim, z izbiro (m, kg, s) nekoherentnim in dejansko nikjer legaliziranim kilopondom in njegovimi izvedenkami. Stare enote se bodo vsaj na tihem še dolgo držale v onih panogah in pri onih tehnikah, ki s celotno fiziko niso tako ozko povezani. Kdor pa ima, kot n. pr. praktični elektrotehnik, dnevnega posla s konkretnimi problemi iz vseh mogočih, pestro prepletajočih se panog tehnične fizike, se bo brez dvoma odločil za Giorgijev sistem.

Racionalizacija. Pod tem pojmom razumemo spremembo pisave nekatereh enačb elektromagnetike v tako obliko, da se sferični faktor 4π oz. cilindrični 2π pokaže na »racionalnih« mestih, to je takih, ki kažejo na krogelno oz. cilindrično simetrijo v konfiguraciji polja. Fizikalna zamisel tokovnega, elektrostatičnega in magnetnega polja je na ta način bolje poudarjena kot pri neracionalni pisavi, ki spominja bolj na zamisel učinkovanja na daljavo. Za današnje pojmovanje je homogeno polje nekaj bolj osnovnega kot točkasti naboj. Racionalna pisava enačb, ki ima racionalne faktorje pri homogenem polju in iracionalne pri krogelno simetričnem, nam je zato bližja kot stara, iracionalna, kjer je bilo nasprotno. Naravno je zato, da obenem z novimi enotami uvedemo tudi racionalizacijo pisave enačb. Neracionalnih enot, to je takih, ki vsebujejo faktorje 4π poleg osnovnih enot, v Giorgijev sistem sploh ne spadajo, ker niso dimenzijsko koherentne. Mednarodna elektrotehniška komisija je sklenila, da imajo v Giorgijevem sistemu mesta le še racionalne, to je hkrati dimenzijsko koherentne enote. S tem se je implicite odločila za postopek veličinske racionalizacije. Nikakega dvoma ni, da jo bo l. 1954 sprejela tudi X. Generalna konferenca. Tudi Mednarodna unija za čisto in uporabnostno fiziko se vedno bolj nagiba k tej rešitvi.

V naslednjem bomo obravnavali samo Giorgijev sistem z racionalno pisavo enačb. Najlažje bomo dobili pregled, če naštejemo nove absolutne definicije najvažnejših enot v obliki, prikrojeni za vsakdanjo rabo.

Sila (F): newton (N) je sila, ki da masi enega kilograma pospešek 1 m s^{-2} . Ta enota je torej 10^5 -krat tolikšna kot enota v sistemu CGS ($1\text{ N} = 10^5\text{ dyn}$).

Energija (W), delo (A), toplota (Q): joule (J) je delo, ki ga opravi sila 1 N pri premiku 1 m v svoji smeri. $1\text{ J} = 1\text{ Nm} = 1\text{ Ws} = 10^7\text{ erg}$.

Moč (P): watt (W) je moč stroja, ki opravlja 1 joule dela na sekundo.

Električni tok (I): ampere (A) je tok, ki mora teči po dveh dolgih, tenkih, ravnih vodnikih, ki sta vzporedna in za 1 m razmaknjena, da se privlačita s silo $2 \cdot 10^{-7}\text{ N}$ na meter dolžine vodnikov.

Napetost (U): volt (V) je napetost med koncema žice, po kateri teče tok 1 A, če se v žici troši moč 1 W.

Upornost (R): ohm (Ω) je upornost žice, po kateri požene napetost 1 V tok 1 A.

Naboj (Q): coulomb ali ampere-sekunda (As) je naboj, ki preteče pri toku 1 A v času 1 sekunde. $1 \text{ As} \cong 3 \cdot 10^9$ elektrostatičnih CGS enot.

Kapacitivnost (C): farad ($F = \text{As/V}$) je kapacitivnost kondenzatorja, v katerega spravimo z napetostjo 1 V naboj 1 As. $1 \text{ farad} \cong 9 \cdot 10^{11}$ elektrostatičnih CGS enot (»centimetrov«).

Magnetni pretok (Φ): weber ali volt-sekunda (Vs) je pretok, ki v obdajajoči ga zanki inducira napetost 1 V, če ga v eni sekundi enakomerno zmanjšamo na nič.

Induktivnost (L): henry ($H = \text{Vs/A}$) je induktivnost tokovnega kroga, v katerem se inducira napetost 1 V, če se tok spreminja enakomerno za 1 ampere na sekundo.

Električna poljska jakost (E): V homogenem polju je $E = U/d$. Enota je torej volt na meter (V/m).

Električna poljska gostota (dielektrični premik, D) je ploskovna gostota influiranega naboja. Enota je torej coulomb na kvadratni meter (As/m^2). V vakuumu je $D = \epsilon_0 E$, kjer je ϵ_0 influenčna konstanta, ki jo dobimo po enačbi $c^2 = 1/\epsilon_0 \mu_0$ iz izmerjene vrednosti za svetlobno hitrost (c) in iz definirane vrednosti za induksijsko konstanto. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$.

Magnetna poljska jakost (H): V dolgi tuljavi je $H = I_n/l$. Enota je torej amper na meter (A/m). Elektromagnetna CGS enota je oersted $= 79,5 \text{ A/m}$.

Magnetna poljska gostota (B) je gostota pretoka. Enota je torej volt-sekunda na kvadratni meter (Vs/m^2). Elektromagnetna CGS enota je gauss $= 10^{-4} \text{ Vs/m}^2$. V vakuumu je $B = \mu_0 H$, kjer je μ_0 induksijska konstanta, katere vrednost je določena z zgornjo definicijo ampera in z našo odločitvijo za racionalno pisavo enačb: $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am} = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$.

Na tem mestu naj opozorimo, da moramo v Giorgijevem sistemu videti samostojen sistem, ki sloni na štirih osnovnih enotah, čeprav so njegove enote dekadični mnogokratniki elektromagnetnih CGS enot. Če namreč preračunamo enoto induksijske konstante Vs/Am v elektromagnetne CGS enote, dobimo golo število:

$$\frac{\text{Vs}}{\text{Am}} = \frac{10^8 \text{ cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2} \cdot 1 \text{ s}}{10^{-1} \text{ cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1} \cdot 10^2 \text{ cm}} = 10^7$$

in s tem za μ_0 vrednost 4π v racionalnem oz. 1 v neracionalnem sistemu CGS_m.

Vpeljava Giorgijevega sistema v pouk. V mehaniki ni nobenega problema. Enote newton se učenec prav tako lahko privadi kot dyne. Obe mu splošno definicijo za silo in mu razložimo razliko med maso in težo, mu lahko ponazorimo newton z utežjo 10 »dek«. Tako dobi občutek za velikostni red enote newton tudi

brez kiloponda, ki mu ga moramo naknadno seveda tudi pojasniti. Za vse ostale, na newtonu sloneče enote razlaga tudi ne bo težka, zlasti ko bo enota bar = 10^5 N/m^2 pregnala obe sedanji atmosferi, za dober 1 % večjo fizikalno ($101\,325 \text{ N/m}^2$) in za 2 % manjšo tehnično ($98\,066,5 \text{ N/m}^2$).

Pri gostoti ne smemo pozabiti, da se ji mersko število v enoti kg/m^3 poveča za tri decimalna mesta. Voda ima gostoto 1000 kg/m^3 , železo pa 7800 kg/m^3 . Prav tako pa lahko še naprej pišemo, da ima n. pr. železo gostoto $7,8 \text{ ton/m}^3$ ali $7,8 \text{ kg/dm}^3$ ali $7,8 \text{ g/cm}^3$, kajti dekadski multipli in submultipli osnovnih enot so vedno dovoljeni, samo da uporabljajmo po možnosti le potence 10^n z $n = \pm 1, \pm 2 \dots$ itd., dm in cm tedaj čim manj.

Pravilo dimenzijske koherence lahko dijaku razložimo, ne da bi posegali po pojmu dimenzije, kar na osnovi definicijskih enačb za veličine. Pri tvorjenju izvedenih enot mu moramo le prepovedati rabo kakršnih koli svojevoličnih, od 1 različnih številskih preračunskih faktorjev.

Z opustitvijo kalorije in uvedbe joula ($1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J} = 427 \text{ kpm}$) za enoto mehanskega dela in toplote pridobe na žlahtnosti tudi vse one enačbe termike, v katerih je prej nastopal nepotreben preračunski faktor $A = 427$. Ta faktor zdaj odpade in s tem postanejo enačbe veličinske, uporabne tedaj za kakršne koli enote.

V akustiki in fotometriji ostane vse po starem, dokler mednarodne institucije ne sprejmejo boljših rešitev, kot so dosedanje. Merski sistem je vsaki panogi fizike potreben takoj ob njenem rojstvu. Ko pa dozori v zaokroženo celoto, se ne smemo bati podiranja začetnih provizorijev, na katerih smo gradili temelje dovršeni stavbi.

Kočljivejšje je vprašanje, kako uvesti Giorgijev sistem v pouk elektromagnetike. Poti so različne, upoštevajoč nivo pouka in učenčevo predizobrazbo iz tega predmeta.* Prva pot, ki jo je že l. 1927 ubral R. W. Pohl, uvaža v začetku vsakodnevna pojma električni tok in napetost obenem z njunima enotama ampere in volt, tokrat še brez podrobnega razlaganja. Amalgamirano usnje in lisičji rep v naših učbenikih pa morata obenem s stekleno in ebonitno palico v že dolgo zasluženi pokoj. Pohlov sistematični način vodi logično preko eksperimenta v elektromagnetiko, merski sistem pa nastaja kar sproti. Največjo važnost polaga na nazoren pouk, merski sistem in njegove fineše pa so zanj sekundarne važnosti. Zato bi bila ta pot, z nekaterimi izpopolnitvami, prikladna predvsem za srednjo šolo.

Na Giorgijev sistem z racionalno pisavo enačb pridemo tako rekoč avtomatsko, če le sprejmemo definiciji dveh izhodiščnih praktičnih enot elektromagnetike: absolutnega ampera in volta. Določujeta ju dva dogovora, ki povezujeta mehaniko z elektromagnetiko — enakost energijskih enot in definirani $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ — ki dasta tako produkt VA kot kvocient V/A in s tem na podlagi primernih absolutnih merjenj obe enoti sami. Krogelno in valjno simetrično polje se vpelje šele po izvršeni ome-njeni glavni nalogi.

»Zakon recipročnega kvadrata« (Coulombov zakon) se izpelje h koncu in tako, da si ravni plošči, med katerima smo opazovali homogeno polje,

* R. W. Pohl: Einführung in die Elektrizitätslehre.

R. Cornelius, H. C. Hamaker: The Rationalized Giorgi System and its Consequences, Philips Research Reports 4, 123 (1949).

G. F. Nicholson: An Introduction to the Rationalized M. K. S. System of Units, British J. of Appl. Phys., 2, 177 (1951).

mislimo zakrivljeni v dve koncentrični krogli, na katerih je gostota elektrone iz simetrijskih razlogov slejkoprej enakomerna. V tako dobljenem izrazu $E = Q/(\epsilon 4 \pi r^2)$ je faktor 4π povsem naraven in zelo informativen.

Menimo, da bo ena najvažnejših bodočih nalog naših pedagogov, da pri pouku elektrike izluščijo iz možnih variant eksperimentalnega pouka elektromagnetike in istočasnega vpeljevanja Giorgijevega sistema ono kombinacijo, ki je s primernim stopnjevanjem najprikladnejša za naš srednješolski in akademski pouk. Ob složnem sodelovanju poklicanih in interesiranih naloga ne bo pretežka. V Giorgijevem sistemu imamo mi k sreči že lepo tradicijo, saj ga oddelek za fiziko naše univerze in fakulteta za elektrotehniko uporabljata že več kot celo desetletje.

* * *

Giorgijev sistem prodira vsepovsod z velikimi zamahi. Švica ga je že uzakonila. Celó v klasični deželi konservatizma, v Veliki Britaniji, se vse bolj in bolj širi. V Italiji je zakon že pripravljen. Ni čuda, saj je bil Giorgi Italijan. Največ avantgarde pa ima med praktičnimi Američani. J. A. Stratton, profesor fizike na Massachusetts Institute of Technology, pravi o Giorgijevem sistemu naslednje:

»Rabil sem izključno (m, kg, s) sistem enot. Mnogi fiziki imajo še občutek, da jim je ta sistem vsilila zahrbtna skupina inženirjev. Mogoče je to res, toda že Maxwell je prišel na to zamisel. Naj bo kakor koli že, to je dober sistem, lahek za pouk in edini, ki se izogne brezkončnim zmešnjavam pri praktičnih aplikacijah. Dandanes kaže, da ni nikakega dvoma o njegovem splošnem sprejetju v bližnji bodočnosti. Pomoč starokopitnim konservativcem med nami, ki dajo toliko na Gaussov sistem, pa je dana v preračunski tabeli.«

Nam, ki smo šele ob začetkih industrijskega in znanstvenega razvoja, pa smo pri tem metrskega sistema že navajeni, bo sprejetje Giorgijevega sistema mnogo lažje kot državam z visoko tehnizacijo in znanstveno tradicijo, ki imajo povrhu še svoje nemetrške sisteme.

Če pogledamo v današnje učbenike fizike in tehnike, zlasti srednješolske, naletimo v pogledu enot na pravcati kaos. Vse, o čemer smo govorili, je namešano in pomešano, večinoma brez globljih pojasnil, kakaj tako, od kod tako. Literaturi starejšega datuma to nekako oprostimo, tisti, ki zdaj izhaja, pa nič več. Z znanstveno svobodo, ki jo avtor podpisuje z obema rokama, nima ves ta nered nikakega posla.

Dolžnost današnjih vzgojiteljev bo, da se drže vsaj v srednjih šolah enega samega, po možnosti najpopolnejšega in najlažjega sistema. Pričeti moramo takoj, zlasti pri pouku. Izključiti moramo vsakršne razloge komodnosti ali tradicije. Kjer so že samoiniciativno poskusili z Giorgijevim sistemom, trdijo, da je uspeh naravnost presenetljiv: študentje šele sedaj znajo pravilno računati! Če nas pri tem ovirajo starinski učni načrti, potem proč z njimi, pa naj prihajajo od koderkoli! V današnji prehodni dobi pa bodo študentje visokih šol, zlasti fiziki in elektrotehniki, morali dobiti še soliden pregled nad tem, kar je bilo in kar še marsikje je, da se ne bodo čudili in se zapletali v napake ob srečanjih s klasično literaturo in njenimi zamotanimi merskimi sistemi. Ti so svojo zgodovinsko vlogo resda uspešno igrali, a tudi že doigrali. Po zakonu močnejšega bo končno preživel le tisti merski sistem, ki je najsposobnejši. To pa je nedvomno Giorgijev sistem z racionalno pisavo enačb.

UPORABA VAKUUMA V INDUSTRIJI

Vakuum rabimo v mnogih področjih: pri izdelavi elektronskih cevi, pri izdelavi tankih prevlek iz kovin, dielektrikov ali polvodnikov; v vakuumski metalurgiji, pri vakuumskem sušenju (n. pr. pri izdelavi penicilina) in pri tako imenovani molekularni destilaciji (tekočina hlapi samo s površine; izhlapele molekule gredo zaradi velike proste poti naravnost do hlajenih sten, kjer se kondenzirajo).

Prva tri izmed zgoraj navedenih področij uporabe so prikazane v spodnjih člankih in za uvod sta dodana še dva splošna članka. Razen članka o elektroniki so vsi povzeti iz simpozija »Vacuum Physics«, J. Sci. Instr., Suppl. No. 1, 1951 (gl. pripombo v prejšnji številki »Obzornika«, str. 1).

1. Konstruiranje industrijskih vakuumskih sistemov

T. S. Millen, B. Sc., A. M. I. E. E., A. M. I. Mech. E. (Metropolitan-Vickers Electrical Co. Ltd.)
Priredil B. Kozina

Pri obravnavanju kakršnega koli problema uporabe vakuumске naprave bodo konstrukterju na razpolago gotovi standardni strojni deli, kakor rotirajoče in difuzijske črpalke, ventili za ročni ali motorni pogon in standardne velikosti cevi in prirobnic. Poleg tega je potrebna še električna oprema, motorji, grelci in stikala. Današnji razvoj zahteva, da se vgradijo v vsako večjo napravo tudi zaščitni deli. Ta zaščita mora preprečiti okvare in onemogočiti nepravilno ravnanje.

V izvajanjih, ki slede, bomo obravnavali strojno opremo v podrobnostih, naznačen pa bo tudi način kontrole in zaščite sistema. Električna oprema ne bo opisana, ker bi sicer poročilo postalo preobširno.

Zakoni, ki veljajo za tok plinov v čevih, ventilih in ostalih delih naprave, so pri zelo nizkih tlakih drugačni kot pri normalnem tlaku. Dokler je prosta pot majhna v primeri s premerom cevi, velja za laminarni tok po valjasti cevi Poiseuillov zakon: $Q = (\pi r^4 / 8\eta) \cdot p'$. Pri majhnih pritiskih, kjer je prosta pot že velika v primeri s premerom cevi, pa velja namesto tega Knudsenov zakon: $Q = (2\pi r^3 / \rho v) \cdot p'$. V teh enačbah pomeni Q tok plina (m^3 ali cm^3 na sekundo), r radij cevi, η viskoznost, ρ gostoto, v povprečno hitrost molekul ($v = [8RT/\pi M]^{1/2}$), p' pa tlačni padec na dolžinsko enoto.

Po Knudsenovi enačbi lahko izračunamo, kolikšen tok plina odhaja iz posode, ki je po valjasti cevi zvezana z drugo posodo, v kateri je vakuum. Dobimo: $Q = (\pi^2 r^3 / 4L) \cdot v$. Če pa sta posodi samo predeljeni s steno z okroglo odprtino, je tok enak $Q = \pi r^2 v / 4$, kar je bilo omenjeno že v enem izmed prejšnjih člankov (str. 5).

Zadnji enačbi razločno kažeta, da so za velike črpalne hitrosti potrebne debele in čim krajše cevi. Povprečna hitrost zračnih molekul v zraku pri 20° C je 463 m/s. Skozi 1 cm^2 široko odprtino uhaja torej 11,6 litrov zraka na sekundo. Pri cevi dobimo zraven še faktor $\pi r/L$; po 100 cm dolgi cevi s presekem 1 cm^2 lahko odčrpavamo samo 0,2 litra na sekundo. Za črpalno hitrost 1000 l/s mora imeti 1 meter dolga cev torej vsaj radij 10 cm.

Pri projektiranju vakuumске naprave je glavna naloga pravilna določitev zmogljivosti in velikosti sestavnih delov naprave. Ti deli so: vakuumska posoda, to je posoda, v kateri naj se vzpostavi vakuum, potem črpalke, ventili in zvezne cevi. Ko smo vsaj približno določili velikost

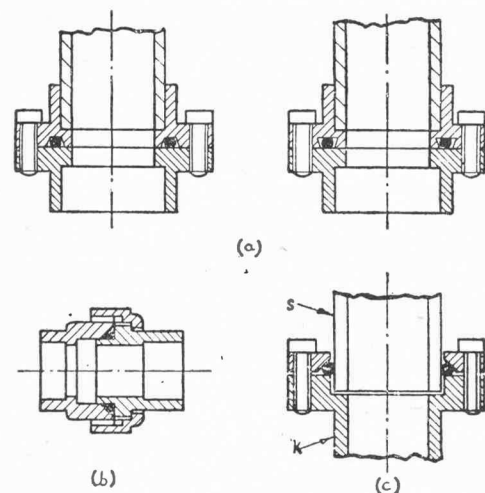
posode, moramo oceniti tudi čas trajanja njenega evakuiranja. Potem lahko izberemo primerno kombinacijo črpalk. Velikost vakuumске posode je navadno odvisna od posebnosti uporabe in razsežnosti projekta, tako da je konstruktor vakuumске posode sam često niti ne določa. Važno pa je, da pri njenem oblikovanju vsaj sodeluje.

Večkrat nas pri vzpostavljanju visokega vakuumа najbolj zadržuje sloj na kovinskih površinah adsorbirane vode. Zato moramo pomnožiti po zgornjem računu ocenjeno zmogljivost črpalke s faktorjem 10 ali več. Če pa stene posode lahko ogrevamo ali če s sušenjem lahko odstranjujemo vlago, nas bo to odstranjevanje površinskih slojev mnogo manj zadržalo.

Zahtevani visoki vakuum lahko dosežemo z eno samo difuzijsko črpalko zadostne zmogljivosti, ali pa z več črpalkami, priključenimi vzporedno ali zaporedno. Pri tem pa moramo upoštevati velikost črpalk in možnosti ugodne razvrstitve ob vakuumski posodi.

Včasih moramo vgraditi ventile za ločitev difuzijske črpalke od sistema, da lahko ob zaprtem ventilu črpalko vzdržujemo na delovni temperaturi tudi v času, ko proizvod odstranjujemo in vstavljamo nov vložek. Vgraditev ventilov in povezava s črpalkami je eden od glavnih problemov pri razporeditvi celotne naprave.

Rotacijske črpalke izberemo tako, da lahko z njimi dosežemo potrebni predvakuum v dovolj kratkem času in da dovolj hitro odvajamo pline od difuzijskih črpalk, kadar te vzpostavljajo visoki vakuum v posodi.



Sl. 1. Razni načini vezave pri vakuumskih napeljavah. a) Vezava kovinskih cevi s prirobnicami. b) Vezava z matico. c) Vezava steklene cevi (zgoraj) s kovinsko cevjo. Gumijev tesnilni obroček je v prerezu narisana črno. Slika vzeta iz članka: D. Latham, B. D. Power: Vacuum Technique (gl. niže).

Togih pravil za konstrukcijo vakuumskih posod ne moremo postaviti. Zaradi enostavnega varjenja uporabljamo največkrat valjane jeklene pločevine in profile. Odlitkov večinoma ne uporabljamo. Tudi aluminij prihaja v poštev. Stalen napredek tehnike aluminijevih konstrukcij povečuje zanimanje za ta material posebno še tam, kjer zahtevajo nemagnetične posode. Konstrukcija in izdelava posode naj se že v konstrukcijskem delu projektirata tako, da lahko čim več zvarjenih šivov, če ne vseh, preizkusimo že med izdelavo.

Za vakuumске naprave posebno konstruirani ventili so navadno kolutne izvedbe s pogonom, prenesenim v vakuum s pomočjo Wilsonovega ali podobnega tesnila. Uporabljajo se tudi harmonikam podobna tesnila iz tombakove cevi, ki so lahko popolnoma tesna. Zaradi omejenega raztezka posameznih gub cevi pa je taka tesnilna izvedba precej velika.

Prirodne in sintetične gumije uporabljamo navadno kot tesnilni material za sedeže ventilov in tudi za prirobnice. V posebnih primerih upo-

rabljamo silastik, politen in teflon, vendar je zaradi njihove slabe elastičnosti konstrukcija teh ventilov bolj kritična.

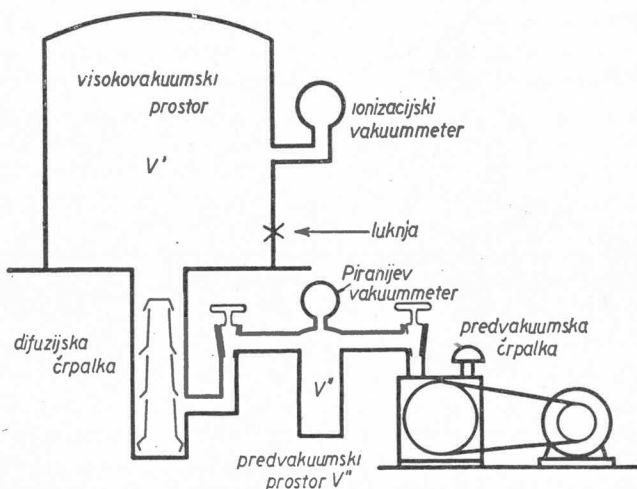
Ventile premikamo ročno ali mehanično. Njih uporabnost zahteva, da jih z lahkoto odpiramo in zapiramo. Vse kaže, da gre razvoj v smeri mehaničnih pogonov ventilov. Posebno pogon z elektromotorji je ugoden, če so na razpolago ceneni mali motorji. Za velike naprave pa se morda pnevmatično premikanje največ uporablja.

Priključki za cevovode so enaki kot pri ventilih, posodah in črpalkah; v glavnem so to prirobnice. Cevi izdelujemo iz varjenih ali dobro valjanih jeklenih cevni delov. Za male premere prihajajo v poštev tudi lahke bakrene cevi, posebno še zaradi posebnih kolen in ostalih fazonskih kosov, ki so nam v tem materialu na razpolago. Tudi cevi iz politena lahko zvarimo v en sam cevovod. Ob primerni uporabi nudi ta material prednosti, ki odtehtajo visoko ceno. Prirobnice in tesnilni obroči, katere uporabljamo za cevovod in za priključke ostalih delov, so še sporen predmet. Zelo ugodno bi bilo, če bi lahko dosegli standardne mere za vijačno zvezo in tesnenje.

V prvem osnutku vakuumske naprave moramo skušati, da jo usposobimo še za čim višjo stopnjo obratne zmožljivosti. Pogon naprave nadzorujemo v glavnem z nekaj ventili. Mehaničen pogon dovoljuje centralizacijo kontrole

na mestu, kjer se lahko združijo tudi merilne naprave. Razen tega pa mehaničen pogon v gotovem oziru omogoča tudi enostavno zaščito proti napačnem ravnanju z napravo.

Okvare v pogonu nastanejo največkrat takrat, če naraste pri uporabi difuzijskih črpalk predvakuumski tlak. To se dogaja, če kako mesto na stenah sistema pušča ali pa če se ustavi rotacijska črpalka. Če potem v difuzijskih črpalkah olje še naprej vre, se lahko spridi zaradi oksidacije. Črpalka še več ur po odstranitvi napake ne more vpostaviti zahtevani vakuum. Če pa vdere večja količina zraka skozi črpalko v sistem, utegne potegniti s seboj tudi oljne pare. Celo napravo moramo potem razstaviti, olje pa očistiti in šele potem lahko nadaljujemo zopet z delom. Zato je za obratovanje zelo ugodno, če sistem opremimo z mehanizmom, ki ob vsakem nepravilnem naraščanju tlaka zapre one ventile, ki ločijo črpalke od sistema. Ta mehanizem naj blokira tudi grelce črpalke. S tem se zmanjša tudi za pogon potrebna delovna sila.



Sl. 2. Shema industrijske visokovakuumske naprave.

2. Iskanje lukenj v visokovakuumskih napravah

J. Blears, B. Sc., A. M. I. E. E., (Metropolitan-Vickers Electrical Co. Ltd.) — Priredil E. Kansky

Odlične črpalke so omogočile vakuumske tehnike v zadnjih desetletjih velik napredek. Danes izčrpavanje sistema z več m³ prostornine do pritiska 10⁻⁶ tor ne predstavlja več težave. Kljub vsem izpopolnitvam na tem področju pa ima skoraj sleherni vakuumski sistem svoja šibka mesta. Skoraj noben sistem ni absolutno tesen, ampak so v steni lahko luknje ali razpoke. Še pogostejše napake so netesnosti na stičnih mestih in ob pipah. Na teh mestih — recimo jim kar *luknje* — uhaja zrak v izpraznjeni prostor. Luknje so rane za vakuumske naprave, zato jih je treba najti in ozdraviti. Koliko truda in koliko časa, pogosto brezplodnega, gre v izgubo pri iskanju lukenj, si težko predstavlja, kdor ni imel opravka z visokim vakuumom. Razumljivo je tedaj, da je iskanju lukenj posvečeno mnogo pozornosti in iznajdljivosti.

Oglejmo si sistem na sliki 2! Skozi luknje vdira zrak v visokovakuumski prostor V', ki ga izčrpava difuzijska črpalka. Pritisk v prostoru V' je odvisen od velikosti luknje in zmogljivosti črpalke. Velikost luknje izražamo po navadi z množino plina, ki vdere skozi njo v 1 sekundi. Merska enota je mikron-liter na sekundo ($\mu \cdot \text{l}/\text{sek}$)*. Velikost luknje, ki jo ima sistem lahko brez škode, je različna. To naj pokažeta sledeča primera: Ako želimo doseči 10⁻⁸ tor s črpalko, katere črpalna hitrost je 5 litrov/sek, lahko v sistemu trpimo luknjo do velikosti $5 \cdot 10^{-5} \mu \cdot \text{l}/\text{sek}$; pri delu z veliko industrijsko črpalko s hitrostjo 30 000 litrov/sek lahko pri vakuumu 10⁻⁵ tor trpimo luknjo 300 $\mu \cdot \text{l}/\text{sek}$. Luknje, ki jih po navadi iščemo, so velike 10 do 10⁻⁴ $\mu \cdot \text{l}/\text{sek}$. Čim manjša je luknja, tem težje jo najdemo. Načinov, kako najdemo luknjo, je mnogo. V nadaljnjem si jih bomo ogledali pet.

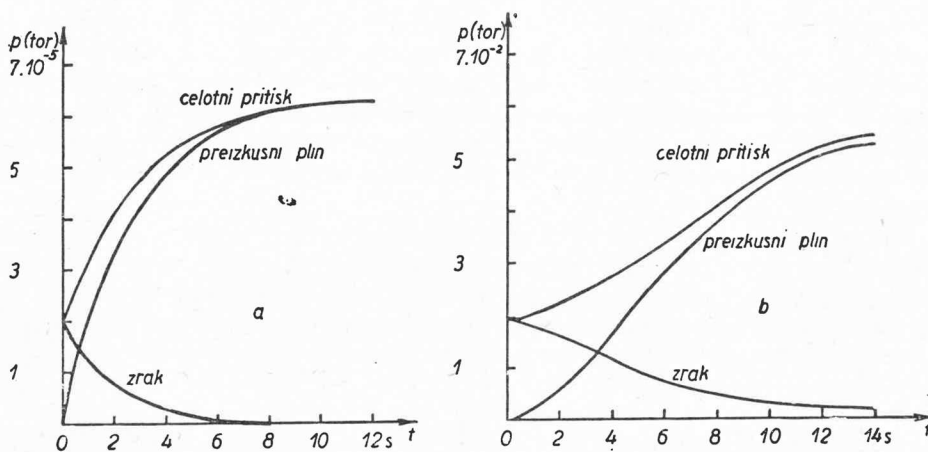
Za iskanje razmeroma velikih lukenj v steklenih sistemih lahko uporabimo Teslov transformator. Neuzemljeno elektrodo pomikamo po zunanjih stenah vakuumskega sistema in opazujemo razelektrenje v notranjosti. Razelektrenje je vidno pri pritiskih od 10 do 10⁻² tor. Luknjo v sistemu spoznamo po tem, da se iskra iz konice elektrode prebija skozi njo v notranjost sistema. Ta način iskanja je hiter, preprost in zanesljiv, ni pa izvedljiv pri kovinskih delih vakuumske napeljave.

Lego luknje lahko približno ugotovimo, če evakuirani sistem s pipami ločimo na nekaj delov. Najprej zapremo del, kjer je priključen vakuumeter in opazujemo pritisk. Če se prepričamo, da je ta del tesen, ga zvežemo z naslednjim delom sistema in nato zopet opazujemo, dokler nam zvečanje pritiska ne pokaže, v katerem delu je luknja. Tako iskanje je počasno in nam točnega mesta luknje ne pokaže.

Pri tretjem načinu pritismo gumijev klobuk na steno naprave tam, kjer sumimo, da je luknja, tako da se rob tesno prilega steni. Iz klobuka izčrpamo zrak do pritiska nekaj torov. Če je luknja res pod klobukom, pade pritisk v sistemu. Zaradi zmanjšanega zunanega pritiska vdira namreč v vakuumski sistem mnogo manj zraka. Ta način seveda ni splošno uporaben, ker klobuka ne moremo povsod tesno pritisniti.

* Mikron-liter (primerjaj »literatmosfera«) je ona množina plina, ki zavzame pri pritisku 1 »mikron« = 10⁻³ tor prostornino 1 liter. Pri 20⁰ C je 1 $\mu \cdot \text{l}$ = $5,44 \cdot 10^{-8}$ mola = 1,3 mm³ pri 760 tor.

Precej uspešen in lahek način je naslednji: Sistem napolnimo s primernim plinom pod pritiskom približno 1,2 atm. Plin uhaja skozi luknjo v zunanjo atmosfero, kjer ga ugotavljamo na različne načine: a) Napeljavo premažemo z milno raztopino in opazujemo mehurčke. b) Sistem napolnimo z amonijakom. Cunjo, namočeno v koncentrirano solno kislino, vodimo okoli napeljave. Bel dim nastajajočega amonijskega klorida izdaja luknjo. c) Sistem napolnimo z metilnim kloridom (CH_3Cl), freonom (CF_2Cl_2) ali podobnim plinom. Po zunanosti sistema vodimo cev, skozi katero sesa plinski gorilnik zrak. V plamenu gorilnika žari bakrena spirala. Že najmanjša količina halogenidnega plina, ki prihaja z zrakom v plamen, reagira z bakrom in plamen se pobarva zeleno.



Sl. 3. Sprememba pritiska po prekritju luknje z butanom. Levo: Pritisk je bil merjen v visokovakuumskega prostora z ionizacijskim vakuummetrom. Desno: Pritisk je bil merjen v predvakuumskega prostora s Piranijevim manometrom. Podatki o sistemu: $V' = 100$ litrov, $V'' = 0,2$ litra, $Q' = 50$ l/sek, $Q'' = 0,05$ l/sek. Velikost luknje = $1 \mu\cdot\text{l}/\text{sek}$. Časovna konstanta je bila v prvem primeru 2 sekundi, v drugem pa 6 sekund.

Naslednji način, ki ga največkrat uporabljajo, bomo podrobneje opisali: Na zunanje stene vakuumskega sistema pihamo curek preizkusnega plina. Ko zadenemo s curkom na luknjo, uide plin skozi njo v notranjost sistema, kjer določimo njegovo prisotnost z vakuummetrom. Namesto plina rabimo lahko tudi pare lahko hlapljive tekočine (eter, petroleter, tetraklorogljik).

Kadar uporabimo katerega izmed ionizacijskih vakuummetrov, izberemo tak preizkusni plin, ki se laže ionizira kot zrak, n. pr. butan, ogljikov dvokis, eter. Kadar zadenemo luknjo, pokaže instrument povečan ionski tok.

Tudi vakuummetre na toplotno prevajanje lahko uporabimo v isti namen. Dobri preizkusni plini so butan, eter, vodik in ogljikov dvokis, ki se od zraka močno ločijo po svoji toplotni prevodnosti.

Emisija elektronov iz segrete volframove katode je odvisna od prisotnih plinov, zlasti pa od kisika, ki že v majhnih koncentracijah zastrupi katodo, tako da se emisijski tok zmanjša. Zastrupljenje je obrnljivo: po ponovnem evakuiranju tok naraste na prvotno vrednost. Tudi ta pojav lahko uporabimo za iskanje lukenj. Na sistem priključimo diodo ali triodo z volframovo katodo, kot preizkusni plin pa služi kisik.

Namesto vakuummetrov lahko vzamemo tudi masni spektrometer, ki je danes najnatančnejša in najboljčutljivejša priprava za te namene. Od vakuummetrov se razlikuje v tem, da ne podaja samo pritiska v sistemu, ampak tudi sestav plinov. Pri iskanju lukenj se najbolje izkaže takrat, kadar uporabljamo helij kot preizkusni plin. Sodobni spektrometer razloči 1 del helija v 75 000 delih zraka. Priprava je pa žal zelo draga in redkim dostopna.

Pri praktičnem delu moramo vedeti, koliko časa preteče od trenutka, ko je luknja prekrita s preizkusnim plinom do takrat, ko vakuummeter pokaže spremembo, in kakšna je občutljivost preizkusa. Na sliki 3 vidimo spremembo pritiska, ki ga kaže vakuummeter po popolnem prekritju luknje z butanom kot preizkusnim plinom. Delni pritisk zraka eksponentialno pada, medtem ko delni pritisk butana narašča. Raste tudi celotni merjeni pritisk. Hitrost, s katero reagira instrument, je odvisna od prostornine V evakuiranega prostora in črpalne hitrosti Q črpalke. Podana je s časovno konstanto sistema, ki je za visoko vakuumski del V'/Q' in $V'/Q' + V''/Q''$ za predvakuumski del. Presenetljivo je, da zazna Piranijev vakuummeter, priključen na predvakuumski prostor, kjer vlada 1000-krat večji pritisk, preizkusni plin samo 3-krat počasneje kot ionizacijski vakuummeter, priključen na visokovakuumski del. Kje imamo priključen vakuummeter — na visokovakuumski ali predvakuumski del, to na občutljivost bistveno ne vpliva. Odvisna je pa od pravilne izbire preizkusnega plina. Za ionizacijski in Piranijev vakuummeter je najprimernejši preizkusni plin butan. Občutljivost vsakega vakuummetra je omejena zaradi fluktuacij pritiska, ki jih povzroča neenakomerno delovanje difuzijske črpalke. Amplituda fluktuacij znaša $\pm 2\%$ povprečnega pritiska. Za običajne instrumente je s tem podana meja občutljivosti. S primernimi prijemi pa lahko občutljivost še več kot 10-krat povečamo.

Pri iskanju lukenj se pojavijo težave, kadar ima sistem več lukenj hkrati. Če so te tako daleč narazen, da jih ne moremo istočasno obdati z atmosfero preizkušene plina, vdira v sistem poleg preizkusnega plina še zrak. Občutljivost je v takem primeru manjša.

Največ preglavic pa delajo *navidezne luknje*. Zelo pogosto se namreč dogaja, da plin v sistemu ne izvira iz luknje, ampak se sprošča nekje v sistemu. Tako na primer izhlapeva s sten, kjer je bil adsorbiran. V takem primeru si zastoj prizadevamo, da bi našli luknjo.

Kako pa ločimo resnično luknjo od navidezne? Postopek je zelo preprost, kadar imamo na razpolago masni spektrometer, kajti desorbirani plin je največkrat vodna para, ki jo s to pripravo zlahka ugotovimo. Težje je, kadar smo brez masnega spektrometra. Takrat izčrpavamo sistem dalj časa (tudi po nekaj ur) in merimo pritisk. Če se polagoma manjša, lahko sklepamo, da se manjša tudi množina adsorbiranih plinov: prave luknje ni, je samo navidezna. Kadar pa se pritisk sčasoma ne spreminja, ima sistem luknjo.

Od vseh naštetih načinov sta načina s Teslovim transformatorjem in z nad pritiskom plina v sistemu približno enako občutljiva. Najmanjše luknje, ki jih še najdemo, so velike nekako $10^{-1} \mu \cdot l/\text{sek}$. Način z evakuiranim klobukom je natančnejši. Še boljši pa je način s preizkusnim plinom; pri tem ne smemo pozabiti, da je občutljivost odvisna od uporabljenega

vakuummetera in od preizkusnega plina. Tako lahko odkrijemo s Piranijevim merilcem in ionizacijsko triodo luknje 10^{-3} do $10^{-4} \mu \cdot \text{l/sek}$, z masnim spektrometrom pa celo do $10^{-7} \mu \cdot \text{l/sek}$.

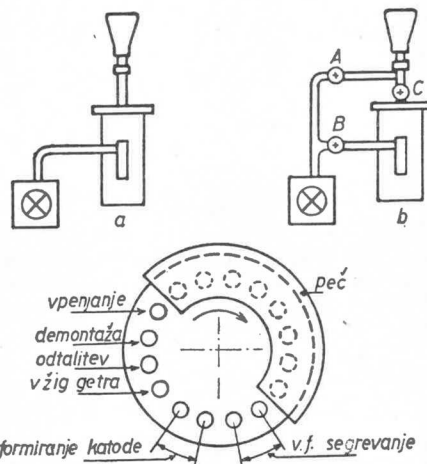
3. Uporaba vakuumske tehnike pri izdelavi elektronskih cevi

Povzeto iz članka: D. Latham, B. Sc., and B. D. Power, M. A. (W. Edwards & Co.): Vacuum Technique — its Applications to Radio & Electronics, J. of the British Inst. of Radio Engineers, 11, 561 (1951). — Z dovoljenjem tvrdke W. Edwards & Co. (London). — Priredil J. Dekleva

Nemogoče si je zamisliti gradnjo elektronskih cevi brez vakuumske tehnike. Že pri običajnih sprejemnih ceveh zahtevamo vakuum 10^{-5} do 10^{-6} tora. Katodne cevi potrebujejo vakuum okrog 10^{-6} tor in pri gradnji fotocelic imamo podobne zahteve. Pri elektrometrskih ceveh stremimo za še nižjimi tlaki. Samo mimogrede naj omenim uporabo vakuumskih naprav pri velikih pospeševalnih ceveh, betatronih, ciklotronih in podobnih strojih, nadalje pri različnih tipih masnih spektrometrov in spektrografov, števnih ceveh, rentgenskih ceveh itd.

Navadne elektronke, katodne in druge elektronske cevi moramo po končanem evakuiranju ločiti od vakuumskih črpalk. Seveda stremimo za tem, da ostane doseženi vakuum kolikor mogoče ohranjen vso življenjsko dobo cevi. Končni vakuum cevi namreč ni odvisen le od črpalne naprave, temveč tudi od vedenja materialov notranjih gradbenih elementov cevi in od notranjih površin. Na površinah so zaradi adsorpcije vezani plini in pare, ki difundirajo v notranjost cevi in večajo tlak, kar je zelo odvisno od temperature. V ilustracijo naj služi sledeči primer:* V monomolekularnem sloju na notranjih steklenih stenah običajne sprejemne cevi (ca. 75 cm^2) je približno 500-krat več plinskih molekul, kot jih je v volumnu iste cevi (40 cm^3) pri tlaku 10^{-4} tora. Če bi se molekule odstranile s sten, bi tlak plinov narastel na $5 \cdot 10^{-2}$ tora. Na kovinskih delih pa je adsorbiranih plinov še veliko več. Zato je po navadi končni vakuum, ko je cev že ločena od črpalke, okoli 100-krat slabši kot tedaj, ko je cev še priključena na črpalko. Vakuum naknadno lahko izboljšamo tako, da v cevi izparimo manjšo količino getra. Običajno je to barij, stroncij ali magnezij. Geter namreč odstrani večji del preostalega plina s tem, da ga adsorbira ali kemijsko veže.

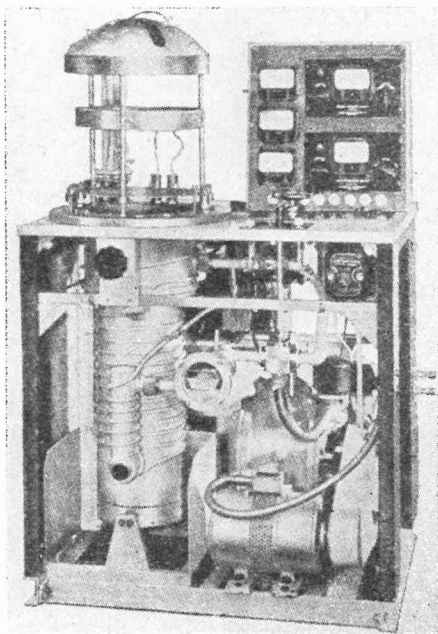
Kot primer iz prakse si oglejmo končno fazo pri gradnji katodnih cevi: evakuiranje, formiranje katode in iz-



Sl. 4. Spodaj: Vrtljiva miza za izdelovanje katodnih cevi. Miza ima na obodu 16 mest za katodne cevi in se vsakih nekaj minut zasuje za šestnajstino vrtljaja. Cev potuje po vrsti skozi vse faze izdelave. Na vsakem izmed teh šestnajstih mest je priključena kompletna črpalna naprava. Vrhnji skici kažeta dve izvedbi take naprave; naprava na levi je brez pip, pri tej na desni pa so tri pipe, s katerimi lahko zapremo difuzijsko črpalko (B, C) in priključimo novo montirano katodno cev najprej na predvakuum (pipa A).

* R. Jaekel: Kleinste Drücke, ihre Messung und Erzeugung. Berlin 1950.

paritev getra. Slika 4 kaže shematično tloris take naprave. Na vrtljivi mizi je vpetih 16 katodnih cevi, vsaka s priključkom na lastno črpalno napravo (difuzijska + predvakuumška črpalka). Če štejemo vpenjanje za prvo operacijo in demontiranje za šestnajsto, potem je preostalih 14 (vsaka operacija pomeni zasuk za $\frac{1}{16}$ oboda mize) porazdeljenih med zgoraj omenjene procese. Na prvih osmih zasukih, ki se vrstijo v presledkih po



Sl. 5. Naprava za vakuumsko naprejevanje. Odstranjen je stekleni zvon in stranice podstavka, da je vidna velika difuzijska črpalka, past za kondenzacijo par in motor za pogon rotacijske predčrpalke. Zgoraj desno so instrumenti za kontrolo vakuumu, temperature in kurilnega toka.

slednji stopnji vžgemo geter, ki je montiran v primeren držaj pri dnu cevi. Po končanem postopku tvori kondenzirani geter lepo zrcalno oblogo na bližnji stekleni steni. V tej stopnji in pri formiranju katode je potreben tlak 10^{-6} tora. Sledi še zatalitev cevi oziroma odtalitev in demontaža. Ves proces je popolnoma avtomatiziran, razen montaže in demontaže.

Dve izvedbi črpalnega sistema kažeta sliki a) in b). Sistem a) je priporočljiv samo za difuzijske črpalke s silikonskim oljem; živo srebro ali olja starejših vrst bi trpela zaradi oksidacije. V času odtalitve cevi pa do trenutka, ko je zrak novomontirane cevi dobil zvezo z notranjostjo difuzijske črpalke, se namreč črpalka ne more zadostno ohladiti. Nevarnosti oksidacije se izognemo pri sistemu b), kjer novo montirano cev najprej

nekaj minut, potuje cev skozi električno ali plinsko peč, kjer odstranimo pri temperaturi ca. 400°C skoro vse na steklenih stenah, zaslonu in grafitnih oblogah adsorbirane pline in pare. Temu procesu je posvečeno precej časa, ker steklo ne trpi prehitrih temperaturnih sprememb, pa tudi ne višjih temperatur, pri katerih bi adsorbirani plini hitreje odhlapeli*.

Pri izstopu iz peči sta dve mesti na razpolago za visokofrekvenčno indukcijsko segrevanje elektrod in drugih kovinskih delov pospeševalnega sistema v katodni cevi. Temperatura je v tem primeru večinoma od 950° do 1000°C . Nadaljnji dve mesti sta določeni za formiranje katode. Katodo že poprej prevlečejo s suspenzijo barijevega karbonata ali podobno snovjo. Debelina tega sloja je od 10 do $100\ \mu$. Zdaj pa spustimo tok skozi kurilno nitko, da se katoda segreje do nekakih 1000°C in se BaCO_3 spremeni v oksid. Zatem priključimo na eno bližnjih elektrod pozitivno napetost, tako da steče elektronski tok skozi oksidni sloj. Zaradi elektrolize nastane nekaj barija. Obenem nastali kisik izčrpamo ali pa ga zadrži geter, barij pa difundira na površino oksida. V na-

* Velike oddajne cevi in usmerjevalke potrebujejo za ta proces 24 ur. Najvišja temperatura pri teh velikih ceveh, ki so iz trdega stekla, je 500 do 550°C .

evakuiramo s predvakuumsko črpalko za nekaj desetink tora (petelin A odprt, B in C zaprta) in šele potem z difuzijsko črpalko do konca (A zaprt, B in C odprta).

Namesto na okrogli mizi lahko razvrstimo črpalne naprave na tekočem traku. Vsaka cev s črpalno napravo je enota zase in se pomika po posebnih tračnih vodilih. Število takih enot je od 80 do 100. Prednost tega načina je v enostavnosti odstranjevanja defektnih cevi, ki jih opazimo med evakuiranjem.

Mnogo dela je prihranjenega, če se zadovoljimo z vakuumom 10^{-5} tor, ki ga lahko dosežemo brez difuzijskih črpalk. 10^{-3} tor namreč dobimo že z večstopnimi rotacijskimi črpalkami, nakar z getranjem pridemo na 10^{-5} tora. V proizvodnji sprejemnih cevi, ki je brez dvoma najbolj dovršena in obilna, je potreben čas na rotacijski mizi za eno cev ca. 2 do 3 minute.

Za tehnične podrobnosti glej še:

W. Espe, M. Knoll: Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. Berlin 1936.

J. Yarwood: High Vacuum Technique. London 1948.

4. Naparevanje tankih plasti v vakuumu

Povzeto po članku: L. Holland (W. Edwards & Co., London): Recent Advances in Vacuum Plant and Techniques. J. Sci. Instr., Suppl. No. 1 (1951). — Priredil B. Zega

Večkrat potrebujemo prav tanke, gladke kovinske ali druge prevleke. Poleg raznih kemičnih načinov nanašanja prihajata tu v poštev dve metodi, ki pa zahtevata vakuumsko tehniko: *katodna razpršitev* in *naparevanje v vakuumu*.

S katodno razpršitvijo lahko dobimo le kovinske prevleke (n. pr. Au, Ag). Kovino namestimo kot katodo v prostoru, ki ga evakuiramo do pritiska nekaj stotink tora. Nasproti katodi postavimo predmet, ki ga hočemo prevleči, zadaj ali ob robu nekje pa je anoda. Z dovolj visoko napetostjo (n. pr. 2000 V) sprožimo razelektrenje in pustimo, da tok nekaj časa teče. Pozitivni ioni, ki udarjajo ob katodo, izbijajo iz nje kovinske atome, ki lete naravnost do nasprotnih sten in se tam kondenzirajo, tako da nastane gladka, trdna kovinska plast.

Katodno razpršitev srečujemo kot nezaželen pojav pri vsakem tlečem razelektrenju v plinih. Prej ali slej se na steni cevi nabere plast kovine, ki so jo ioni izbili iz katode. Elektrode naj bodo zato po možnosti iz aluminija, ki se zelo malo razprši.

Katodno razpršitev je danes že izpodrinilo naparevanje v vakuumu, ki daje mnogo lepše rezultate in je širše uporabno. Ta način izrablja zvišano hlapnost težko hlapnih snovi v visokem vakuumu. Tako n. pr. ima cink pri temperaturi 300°C parni tlak 10^{-3} tor. V vakuumu 10^{-4} tor zato že precej hitro izhlapeva. Izhlapeli atomi kovine se pod takimi pogoji gibljejo skoraj neovirano in premočrtno proti hladnejšim stenam, kjer se kondenzirajo v obliki gladke plasti. Debelino nastajajoče plasti, ki je zelo enakomerna, lahko natančno uravnavamo s časom naparevanja. Metoda je uporabna za nanašanje lahko hlapljivih kovin (Zn, Cd, Al, Ag, Au) in polkovin (Se itd.), pa tudi težje hlapnih kovin (Ni, Rh) in spojin, v kolikor pri tem ne razpadejo.

Vakuumsko naparevanje se danes rabi že v industrijskem merilu in to za najraznovrstnejše namene: za izdelavo zrcal, usmernikov in fotoelementov na zaporno plast, prevlek na optičnih lečah, interferenčnih

filtrrov, kovinskopapirnih kondenzatorjev, za metalizacijo zaslonov katodnih cevi itd.

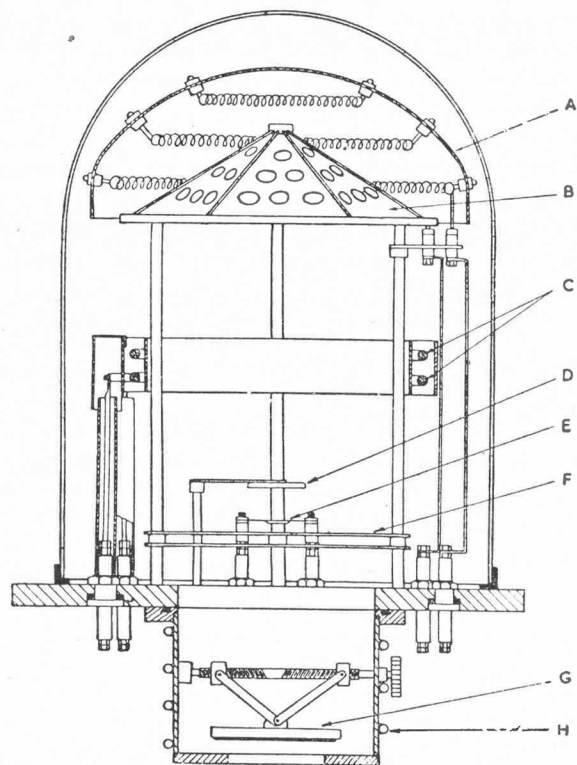
Najstarejša je uporaba naparevanja pri izdelavi zrcal za teleskope. Prvotno so uporabljali aluminij zaradi ugodnega odbojnega spektra, v no-

vejšem času pa priporočajo rodij, ki daje mnogo bolj trdne plasti. Ker je plast kovine lahko poljubno tanka, moremo izdelovati tudi polpropustna zrcala za razne optične namene.

Lahko hlapni cink in aluminij moremo napariti na papir. Iz takega metalizirane- ga papirja so tako imeno- vani MP-kondenzatorji, ki so znani po majhnih dimen- zijah in posebni odpornosti do probojev. V primeru pro- boja izhlapi kovinska plast v okolici prebitega mesta, še preden se utegne poškodov- ati dielektrik. S tem je šibko mesto »ozdravljeno« in kondenzator je še nadalje uporaben.

Na podoben način izde- lujejo znane selenske usmer- nike: Na aluminijevo ploščo naporijo plast bizmuta, nato pa slena, ki se tu izloči v zaželeni kovinski modi- fikaciji.

Da dobimo pod elektron- skim mikroskopom ostre in jasne slike preparatov, jih senčimo. To naredimo tako, da posevno naporimo na preparat prav tanko plast zlata ali druge kovine. Za vsako izboklino na preparatu zapuste pare zlata »senco«.



Sl. 6. Podrobnosti naprave za fluoriranje leč: A — grelec, ki ugreje leče na ca 300°C ; B — nosilec z odprtini za leče; C — elektrodi za čiščenje; D — zaslonka za prekinitev naparevanja; E — grelec z izparevano snovjo; F — zasloni, ki ščitijo črpalko pred toplotnim sevanjem; G — vakuumška zaklopka, ki služi obenem kot past za oljne pare; H — hladilne cevi z vodo.

Slike takih preparatov so videti posebno plastične (gl. n. pr. lanski »Obzornik«, str. 23, sl. 2).

Metalizacija izdelkov iz plastičnih mas je posebno v Ameriki zelo razširjena. Kovinske prevleke dajo izdelkom lepši zunanji videz. Mogoče je tudi kontinuirno metalizirati folije iz acetilne celuloze ali polistirena.

Za sodobno optiko je važno fluoriranje leč, ki zmanjšuje reflekske na površinah leč. Vsi novejši optični instrumenti (tudi fotoaparati) so opremljeni s takimi lečami. Spoznamo jih po tem, da je s površine odbita svetloba zelo šibka in rožnato vijolične barve. To je interferenčna barva tanke plasti MgF_2 ali podobne snovi, s katero je leča prevlečena. Debelina plasti mora biti približno enaka četrtini valovne dolžine v srednjem delu vidnega

spektra. Lomni količnik plasti pa naj bo približno enak kvadratnemu korenu lomnega količnika stekla. Svetloba, ki se odbije na zunanji površini plasti, interferira z ono svetlobo, ki se odbije na meji med plastjo in steklom. Pri omenjenih pogojih sta amplitudi ravno nasprotno enaki in zato ne dobimo odboja.

Na podoben način izdelujejo interferenčne filtre, ki so narejeni iz cele skladovnice takih plasti. Izmenoma si sledijo plasti z manjšim in večjim lomnim količnikom. Interferenca je mnogo ostrejša kot pri eni sami plasti in zato prepušča filter le del spektra, odbija pa komplementarni del.

Svetlost slike na zaslonu katodnih cevi lahko skoraj podvojimo, če fluorescirajočo plast na notranji strani prevlečemo s tanko plastjo aluminija, ki odbija svetlobo. Plast pa ne sme biti predebela, da ne zadrži elektronov.

Naprave za naparevanje so precej preproste. Pod steklenim ali kovinskim zvonom, ki je izsesan do vakuumu 10^{-4} do 10^{-5} tor, se nahajajo predmeti, ki jih želimo prevleči, pod ali nad njimi pa grelec s kovino, katero izparevamo. Največkrat uporabljamo uporovno gretje. Pri izdelavi zrcal vise kapljice aluminija kar na grelni špirali, ki je iz volframa, medtem ko pri izparevanju velikih količin kovine uporabljamo keramične pečice z vgrajeno špiro. Možno je tudi induktivno ali visokofrekvenčno gretje ter gretje z elektronskim bombardiranjem. Pri tem potrebujemo kurjeno katodo z močno emisijo (n. pr. tantalova folija, prevlečena s torijevim oksidom), anoda pa je grafitni lonček s snovjo, ki jo želimo izpareti; če izparevamo kovino, lahko kar njo samo vzamemo za anodo.

Kadar želimo dobiti zelo gladko in trdno plast, kakršne uporabljamo v optične namene, je čistost površine odločilnega pomena. Razni mehanski in kemični načini čiščenja zapustijo vselej na steklu nevidno plast adsorbiranih par, ki zmanjšujejo trdnost in gladkost plasti. Čim pa imamo predmet v vakuumu, moremo neposredno pred nanašanjem plasti očistiti površino z bombardiranjem s plinskimi ioni, ki nastanejo pri tlivnem razelektrenju v nizkem vakuumu. Le-ti izbijajo iz površine vso nevidno nečistočo in si jo pripravijo za odlaganje plasti. Izvedba je lahko najraznovrstnejša. Zelo sta v rabi dve obročasti elektrodi; razdalja med njima je premajhna za nastop ionizacije, zato gre tok po daljši poti izven obročev. S primernim dimenzioniranjem dosežemo koncentrirano bombardiranje na zaželenem mestu. Po novejšem načinu čistimo z elektronskim bombardiranjem. Spet potrebujemo katodo, ki emitira elektrone. Te pospešimo proti anodi, ki je kar okvir, v katerega so vpeti predmeti, ki jih želimo očistiti, n. pr. leče. Med čiščenjem vakuum nekoliko popusti zaradi oddajanja plinov s površin; čim pa ponovno dosežemo prvotni vakuum, prekinemo čiščenje in pričnemo z naparevanjem.

Največja ovira za uporabo naparevanja v večjem obsegu je bila do sedaj premajhna zmogljivost vakuumskih črpalk. Šele z izdelavo velikih oljnih difuzijskih črpalk, s črpalno hitrostjo nekaj kubičnih metrov na sekundo, se je odprla pot k najširši uporabnosti postopka. Predmeti, ki jih ugrevamo v vakuumu, namreč izločajo velike količine plinov. Posebno papir in plastične mase, ki vsebujejo vlago in mehčala (plastifikatorje), moremo metalizirati šele po predhodnem večdnevnom sušenju v vakuumskih sušilnikih pri tlaku nekaj tor. Posebne vakuumsko tesne gredi prenašajo v vakuum vrtenje mehanizmov, ki so potrebni pri metalizaciji

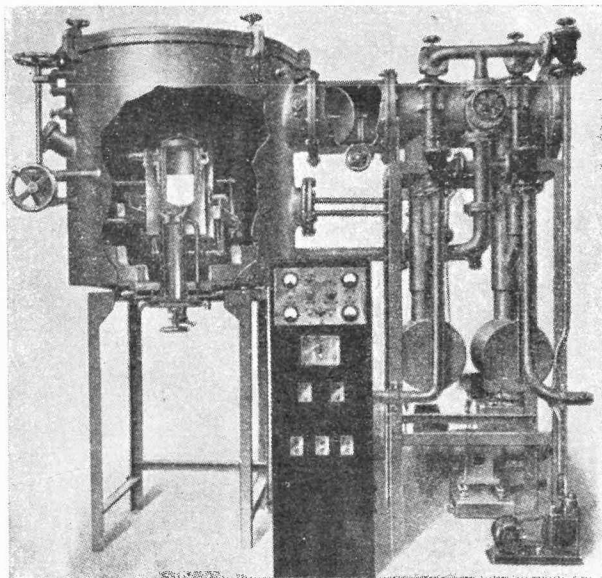
velikih zrcal, da dosežemo večjo enakomernost plasti. Prav tako potrebujemo pogon pri kontinuirani metalizaciji celuloidne folije ali papirnega traku.

Debelino plasti kontroliramo pri izdelavi MP-kondenzatorjev na ta način, da napeljemo pravkar metalizirani papir čez dva izolirana valja, z ohmmetrom pa merimo njeno upornost. Debelina plasti je namreč predpisana z delovno napetostjo, s kapaciteto kondenzatorja in vrsto kovine. Pri proboju sproščena energija kondenzatorja mora namreč zadostovati, da izpari vso kovino v okolici prebitega mesta. Predebela plast ne utegne izpariti in povzroči kratek stik, pretanka pa ima preveliko upornost in je tok premajhen.

5. Taljenje in sintranje kovin v vakuumu

E. D. Malcolm, B. Sc., A. Inst. P., British American Research Ltd. — Priredil B. Kozina

Pri sintranju (cmarjenju), čiščenju, toplotni obdelavi ali ulivanju kovin je skoraj vedno potrebna neka zaščita pred škodljivim vplivom zraka ali drugih plinov. Najbolj popolno zaščito dosežemo tako, da proces izvršimo v vakuumu, ker se s tem škodljivi vpliv atmosfere praktično popolnoma izloči. Vrh tega se pri tem izžene in odčrpa tudi velik del plinov, ki so se prvotno nahajali v kovini, s čimer se kakovost kovine močno izboljša.



Sl. 7. Peč za taljenje kovin v vakuumu. Stena vakuumske posode je na sliki odprta, lonec s staljeno kovino pa prežan. Na desni sta vzporedno vezani dve difuzijski črpalki; zadaj na tleh stoji predčrpalka. Visokofrekventnega generatorja za gretje peči ni na sliki.

večani kovnosti in žilavosti, po večji gostoti ter večji električni in toplotni prevodnosti in po tem, da nimajo poroznih mest. Bolj »težavne« kovine, kot so titan, cirkon, niob, berilij, dobimo pri navadnih redukcijskih procesih

Vakuumsko metodo za čiščenje kovin so v Nemčiji uporabljali že pred 40 leti. Nov zagon pa je dal nedavni razvoj industrijske visokovakuumske tehnike. Pri nekatereh kovinah so tudi za samo pridobivanje, t. j. redukcijo izhodnih spojin, vpeljali pripravne metode, ki rabijo vakuum. Najbolj znana izmed teh metod je dobivanje magnezija z redukcijo dolomita s ferrosilicijem ($T = 1175^{\circ}$, $p = 0,005$ do $0,5$ tor). Po tem načinu so med zadnjo vojno v Ameriki pridelali nad 50 000 t magnezija!*

Po teh metodah pridobljene ali čiščene kovine se odlikujejo po po-

* J. R. Davy: Industrial High Vacuum. London 1951.

skoraj vedno le v nečistih poroznih in krhkih kosih. Tu je šele vakuumska metalurgija omogočila pridobivanje čistih in kompaktnih kosov, ki so spo-
sobni za obdelavo.

V kovini se plin ali raztopi ali pa se z njo kemijsko spaja. Množina v kovini raztopljenega plina raste s temperaturo in s tlakom plina nad kovino. Pri tališču kovine topljivost plina ostro naraste. Izmed plinov, ki se lahko spajajo s kovinami, pride pred vsemi v poštev kisik, ki daje kovinske okside. Disociacijski tlak oksidov je odvisen od temperature T v obliki $\log p = A - B/T$, kjer sta A in B konstanti. Za okside železa je pri 1550°C disociacijski tlak 10^{-5} tor in potrebna je temperatura 2500°C , če hočemo, da bi narastel ta tlak na 1 tor. Vidimo pa, da pri nizkih tlakih, kot jih imamo v vakuumskih pečeh, že pri razmeroma nizkih temperaturah reakcija lahko teče v smeri disociacije, to je oddajanja kisika.

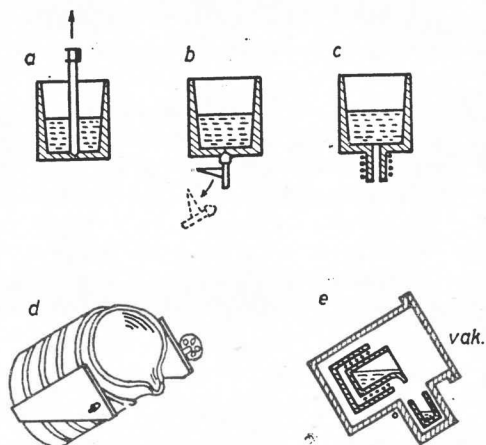
T a b e l a : Primerjalni podatki za v vakuumu odlit baker in za navaden baker.

	navaden baker	vakuumski baker
vodik	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$ %
kisik	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$ %
ostali plini	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$ %
žveplo	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-5}$ %
gostota	8,922	8,930 g/cm ³
raztezek ob pretrganju	17	20 %
specifični upor (20°C)	0,01734	0,01719 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Mehanizem sintranja (cmarjenja) lahko razložimo kot viskozno gibanje kovinskih delcev pod vplivom površinskih napetosti. V sintrani kovini ostane še nekaj plina. Lahko je to tak plin, ki se topi v kovini in difundira skozi njo, ali tak, ki se z njo spaja, ali pa tudi tak, ki se ne topi in ne spaja. Vsak plin zavira proces sintranja. Razen tega plini, ki se topijo ali spajajo, povečavajo količino nečistoče v kovini. Tisti plini, ki ne reagirajo, pa povečavajo poroznost. S sintranjem v vakuumu pa moremo za približno 10^4 -krat zmanjšati škodljivi vpliv plinov. S tem dobimo v splošnem zelo gost in čist proizvod.

Obrnimo se sedaj h konstrukciji vakuumske peči! Posebej bomo opisali indukcijsko peč, vrste B, ki jo izdeluje tvrdka British American Research Ltd. Konstruirana je za vložek 25 do 50 kg nemagnetnega legiranega jekla. Za tako peč potrebujemo veliko vakuumsko posodo, črpalni sistem in talilni lonec z ogrevno napravo ter kokilo, v katero kovino vlivamo. Oglejmo si te dele po vrsti!

Velikost vakuumske posode se ravna po moči, ki je potrebna za



Sl. 8. Razni načini vlivanja pri vakuumskih talilnih pečeh. a) Lonec ima v dnu luknjo, ki je z zgornje strani zaprta s čepom. Čep je treba dvigniti. b) Čep je na spodnji strani. c) Čep odstranimo tako, da ga s posebnim grelcem stalimo. d) Kovino izlivamo z nagibanjem talilnega lonca. e) Kovino izlivamo v kokilo z nagibanjem cele vakuumske posode z loncem in kokilo vred. Zadnji način je najboljši.

taljenje. Povprečno lahko računamo s 1000 cm^2 površine posode za vsak kW. Posoda je navadno izdelana iz nerjavečega jekla. V našem primeru ima posoda volumen $1,3 \text{ m}^3$, 3 okna za opazovanje, 2 priključni odprtini za črpanje, 1 dovod za električno energijo in 4 tesnjene gredi za gibalne mehanizme. S standardnimi metodami lahko izdelamo posode, ki so tako tesne, da raste pritisk zaradi puščanja za manj kot 0,05 torov na uro. Posoda in pokrov sta okrog in okrog hlajena z vodo.

Od črpalnega sistema zahtevamo predvsem veliko zmogljivost v področju visokega vakuumu. Delamo z oljnimi difuzijskimi črpalkami s črpalno hitrostjo več m^3 na sekundo, katerim v predstopnji priključimo močne rotacijske črpalke.

V peč vloženo kovino ogrevamo tako, da talilni lonček obdamo z električno žico, ki se tako razžari, da toplotna energija s sevanjem prehaja na lonček. Drugi način je direktno uporabno gretje, pri čemer teče tok skozi kovino samo. Tretji način pa je indukcijsko gretje z visoko-frekventnim tokom. Ta način je najboljši. Peč potrebuje najmanj toliko moči, da se pokrivajo površinske izgube zaradi izžarevanja in toplotne prevodnosti pri najvišji doseženi temperaturi vložka. Če naj se vložek stali v 30 minutah, mora generator dajati za vsak kilogram jekla približno 2 kW moči.

Za vložke, ki so manjši kot 2,5 kg, uporabljamo navadno kot generatorje oscilatorje z radijsko frekvenco. Za večje vložke in peči pa se poslužujemo motor-generatorjev s frekvencami od 1000 do $20\,000 \text{ c/s}$. Za zgoraj omenjeno peč uporabljajo generator z močjo 50 kW, s frekvenco 2000 c/s in napetostjo 400 V. Nihajni krog sestavljata tuljava z 12 ovoji, ki je navita okrog peči, ter kondenzatorska baterija s kapaciteto $500 \mu\text{F}$.

Kot konstrukcijski material so se dobro izkazale nekatere keramične mase, ki so obstojne pri visokih temperaturah in same ne oddajajo preveč plinov.

Vložka, ki je bil v vakuumu staljen, iz več razlogov ne smemo ohladiti v talilnem loncu samem. Za to bi bilo namreč zaradi toplotne izolacije lonca potrebno zelo mnogo časa. Nerodno je tudi to, da se pri počasni ohladitvi stvorijo razmeroma veliki lunckerji. Pokazalo se je tudi, da se del v staljeni kovini še zadržanega plina osvobodi šele med prelivanjem. Tudi iz tega razloga je hlajenje v loncu brez prelivanja neugodno. Vrh tega pa je za zlitine počasno ohlajevanje lahko nevarno tudi zato, ker se pri tem posamezne kovine zopet odločajo (segregacija). Vsi ti razlogi nas silijo, da staljeni vložek raje vlivamo v kokilo, kar tudi naredimo pod vakuumom.

Izkazalo se je, da so peščene in keramične forme slabe za vlivanje, ker same oddajajo obilo plinov, ki jih ne moremo sproti izčrpati in ki zato zopet kvarijo odlitek. Torej uporabljamo raje kovinske kokile, hlajene z vodo.

Da bi lahko odvajali čim več plinov, ki se osvobodijo šele pri izlivanju, vlivamo v kokilo počasi, tako da rabimo približno 3 minute za 150 kg kovine. Počasno vlivanje pa nam preprečuje obenem tvorbo dolgih lunckerjev (plenov).

* * *

Popravek. Slika 5 na str. 6 v prejšnji številki je po nesreči obrnjena na glavo.

O številu π

Grški matematik Arhimed, ki je računal obseg kroga tako, da je krožnico aproksimiral s pravilnimi mnogokotniki, je navedel za π vrednost $22/7$, ki je precej dober približek. Ta vrednost je v resnici nekoliko prevelika in velja natančneje ocena $3\frac{1}{7} < \pi < 3\frac{1}{4}$. Danes imamo za računanje števila π mnogo metod, posebno z vrstami, od katerih so nekatere zelo uporabne.* Nobena med njimi pa nam ne da neposredno približka $22/7$. Če hočemo ta približek dobiti, moramo najprej po kaki metodi izračunati π na nekaj decimaln natančno in ga nato razviti v verižni ulomek. Prvi približek tega verižnega ulomka je potem ravno $22/7$.

Nedavno pa je D. P. Dalzell** pokazal metodo za računanje števila π in v tej je prvi približek ravno $22/7$. Polinom $x^4(1-x)^4 + 4$ je namreč, kakor pokaže lahek račun, deljiv z $1 + x^2$, in sicer je

$$x^4(1-x)^4 + 4 = (x^6 - 4x^5 + 5x^4 - 4x^2 + 4)(1 + x^2).$$

Od tod imamo

$$\frac{4}{1+x^2} = 4 - 4x^2 + 5x^4 - 4x^5 + x^6 - \frac{x^4(1-x)^4}{1+x^2} \quad (1)$$

Če zadnji člen na desni opustimo, smo krivuljo $y = 4 : (1 + x^2)$ aproksimirali s parabolo šeste stopnje, ki gre skozi točki (0,4) in (1,2) na krivulji in ima tam dotik tretje stopnje. Zato je polinom šeste stopnje, ki stoji na desni v (1), zelo dober približek funkcije y za $0 \leq x \leq 1$.

Če integriramo identiteto (1) v mejah od 0 do 1, dobimo

$$\int_0^1 \frac{4 dx}{1+x^2} = \pi = 3\frac{1}{7} - \int_0^1 \frac{x^4(1-x)^4}{1+x^2} dx. \quad (2)$$

Od tod je razvidno, da ima π približno vrednost $3\frac{1}{7}$, in sicer je prava vrednost nekoliko manjša in to toliko, kolikor znaša integral na desni. Ta integral pa se da takole oceniti:

$$\frac{1}{2} \int_0^1 x^4(1-x)^4 dx < \int_0^1 \frac{x^4(1-x)^4}{1+x^2} dx < \int_0^1 x^4(1-x)^4 dx = \frac{1}{630}$$

Torej je

$$3\frac{1}{7} > 3\frac{1}{7} - \frac{1}{630} > \pi > 3\frac{1}{7} - \frac{1}{630} = 3\frac{89}{630} > 3\frac{1}{7}$$

Tako smo dobili za π gornje meje.

Če izraz $1/(1+x^2)$ v integralu na desni strani enačbe (2) ponovno aproksimiramo s polinomom šeste stopnje po enačbi (1), dobimo še boljše vrednost za π . Račun pokaže, da je sedanja napaka manjša kakor tisočina prejšnje. Ta postopek lahko nadaljujemo in vsakokrat smo napako zmanjšali na manj kakor tisočino prejšnje. Torej dobimo pri vsakem koraku vsaj tri nadaljnje decimalke števila π .

I. Vidav

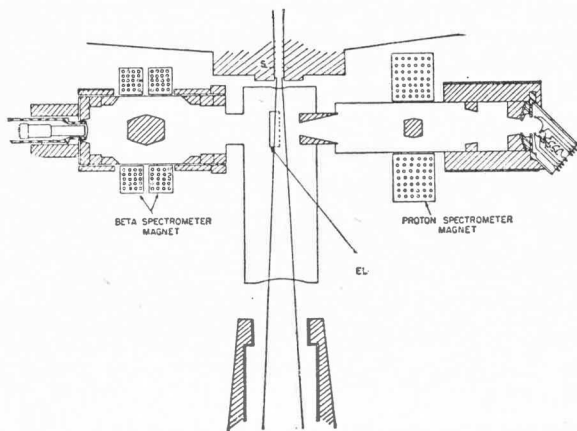
* A. Peterlin: Kvadratura kroga. Proteus IX, stran 39.

** D. P. Dalzell: On $22/7$. J. London Math. Soc. 19 (1944):

Radioaktivnost nevtrona

Že dolgo so domnevali, da je nevtron radioaktiven. Do te domneve so prišli s primerjanjem mas: Nevtron ima atomsko maso 1,00897, proton in elektron skupaj pa 1,00813. Razlika 0,00084 ustreza po enačbi $U = mc^2$ energiji 0,78 MeV. Toliko energije bi se sprostil pri razpadu nevtrona v proton in elektron. Fermi je iz omenjene difference ocenil razpolovno dobo nevtrona na pol ure.

Domneve do nedavnega ni bilo mogoče z eksperimentom preveriti, čeprav so to večkrat poskusili. Ker nevtronov ni mogoče obdržati v nobeni posodi, lahko opazujejo le nevtronske curke. Curek gre skozi evakuirano



Tloris naprave, s katero so ugotovili radioaktivnost nevtrona. Zgoraj je kopa, iz katere izstopa curek nevtronov. Spektrometra ob straneh vlovita pri razpadu nastale elektrone in protone. Deli, ki so na sliki črčkani, so iz svinca, polno izvlečeni pa so iz kadmija.

skus kaže slika. Curek se filtrira skozi 13 cm bizmuta, ki absorbira žarke γ . V curku je približno $1,5 \cdot 10^{11}$ nevtronov na sekundo. Skozi aluminijško okence vstopa curek v evakuirano posodo ($p < 10^{-6}$ tor). Pri razpadu nevtronov nastale pozitivne delce odklanja iz toka pozitivna elektroda iz aluminija z napetostjo 13 kV. Magnetna leča spektrometra jih zbira na prvo elektrodo elektronske pomnoževalke. Iz izmerjenega specifičnega naboja (q/m) teh delcev so ugotovili, da so protoni.

Elektrone, ki nastanejo hkrati s protoni, zbira magnetna leča drugega spektrometra. Zaznava jih scintilacijski števec s kristali antracena in z elektronsko pomnoževalko RCA 5819. Od drugih navzočih elektronov so jih razpoznali s tem, da so šteli ko incidence med protoni in elektroni. Najprej so uravnavali jakost toka, ki krmi protonski spektrometer tako, da je števec za protone zaznamoval največ sunkov. Potem so spreminjali jakost toka v spektrometru za elektrone. Tok v obeh magnetih je bil elektronsko stabiliziran. S štetjem ko incidenc so ugotovili pogostost elektronov v posameznih energijskih intervalih. Na ta način so izmerili energijski spektrum elektronov od 300 keV naprej. Maksimalno energijo 782 keV so določili do 13 keV natančno. Merski rezultati za energije pod 300 keV so bili nezanesljivi predvsem zaradi absorpcije elektronov v okencu števca.

posodo, pri strani pa lovijo nastale protone in elektrone s števci. Zaradi razmeroma dolge razpolovne dobe nevtrona so potrebni zelo močni curki in zelo občutljivi števci. Z novimi scintilacijskimi števci s pomnoževalkami in s koincidenčnim štetjem se je pred kratkim poskus končno vendarle posrečil. Napravil ga je J. M. Robson s sodelavci v Chalk Riverju v Kanadi. Za razpolovno dobo je dobil vrednost 12,5 minute.

Poskus so naredili s curkom termičnih nevtronov, ki so ga dobili iz atomske kope. Aparaturo za po-

Koincidence med protoni in elektroni so dobili le tedaj, če so s posebno napravo zakasnili sonke scintilacijskega števca za 0,9 mikrosekunde za sunki števca za protone. Tako so upoštevali čas, ki ga potrebujejo protoni za pot do števca. Napake zaradi nezaželenih koincidenč so ocenili iz razločevalnega časa koincidenčne naprave, ki je bil 0,227 mikrosekunde in je ostal med poskusom konstanten do 1 %. Izkazalo se je tudi, da je bilo ionizacijskih efektov tako malo, da niso mogli motiti. S precejšnjo gotovostjo so mogli sklepati, da so protoni in elektroni res nastali iz nevtronov.

Posebej so določili razpolovno dobo nevtrona. Za razpolovno dobo velja: $T = (\varrho/n) \ln 2$, kjer je ϱ gostota nevtronov v curku (število na cm^3), n pa število nevtronov, ki razpadejo na časovno enoto v 1 cm^3 nevtronskega toka. Da bi določili gostoto nevtronov, so z njimi aktivirali folijo mangana. Aktivnost folije so merili dvakrat: prvič, ko je bil mangan pokrit s kadmijem, drugič pa brez kadmija. Ker je kadmij absorbiral vse počasne nevtrone (pod 1 eV), so iz razlike obeh meritev lahko določili gostoto počasnih nevtronov. Pokazalo se je, da je prispevek hitrih nevtronov h gostoti neznamenit; lahko so ga zanemarili. Število n so ocenili iz števila protonov, ki trčijo v časovni enoti na prvo elektrodo elektronske pomnoževalke in iz zmogljivosti zbiralne naprave. Tako so določili razpolovno dobo nevtrona:

$$T = 12,5 \pm 2,5 \text{ minute.}$$

M. Švikaršič

J. M. Robson: The Radioactive decay of the neutron, Phys. Rev. 83, 349 (1951).

Eksperimentalna potrditev Fresnelove uklonske teorije

V nasprotju z nauki geometrijske optike tudi s točkastim svetilom ne moremo dobiti ostrih senc. Rob sence ni oster in je vrh tega obrobljen z nizom interferenčnih pasov (Fresnelove uklonske slike, gl. sl. 1). Širina teh pasov je sorazmerna kvadratnemu korenu iz valovne dolžine in kvadratnemu korenu razdalje med predmetom in zaslonom. Potek osvetljenosti na robu sence (sl. 1 spodaj in sl. 3) lahko precej natančno izračunamo z uporabo Huyghensovega principa. Za senco plošče z ravnim robom in vzporeden snop svetlobe, ki pravokotno vpada, dobimo tale rezultat:

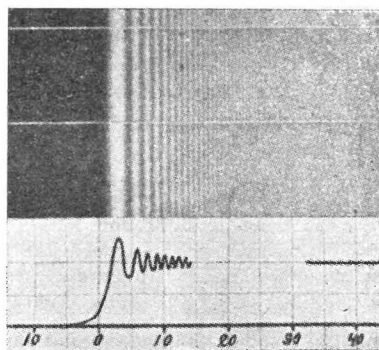
$$E = \frac{1}{2} E_0 [(C[u] + \frac{1}{2})^2 + (S[u] + \frac{1}{2})^2],$$

kjer sta $C(u)$ in $S(u)$ Fresnelova integrala:

$$C(u) = \int_0^u \cos(\frac{1}{2} \pi u^2) du$$

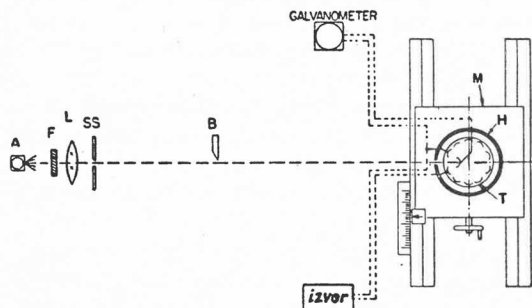
$$S(u) = \int_0^u \sin(\frac{1}{2} \pi u^2) du.$$

Pri tem je $u = x/\sqrt{\lambda d/2}$, kjer je d razdalja zaslona od plošče ter x razdalja opazovalnega mesta na zaslonu od roba geometrijske sence. Enačba pa velja le, če je x majhen v primeri z d .



Sl. 1. Fresnelova uklonska slika, ki nastane pri uklonu ob plošči z ravnim robom. Senca je obrobljena z vzporednimi svetlimi in temnimi pasovi. (Handbuch der Experimentalphysik XVIII. Berlin 1930.)

Potek funkcije $\frac{1}{2}[(C[u] + \frac{1}{2})^2 + (S[u] + \frac{1}{2})^2]$ kaže krivulja na sliki 1. Za $u > 0$ (osvetljeni del zaslona), oscilira okoli premice $E/E_0 = 1$. Na



Sl. 2. Naprava za fotometriiranje Fresnelove uklonske slike. A) Visokotlačna živosrebrna svetilka, F) zelen filter, L) leča, SS) reža, B) britvica, T) elektronska pomnoževalka RCA 931-A, H) papirnat ovoj z režo, M) sanke; spodaj napetostni izvor za pomnoževalko.

5461 Å. Z lečo L jo zberemo na 0,05 mm široko režo SS, ki služi dalje kot izvor. Svetlobni snop napol prestreže britvica B, katere senca pade na elektronsko pomnoževalko T. Ta je pritrjena na sankah, ki se premikajo z mikrometrskim vijakom. Ovita je s črnim papirjem, iz katerega je izrezana 0,1 mm široka reža. Reži sta narazen za 150 cm in stojita navpično. Kot merilni instrument je uporabljen zrcalni galvanometer z občutljivostjo $0,2 \mu A$ na centimeter pri 1 m oddaljeni skali.

Pred merjenjem odstranimo britvico in izmerimo E_0 . Nato pri postavljeni britvici izmerimo E v intervalih po 0,1 ali 0,2 mm. Težko je določiti lego roba geometrijske sence; zato kar privzamemo, da je to tam, kjer ima E vrednost $\frac{1}{2} E_0$.

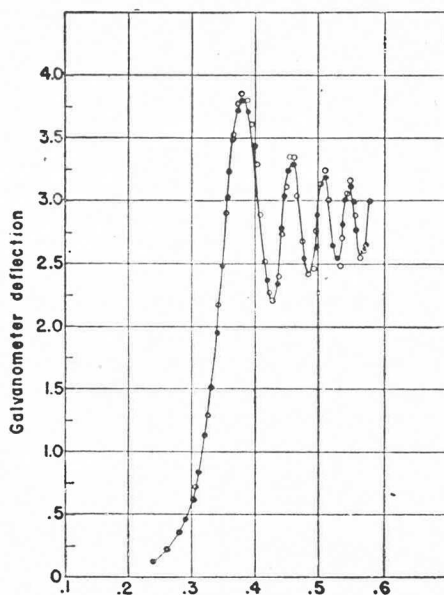
Rezultati meritev so naneseni v diagram na sliki 3. Razlike med teoretično dobljenimi in izmerjenimi vrednostmi, ki so največje ob maksimih in minimih, znašajo največ 2 %. Nenatančnost je predvsem posledica končne širine obeh rež.

S. Poberaj

geometrijskem robu sence ($u = 0$) ima vrednost $\frac{1}{4}$, za $u < 0$ (v senci) pa hitro pada proti nič.

Meritve, ki naj bi potrdile rezultate teorije, so napravili Lyman 1930 s fotografsko metodo ter Heuse, Woodward in McClellan 1939 s fotocelico in elektrometrsko cevjo. Natančnost teh meritev je bila majhna. Nedavno pa je S. F. Hayesu uspelo napraviti točnejše meritve z aparaturom, ki je shematično prikazana na sliki 2.

Iz svetlobe, ki jo daje visokotlačna živosrebrna svetilka A, izoliramo s filtrom F zeleno črto



Sl. 3. Potek osvetljenosti ob robu sence po meritvi S. F. Hayesa. Na vodoravno os je nanesena razdalja od geometrijskega roba sence v milimetrih, navzgor pa odklon galvanometra. Črni krogi in izvlečena krivulja kažejo izmerjene, prazni krogi pa izračunane vrednosti.

S. F. Hayes: Experimental Test of Fresnel Diffraction Theory with Photomultiplier Tube. Amer. J. Phys., 20, 53, 1952. Iz tega članka je povzeto zgornje poročilo ter sl. 2 in 3, oboje z dovoljenjem avtorja ter urednika revije American Journal of Physics, za kar se obema zahvaljujemo.

CISE — italijanski institut za proučevanje atomske energije

Fizikalni inštituti italijanskih univerz niso bogati. Celo najslavnejši med njimi. Fizikalni inštitut Univerze v Rimu, kjer je pred vojno delal Enrico Fermi, ima le 12 milijonov lir (20 000 dolarjev) letnega kredita. Ne morejo se torej ukvarjati z raziskovanji, ki zahtevajo drage naprave, in še celo ne s problemi atomske energije.

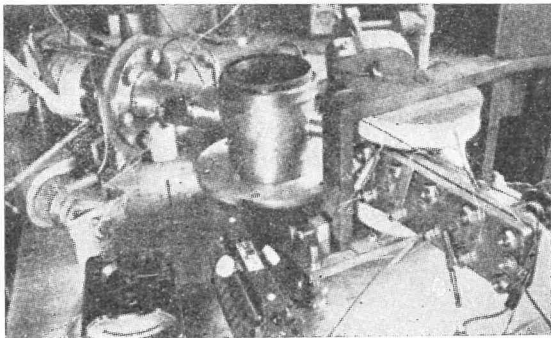
Novembra 1946 pa je bila ustanovljena v Milanu družba z omejeno zavezo CISE (Centro informazioni studi esperienze), ki ima namen vzdrževati inštitut za raziskovanje atomske energije. Člani te družbe so italijanske tvrdke Edison, Cogne, Fiat, Montecatini, Sade, Pirelli, Falck in Terni, ki so v letu 1951 prispevale za vzdrževanje inštituta skupno 60

milijonov lir. V primeri s sredstvi, ki jih imajo za take namene na razpolago Amerikanci, pa tudi Angleži in Francozi, je to še vedno zelo malo.

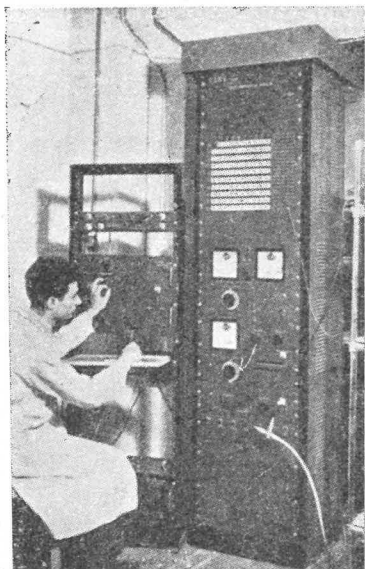
Novo ustanovljeni inštitut se je naselil v dveh nadstropjih neke stanovanjske zgradbe v Milanu. Zdaj dela v njem 52 ljudi, od tega 26 s fakultetno izobrazbo (fiziki, kemiki, inženirji), 4 študentje, ki pripravljajo v inštitutu svoja diplomska dela, 9 tehnikov in 10 delavcev v delavnicah. Administrativni direktor, knjižničarka in honorarni računovodja so edine administrativne moči. Nekaj univerzitetnih profesorjev in drugih strokovnjakov pomaga v inštitutu, čeprav so redno nastavljeni drugje. Vse znanstveno delo inštituta usmerja Znanstveni odbor pod vodstvom profesorja za fiziko na milanski univerzi Giuseppa Bollè. V tem odboru so fiziki, inženirji in predstavniki tvrdk.

Inštitut CISE se ne ukvarja s tekočimi raziskovanji za industrijo in nima neposrednih obveznosti do podjetij, ki ga vzdržujejo. Do zdaj je bila njegova glavna naloga nabrati potrebne izkušnje, izdelati ustrezne instrumente in pripraviti načrte za zgraditev atomske kope. V ta namen so med drugim zgradili polindustrijsko napravo za elektro-

litično pridobivanje težke vode. Naravna voda ima 0,015 % D_2O , CISE pa dobi 1,8 % D_2O že iz tovarn kot stranski produkt elektrolize. Iz te vode



Sl. 1. Majhen masni spektograf, ki so ga izdelali v inštitutu CISE. Z njim preiskujejo, koliko ionov z masami 1, 2 in 3 daje ionski izvor.



Sl. 2. Pulzni analizator z 99 kanali.

narede v institutu vsak mesec 1 liter 99,8 % D_2O . Naredili so tudi poskusne naprave za pridobivanje uranovih spojin iz rude in za metalurgijo urana.

Imajo Cockroft-Waltonov generator za 400 kV, pri katerem zdaj montirajo ionski izvor in pospeševalno cev. Rabili ga bodo za pridobivanje nevtronov z reakcijama $D + D$ in $D + Li$. Zdaj pa uporabljajo pri vseh poskusih z nevtroni izvor iz 500 mg radija z berilijem. S temi nevtroni so med drugim zelo natančno izmerili cepitveni presek urana 235 za toplotne nevtrone leto dni prej, kot so ga objavili Američani.

Veliko delajo za razvoj različnih števcov, predvsem geigerskih, scintilacijskih in števcov za nevtrone, polnjenih z BF_3 . V zvezi s tem so izdelali doma vse potrebne elektronske naprave, od katerih je največja pulzni analizator z 99 kanali. Analizator sortira sunke z ionizacijske celice po njihovi velikosti v 99 skupin in šteje potem vsako skupino zase.

Zdaj dokončujejo nevtronski spektrograf z 80 kanali, ki ga bodo uporabljali v zvezi z visokonapetostnim generatorjem in pospeševalno cevjo z moduliranim ionskim izvorom. Tak izvor daje ione le v zelo kratkih sunkih, ki sprožujejo ustrezno kratke brizge nevtronov. Na nadaljnji poti hitrejši nevtroni prehitevajo počasnejše. V primérni oddaljenosti postavimo števec za nevtrone in ga priključimo na spektrograf. Ta sortira sunke po času: posebej šteje nevtrone, ki pridejo do števca n. pr. med 0 in $0,5 \mu s$ po svojem nastanku, posebej spet tiste, ki pridejo med $0,5$ in $1 \mu s$ itd. Iz teh časov in oddaljenosti pa vidimo, kolikšne so bile hitrosti nevtronov.

V svojem delu so sodelavci instituta objavili doslej okrog 30 člankov v domačih in tujih revijah. Kljub vsem tem uspehom pa kope za zdaj ne morejo zgraditi — ker ni denarja.

Č. Z.

Energia nucleare, Notiziario a cura del CISE, N. 2 Milano 1952.

A. Zucker, A physicist's holiday, Physics Today, Jan. 1951.

Ustanovitev evropskega sveta za jedrske raziskave v Ženevi

Pred nekakim letom se je pojavila misel, da bi se ustanovil v sodelovanju zahodnoevropskih držav poseben institut za jedrsko fiziko, ki bi imel na razpolago tako velika finančna sredstva, da bi mogel postaviti res velik pospeševalnik, za katerega ne zadoščajo sredstva posamezne države.

Potreba po takem velikem stroju se je pokazala glede na velike uspehe, ki jih imajo ZDA v jedrski fiziki prav zaradi ogromnih sredstev, strojev in velikega števila raziskovalcev na tem polju.

Tako je UNESCO sklical prvo posvetovalno konferenco v Parizu v dneh od 17. do 20. decembra 1951, ki sta se je kot zastopnika Jugoslavije udeležila prof. P. Savić in S. Dedijer iz Vinče pri Beogradu. Na tej konferenci naj bi se določile osnovne smernice evropskega sodelovanja v jedrski fiziki in po možnosti sestavila statut in program skupnega instituta. Vendar se je pokazalo, da je problem bolj zamotan. Za skupni institut so se navduševale vse tiste države, ki same nimajo dovolj velikih pospeševalnikov, to so Francija, Italija, Švica, Zahodna Nemčija, Grčija in Jugoslavija, medtem ko so ostale, t. j. Anglija, Holandska, Danska, Švedska in Norveška, ki imajo velike ciklotrone do 150 MeV in še več, kazale zelo malo razumevanja za take vrste institut in želele raje uveljaviti svoja že obstoječa velika raziskovalna središča. Angleži so ponudili, da omogočijo evropskim znanstvenikom (v okviru mednarodnega sodelovanja pri jedrski

fiziki) delo v Liverpoolskem institutu, kjer se gradi velik ciklotron za 400 MeV. Po predlogu skandinavskih držav pa naj bi postal Niels Bohrov institut v Kopenhagnu evropsko središče za teorijske preiskave za jedrsko fiziko. Jugoslovanska delegacija je s svojim posredovalnim stališčem mnogo pripomogla k zblizanju med posameznimi predlogi, s čimer si je ustvarila velik ugled pri udeležencih. Prva konferenca v Parizu je izvolila poseben odbor s prof. Scherrerjem kot predsednikom, ki naj pripravi statut za evropski svet za jedrske raziskave, in pozvala udeležene države, da s finančno podporo omogočijo delo Sveta. Kot sedež Sveta so izbrali Ženevo, kjer naj bi se tudi postavil institut, ako bi do takega sklepa prišlo.

Druga konferenca v Ženevi od 12. do 16. februarja 1952 je po daljših razpravah sprejela statut za Svet, ki naj v teku prihodnjih 18 mesecev prouči vprašanje postavitve posebnega evropskega instituta, njegovih nalog in opreme. Gre tu za vprašanje, kakšen pospeševalnik naj se postavi in katere posebne probleme naj bi ta pospeševalnik pomagal reševati. Naloga Sveta je dalje, da goji vse oblike sodelovanja med evropskimi znanstveniki na področju jedrske fizike. Kot neposredni nalogi sta tu vprašanji izbire onih znanstvenikov, ki naj delajo pri evropskem ciklotronu, in pa seminar jedrske fizike pri Nielsu Bohru v Kopenhagnu, ki naj razčisti vprašanje o konstrukciji velikih jedrskih strojev in o problemih, zaradi katerih bi se splačalo graditi take velike stroje. Statut je podpisala večina prisotnih delegacij, ki so tudi, z izjemo Anglije, obljubile denarne prispevke. Trenutno ima Svet na razpolago nekaj čez 160.000 dolarjev (prispevek Jugoslavije je 10.000 dolarjev), kar seveda ne zadošča za postavitev instituta, pač pa omogoča delo Svetu.

Za nas Jugoslovane je ustanovitev Sveta zelo važna, ker imamo sedaj kot člani Sveta možnost sodelovati v jedrskih institutih ostalih članov. S tem se nam odpre možnost vstopa v te institute, pošiljanje naših ljudi tja na delo in izmenjava izkustev in materiala. Tako je n. pr. Institut za strukturo materije v Vinči dobil prve radioaktivne izotope iz Harwella, našo delegacijo so pozvali, da si ogleda vodilne institute v Angliji in v skandinavskih državah, nekateri zahodnoevropski znanstveniki so pa obljubili, da pridejo predavat v našo državo. Vse to nam je izredno koristno, saj se moramo v jedrski fiziki še skoro vsega naučiti in zato nam je vsaka pomoč od zunaj dobrodošla.

V kolikor se bo seveda posrečilo Evropskemu svetu, da ustanovi res sposoben institut z velikimi stroji, je seveda težko prerokovati. Težave so v denarju in v ljudeh, saj morajo uspešno delati tu le ljudje z velikim izkustvom. Taki delavci so pa vsi že polno zaposleni v svojih državah. Prav zanimivo je, da nobena delegacija Sveta ni mogla najti niti enega znanstvenika take vrste, ki bi mogel ves svoj čas žrtvovati za novi medevropski institut.

A. Peterlin

Uporabna matematika v Italiji

Medtem ko se je v mnogih državah razvilo po več razmeroma močnih institutov za uporabno matematiko na posameznih univerzah in drugih šolah, je v Italiji delo na tem področju v veliki meri osredotočeno v »Nacionalnem institutu za uporabno matematiko« (Istituto Nazionale per le Applicazioni del Calcolo) v Rimu. Sedanji vodja instituta prof. M. Picone je že med prvo svetovno vojno vodil delo pri sestavljanju balističnih tabel za takratno moderno artilerijsko orožje in je l. 1927 pri svoji katedri za

infinitesimalni račun na univerzi v Neaplju s podporo privatnih podjetij postavil prve temelje sedanji ustanovi. Ko je nastal v Rimu »Nacionalni svet za raziskavanja« (Consiglio Nazionale delle Ricerche), se je institut leta 1932 preselil v njegovo okrilje v Rim in dobil sedanje ime.

Glavna naloga instituta je, da pomaga raziskovalcem z vseh področij pri reševanju njihovih matematičnih problemov in da pripravlja, oz. izboljšuje matematična sredstva, ki služijo temu namenu. Razne državne ustanove (ministrstva, razni drugi instituti in pod.) in tovarne, pa tudi zasebniki iz Italije in iz inozemstva se obračajo na institut v vprašanjih, ki jih sami ne morejo rešiti. Med »odjemalci« instituta so tudi nekateri znani strokovnjaki, ki so prosili vodstvo ustanove za nasvete v vprašanjih, na katerih sami aktivno ne delajo. Od leta 1937 do aprila 1951 je institut obravnaval in večinoma tudi rešil okrog 670 vprašanj, ki so jih deloma postavili zunanji interesi, deloma pa so se pojavila med delom v institutu.

Institut stalno zaposluje več matematikov in odgovarjajoče število pomožnega osebja. Poleg knjižnice je strokovnjakom na razpolago tudi matematični laboratorij, ki pa je bil do pred kratkim zaradi finančnih težav opremljen le s skromnimi računskimi stroji. Zdi se, da se bodo razmere v tem pogledu v kratkem nekoliko spremenile, ker bo baje na sedežu instituta v Rimu začelo delati tudi »Mednarodno središče za numerično računanje«, ki ga bo podpirala UNESCO in pa vlade, ki so pristopile kot članice k temu središču. Za tekoče leto je središče dobilo od UNESCO 15 000 dolarjev redne dotacije in 60 000 dolarjev posojila za začetne izdatke.

Vprašanja, ki prihajajo na institut, so zelo pestra. Določevati je treba korene bolj zamotanih enačb, tabelirati praktično važne kombinacije znanih funkcij in izvrševati periodne analize; na drugi strani pa se naloge dotikajo tudi najbolj kočljivih vprašanj matematične analize. Delo v institutu je zelo živahno, kar izpričuje že veliko število — nad 480 — znanstvenih in strokovnih razprav, ki so odtod izšle. Na področju linearnih diferencialnih in integralnih enačb je več razprav instituta posvečenih vprašanju zgornjih mej za njihove rešitve in izdelavi novih oz. izpopolnitvi starih metod, ki uporabljajo ekstremalne lastnosti nekaterih izrazov za približno določanje rešitev in lastnih vrednosti. Dalje so pri obravnavanju takih enačb posvetili posebno pažnjo uporabi funkcionalnih transformacij (Fourierovih in Laplaceovih) in prevedbi enačb v vektorske integralne enačbe tipa Fischer — Riesz, ki se dajo potem približno rešiti.

Izmed posameznih del tehničnega značaja naj navedem nekaj značilnih primerov, pri čemer navajam tudi ime naročnika:

Periodna analiza pogostosti rojstev in smrti v Italiji (italijanske zavarovalnice). Problemi najmanjših množin železa v betonskih konstrukcijah. (Ministrstvo za javna dela, Rim). Raziskava napetosti v stenah iz pločevine z ojačitvami (Jadranske ladjedelnice). Napetosti v ojačenih valjastih lupinah; napetosti v tankih svitkih (toroidalnih lupinah) (isto podjetje). Matematični problemi pri proračunu dilatacijskih vložkov v ceveh za paro in pri proračunu plavajočih mostov (isto podj.). Proračun dolinskih pregrad (tvrđka »Ferrobeton«, Rim, in »Società Adriatica di Eletticità«, Benetke). Obremenitev razdelilnih pregrad pri parnih turbinah (tovarna »Ansaldo«, Genova). Dinamične obremenitve železniških mostov (Generalna direkcija drž. železnic, Rim). Vprašanja pri trdnostnem

proračunu tlačnih cevnih vodov (podjetje »Terni«, Genova). Valovanja v zemeljski skorji in določanje mineralnih ležišč (Nacionalni institut za geofiziko, Rim). Mehanične napetosti v klinu in v paralelepipedu (Nacionalni institut za optiko). Trdnostni proračun za objektivne velikih astronomskih daljnogledov (univerza v Padovi in tvrdka »Officine Galileo«). Določitev elementov poti planetoidov iz opazovanj ter vpliv Jupitrovih motenj (Astronomski observatorij v Rimu in Kopernikov institut v Berlinu). Problemi prevajanja toplote pri električnih pečeh (neka tovarna). Kapaciteta kondenzatorja, ki ima obliko škatle (G. Polya, profesor matematike na univerzi Stanford, USA). Elektromagnetno polje dipolov nad zemljo in drugih antenskih oblik (Inspektorat inženirstva).

Posebno pogosto se je na ta institut obračalo italijansko ministrstvo za letalstvo. Cela vrsta problemov se nanaša na določanje kritičnih hitrosti za razne vrste nihanja kril ter na proračun statičnih in dinamičnih obremenitev delov letala.

A. Kuhelj

LITERATURA:

1. Gaetano Fichera: Risultati concernenti la risoluzione delle equazioni funzionali lineari dovuti all'Istituto per le applicazioni del calcolo. Memorie dell'Accademia Nazionale dei Lincei (Classe di Sc. fis., matem. e naturali) serie VIII, vol. III. Sezione I., fasc. 1, Rim 1950.

2. Elenco dei lavori eseguiti o in via di esecuzione nell'Istituto Nazionale per le applicazioni del calcolo dal 1937 all'Aprile 1951. Public. dell'Istituto per le applicazioni del calcolo No. 304. Rim 1951.

Pripomba: Knjižnica matematičnega instituta v Ljubljani ima velik del predvojnih publikacij imenovanega instituta.

Jedro Galaksije

Po mnogih znakih sklepamo, da je naša Galaksija (zvezdni sestav Rimske ceste) podobna drugim galaksijam, kakršna je n. pr. spiralna meglica v Andromedi. Galaksije se vrtijo, vendar ne kot toga telesa. Kotna hitrost se spreminja z razdaljo od vrtilne osi. Obhodne dobe variirajo od 10 do 100 milijonov let. Pri našem zvezdnem sestavu lahko sklepamo na rotacijo iz analize gibanj, ki jih opazimo na posameznih zvezdah. Navidezno gibanje zvezd stalnic je delno posledica gibanja osončja (opazovalca) nasproti sosednjim zvezdam v smeri proti ozvezdju Herkula. Statistična analiza zvezdnih gibanj, ki jih dobimo po odstranitvi te komponente, je pokazala, da smeri in hitrosti niso popolnoma neurejene, ampak, da veljajo neka pravila, ki jih moremo tolmačiti le kot posledico kroženja vseh zvezd sestava okrog točke, ki leži v smeri proti ozvezdju Strelca v oddaljenosti 10 000 pc (parsekov)* od nas. Domnevajo, da je tam središče Galaksije. Sonce ga enkrat obkroži v približno 200 do 300 milijonih let.

Pri drugih galaksijah opazimo v središču močno zgostitev, svetilo jedro. Ločitev jedra v posamezne zvezde je uspela pri nekaterih galaksijah šele za časa druge svetovne vojne z uporabo fotografskih plošč, ki so posebno občutljive za infrardeče žarke. Ob tej priliki so tudi ugotovili, da je povprečna lastna svetilnost zvezd v jedru dokaj šibkejša od svetilnosti zvezd v spiralnih vejah. Značilno je še, da je v jedru razmeroma dosti kratkoperiodičnih kefeid in novih zvezd.

Če je naša Galaksija zgrajena kot druge spiralne meglice, mora prav tako imeti jedro. Videti bi ga morali v ozvezdju Strelca. Kaj pa vidimo v tej smeri? Res je, da so zvezdni oblaki Rimske ceste najbolj svetli in

* 1 parsek (pc) je razdalja, iz katere bi videli povprečno razdaljo Zemlja-Sonce ($149,67 \cdot 10^6$ kilometrov) v kotu ene sekunde. $1 \text{ pc} = 3,26$ svetlobnih let $= 3,086 \cdot 10^{13} \text{ km}$.

gosti v Strelcu in v sosednjih ozvezdijih. Toda tam, kjer bi moralo biti središče Galaksije, oko ne vidi ničesar posebnega; zvezde so razmeroma redko posejane in mestoma je nebo popolnoma temno. Materija, ki jo tu vidimo, ne zadošča, da bi tvorila jedro, ki bi bilo vsaj približno podobno jedru drugih galaksij. Možno je sicer, da je Galaksija toliko napredovala v svojem razvoju, da se je njeno jedro zrahljalo in malodane razpadlo, ter da so se zvezde v glavnem razšle v spiralne veje. Mnogo bolj verjetno pa je, da jedro obstaja, toda je skrito izza vidnih zvezdnih oblakov v Strelcu. Ne vidimo ga zaradi medzvezdne materije, ki se širi predvsem v osrednji (ekvatorski) ravnini Galaksije in je proti njenemu središču celo gostejša. Medzvezdna gmota vpija in razpršuje zvezdno svetlobo: na poti 1000 pc ($= 3270$ svetl. let) se jakost »fotografskih« žarkov, t. j. takih, ki delujejo na normalne fotografske plošče (težišče 4260 Å), zmanjša za 60 %. Z drugimi besedami: povprečna galaktična absorpcija okrog omenjene valovne dolžine je en razred zvezdne velikosti* za vsakih 1000 pc. Vpojnost je približno obratno sorazmerna valovni dolžini. Iz tega pravila se da tudi ugotoviti, da medzvezdno snov tvorijo trdni delci s povprečnim premerom 10^{-5} cm. Iz selektivne absorpcije razberemo še, da so v tej snovi tudi posamezni atomi in molekuli.

Vprašujemo se, da li bi mogli, kljub omenjeni medzvezdni absorpciji, videti z Zemlje galaktično jedro, če bi bilo po velikosti in svetilnosti enako jedru v Andromedi. Kratek račun nam pove, da bi to bilo nemogoče. Vsak del jedra v Andromedi, ki ga vidimo v prostorskem kotu ene kvadratne sekunde, sveti toliko kot zvezda navidezne velikosti $17,3^m$. Če bi jedro meglice v Andromedi predstavili v središče Galaksije, pa bi zaradi medzvezdne absorpcije kvadratna sekunda svetila v »fotografskih« žarkih samo toliko kot zvezda navidezne velikosti $27,3^m$.

Toda nočno nebo ima tudi svoje stalno sevanje. Približno tretjino tega daje sevanje zračnih molekul in atomov zaradi trkov z elektroni in ioni, ki padajo predvsem s Sonca (v bistvu je to šibek polarni sij, ki pa je stalen). Polovico prispeva zodiakalna svetloba, šestino pa ozadje nevidnih zvezd. Kvadratna sekunda »temnega« nočnega neba seva toliko kot zvezda navidezne velikosti $21,8^m$. Navidezna površinska svetilnost jedra bi bila torej še za 5,5 enot šibkejša. Sklepamo: jedro Galaksije je v vidnem in fotografskem žarkovju nedosegljivo, pa čeprav bi bilo tako veliko in svetlo kot jedro meglice v Andromedi.

Poiskati je treba druga pota, da bi odkrili jedro. Kako prebiti steno medzvezdne materije pred nami? Ker je medzvezdna absorpcija obratno sorazmerna valovni dolžini, prihajajo infrardeči žarki razmeroma malo oslabljeni in če bi imeli naprave z ustrezno spektralno občutljivostjo, bi z njo utegnili zapaziti galaktično jedro. Saj vemo, da so rdeči podorjaki značilne zvezde v galaktičnih jedrih. Če ponovimo račun z novimi podatki, pridemo do zaključka: iz jedra, ki bi imelo svetilnost in velikost jedra meglice v Andromedi, bi prejeli v prostorskem kotu ene kvadratne sekunde in v pasu okrog valovne dolžine enega mikrona toliko svetlobe, kolikor je prejemamo od zvezd navidezne velikosti $19,5^m$. V tem svetlobnem pasu bi bilo torej sevanje močnejše od sevanja nočnega neba.

* Navidezna velikost 1^m ima zvezda, ki daje osvetljenost $8,3 \cdot 10^{-6}$ luksov (Fabry). Skala za navidezne velikosti je logaritmčna. Velikostni razred se za 1^m poveča, če je zvezda 2,512-krat šibkejša (Pogson). Zvezda navidezne velikosti m daje osvetljenost $2,512^{1-m} \cdot 8,3 \cdot 10^{-6}$ luksov.

Ameriška astronoma Whitford in Stebbins¹ sta uporabljala občutljivo fotocelico, ki je imela katodo s cezijevim oksidom. Z ustreznimi filtri sta omejila vpadno žarkovje na ozek spektralni pas okoli valovne dolžine 1,03 μ . Da bi zmanjšala termično emisijo katode, sta fotocelico hladila s suhim ledom. Tok iz ojačevalca sta merila z galvanometrom. Meritve so izvršene v observatoriju na Mt Wilsonu v gorišču teleskopa s premerom 254 cm. Merila sta svetlobni pretok v prostorskem kotu s premerom 8,6 minut. Vкупni pretok pričakovanega sevanja v tem prostorskem kotu bi ustrezal zvezdi velikosti 6,2^m. Pri tej napravi je dajala zvezda velikosti 5,95^m galvanometru odklon 29 mm; sevanje jedra, če ustreza postavljenemu privzetku, bi moralo torej dati odklon 25 mm.

Omenjena astronoma sta merila sevanje iz dela neba, v katerem domnevamo, da je središče Galaksije (nekoliko stopinj severozahodno od najsvetlejšega zvezdnega oblaka v Strelcu). Ugotovila sta, da je v tej smeri oblak materije, ki zajame prostorski kot $8^\circ \times 3^\circ,5$ in izseva infrardeče žarke. V smeri, kjer oko in fotografska plošča ne vidita ničesar, je zvezdni oblak, ki ga zaklanja gosta zavesa medzvezdne gmote. Oblaka (svetli in infrardeči) sta morda le zunanja dela galaktičnega jedra. Za gotovo smemo pa trditi: V smeri proti središču Galaksije so mnogo gostejša kopičenja zvezd in gmote, kot smo doslej domnevali; jedro Galaksije je vsaj glede svetilnosti močno podobno jedru meglice v Andromedi. Domneva, da je tudi po svoji splošni strukturi Galaksija podobna meglici v Andromedi, je s tem dobila novo potrdilo.

Sovjetski astronomi Kalinjak, Krasovski in Nikonov² so na observatoriju v Simeisu na Krimu posneli ta infrardeči oblak z napravo, ki jo v astronomsko prakso uvajata Francoza A. Lallemand in F. Lenouvel.³ Žarki, ki prihajajo iz objektiva, gredo najprej skozi optični filter, ki propušča le ozek spektralni pas okrog valovne dolžine 0,97 μ . Nato pada na polpropustno fotokatodo z ustrežno spektralno občutljivostjo. Žarki izbijajo iz fotokatode elektrone. Pospešeni elektroni, ki jih vodi sistem elektrostatičnih leč, pa upodobijo slike na fluorescentni zaslon; na njem dobimo vidno sliko predmeta, ki sam seva le infrardeče žarke.

Na sliki omenjenih astronomov vidimo nekoliko severozahodno od svetlega zvezdnatega oblaka v Strelcu (ki je viden že prostim očem) še drug oblak z navideznim premerom 9° do 11° , približno na istem mestu, kakor sta ga ugotovila Whitford in Stebbins. Zanimivo je, da je ta oblak v žarkovju 0,97 μ le za petino šibkejši od vidnega oblaka.

Izsledki ameriških astronomov so torej v splošnem potrjeni. Ugotoviti je treba le še oddaljenost infrardečega oblaka. To bo pa možno šele, ko bodo razpolagali s toliko ločljivostjo v infrardečem, da bodo mogli odkriti in opazovati posamezne kratkoperiodične kefeide.

Če oblak leži res v središču Galaksije, torej na oddaljenosti 10 000 pc, je njegov stvarni premer 1500 pc. Ker je to le osemnajstina premera Galaksije, gre verjetno le za del jedra. Glavno maso še vedno skrivajo temni oblaki.

F. Dominko

¹ J. Stebbins and A. E. Whitford, Six-color photometry of stars I: The law of space reddening ..., *Astrophys. Journ.* 98, 20, 1943 — isti: Six-color photometry of stars V: Infrared radiation from the region of Galactic center, 106, 235, 1947.

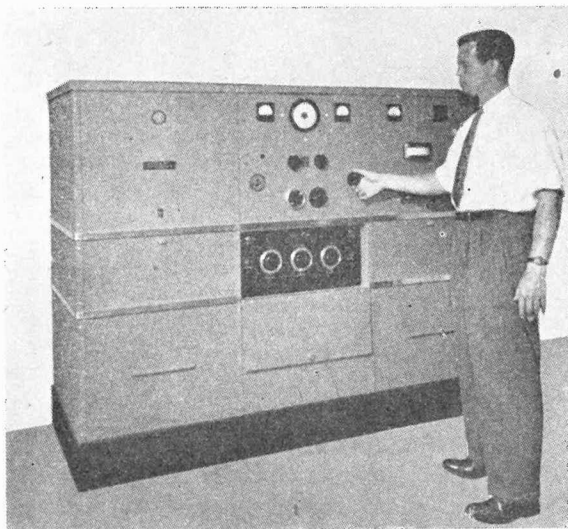
² A. A. Kalinjak, V. I. Krasovski in V. B. Nikonov: Nabljudenje oblasti galaktičskega centra v infrakrasnih lučah. *Dokl. AN. SSSR* 66, Nr. 1—25, 1949.

³ A. Lallemand — F. Lenouvel, Utilisation du télescope électronique en photométrie stellaire, *Comptes rendus* 225, 1129, 1947.

NOVI INSTRUMENTI

Ultracentrifuga Spinco

Delci snovi, ki so suspendirani v tekočini, sedimentirajo zaradi težnosti. Iz hitrosti te sedimentacije lahko sklepamo na velikost posameznih delcev. Zemeljska težnost je premajhna, da bi pri koloidih mogla povzročiti znatno sedimentacijo. Zato bi morali polje zemeljske težnosti več tisočkrat povečati. Isto pa lahko dosežemo s pomočjo centrifugalne sile. Za te namene so prvotno uporabljali navadne laboratorijske centrifuge; pri njih je pospešek nekako 150 g , t. j. 150-krat večji kot zemeljski težnostni pospešek.



Sl. 1. Ultracentrifuga Spinco. V treh predalih na levi so od zgoraj navzdol nameščeni: motor, rotor s premičnim hladilnim plaščem in varnostnim oklepom ter živosrebrna svetilka. Na stikalni plošči so vidni: voltmeter, ampermeter, tahometer, vakuummeter, medlica in termometer za merjenje temperature rotorja. V srednjem predalu spodaj sta vakuumski črpalki, zraven na desni pa hladilnik za eventualno hlajenje rotorja.

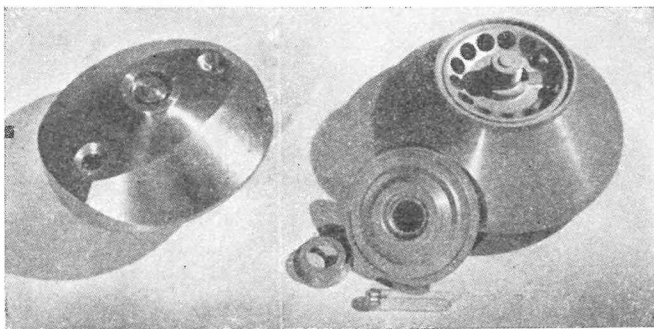
Preiskovano snov so centrifugirali in po določenem času s tehtanjem določili količino sedimenta. Natančnejša merjenja pa po tej metodi niso bila mogoča. Centrifuga se med obratovanjem segreva zaradi trenja v zraku in v ležajih. V tekočini nastanejo konvekcijski tokovi in ti popačijo pravo sliko sedimentacije. Vrh tega je pospešek še premajhen.

Svedberg je prvi zgradil centrifugo, ki je bila brez naštetih pomanjkljivosti. Pogon se je vršil s pomočjo oljne turbine. Da je bilo trenje manjše, se je rotor vrtel v razredčenem vodik. S to pripravo, ki je dobila ime *ultracentrifuga*, je dobil pospešek 5000 g . Rotor se je vrtel z 10 000 vrtljaji na minuto. S kombinacijo različnih načinov

pogona in z zelo malimi rotorji je bilo mogoče meriti sedimentacijsko hitrost celo pri poljih 750 000 g . Pri 900 000 g pa so rotorji že po nekajkratni uporabi eksplodirali.

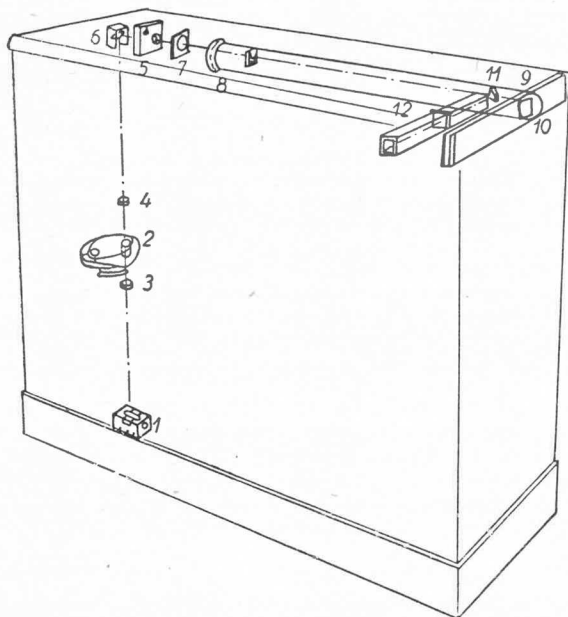
Vsi modeli teh ultracentrifug so imeli napako, da so zavzemali precej prostora. Laboratorijski model take ultracentrifuge je izdelalo podjetje Specialized Instruments Corp. (SPINCO) iz Belmonta v Kaliforniji. Ta centrifuga je namenjena za analitsko in za preparativno delo. Zato ima dve vrsti rotorjev, ki jih po potrebi lahko izmenjamo. Za analizne poskuse, t. j. za določanje molekulskih mas raznih beljakovin, encimov, virusov itd., služi rotor z eno samo celico. Ta celica je v radialni smeri globoka 15 mm, debela je pa le nekaj milimetrov. Celica ima okence, skozi katero gredo lahko svetlobni žarki, ki prihajajo v smeri, ki je vzporedna z osjo rotorja.

Rotor je iz kovanega duraluminija. Hitrost 60 000 vrtljajev na minuto doseže v pičlih 7 minutah. Prav toliko časa pa potrebuje tudi, da se ustavi. Središče celice je oddaljeno 65 mm od osi. Pri omenjeni hitrosti dobimo pospešek 260 000 g. Za preparativne namene, t. j. za čiščenje in koncentriranje zgoraj naštetih snovi, služijo rotorji nekoliko drugačne konstrukcije (gl. sl.). Grajeni so tako, da lahko sprejmejo 8, 10, 12 ali 14 cev, ki imajo skupaj 135, 147, 256 ali 462 ml tekočine. Kotna hitrost je nekoliko manjša, vendar pa doseže še 40 000 do 51 000 vrtljajev na minuto.



Sl. 2. Na levi je analitski rotor z eno celico in z ravnotežno cevko v diametralni legi. Na desni pa je rotor za preparativne namene s 14 cevkami. Premer cevke 12 mm, dolžina 90 mm.

Rotor se vrti v vakuumu, ki ga vzdržuje oljna difuzijska črpalka z rotacijsko predčrpalko. V eni uri obratovanja se rotor pri sobni temperaturi segreje za približno 1° C. Za delo pri nižji temperaturi lahko hladi-

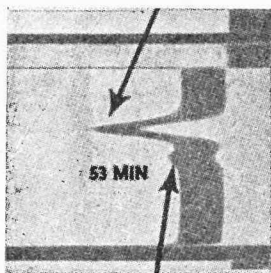


Sl. 3. Optični sistem: 1. živosrebrna svetilka, 2. celica rotorja, 3. kolimatorska leča, 4. zbiralna leča, 5. zaslon s poševno rezo, 6. poševno zrcalo, 7. objektiv, 8. cilindrična leča, 9. filter, 10. fotografska plošča, 11. delno odbijajoče zrcalo, 12. mednica.

mo rotor s posebno napravo, ki je skupno s črpalkama v spodnjem delu aparata. Zaradi varnosti je rotor med obratovanjem obdan s 50 mm debelim železnim oklepom. Nad rotorjem je nameščen elektromotor z močjo 1,1 kW.

Za določanje števila posameznih frakcij kakor tudi njihovih relativnih koncentracij služi poseben optični sistem, ki ga poznamo že pri elektroforezi. Z njim določamo gradient lomnega količnika po metodi, ki sta jo izdelala Philpot in Svensson. Izvor svetlobe je živosrebrna svetilka tipa AH6 (General Electric).* Skozi celice rotorja vrže kolimatorska leča paralelni snop žarkov

* Ta svetilka je hlajena z vodo. Živosrebrna para v njej doseže pritisk nekaj sto atmosfer, svetlost pa nekaj deset tisoč stilbov.



Sl. 4. Trgovski preparat gamma globulina (1 %) po 53 minutah ultracentrifugiranja. Manjši zobec na diagramu kaže prisotnost neke težje komponente.

na zbiralno lečo. Na kovinskem zrcalu se žarki odbijejo v pravem kotu in vpadejo na poševno špranjo, ki leži v gorišču prejšnje leče. Od tu gredo žarki dalje skozi objektiv, cilindrično lečo in skozi filter na fotografsko ploščo; polpropustno zrcalo pa jih vrže še na medlico. Posebna naprava avtomatično dela fotografske posnetke v enakih časovnih presledkih.

Na stikalni plošči so instrumenti za merjenje napetosti in toka, ki žene motor ultracentrifuge, električni tahometer, gumb za uravnavanje števila vrtljajev, časovno prekinjalo, gumba za eksponiranje kamere in za uravnavanje časovnih presledkov za slikanje. Tam sta dalje instrumenta za merjenje temperature rotorja in za merjenje vakuumu, kakor tudi okence za opazovanje poteka sedimentacije.

Na spodnjem koncu stikalne plošče so še gumbi za uravnavanje vakuumске črpalke, difuzijske črpalke in svetilke. Ti gumbi so zvezani z releji in delujejo avtomatično, to pa zaradi varnosti osebja in aparata.

P. Dolar

UTRINKI

Herschel in le Verrier — sodobnika Borgijcev? — In ko je bil planetarij postavljen, je Borgijec sedel pod zvezdami, pod Uranom, Neptunom, Saturnom...

(Klabund: Borgijci. Slov. poročevalec, 8. V. 1952)

Vakuumski utrinek. — Molekularna destilacija temelji na izrabi lastnih nihanj molekul tekočine, ki jo destiliramo. Pod določenimi pogoji (nizek pritisk, visoka temperatura) dosežejo ta nihanja oziroma proste poti molekul izmere, ki odnesejo molekule iz območja medsebojnega privlaka, tako da se ne vrnejo več v izhodišče svojih nihanj.

W. Wittenberger: Maschinen und Apparate im Chemiebetrieb, Wien 1949, str. 257

Zakaj vse je radioaktivnost dobra. — Parfum d'amour radio-actif. Magnétisé et irradié, ce parfum d'amour provoque, fixe et retient affection et attachement sincère, même à distance. Résultat étonnant, surnaturel. Notice M. C., 30 fr. Prof. Clement, 29, rue Gustave-Courbet, Toulouse.

(Oglas v francoskih časnikih, 1952).

Ne prevajaj, česar ne razumeš. — Eden najizrazitejših primerov je primer Heavisida, ki je izumil operativni račun, v katerem so znaki funkcij zamenjani, kakor da bi bili navadni faktorji.

Konstanta $h \dots$ ima vrednost $6,54 \cdot 10^{-27}$.

Materija ni nikdar tako zabrisana, da bi je ne mogli opazovati s poljubno točnostjo.

Po mnenju fizikov XIX. stoletja je bilo nemogoče, da bi elektron nadaljeval z gravitacijo okoli jedra.

Paulijev princip enoličnosti..., ki temelji na številnih eksperimentalnih ugotovitvah, ki pa ga še niso mogli teoretično postaviti, uvaja na nek način v strukturo diskontinuiteto.

Bohr je bil prvi, ki je... uvedel kvantna razmotrivanja o diskontinuitetah, ki jih je dokazal nekaj let prej Planck.

Cantor Georg: Ustanovitelj teorije o skupnostih; uvedel je v matematiko transfinirana števila. Splošna relativnost je gravitacijska teorija, ki meni, da je svetovje končno in upognjeno. V teoriji negibnosti energije dokazujeta Einstein in Langevin, da vsaka materija vsebuje bogate vire energije in da ima nasprotno vsako žarčenje neko maso.

Hartree Douglas... objavil je..., številne razprave o kvantni in undalciorni mehaniki atoma, Newton Isaac... Uvedel je integralni diferencialni račun.

(Iz knjige J. B. S. Haldane: Marksistična filozofija in znanost. Po francoskem prevodu prevedel S. W., Ljubljana 1951. Str. 53, 73, 75, 77, 79, 80, 172, 173, 176, 178, 184.)

POSKUSI

Model katodne cevi z vodnim curkom

Delovanje katodne cevi lahko dijakom zelo nazorno razložimo s spodaj opisanim modelom, pri katerem odklanjamo namesto elektronskega curka naelektren vodni curek. Curek pada skozi polje ploščnega kondenzatorja in se odkloni. Odklon raste z napetostjo, kot je to pri katodni cevi.

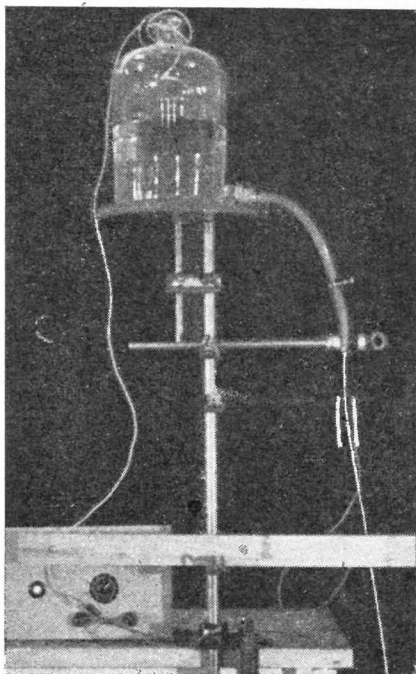
Skoraj vse, kar za poskus potrebujemo, si lahko napravimo sami. Iz steklene cevke napravimo šobo s premerom 1 do 2 mm. Šobo zvežemo preko gumijaste cevi z vodovodom ali pa raje na višje stoječi rezervoar. Curek pada iz šobe med kovinski plošči (medenina, baker ali aluminij), ki ju pritrdimo na ebonitno palico. Velikost plošč bodi približno 8×4 cm, razmak med njima pa 4 cm. Zgornji konec plošč namestimo v višini šobe. Kakih 20 do 25 cm pod ploščama pa pritrdimo vodoravno merilo.

Curek mora padati iz šobe s kolikor mogoče majhno hitrostjo. Ni ga treba posebej naelektrevati, ker dobi naboje zaradi influence. Kondenzator zvežemo z izvorom napetosti nekaj tisoč voltov, na merilu dobimo pri tem odklone do nekaj centimetrov.

Če nimamo izvora napetosti, lahko naelektrimo ploščo tako, da jo podrgnemo z naelektreno ebonitno palico, vendar se to vedno ne posreči. Močno se pa curek odkloni, če se mu približamo z naelektreno ebonitno palico tik ob šobi. V nižjem delu palica curka skoraj ne odkloni, ker je tam hitrost večja.

Pri ponavljanju teh poskusov sem opazil, da se curek ni vedno enako odklonil, četudi sem izbral navidez enake pogoje. Odklon se je n. pr. spremenil, če sem prijel za eno izmed dovodnih žic, dasi sta bili izolirani. Vzrok je bil v tem, ker curek in voda v rezervoarju razen po slabih izolacijah nista imela zveze z napetostnim izvorom. Napetost curka zato ni bila dobro definirana. Situacija je bila taka kot pri Wulfovem enonitnem elektrometru, če mu damo napetost na pomožni plošči, nitko pa pustimo izolirano. Tej nevšečnosti sem se izognil tako, da sem vodo v rezervoarju zvezal z enim polom izvora, kot je razvidno na sliki.

Kvantitativna primerjava tega poskusa s katodno cevjo mi ni uspela. Pri katodni cevi je odklon curka sorazmeren napetosti na odklonskem kondenzatorju. S kratkim računom dobimo: $x = e l E / m v^2 d$. Pri tem je e naboj, m masa, v pa hitrost elektrona; l je dolžina kondenzatorskih plošč, d razmak med njima, E razdalja od sredine plošč do zaslona, x pa odklon na zaslonu. Pri poskusu s curkom pa odklon ni sorazmeren napetosti,



ampak se zdi, da je v prvem približku sorazmeren njenemu kvadratu. To je razumljivo, ker je influencirani naboj sorazmeren napetosti, sila pa zato kvadratu napetosti. Curek se odkloni na isto stran, če pola na izvoru zamenjamo. Pač pa se smer obrne, če posodo z vodo zvežemo na drugi pol izvora. Curek se vedno odklanja stran od tiste plošče, s katero je zvezan.

Še eno razliko opazimo. Pri katodni cevi odklon skoraj ni odvisen od tega, kje leti curek skozi kondenzator — vsaj v kolikor polje ni preveč nehomogeno. Pri poskusu s curkom pa je odklon zelo majhen, če postavimo curek blizu k plošči, ki ima z njim isto napetost. Blizu nasprotne plošče pa dobimo najmočnejši odklon.

J. Lep

POUK

Kdo naj študira fiziko?

Poklic fizike je kot stari bog Janus z dvema obrazoma, ki sta obrnjena na različni strani. Po eni strani je fizika veda, ki stremlja samo po spoznavanju narave, po drugi pa je ravno uporaba fizike postavila osnove modernih tehnik. Delo fizikov gre torej v dve smeri: nekateri samo raziskujejo, ne da bi imeli pred očmi kakršnekoli praktične cilje, drugi pa se ukvarjajo predvsem s tehnično uporabo fizike. Mnogo več ljudi zaposluje uporaba fizike kot raziskovanje samo. Vendar se od obeh vrst fizikov zahtevajo enake sposobnosti in enako znanje. Fizik naj postane le tisti, ki čuti v sebi živo stremljenje po spoznavanju in razumevanju narave, pa naj bodo njegove posebne želje kakršnekoli že. Samo tako bo mogel tudi v tehniki napraviti kaj koristnega in v njej dobro opraviti svojo nalogo. Izkušeni praktiki iz industrije so si edini v tem, da se mora fizik najprej izsolati v osnovah svoje vede, na katerih naj temelji njegova vzgoja na univerzah in tehniških visokih šolah, vso nadaljnjo izobrazbo te ali one strani uporabne fizike pa si bo pridobil v poklicu samem. Samo tako bo dobil mladi fizik tudi potrebno širino znanja in umsko gibčnost, da bo v stanju spremeniti po potrebi delovno področje in ne bo okostenel v ozki specializaciji. Zato je tudi koristno, da se stalno zanima za napredek v sosednjih področjih fizike. Seveda pa naj med študijem izrabi vsako priložnost, da se seznani s tehničnimi vprašanji.

Prav gotovo je mnogo mladih ljudi, ki bi lahko postali dobri fiziki, pa ne najdejo poti do tega poklica. Ni dvoma, da jih je precej več, kot je dandanes študentov fizike. Precej krivde na tem je na današnjem srednješolskem pouku fizike, ki je večkrat zastarel in ne daje fiziki prave veljave. Takšen pouk dijake kaj malo vzpodbuja k študiju fizike. Po drugi strani pa je med mladimi študenti fizike vedno precej takih, ki so se lotili študija zaradi čisto napačnih predstav in ki bi jim ta ali oni tehnični predmet mnogo bolj ustrejal. Tudi tega je mnogokrat kriva srednja šola, v kateri se včasih že bolj uči tehnika kot pa fizika. Zato mislijo mnogi, da imata fizika in tehnika skupne interese in da zahtevata istih sposobnosti, čeprav so zahteve dostikrat ravno nasprotni. Posebno pogosto so takih misli mladi radioamaterji, ki bi se radi posvetili tehniki visokih frekvenc. Dopovedati jim je treba, da so za ta predmet na tehniških visokih šolah posebne stolice. Študij fizike teh ljudi navadno ne zadovolji, učiti se morajo mnogih

stvari, ki jih v poklicu ne bodo nikoli rabili, po drugi strani pa ne slišijo marsičesa, kar bodo pozneje zelo pogrešali.

Skoraj ni področja tehnike, ki bi ne potrebovalo fizikov. Nova področja tehnike so se najprej razvila v fizikalnem laboratoriju. Čim zrelejše pa je to ali ono področje, tem več je v njem inženirjev-specialistov in tem manj je dela za fizike. Tako stanje je danes že v strojništvu, elektrotehniki in gradbeništvu. V novejših področjih tehnike, kot n. pr. v optični in akustični tehniki, prevladujejo danes še vedno fiziki, toda že jih polagoma zamenjujejo specialisti. Tako bo tudi pri atomski tehniki. Fiziki bodo pa dobili nove naloge, ki jim jih ne bo nikoli zmanjkalo.

Vse to naj mladi ljudje dobro premislijo, preden se odločijo za študij fizike. Tako si bodo prihranili mnogo razočaranj pri študiju in v poklicu. Tistega pa, ki res čuti poklic za fizika, naj nič ne odvrne od tega, saj bo našel v tej stroki mnogo zadovoljstva in sreče. Kajti fiziki so tako rekoč vedno ob izviru novih dognanj in odločilno vplivajo na bodoče lice sveta. Povsod jih je še vedno premalo.

W. H. Westphal

Vzeto iz knjige W. H. Westphal: Physik. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950, 14—15. izdaja, stran 739. Objavo prevoda nam je dovolila založba Springer, za kar se ji najlepše zahvaljujemo.

IZ NAŠIH ŠOL

Prof. Leopold Andréé

Dne 8. julija je po daljšem trpljenju umrl profesor Leopold Andréé. Njegovo ime je znano vsem strokovnim tovarišem in številnim ljubiteljem radijske tehnike in letalstva.

Rojen je bil 14. novembra 1879 v Novem mestu, odkoder je po dovršeni gimnaziji odšel na Dunaj študirat matematiko in fiziko. Od 1. 1906 do 1946 je deloval kot srednješolski profesor v Idriji in Ljubljani. Posebna njegova odlika je bilo zanimanje za eksperiment pri pouku fizike. Poleg normalnega šolskega dela pa je imel številne krožke iz radijske tehnike in letalstva. Ob tem delu so nastala njegova dela: l. 1927 Radio, osnovni pojmi iz radiotehnike; l. 1929 Radio-aparat, njegova sestava in motnje; l. 1932 prevod E. Aisbergove knjižice: Sedaj vem, kaj je radio; l. 1936 poljudno delo za širši krog: Električna. Po osvoboditvi je napisal Osnove radiotehnike in Radijski krožek za pionirje, kar je oboje izšlo l. 1949. Pripravil pa je še Letalsko fiziko in zbiral terminologijo iz letalstva.

Kljub temu, da je bil že nekaj let bolan, je bil še neumorno delaven. Njegova delavnost in iniciativnost naj nam bo vsem svetel vzor! F. A.

* * *

Profesor Leopold Andréé zasluži kot učitelj vse priznanje. Ker mu je bila fizika pri srcu, je imel dobrih 20 let — v razdobju med obema vojnama — v oskrbi fizikalno zbirko ljubljanske realke, poznejše I. drž. realne gimnazije, ki jo je imel nad vse vzorno urejeno. Težko je bil prizadet, ko je v realki nastanjena laška soldateska do mala uničila njegovo in njegovih predhodnikov dolgoletno delo in enega naših najbogatejših fizikalnih kabinetov. Učne ure profesorja Andréēja so bile do zadnje minute premišljeno izrabljene in zelo zanimive, kajti glavni instrument njegovega pouka je bil poskus. Imel je kot eksperimentator bogate izkušnje, zato je

svoje učence z lahkoto uvedel v čudoviti svet fizikalnih dogajanj. Bil je eden od stebrov nekdanje ljubljanske realke. Direktor Mazi, Lapajne in dr. Šorli so se že posloveli, letos, ob njeni stoletnici, jim je po težki bolezni sledil tudi profesor Andréé. Ko je odhajal, mu je edino Narava skozi grmeča usta nevihte izkazala zadnji pozdrav. Hvaležen spomin v srcih njegovih učencev ne bo nikoli izbrisan!

Br.

Pomoč matematikov ustanovam in podjetjem

V okviru našega društva so nedavno sprožili predlog, da bi se tudi pri nas delo na področju uporabne matematike širše organiziralo ter povezovalo s tehniko. V skladu z razvojem naše industrije in gospodarstva se pojavljajo v tovarnah in drugih podjetjih tudi vedno nove matematične naloge, ki so včasih že toliko težke, da zahtevajo pomoči matematika. V drugih državah imajo posebne institute, ki se ukvarjajo z reševanjem takih problemov (gl. poročilo o italijanskem »Nacionalnem institutu za uporabno matematiko« na strani 79). Tudi pri nas lahko organiziramo tako delo — čeprav seveda v manjšem merilu — saj imamo dovolj matematikov. Tesnejše sodelovanje naših matematikov pri takih nalogah bo koristno za obe strani; matematikom bo prineslo lepo vzpodbudo in jih seznanilo z duhom in obliko vprašanj, ki jih stavlja nanje naše vsakdanje življenje. Končno pa bo to delo koristilo tudi našemu Obzorniku, ki bo rad objavljaval rešitve zanimivejših problemov.

Da ustreže tej potrebi, je Društvo matematikov in fizikov pričelo z organiziranjem »Matematične službe«, ki bo na razpolago za vsakršna matematična in računska dela. Predhodna poizvedovanja so pokazala, da je dovolj zanimanja z obeh strani. Večje število profesorjev matematike je že obljubilo svoje sodelovanje, tako da je najnujnejši kader sodelavcev že zagotovljen. Čeprav zadeva v organizacijskem pogledu še ni definitivno urejena, lahko Matematična služba že prevzame manjša dela. Vsakogar, ki ga veseli delo te vrste, vabimo, da pristopi v krog sodelavcev. Društvu naj sporoči svoj naslov in približno naj navede ožjo stroko, ki ga najbolj zanima.

Matematična služba bo približno takole poslovala: Interesent, bodisi institut, ustanova ali podjetje, se obrne s pismenim naročilom na naslov društva. Naročilo naj vsebuje natančno tehnično formulacijo naloge, z vsemi potrebnimi podatki in obrazložitvijo ter pojasnili o izvoru problema. Formulirati je treba tudi zahteve glede natančnosti in oblike rezultata (tabela, krivulja, nomogram). Društvo potrdi prevzem naročila in sporoči približni termin, do katerega bo delo izvršeno. Odklonjene pa bodo neprimerne naloge, medtem ko bo treba pri nezadostno formuliranih nalogah zahtevati dodatna pojasnila. Rešitev dobi interesent pismeno v zahtevani obliki in obenem mu izstavi društvo račun za kritje honorarja sodelavcu.

Naloge, ki jih bo prejemala Matematična služba, bodo najbrž zelo raznolike. Včasih bodo potrebni samo nasveti ali pomoč pri raznih nalogah, večkrat pa bo treba tudi prevzeti celotne naloge in jih obdelati do numeričnih rezultatov. Problemi navadno ne bodo matematično formulirani, ampak bo tako formulacijo šele treba najti. Ukvarjati se bo treba s kompliciranejšimi algebrainimi ali transcendentnimi enačbami ali sistemi enačb, z navadnimi in parcialnimi diferencialnimi enačbami, zlasti pa z robnimi problemi (električno in magnetno polje, elastomehanika, hidrodin-

namika, geofizikalni problemi itd.). V poštev pridejo še statistični problemi, periodna analiza in najrazličnejša numerična dela.

Kot pripomočki bodo pri tem delu potrebne funkcijske tabele in računski stroji. Tabele, ki jih imajo naše knjižnice, bodo najbrž v večini primerov zadoščale. Z računskimi stroji smo na slabšem, vendar si bo gotovo mogoče izposoditi navaden stroj za osnovne operacije (+, -, ×, :). Če bi delo steklo v večjem obsegu, bi pa kasneje lahko mislili tudi na druge stroje, v prvi vrsti na stroj za računanje determinant, ki bi ga mogli celo doma izdelati.

A. Kuhelj

NOVE KNJIGE

Elektrokemija

Textbook of Electrochemistry II. G. Kortüm, J. O' M. Bockris. (Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Houston, London, New York, 1951).

Drugi del angleške izdaje Kortümove knjige *Lehrbuch der Elektrochemie* se ne more več imenovati prevod. To je samostojna priredba z obsežnimi dopolnitvami. Ima nadaljnjih 530 strani, tako da obsega celotno delo 880 strani. Prireditelj je že v prvem (X) poglavju *Električni pojavi na faznih mejah* vnesel nekaj sprememb in dopolnitev; predvsem je važna teorija električne dyoplasti. Naslednje poglavje (XI): *Ireverzibilni elektrodni procesi* (prejšnji naslov: Elektroliza in polarizacija) pa je praktično popolnoma novo, vsaj v teoretičnem delu. Namesto prejšnje ločitve v reverzibilno in ireverzibilno polarizacijo uvaja pravilnejše izraze: koncentracijska in aktivacijska prenapetost (overpotential). Nedoločeni pojem »kemijska polarizacija« je sploh opustil. Dodan je odstavek o polarizacijski kapaciteti. Ostali, praktični del tega obsežnega poglavja (90 strani) ni bistveno spremenjen. Tudi naslednje poglavje (XII): *Elektrokemija plinov*, s katerim se nemška izdaja zaključí, je skoraj nespremenjeno.

Novo poglavje (XIII): *Eksperimentalne metode elektrokemije*, ki je zelo potrebno in koristno, je sestavil R. Parsons. Obravnava sicer samo osnovna merjenja, zato pa ta z modernimi sredstvi in pripomočki (elektronke, tiratron, katodna cev, »magično oko« itd.). Nekatero shemo aparatur so vzete nespremenjene iz literature in so za učbenik nepregledne (n. pr. merjenje strujnega potenciala, str. 595). Poglavje (XIV) *Tabele nekaterih fizikokemijskih konstant* (160 strani) vsebuje podatke, ki jih sicer težko najdemo zbrane skupaj, in navaja tudi literaturo. Tabela vsebuje n. pr. okoli 40 strani podatkov za osmorne in aktivnostne koeficiente tudi do največjih koncentracij. Zaključno poglavje tvori zbirka 120 dobrih računskih primerov (po 10 k vsakemu primeru), ki jih je priredil R. Parsons z 10 sodelavci. Na koncu poglavja so dodane še rešitve, pri težjih nalogah pa tudi napotki za reševanje.

Tehnično je knjiga naravnost luksuzno opremljena. Papir in tisk sta izredno čista in solidna, tako da nehoti vzbuja zaupanje v tekst.

V celoti je delo prav gotovo zadovoljivo in priporočljivo, ker nudi precej več in boljše snovi kot nemški original. Želeti bi bilo, da bi si ga

nabavile naše knjižnice v čim večjem številu in tako omogočile študentom kemije in fizike, da si pridobijo solidno osnovno znanje, ostalim pa pregled in podatke o današnjem stanju elektrokemije. D. Leskovšek

Bošković, Almanah Hrvatskog prirodosl. društva. Zagreb, 1952. Str. 287.

Hrvatski astronomski koledar, ki je prikupen že po obliki in vzornem tisku, prinaša poleg mnogoštevilnih drugih navedb podatke o nebesnih pojavih za leto 1952. V primeri z lansko izdajo je letošnja precej bogatejša. Dodane so ji karte navideznih tirov Marsa, Jupitra, Saturna in Urana in karte za opazovanje svetlobnega utripanja zvezd β Lyrae, η Aquilae in R Coronae Bor. Nove so tudi tablice minimov β Lyrae in maksimov dolgo-periodičnih zvezd. Značaj spremenljivih zvezd pojasnjuje »Tolmač« z besedo in sliko ter navaja bralca k opazovanju teh zanimivih nebesnih objektov. To novost moramo toplo pozdraviti, saj so ravno spremenljive zvezde tiste, s katerimi se more ljubitelj tudi znanstveno uveljaviti in povrhu še z najskromnejšimi sredstvi. Nove so še naslednje preglednice: nove zvezde od 1900 do 1950, najsvetlejše planetarne meglice, difuzne meglice, temne meglice, zvezdne jate in najsvetlejše kroglaste kopice, podatki o našem osvetju ter o tujih osvetjih. Nekatero tabele pa bi brez škode lahko odpadle (geometrične in fizikalne enote, logaritmni in trigonometrične funkcije).

Zadnjih sto strani almanaha je izpolnjenih s petimi članki: S. Hondl razpravlja pod naslovom »Boškovićev dalekozor s vodom« o Boškovićevih predlogih za določanje svetlobne hitrosti v raznih sredstvih. Zanimiv je članek dr. D. Nikolića o dveh Dubrovčanih: Marinu Getaldiću in Daničiću-Hodierni. Daničić je bil namreč prvi hrvatski astronom, ki se ni samo teoretično bavil z zvezdoslovjem, temveč je tudi opazoval. Sledita članka I. Atanasijevića o pojavih na Soncu in članek M. B. Protića o planetoidih.

Almanah »Bošković« dokazuje, kako zelo se Hrvatje zanimajo za zvezdoslovje in dela čast astronomski sekciji Hrvatskega prirodoslovnega društva. — Kdaj bomo tudi Slovenci prišli do svojega, čeprav skromnega astronomskega koledarja? S. Breskvar

Robert Courant: Kurs diferencialnog i integralnog računa. Knjiga druga: Funkcije više promenljivih. Prevedel Vojin Dajović. 436 strani. Izdala Naučna knjiga, Beograd, 1952.

Vsebina: I. Kratak pregled osnovnih pojmov analitične geometrije in vektorskega računa. II. Funkcije več spremenljivk in njihovi odvodi. III. Izgraditev in uporaba diferencialnega računa. IV. in V. Integrali funkcij več spremenljivk. VI. Uporaba, posebno diferencialne enačbe.

S tem drugim delom je preveden ves Courantov kurz diferencialnega in integralnega računa. Težnja, ki jo je imel avtor pri tem delu je bila: Motivirati pojme in metode tako, da je začeti pri njihovih nazornih virih; olajšati, kolikor je le mogoče, prehod na uporabo. Vodila ga je pri tem zavest, da je mogoče to težnjo povsod vskladiti z zahtevami matematične strogosti. To svojo težnjo je avtor uresničil s sočasno vpeljavo pojma odvoda in pojma integrala, z doslednim geometričnim tolmačenjem vseh formulacij in s stalnim opozarjanjem na mehanične in fizikalne pojme. Delo je pisano tako, da so nekatere stvari večkrat obdelane. To je dosegel z dodatki za posameznimi poglavji, ki prejšnjo snov poglobljajo in razširjajo. Založba je napravila koristno delo, da je izdala prevod tega posebnega učbenika. A. Žabkar

Mehanika netogih teles

Maurice Roy: *Mécanique des milieux continus et déformables I, II.* Paris, Gauthier-Villars, 1950. cena 2800.— + 2300.— frcs.

Prva knjiga obsega okrog 200 strani glavnega besedila in 166 posebej označenih strani raznih dopolnitev in dodatkov in vsebuje v svojem prvem delu predvsem splošne zakone mehanike zveznih podajnih teles. Kinematičnim osnovam sledi tu najprej pregled osnovnih zakonov termodinamike in njihova uporaba na elastična telesa in tekočine. Drugi del prve knjige obravnava teorijo elastičnosti. Pri izhodnih enačbah se zadrži posebno na splošnih energijskih teoremih, obravnava nato ravninske primere in nekaj preprostih prostorskih stanj napetosti ter doda na koncu še glavna vprašanja teorije palic in vibracij v elastičnih telesih. V dodatkih izpopolnjuje avtor glavno besedilo s podrobnejšimi podatki ali s posebnimi primeri, deloma pa ga tudi razširja z dodatnimi izvajanjem.

Druga knjiga obravnava na približno 210 straneh v prvem delu hidromehaniko, v drugem pa teorijo strojev. Poleg hidrostatike imamo v prvem delu večje poglavje o dinamiki idealnih (stisljivih in nestisljivih) tekočin in nato še najvažnejša vprašanja dinamike viskoznih tekočin. V drugem delu obravnava splošno teorijo strojev in jo uporablja nato pri toplotnih in predvsem pri turbinskih strojih. V dodatkih, ki obsegajo okrog 125 strani, dopolnjuje avtor nato še nekatera svoja izvajanja iz hidromehanike.

Delo je namenjeno slušateljem slovite Politehnične šole (Ecole polytechnique) in podaja zato predvsem pregled splošnih stavkov, ki ga dopolnjuje z zgledi, vzetimi po večini iz sodobne tehnike. Delo je napisano zelo pregledno in je dobro opremljeno.

A. Kuhelj

(Institut za tehnično mehaniko TVŠ, Ljubljana)

Osnovni deli

Cecile Morette-Payen: *Particules élémentaires* (Actualités scientifiques et industrielles 1131, Herman & Cie, Paris 1951) 175 strani.

Knjiga predstavlja vrsto predavanj, ki jih je imela mlada francoska znanstvenica poleti 1949 v Brazilskem centru za fizikalna raziskovanja v Rio de Janeiro. Ta mlada, zasebna ustanova, ki hoče podpirati fizikalne in matematične raziskave s prirejanjem posebnih tečajev z izmenjavanjem znanstvenih delavcev in s čim tesnejšim sodelovanjem z domačimi in tujimi raziskovalnimi središči, se je uspešno uveljavila že kar prvo leto in postala pravo središče matematičnih in fizikalnih znanstvenih prizadevanj latinske Amerike po nemali zaslugi svojega vodje, znanega fizika C. M. G. Lattès, ki je kot prvi ugotovil umetne mezone pri ciklotronu v Berkeleyu.

Pisateljica se ukvarja z osnovnim vprašanjem, katere delce moramo smatrati za osnovne, elementne — in kakšne so sile med njimi. Prav drugo vprašanje je odločilno, kajti vse, kar vemo o osnovnih delcih, vemo le iz njihovega medsebojnega vplivanja. V vsem tem področju pa je fizikalna znanost danes v veliki stiski. Kljub ogromnemu raziskovalnemu delu se še ni posrečilo najti vodilne niti v tem labirintu vedno novih eksperimentalnih izsledkov, ki bi nas pripeljala do razumevanja osnovnih zakonitosti in do zadovoljive teorije jedrskih sil in elementnih delcev.

Prav to nerazveseljivo stanje teorije zahteva čimbolj pogoste kritične preglede vsega materiala, da si moremo ustvariti jasno sliko o doseženih uspehih, o novih idejah in njihovi vrednosti ter o poskusih, ki bi bili potrebni za razjasnitev poedinih vprašanj. Ta naloga se je pisateljici odlično posrečila. Izvrstno pozna probleme, na njih je tudi sama aktivno sodelovala. Zna mojstrsko opisovati, jasno, natančno in pri tem navaja najnovejše izsledke teorije in poskusa. Pri tem kritično navaja šibko točko posameznih hipotez, obseg njihove veljavnosti, začasni pomen mnogih naših predstav o osnovnih delcih in nakaže pogosto tudi razvojne možnosti posameznih idej.

Branje knjige pa ni posebno lahko, ker zahteva poznavanje osnovnega formalizma teorije jedrskih sil, to je matričnega računa in kvantne teorije polj, in tudi rezultatov za osnovne probleme medsebojnega vplivanja dveh delcev. Računi so večinoma le nakazani: problem je formuliran v ustrezni matematični obliki, ki ji takoj sledi rezultat. Ves vmesni račun si mora poiskati bralec sam na podlagi slovstva, ki ga knjiga prinaša k vsakemu problemu v prav izčrpnih obliki. S takim načinom pisanja je bilo mogoče zbrati na razmeroma majhnem prostoru res vse, kar je važnega pri osnovnih delcih, in pokazati današnje stanje teorije teh delcev. Prav glede na ta pomen knjige bi bila zelo primerna za seminar o osnovnih delcih za slušatelje višjih semestrov, ki že poznajo kvantno teorijo in osnovne zakonitosti jedrskih sil.

Snov je razdeljena v tri dele: popis medsebojnega vplivanja nukleonov, teorije medsebojnega vplivanja osnovnih delcev in študij tega vplivanja. V prvem delu so poglavja: učinkoviti presek za trke, fazni premiki pri trku, matrika S , popravki v matrici, primerjava s poskusi. V drugem delu: razne formulacije kvantnega elektrodinamizma, kvantna teorija polja in kvantna teorija delovanja v razdaljo. V tretjem delu: medsebojno vplivanje mezonov π in nukleonov, elektromagnetna povezava mezonov π in nukleonov, medsebojno vplivanje nukleonov, mezonov π in μ , elektronov in nevtrinov, kozmični žarki. Na koncu knjige je še vodič k slovstvu o osnovnih delcih in kozmičnih žarkih, ki so ga sestavili C. Morette, J. Tiomno in J. A. Wheeler.

Glede na majhno število res vodilnih fizikalnih knjig v francoščini se tega drobnega zvezka kar zveseliš ob silni poplavi angloameriške literature. Za našega bralca je pa ugodna zlasti zaradi mnogih jezikovnih podobnosti med romanskimi jeziki in slovenščino. Tako se bo verjetno ob njej domislil, da pisava in govorica o mezonih π nikakor ni v nasprotju z vso »mednarodno« rabo, čeprav govori ves germanski svet o π -mezonih, ampak v neverjetnem skladu z rabo vseh romanskih jezikov. Torej ne delamo tem mezonom sile, če jih po slovensko imenujemo mezone π .

A. Peterlin

L. P. Eisenhart: Uvod u difirencijalnu geometriju. Iz angleščine prevedel T. P. Andželić. Naučna knjiga, Beograd 1951. Strani VIII + 275.

Vsebina: I. Krivulje v prostoru. II. Transformacija koordinat. Tensorski račun. III. Notranja geometrija ploskve. IV. Ploskve v prostoru.

To delo je prevod druge izdaje knjige »An Introduction to Differential Geometry«, ki jo je spisal ameriški matematik Eisenhart. V tem Uvodu je obdelana diferencialna geometrija približno v tolikem obsegu, kakor se na naši univerzi predava v posebnem kurzu za matematike. Avtor se poslužuje tensorskega računa že kar od začetka in zato tudi v prvem

poglavju zaznamuje koordinate v prostoru z x^1, x^2, x^3 , namesto z x, y, z , kakor to delamo po navadi. Nikjer pa ne uporablja vektorske pisave, čeprav je to zelo ugodno, dokler ostanemo pri krivuljah in ploskvah tro-dimenzionalnega Evklidovega prostora. Po mojem mnenju bi vsaj prvo poglavje knjige z vektorsko pisavo mnogo pridobilo na preglednosti in kratkosti. Na koncu vsakega paragrafa je precej nalog, ki so v zvezi s predelano stvarino. To zelo poživí vsebino in daje knjigi še posebno vrednost. Zato bo vsakdo, ki želi študirati diferencialno geometrijo, ta učbenik s pridom uporabljal.

I. Vidav

(Institut za matematiko)

Bliskovnice

M. Laporte: Les lampes a éclairs lumière blanche et leurs applications. Gauthier-Villars, Paris 1949, 90 strani.

Pri praznenju kondenzatorja preko cevi, ki je polnjena z žlahtnim plinom, dobimo izredno kratke svetlobne bliske ($T > 5 \cdot 10^{-6}$ sek) z ogromno trenutno svetilnostjo (do več milijonov sveč). Tako zgrajeno svetilko imenujemo *bliskovnico* (*bliskovno luč*, angl. *flash tube*, nem. *Blitzlampe*). Po navadi so bliskovnice polnjene s kriptonom ali ksenonom; te imajo zvezen spekter, ki sega še na ultravijolično področje (do 2000 Å). Bliskovnice rabimo v fotografiji, zlasti kadar hočemo dobiti posnetke v določenih trenutkih. Tako jih rabimo n. pr. pri študiju gibanja izstrelkov, za osvetlitev Wilsonskih kamer, za stroboskopsko opazovanje in še za mnoge druge zanimive poskuse.

Zgornja knjiga ima naslednja poglavja: 1. napajanje bliskovnic, 2. električne karakteristike pri praznenju kondenzatorja preko plinske cevi, 3. svetlobne karakteristike, 4. uporaba bliskovnic v znanosti in tehniki. V prvih treh poglavjih navaja knjiga značilne parametre bliskovnic, kot so n. pr.: dimenzije cevi, oblika elektrod, vrsta plina, pritisk plina, upornost napajalnega kroga in upornost cevi, kapaciteta kondenzatorja, obratna napetost itd. Knjiga daje tudi vezave in pri tem navaja precej eksperimentalnih podatkov, ki utegnejo koristiti onim, ki jih zanima gradnja bliskovnic (nekateri instituti v Jugoslaviji so te podatke že s pridom rabili).

Knjiga je pisana zelo razumljivo; snov je obdelana sistematično. Ne zdi se pa dobro, da skuša avtor prikazati bliskovnice le z vidika raziskav, ki so bile narejene na Faculté des Sciences de Nancy, medtem ko navaja vse ostale doprinose, n. pr. Philipsove in ameriške, po načelu: to je naše in to je njihovo.

J. Dekleva

Napredek v znanosti je zelo odvisen od zbiranja in učinkovitega razporejanja znanja. Končni uspeh je vedno posledica večjega števila manjših izsledkov, ki so bili pridobljeni s trudom mnogih posameznikov. Široka izmenjava informacij je napraviła več za napredek znanja kot kakršne koli podpore, ki so bile dane za kak poseben namen.

S. A. Goudsmit, *Research* 2, 51 (1949)

VPRAŠANJA

3. Spodnja meja maksimalne hitrosti pri pospešenem gibanju

Vlak napravi v nekem znanem času t_0 premočrtno pot s_0 . Začetna hitrost je nič in za pospešek je predpisana neka zgornja meja, torej $a \leq A$. Maksimalna hitrost, ki jo vlak na tej poti doseže, je seveda večja od povprečne hitrosti s_0/t_0 . Dokaži, da ima pri zgornjih pogojih ta maksimalna hitrost neko spodnjo mejo V , ki je večja od povprečne hitrosti. Določi vrednost V in ugotovi, ali je lahko maksimalna hitrost enaka V .

Pri reševanju naloge upoštevaj, da je na vsakem delu poti maksimalna hitrost najmanj tolikšna kakor povprečna hitrost.

Po E. Hopfu.

4. Merjenje difuzijskega koeficienta

Difuzijski koeficient (difuzijsko konstanto) raztopljenih snovi določimo lahko na naslednji način: V steklen valj z ravnim dnom natočimo odmerjeno množino topila (n. pr. vode), nato pa pod njo enako prostornino raztopine, n. pr. sladkorne raztopine. Raztopino je treba natakati prav počasi po tanki cevki na dno valja, tako da se z vodo nič ne pomeša, ampak jo izpodrine in obleži pod njo kot ostro ločena plast. Valj mora popolnoma mirovati. Kljub temu bo že v nekaj urah zaradi difuzije prišlo precej sladkorja v vrhnjo plast. Obe plasti zelo previdno odtočimo, vsako zase seveda, in z analizo ugotovimo, koliko je v zgornji plasti sladkorja. Iz tega pa lahko izračunamo difuzijski koeficient. Saj imamo difuzijski zakon, ki nam da za zgornji primer enačbo

$$D \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial f}{\partial t}$$

Tu pomeni f koncentracijo, x višino, t čas, D pa difuzijski koeficient.

1. Poišči rešitev difuzijske enačbe za opisani primer! Navodilo: Iskano funkcijo $f(x, t)$ razvij v Fourierovo vrsto in to vnesi v enačbo! Nazadnje upoštevaj dano začetno porazdelitev, da dobiš koeficiente.

2. Množina sladkorja v vrhnji (prvotno čisti) plasti je odvisna samo od časa. Kakšna je ta funkcija?

3. Vzemimo 10 cm^3 raztopine, ki vsebuje 1 g sladkorja (torej $f_0 = 0,1 \text{ g/cm}^3$)! Presek valja meri 10 cm^2 , tako da je plast raztopine 1 cm visoka; plast vode je prav tolikšna. Po 4 urah dobimo v vrhnji plasti $0,13 \text{ g}$ sladkorja. Kolikšen je difuzijski koeficient?

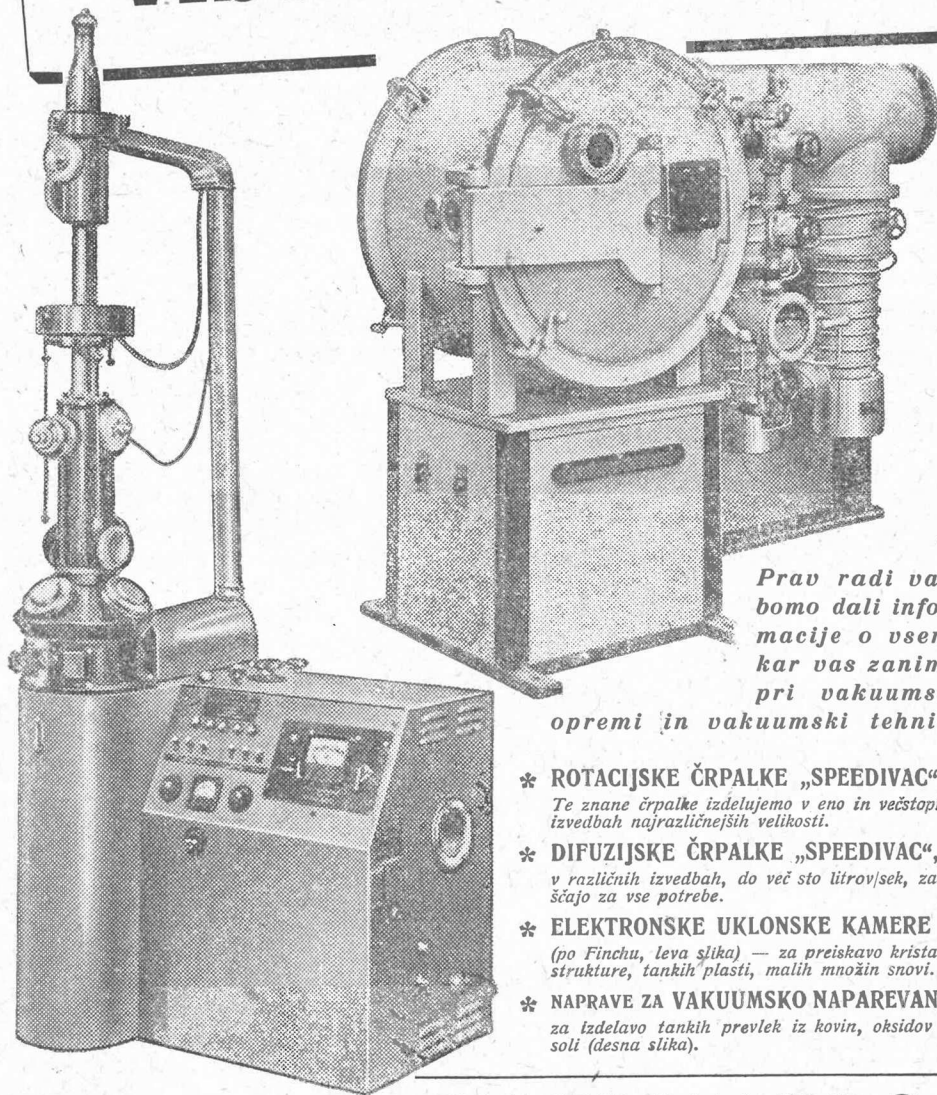
4. Pri ločitvi obeh plasti lahko napravimo napako nekaj stotink cm^3 . Zaradi neizogibnega mehanskega pomešanja obeh plasti pri odtočitvi je bolje, da računamo s še večjo napako, n. pr. $0,2 \text{ cm}^3$. Kdaj je najugodnejši čas za ločitev plasti, če hočemo, da bo dobljena vrednost difuzijskega koeficienta čim bolj natančna?

5. V praksi včasih ne upoštevamo tega, da je tekočinski steber zgoraj in spodaj omejen, ampak računamo kot da je neskončno visok ($-\infty < x < \infty$). Tu pridemo na Gaussov integral. Ali je taka aproksimacija v zgornjem primeru (3) dopustna, če v rezultatu dovolimo razlike do 3% ?

za šalo ... za laboratorij ... za industrijo

VSE NAPRAVE ZA

VISOKI VAKUUM



*Prav radi vam
bomo dali infor-
macije o vsem,
kar vas zanima
pri vakuumski*

opremi in vakuumski tehniki

* ROTACIJSKE ČRPALKE „SPEEDIVAC“

Te znane črpalke izdelujemo v eno in večstopnih izvedbah najrazličnejših velikosti.

* DIFUZIJSKE ČRPALKE „SPEEDIVAC“,

v različnih izvedbah, do več sto litrov/sek, zadoščajo za vse potrebe.

* ELEKTRONSKE UKLONSKE KAMERE

(po Finchu, leva slika) — za preiskavo kristalne strukture, tankih plasti, malih množin snovi.

* NAPRAVE ZA VAKUUMSKO NAPAREVANJE

za izdelavo tankih prevlek iz kovin, oksidov ali soli (desna slika).

za boljšo vakuumsko službo ...

W. EDWARDS

& CO. (LONDON) LTD.

LONDON, S. E. 26 * ENGLAND

Telegrami: EDCOHIVAC, Souphone, London

Tovarna dušika Ruše

RUŠE PRI MARIBORU

Naslov: Tovarna dušika Ruše - Ruše
Telefon: 22-48 Maribor
Telegram: Azot Maribor

Železniška postaja: Ruše industrijski tir
Tek. račun: NB Maribor okolica

PROIZVAJAMO:

karbid
ferokrom suraffine
ferokrom carbure 6-10 %
za kemične svrhe
cianamid
nitrofoskal
korund
cianid za desinsekcijo
in deratizacijo

amoniak
amonsulfat
amonijačno vodico
kisik
disous plin
ogljikovo kislino
žvepleni dioksid
komprimirani zrak
dušik

Uredništvo je prejelo v zameno

Elektrotehniški vestnik, Ljubljana 1952, XX, št. 1—2, 3—4.
Farmacevtski vestnik, Ljubljana 1952, II, št. 3—4, 5—6.
Gospodarski vestnik, Ljubljana 1952, I, št. 15—36.
Nauka i tehnika, Beograd 1952, VIII, št. 1, 2, 3.
Problem, časopis »Savjeta za problemski šah«, Zagreb 1952, št. 7—9.
Proteus, Ljubljana 1952, XIV, št. 10.
Sodobna pedagogika, Ljubljana 1952, III, št. 5—6.
Vesnik Društva matematičara i fizičara NRS, Beograd 1951, št. 3—4.
Zdravstveni vestnik, Ljubljana 1952, XXI, št. 5—6.
Zobozdravstveni vestnik, Ljubljana 1952, VII, št. 2—3.

Obzornik za matematiko in fiziko izhaja vsak drugi mesec. Izdaja ga Društvo matematikov in fizikov LRS. Urejuje ga uredniški odbor: I. Kuščer, A. Moljk, I. Vidav, A. Žabkar. Odgovorni in tehnični urednik: I. Štalec. Upravo vodi I. Štalec. — Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. — Naročnina za leto je 250 din. Posamezna številka 90 din. Naročnino nakažite na naš čekovni račun pri Narodni banki, št. 604-95331-4. — Dopise pošiljajte in list naročajte na naslov:

Obzornik za matematiko in fiziko, Ljubljana, poštni predal 253.