OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

1951 LJUBLJANA 2

VSEBINA

Članki:
O krogih na krogli (J. Plemelj) 41
O distribucijah (L. Schwartz — I. Vidav) 46
Fazni mikroskop (F. Zernike — I. Kuščer) 49
Moje izkušnje (O. H. Smith — F. Šušteršič) 55

Novice:
Ohranitev energije in gibalne količine pri Comptonovem sipanju (M. Švikaršič) 57
Novi prvini berkelij (97) in kalifornij (98) (L. Kosta) . . 58
Ultrazvočni izvori iz feroelektrične keramike (A. Moljk) . . 61

Novi instrumenti:
Galvanometer s svetlobnim kazalcem (M. Kac) 63
Instrument za merjenje radioaktivnosti (Č. Zupančič) . . . 63
Rotacijski viskozimeter z direktnim odčitavanjem (D. Leskovšek) 63
Elektronski mikroskop EMT (M. Čopič) 65
Masni spektrometer na hitrostno zbiranje (P. Gosar) . . . 66

Poskusi:
Poskusi z živosrebrno svetilko (J. Lep) 68
Brownovo gibanje — vidno brez mikroskopa (I. Kocuvan) . . 70

Nove knjige:
Vežbe i ogledi u srednjim školama (S. Dolar) 71
Pripombe k sodobnim učbenikom za fiziko (B. Kvaternik) . . 72
Knjižne novosti 73

Učila:
Učila tvrdke »Physica« (N. Benkovič) 74

Razgovori z bralci 75

Iz naših šol:
Tekmovanje matematikov in fizikov z višjih gimnazij LR Slovenije (L. Gabrovšek) 76

Utrinki 78

Odgovori 79

Vprašanja 80

V prihodnjih številkah boste med drugim brali:

Članki: Relaksacijska metoda (A. Kuhelj) — Konveksne krivulje (I. Vidav) — Hitri računski stroji (A. Žabkar) — Elektroforeza (P. Dolar) — Uporaba ultrazvoka za preiskavo materiala (M. Gabrovšek) — Vakuum (A. Moljk) — **Novice:** Nove meritve svetlobne hitrosti — Pregled osnovnih konstant — Osnovni delci — Ignacij Klemenčič — Drobne novice — **Novi instrumenti:** Rentgenska naprava za preiskavo strukture — Spektranal — Razstava Physical Society v Londonu 1951 — Analogni računski stroji GAP/R — **Poskusi:** Poskusi s tlivko — **Učila:** Razgovor o učilih za fiziko — Projekcijski galvanometer — **Iz naših šol:** Poročilo aktiva matematikov in fizikov v Ljubljani — **Knjige** — **Utrinki** — **Odgovori** — **Vprašanja**

LETO I
1 9 5 1

Obzornik za matematiko in fiziko

ŠTEV. 2
I. VII. 1951

O KROGIH NA KROGLI

J. Plemelj

V naslednjih vrstah hočem vpeljati in obravnavati nekatere pojme in lastnosti iz geometrije krogov na krogli. Izsledki so zanimivi zaradi popolne analogije, ki jo najdemo pri krogih v elementarni geometriji. Izpeljava je čisto preprosta, naslanja se samo na najbolj znane stavke iz trigonometrije pravokotnega sferičnega trikotnika. Najprej pa nekaj uvodnih opazk:

Če presečemo kroglo s kako ravnino, je na krogli presečna črta krog, v posebnem primeru, če gre presečna ravnina skozi središče krogle, je za ta krog v rabi izraz *glavni krog*. Dve točki krogle, ki sta krajišči kakega premera krogle, sta si *nasprotni* ali *antipodni* točki. Vse antipodne točke kakega kroga tvorijo zopet krog, ki ga moremo imenovati k danemu krogu *antipodni krog*. Glavni krogi so samim sebi antipodni. Če imamo dve točki na krogli, ki si nista nasprotni, je glavni krog skozi nji natančno določen, izseka ga na krogli ravnina, ki gre skozi te dve točki in središče krogle. Tisti del glavnega kroga med obema točkama, ki je manjši od polovice glavnega kroga, je po krogli najkrajša zveza med tema dvema točkama. Najkrajšo zvezo dveh točk na krogli dobimo tedaj vedno po glavnem krogu med tema dvema točkama. Razdaljo dveh točk na krogli merimo s centričnim kotom iz središča krogle, recimo kot lok med dvema točkama po glavnem krogu, ki veže te dve točki. Tu sta dve možnosti za razdaljo, vsota obeh vrednosti je ravno vsa dolžina glavnega kroga. V danem primeru je mišljena ena izmed obeh vrednosti, največkrat manjša. Glavni krogi na krogli imajo pri našem razmišljanju isto vlogo kakor premice v ravnini in jih moremo vpeljati kot »premice«. Takoj umljivi so pojmi: zveznica dveh točk, smer ali pravokotnica. Povsod so mišljeni glavni krogi.

Pri izpeljavi stavkov bomo na slikah načrtovali »premice«, t. j. glavne krogelne kroge, kar kot premice, pri trikotnikih pa uporabili sferično trigonometrijo. Krogli dajmo polmer = 1, potem so distance točk kar centrični koti, ločno merjeni. Da si nazorno vse olajšamo, si moremo misliti like na takem delu krogle, ki ne nosi dveh med seboj antipodnih točk. Stavki pa veljajo splošno kakor uporabljene formule iz sferične trigonometrije. Bralcu ne bo težko pregledati tudi mejnih primerov, ki morda pri razširjanju polja nastanejo.

Omenim naj še to, da je možna tu tolmačba kar neizpremenjenih stavkov z neevklidično Riemanovo ravnino. Tam je to, kar tu vpeljemo kot »premica«, resnično premica, vsaka dvojica antipodnih točk pa pomeni v Riemannovi ravnini le eno točko, ker se dve premici v Riemannovi ravnini sečeta vedno, toda le v eni točki, na krogli pa se sečeta dva glavna kroga v dveh antipodnih točkah. Seveda veljajo izpeljani stavki tudi v hiperbolični neevklidični geometriji.

Pojem potence točke z ozirom na krog.

Iz obeh pravokotnih trikotnikov OMA in OMT se dobi

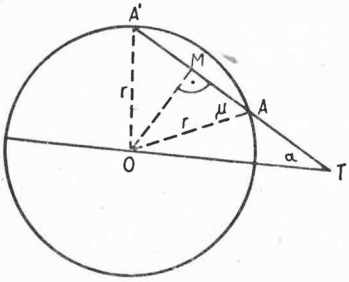
$$\cos\sigma = \frac{\cos r}{\cos MA} = \frac{\cos OT}{\cos MT} \quad \text{ali} \quad \frac{\cos MT}{\cos MA} = \frac{\cos OT}{\cos r}$$

Od tod

$$\frac{\cos MA - \cos MT}{\cos MA + \cos MT} = \frac{\cos r - \cos OT}{\cos r + \cos OT}$$

ali

$$tg\,\frac{TA}{2} \cdot tg\,\frac{TA'}{2} = tg\,\frac{OT + r}{2} \cdot tg\,\frac{OT - r}{2}$$



Ta produkt je tedaj neodvisen od smeri naklonskega kota α. Produkt $tg\,\frac{TA}{2} \cdot tg\,\frac{TA'}{2}$ naj se imenuje *potenca* točke T z ozirom na krog. Potenca tedaj ni nič odvisna od izbire smeri presečnice TA' iz točke T. Če leži točka T zunaj kroga, tako da sta možni na krog iz T dve realni tangenti, potem je potenca kvadrat funkcije tangens polovične dolžine tangente od točke T do dotikališča na krogu. Če leži točka T v notranjosti kroga, tedaj tako, da vsaka smer iz T krog preseče v dveh točkah A in A' in leži točka T med A in A', potem imata TA in TA' nasproten predznak. Potenca ima negativno vrednost. Absolutna vrednost te potence ima tudi tu nazorno tolmačbo s kvadratom funkcije tangens četrtine najkrajše tetive skozi točko T. Vse je tedaj popolnoma analogno kakor pri krogu v ravnini.

Premisli tole: Kdaj so realne tangente na krog mogoče? Kako je to iz točk v notranjosti antipodnega kroga?

Potenčna črta dveh krogov.

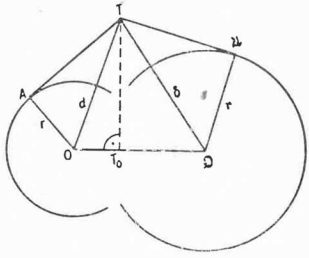
Če so iz kake točke T na dva kroga možne enako dolge tangente, potem ima točka T za oba kroga enako potenco. Skupnost vseh takih točk tvori neko »premico«, *potenčno črto* obeh krogov.

Dokaz: TT_0 naj bo pravokotnica na centralo $O\mathfrak{O}$. Sedaj je

$$\cos TT_0 = \frac{\cos d}{\cos OT_0} = \frac{\cos \mathfrak{d}}{\cos \mathfrak{O}T_0}$$

in nadalje

$$\cos TA = \cos T\mathfrak{U} = \frac{\cos d}{\cos r} = \frac{\cos \mathfrak{d}}{\cos \mathfrak{r}}$$



Tedaj je

$$\cos OT_0 : \cos \mathfrak{O}T_0 = \cos r : \cos \mathfrak{r}$$

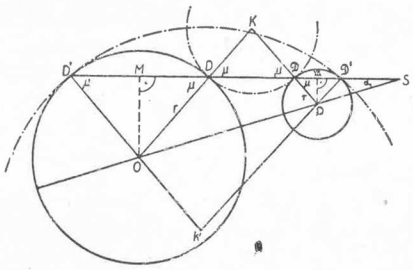
To razmerje je torej neodvisno od točke T, iz njega se da dobiti točka T. Projekcija vsake točke T na centralo $\mathfrak{O}D$ da isto točko T_0. Vse točke leže tedaj na neki *potenčni* »premici« ali črti obeh krogov. Če se oba kroga realno sečeta, gre potenčna črta skozi sečišči.

Dokaži, da imajo tudi morebitne točke potenčne premice, ki leže v notranjosti obeh krogov, na oba kroga isto potenco. Kaj je potenčna črta dveh koncentričnih krogov?

Točke podobnosti dveh krogov in skupna potenca dveh krogov.

Isti krog K naj se dotika dveh krogov s središči O in $\mathfrak{O}$ ter polmeroma r in $\mathfrak{r}$ v točkah D in $\mathfrak{D}$ tako, da sta oba kroga zunaj kroga K, ali pa v točkah D' in $\mathfrak{D}'$ tako, da sta oba kroga v notranjosti kroga K'. Dotikalna tetiva $L\mathfrak{D}$ oz. $D'\mathfrak{D}'$ določa na osi skozi $O\mathfrak{O}$ neko točko S, ki je neodvisna od izbire dotikalnega kroga, tedaj vsem takim krogom skupna.

Dokaz: Tetiva $D'D\,\mathfrak{D}\mathfrak{D}'$ seče oba kroga O in $\mathfrak{O}$ v istem kotu μ. V trikotniku SOD velja enačba



$$\frac{\sin SO}{\sin r} = \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$$

in ker je iz istega vzroka to razmerje tudi enako $\sin S\mathfrak{O} : \sin \mathfrak{r}$, imamo

$$\frac{\sin SO}{\sin S\mathfrak{O}} = \frac{\sin r}{\sin \mathfrak{r}}$$

to se pravi: to razmerje ni odvisno od izbire dotikalnega kroga K ali K'. S tem je na centrali obeh krogov natančno določena neka *vnanja podobnostna točka* S obeh krogov. Prav tako se da definirati tudi neka *notranja podobnostna* točka dveh krogov. Dotikalni krogi se v tem primeru dotikajo enega kroga od zunaj, drugega od znotraj.

Točka podobnosti dveh krogov ima z ozirom na vsak dotikalni krog isto potenco, ki jo moremo zato imenovati *skupno potenco* obeh krogov.

Dokaz: Iz trikotnikov OMD in OMS imamo

$$tg\, OM = \sin DM \cdot tg\, \mu = \sin SM \cdot tg\, \alpha$$

ali

$$\sin DM : \sin SM = tg\, \alpha : tg\, \mu$$

Ker je to razmerje tudi enako $\sin \mathfrak{D}\mathfrak{M} : \sin S\mathfrak{M}$, dobimo

$$\sin DM : \sin SM = \sin \mathfrak{D}\mathfrak{M} : \sin S\mathfrak{M}$$

kar se da pisati tudi

$$tg\, \frac{SD}{2} : tg\, \frac{SD'}{2} = tg\, \frac{S\mathfrak{D}'}{2} : tg\, \frac{S\mathfrak{D}}{2}$$

ali

$$tg\, \frac{SD}{2} \cdot tg\, \frac{S\mathfrak{D}}{2} = tg\, \frac{SD'}{2} \cdot tg\, \frac{S\mathfrak{D}'}{2}$$

Ta produkt je, kakor kaže slika, potenca točke S z ozirom na dotikalni krog K ali krog K'. Da je ta produkt neodvisen od izbire dotikalnega kroga, se vidi takole:

$$tg\, \frac{SD}{2} \cdot tg\, \frac{SD'}{2} = p^2 = \text{potenca točke } S \text{ z ozirom na krog } O$$

$$tg\, \frac{S\mathfrak{D}}{2} \cdot tg\, \frac{S\mathfrak{D}'}{2} = p^2 = \text{potenca točke } S \text{ z ozirom na krog } \mathfrak{O}$$

Če tvorimo produkt in uvažujemo prejšnjo enačbo, vidimo, da je

$$tg\,\frac{DS}{2}\cdot tg\,\frac{DS'}{2} = tg\,\frac{S\mathfrak{D}}{2}\cdot tg\,\frac{S\mathfrak{D}'}{2} = \pm pp.$$

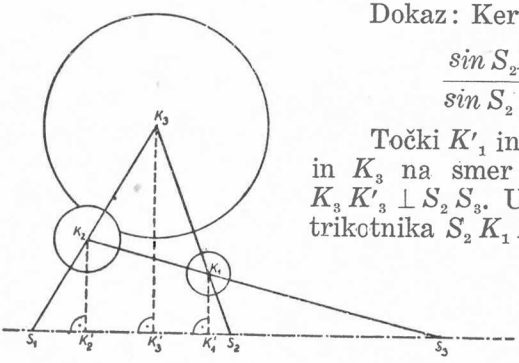
To je vrednost skupne potence obeh krogov.

Če vzamemo oba dotikalna kroga K in K' s središči na centrali $O\mathfrak{D}$, je pravokotnica v S na centralo potenčna premica teh dveh dotikalnih krogov. Zakaj? To dopušča načrtanje točke S.

V premislek: Kaj so antipodne točke k točkam podobnosti? Kje so točke podobnosti pri koncentričnih krogih? Kje je točka podobnosti, če je eden izmed obeh krogov glavni krog?

Podobnostne osi treh krogov.

Točki S_2 in S_3 si mislimo, da sta bili načrtani kot podobnostni točki krogov K_1 in K_2 oz. K_1 in K_2. Sedaj je lahko dokazati, da je točka S_1, ki jo določata zveznici $S_2 S_3$ in $K_2 K_3$ podobnostna točka krogov K_2 in K_3.



Dokaz: Ker je S_2 podobnostna točka, velja

$$\frac{\sin S_2K_3}{\sin S_2K_1} = \frac{\sin r_3}{\sin r_1} = \frac{\sin K_1K'_3}{\sin K_1K'_1}$$

Točki K'_1 in K'_3 sta nastali s projekcijo točk K_1 in K_3 na smer S_2S_3 tako, da je $K_1K'_1 \perp S_2S_3$, $K_3K'_3 \perp S_2S_3$. Uporabljen je tu sinusov stavek za trikotnika $S_2K_1K'_1$ in $S_2K_3K'_3$.

Prav analogno je

$$\frac{\sin S_3K_1}{\sin S_3K_2} = \frac{\sin r_1}{\sin r_2} = \frac{\sin K_1K'_1}{\sin K_2K'_2}$$

Z multipliciranjem teh enačb in zgornjih se dobi

$$\frac{\sin r_3}{\sin r_2} = \frac{\sin K_3K'_3}{\sin K_2K'_2}$$

Ker je to razmerje obenem enako razmerju $\sin S_1K_3 : \sin S_1K_2$, velja tudi

$$\frac{\sin S_1K_3}{\sin S_1K_2} = \frac{\sin r_3}{\sin r_2}$$

Ta enačba pove, da je S_1 podobnostna točka obeh krogov K_2 in K_3. Podobnostne točke S_1, S_2, S_3 leže vse na eni »premici«, ki jo imenujemo *podobnostno os* treh krogov.

Premisli, da leže vse podobnostne točke treh krogov na štirih oseh vedno po tri. Na vsaki osi leže tudi antipodne točke k vsem trem točkam podobnosti.

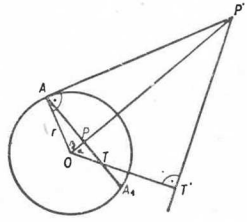
Pol in polara.

Točki T in T' naj ležita na isti, iz središča O danega kroga izhajajoči smeri tako, da velja glede njih oddaljenosti od središča O enačba $tg\,OT \cdot tg\,OT' = (tg\,r)^2$. Če v točki T' postavimo na OT' pravokotnico $T'P'$, se ta imenuje *polara točke* T. Analogno bi bila pravokotnica v točki T

polara točke T'. Točka T se imenuje pol »premice« $T'P'$ z ozirom na krog O. Tu velja stavek: Polare točk kake »premice« gredo vse skozi pol te premice.

Dokaz: Naj bo P taka točka na OP', da je $tgOP \cdot tgOP' = (tgr)^2$. Potem je

$$\frac{tgOT'}{tgOP'} = \frac{tgOP}{tgOT}$$



Ker je $P'T' \perp OT$ je to razmerje $= \cos \alpha$. Iz te enačbe pa izhaja sedaj, da je tudi $PT \perp OP$, da je torej »premica« PT polara točke P'.

Če seče kaka »premica«, n. pr. PT, krog v dveh točkah A in A_1, potem gresta tangenti v sečiščih skozi pol te sekante. Je namreč v pravokotnih trikotnikih OPA in OAP'

$$\cos \beta = tgOA : tgOP = tgOP' : tgOA$$

ali $tgOP \cdot tgOP' = tg^2 r$. To se pravi, da je P' pol za AA_1. To da možnost načrtanja pola k dani polari in narobe.

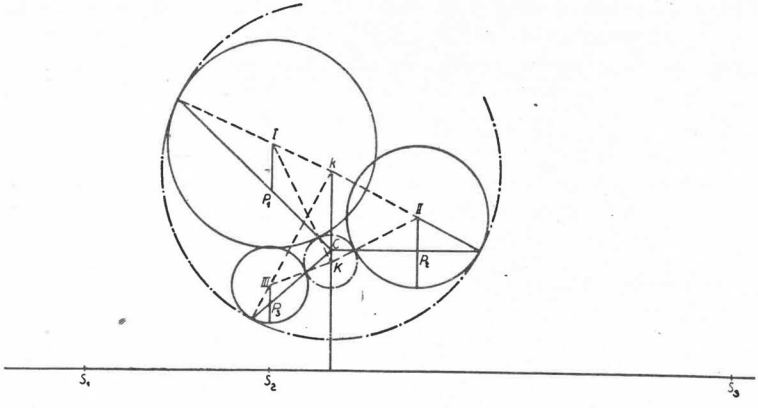
Premisli konstrukcijo pri vnanjih in notranjih točkah. Kako načrtaš tangento iz kake vnanje točke na krog? Kaj nastopi, če preide krog v glavni krog?

Apolonijev problem.

Kot zgled uporabe navedenih stavkov vzemimo slavnoznani Apolonijev problem, ki zahteva določitev kroga, ki se dotika treh danih krogov.

Zaradi popolne analogije s stavki iz elementarne ravninske geometrije je mogoča, kakor izhaja iz vsega poteka, dobesedna reprodukcija dokaza v ravnini. Nikjer ne nastopi nikaka ovira.

Treh krogov I, II, III naj se krog K dotika vseh od zunaj, krog $\mathfrak{K}$ pa vseh od znotraj. Dotikalna tetiva obeh krogov s krogom I gre skozi



točko podobnosti C obeh krogov K in $\mathfrak{K}$ in skozi to točko gresta iz istega vzroka dotikalni tetivi krogov K in $\mathfrak{K}$ s krogoma II in III. Skupna potenca točke C z ozirom na oba kroga K in $\mathfrak{K}$ je potenca točke C z ozirom na krog I in prav tako z ozirom na II in III, to se pravi, *točka C je potenčno središče krogov I, II, III.*

Podobnostna točka K_1 krogov *II* in *III* ima z ozirom na kroga K in $\mathfrak{K}$ kot potenco isto »skupno potenco« krogov *II* in *III*. Točka S_1 leži tedaj na potenčni črti krogov K in $\mathfrak{K}$. Ker velja prav isto za vse tri podobnostne točke, je *podobnostna os* $S_1S_2S_3$ *ista kakor potenčna premica krogov* K in $\mathfrak{K}$

Obe dotikalni tangenti krogov K in $\mathfrak{K}$ s krogom *I* se sečeta v neki točki potenčne »premice« obeh krogov, tedaj na podobnostni osi. Polara tega sečišča z ozirom na krog *I* gre tedaj skozi pol podobnostne osi z ozirom na *I*. Ta polara pa je ravno dotikalna tetiva kroga *I* s krogoma K in $\mathfrak{K}$ Kakor smo že prej dokazali, gre ta premica tudi skozi potenčno središče C krogov *I, II, III*. Konstrukcija dotikalnih krogov je tedaj tale:

Načrtaj potenčno središče C danih krogov *I, II, III*, potem eno izmed podobnostnih osi in pole $P_1P_2P_3$ te podobnostne osi z ozirom na kroge *I, II, III*. Če zvežeš sedaj potenčno središče C s posameznim polom, določa ta zveznica na pripadajočem krogu obe dotikališči tega kroga s krogoma K in $\mathfrak{K}$. Dve dotikališči istega dotikalnega kroga (K ali $\mathfrak{K}$) z dvema različnima izmed krogov *I, II, III*, ležita na smeri, ki meri proti eni izmed podobnostnih točk $S_1S_2S_3$. To razdeli 6 sečišč v dvakrat po tri dotikališča. S tem je konstrukcija končana. Ker imamo v splošnem štiri podobnostne osi, dobimo skupno osem rešitev. Možna pa so tudi tu izprijenja, kakor že v ravnini.

O DISTRIBUCIJAH

Po predavanju, ki ga je imel g. L. Schwartz, prof. na univerzi v Nancyju, v Ljubljani dne 3. in 4. aprila t. l. — sestavil I. Vidav.

Z distribucijami je dosegel L. Schwartz tako razširitev pojma funkcij, da so osnovne operacije, kakor n. pr. odvajanje in integriranje, v tem okviru vedno v neomejenem obsegu izvršljive, medtem ko v okviru navadnih funkcij niso. Podobno je pri vpeljavi novih vrst števil, kjer imamo tudi vedno pred očmi smoter, dobiti tako razširitev pojma števil, da so potem vse računske operacije izvršljive.

Ker so distribucije v bistvu funkcionali, hočemo najprej na kratko definirati le-te. Funkcional je taka funkcija, katere vrednost je odvisna ne od ene ali več spremenljivk, temveč od spremenljive funkcije. Preprost zgled za to je določeni integral, saj je njegova vrednost odvisna od funkcije, ki jo integriramo. Če hočemo definirati funkcional, moramo imeti najprej kak razred funkcij. Funkcional priredi potem vsaki funkciji tega razreda določeno število. Vzemimo n. pr. tako funkcijo $f(x)$, ki je integrabilna na vsakem intervalu osi x. Nadalje naj pomeni (S) tak razred funkcij $\varphi(x)$, ki so povsod zvezne in imajo vrednost nič zunaj nekega končnega intervala.* Potem ima vedno pomen integral

$$[f](\varphi) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\,\varphi(x)\,dx, \tag{1}$$

saj je $[f](\varphi) = \int_a^b f(x)\,\varphi(x)\,dx$, če je $\varphi(x) = 0$ za $x \leqq a$ in $x \geqq b$. Integral (1) je torej funkcional, ki je definiran za vsako funkcijo φ iz razreda (S).

* Funkcije $\varphi(x)$ so lahko tudi kompleksne, imajo torej obliko $\varphi(x) = u(x) + iv(x)$, kjer sta $u(x)$ in $v(x)$ realni funkciji realne spremenljivke x.

Funkcional $T(\varphi)$ se imenuje *linearen*, če je za dve funkciji φ_1 in φ_2 vedno

$$T(\varphi_1 + \varphi_2) = T(\varphi_1) + T(\varphi_2) \tag{2}$$

Nadalje pravimo, da je linearni funkcional $T(\varphi)$ *zvezen*, ako je $T(\varphi_n) \to 0$, $n \to \infty$, za vsako zaporedje funkcij φ_n, ki enakomerno konvergira proti nič. Očitno je funkcional (1) linearen in zvezen, če vzamemo tu, da so vsi členi zaporedja $\varphi_n = 0$ zunaj nekega končnega intervala, ki je neodvisen od n.

Po enačbi (1) pripada vsaki integrabilni funkciji $f(x)$ linearen in zvezen funkcional $[f](\varphi)$. Dokazati pa je mogoče tudi narobe, da namreč funkcional $[f]$ natančno določa funkcijo $f(x)$, in sicer v temle smislu: če dasta dve funkciji $f_1(x)$ in $f_2(x)$ isti funkcional (to se pravi, da je za vsak φ iz razreda (S) vedno $[f_1](\varphi) = [f_2](\varphi)$, je njuna diferenca $f_1(x) - f_2(x)$ skoraj povsod enaka nič. (Točke, kjer ta diferenca ni $= 0$, tvorijo množico z mero nič.) Če sta torej funkciji $f_1(x)$ in $f_2(x)$ zvezni, mora biti $f_1(x) \equiv f_2(x)$. Pač pa ni mogoče pisati vsak linearen in zvezen funkcional v obliki integrala (1). Tak zgled je n. pr. tale: $T(\varphi) = \varphi(0)$. Ta funkcional priredi vsaki funkciji $\varphi(x)$ vrednost $\varphi(0)$. S pomočjo Diracove funkcije $\delta(x)$ ga moremo sicer tudi pisati v obliki integrala. Funkcija $\delta(x)$ je tako definirana, da je $\delta(x) = 0$ za $x \neq 0$, $\delta(x) = \infty$ za $x = 0$ in $\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(x)\,dx = 1$.

Od tod se vidi, da $\delta(x)$ ni funkcija v pravem pomenu, ker je integral vsake funkcije, ki ima le v eni točki od nič različno vrednost, vedno enak nič. Z $\delta(x)$ se gornji funkcional zapiše v obliki

$$T(\varphi) = \int_{-\infty}^{+\infty} \delta(x)\,\varphi(x)\,dx = \varphi(0).$$

Ker pripada vsaki funkciji $f(x)$ funkcional $[f]$ in je tudi $f(x)$ s $[f]$ natančno določena, moremo imeti linearne in zvezne funkcionale za posplošitev navadnih funkcij. Da pa je mogel L. Schwartz doseči v tej smeri pomembne rezultate, je zelo zožil krog funkcij, za katere naj bo linearni funkcional določen. Namesto prejšnjega razreda (S) je vzel razred (D) vseh funkcij $\varphi(x)$, ki so poljubno mnogokrat zvezno odvedljive in seveda tudi enake nič izven nekega končnega intervala.** Linearne in zvezne funkcionale, ki so definirani za ta obseg funkcij, imenuje L. Schwartz *distribucije*. Zveznost pa je tu razumeti v temle smislu: Vzemimo kako zaporedje $\varphi_1, \varphi_2 \ldots$ funkcij iz razreda (D). Vsi členi φ_n naj bodo enaki nič zunaj nekega končnega intervala, ki je neodvisen od n, konvergirajo pa naj obenem z zaporedji odvodov $\varphi_1^{(p)}(x)$, $\varphi_2^{(p)}(x)$, $\varphi_3^{(p)}(x) \ldots$ pri vsakem p enakomerno proti nič. Distribucijo T imenujemo zvezno, če za vsako tako zaporedje limitira $T(\varphi_n)$ proti nič.

Očitno določa vsaka funkcija $f(x)$ z integralom (1) distribucijo $[f](\varphi)$. Ker pa se vsaka distribucija ne da pisati v tej obliki, so res distribucije posplošitev pojma funkcij. Važno pa je sedaj dejstvo, da se da za distribucije definirati odvod, in to celo tako, da je ta operacija v tem okviru vedno izvršljiva. Odvod vpeljemo takole: *Če je funkcija $f(x)$ zvezno odvedljiva,*

** Funkcije $\varphi(x)$ take vrste res eksistirajo, kar nam kaže tale zgled: Naj bo $\varphi(x) = e^{-\frac{1}{1-x^2}}$ za $-1 < x < 1$ in $\varphi(x) = 0$ zunaj in na krajiščih tega intervala. Ta funkcija je poljubno mnogokrat odvedljiva in vsi odvodi so $= 0$ za $x = \pm 1$.

je odvod pripadajoče distribucije $[f]$ *tista distribucija, ki pripada odvodu* $f'(x)$, *torej* $[f]' = [f']$, če tudi tu označimo odvajanje s črtico. Po definiciji (1) pa najdemo, ako integriramo po delu, da je

$$[f'](\varphi) = \int_{-\infty}^{+\infty} f'(x)\varphi(x)dx = [f(x)\varphi(x)]_{-\infty}^{+\infty} - \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\varphi'(x)dx = -\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\varphi'(x)dx,$$

ker je na krajiščih funkcija $\varphi(x)$ enaka nič. Tej enačbi pa moremo dati tudi obliko

$$[f]'(\varphi) = -[f](\varphi')$$

Ta relacija nas navede na tole definicijo za *odvod poljubne distribucije* T:

$$T'(\varphi) = -T(\varphi'). \tag{3}$$

Vidimo torej, da *je vsaka distribucija vedno odvedljiva in to poljubno mnogokrat.* Seveda, če pomeni distribucija T tako zvezno funkcijo, ki ni odvedljiva, se odvod ne da izraziti z nobeno funkcijo.

Vzemimo za zgled funkcijo $f(x)$, ki ima vrednost nič za vsak negativen x in vrednost 1 za $x \geqq 0$. Ta funkcija je v točki $x = 0$ nezvezna in zato tam ni odvedljiva. Kaj je odvod pripadajoče distribucije? Po definiciji (3) imamo takoj

$$[f]'(\varphi) = -[f](\varphi') = -\int_{0}^{\infty} \varphi'(x)dx = \varphi(0).$$

Odvod je tedaj Diracova funkcija. Podobno najdemo, da je odvod Diracove funkcije distribucija: $[\delta]'(\varphi) = -[\delta](\varphi') = -\varphi'(0)$.

Problem integracije je tudi vedno rešljiv. Ta problem zahteva namreč določitev distribucije T, katere odvod je znana distribucija S, torej $T' = S$. Distribucijo T določimo takole: Naj bo $\Phi(x) = \int_{-\infty}^{x} \varphi(t)dt$. Če je $\Phi(\infty) = 0$, spada $\Phi(x)$ v razred (D) in smemo postaviti $T(\varphi) = -S(\Phi)$. Definirati je treba T še za take funkcije $\varphi(x)$, pri katerih je $\Phi(\infty) \neq 0$. Naj bo $\varphi_0(x)$ kaka taka funkcija. Če jo pomnožimo s primernim faktorjem, moremo doseči, da je $\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_0(x)dx = 1$. Tej funkciji $\varphi_0(x)$ pripadajočo vrednost distribucije T poljubno naprej predpišemo: $T(\varphi_0) = c$, kjer je c konstanta. Vsako drugo funkcijo $\varphi(x)$ lahko pišemo v obliki $\varphi(x) = [\varphi(x) - \Phi(\infty)\varphi_0(x)] + \Phi(\infty)\varphi_0(x)$. Prvi sumand je tak, da je njegov integral v mejah $(-\infty, \infty)$ enak nič. Za ta člen imamo distribucijo T že definirano. Potem pa izhaja iz linearnosti distribucij

$$T(\varphi) = T[\varphi - \Phi(\infty)\varphi_0] + \Phi(\infty)T(\varphi_0) = T[\varphi - \Phi(\infty)\varphi_0] + c\Phi(\infty) \tag{4}$$

Tako se glasi integral distribucije S. V njem nastopa razpoložljiva konstanta c. Za $S \equiv 0$ je očitno $T \equiv [c]$ integral, kjer je c konstanta.

Integral distribucije, ki ne pomeni navadne funkcije, more biti včasih zvezna funkcija. L. Schwartz pa je v splošnem dokazal tale važni teorem: *Vsaka distribucija je zadosti pozen odvod neke zvezne funkcije. Torej je mogoče najti za vsako distribucijo* T *tako naravno število* $p \geqq 1$ *in pa tako zvezno funkcijo* $f(x)$, *da je* $T = [f]^{(p)}$.

Zaporedje distribucij $T_1, T_2, T_3, \ldots$ *konvergira proti distribuciji* T, *ako je za poljubno funkcijo* φ *iz razreda* (D) *vedno* $T_n(\varphi) \to T(\varphi)$. Iz te

definicije je takoj razvidno, da se sme vsako konvergentno zaporedje distribucij členoma odvajati. *Če je torej* $T_n \to T$, *velja tudi* $T'_n \to T'$. Vsa pravila so za distribucije veliko bolj preprosta in enotna kakor za navadne funkcije.

Produkt dveh distribucij definira L. Schwartz le za primer, če je eden izmed faktorjev neskončno mnogokrat odvedljiva funkcija $f(x)$. Potem je produkt določen takole

$$T[f](\varphi) = [f]\,T(\varphi) = T(f\varphi). \tag{5}$$

Funkcija $f\varphi$ spada prav tako kakor φ v razred (D). Očitno se ta definicija ujema z navadnim produktom, če je tudi distribucija T zvezna funkcija. Za zgled vzemimo produkt $x\delta$, kjer je δ Diracova funkcija. Po definiciji imamo $[x\delta](\varphi) = [\delta](x\varphi) = (x\varphi)_{x=0} = 0$, torej $[x\delta] = 0$. Podobno najdemo še

$$x\delta' = [\delta]'(x\varphi) = -[\delta](x\varphi)' = -(x\varphi' + \varphi)_{x=0} = -\varphi(0)$$

ali $x\delta' = -\delta$.

Tu smo se na kratko seznali le z distribucijami take vrste, ki ustrezajo funkcijam ene spremenljivke. Vsi ti pojmi pa se dajo raztegniti na primere, ko je poljubno mnogo dimenzij. Vpeljati moremo potem parcialne odvode in večkratne integrale distribucij. Prav tako se dajo obravnavati navadne in parcialne diferencialne enačbe, potenciali, Fourierjeve vrste itd., kjer nastopajo namesto običajnih funkcij distribucije. Rezultati so včasih isti, včasih pa bolj splošni kakor v navadni analizi. Zato je teorija distribucij v marsikakem oziru bolj preprosta in bolj splošna, kakor je klasična analiza.

Literatura: Laurent Schwartz: Théorie des distributions. Actualités scientifiques et industrielles. Paris, Hermann, 1950.

FAZNI MIKROSKOP

F. Zernike — priredil I. Kuščer

(Konec)

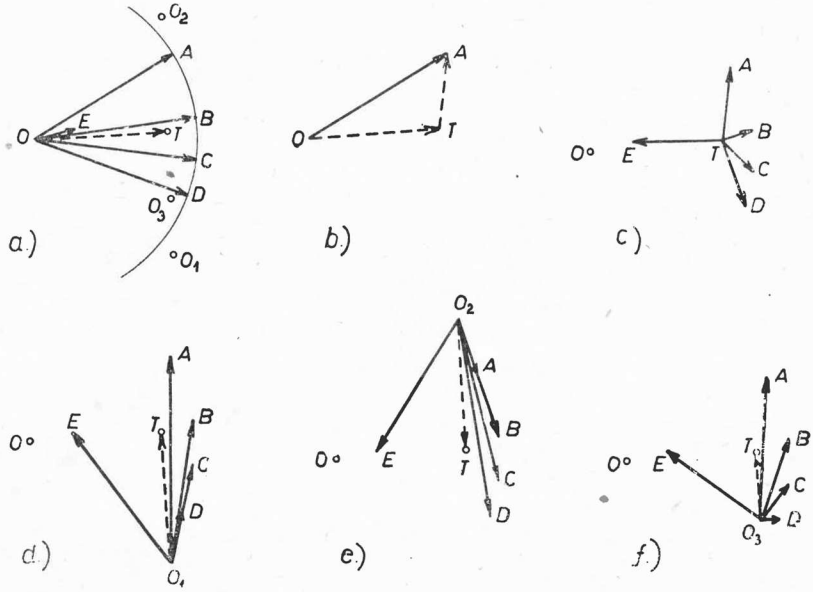
6. *Upodobitev predmeta brez periodične strukture.* Pri mikroskopiranju redkokdaj naletimo na predmet, ki je podoben uklonski mreži. Navadno sploh ni nobene periodične strukture in zato tudi ni ločenih uklonskih slik v zadnji goriščni ravnini objektiva. Ohrani se samo osrednja slika, ki jo da neodklonjeni snop. Uklonjena svetloba pa se razlije po vsej odprtini. Pri upodobitvi takega predmeta zato ni vse tako preprosto kot pri upodobitvi mreže. Zgornjo teorijo, ki velja le za mrežo, bo treba še razširiti. Pri tem se pa ne bomo držali dosedanjega načina, ampak bomo poiskali drugačno pot in začeli še enkrat od kraja. Grafično prikazovanje naj nam prihrani zamudne račune.

Predmet si mislimo razrezan na majhne, enako velike ploščice dS. Vsak kos po svoje spremeni amplitudo in fazo prehajajočega valovanja. Valovanje v ravnini tik nad predmetom lahko prikažemo z vektorskim diagramom (sl. 10a; podoben diagram smo že imeli na sl. 8). Vsaki ploskvici dS priredimo vektor, katerega velikost pove amplitudo, medtem ko so fazne razlike prikazane s koti med vektorji. Za obravnavanje interferenc je vektorski diagram zelo prikladen; saj se kompleksne amplitude vektorsko

seštevajo. — Konice vektorjev, ki pripadajo prozornim delom predmeta, leže na krogu enote, če vzamemo amplitudo vpadajočega vala za enoto. Vektor $\overrightarrow{OA}$ pripada optično tanjšemu delu, vektorji $\overrightarrow{OB}$, $\overrightarrow{OC}$ in $\overrightarrow{OD}$ pa po vrsti bolj in bolj debelim delom predmeta. Pri absorbirajočih delih so vektorji krajši (n. pr. $\overrightarrow{OE}$).

Sliko razrežimo na ustrezne ploskvice dS' in napravimo diagram tudi za valovanje v tej ravnini. Če nobena omejitev šopov in nobena dodatna fazna premaknitev ni popačila upodobitve, je ta diagram enak prejšnjemu; upodobitev je verna. Ugotoviti bo treba, kako se slika spremeni, če pokrijemo sliko svetila v zadnji goriščni ravnini z absorbirajočo ali prepustno ploščico.

Amplituda neodklonjenega snopa, ki da osrednjo sliko svetila, je enaka povprečni amplitudi. Na sl. 10a je prikazana z vektorjem $\overrightarrow{OT}$. Točka T je težišče točk A, B, C, D, E. Vsak vektor $\overrightarrow{OA}$ smemo nadomestiti z vsoto $\overrightarrow{OT} + \overrightarrow{TA}$ (sl. 10b). To pomeni, da smo ločili neodklonjeni val (amplituda $\overrightarrow{OT}$) od uklonjene svetlobe (amplitude $\overrightarrow{TA}$, $\overrightarrow{TB}$, ...). Pri metodi centralnega temnega polja prestrežemo sliko svetila z neprepustno ploščico; ostanejo samo še vektorji $\overrightarrow{TA}$ ... (sl. 10c). Prozorni deli predmeta so v sliki različno svetli (vektorji $\overrightarrow{TA}$ do $\overrightarrow{TD}$ so različno dolgi). Temne dele predmeta vidimo v sliki svetlo (vektor $\overrightarrow{TE}$).



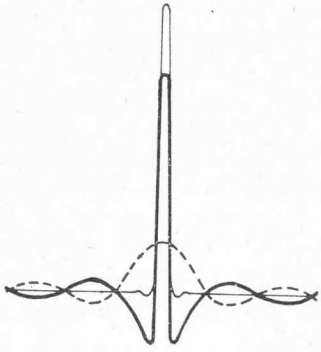
Sl. 10. a) Vektorski diagram slike. Vsakemu elementu dS priredimo vektor, katerega velikost pove amplitudo, medtem ko koti kažejo fazne razlike. Vektor $\overrightarrow{OT}$ pokaže amplitudo neodklonjenega valovanja. — b) Slika nastane z interferenco direktnega valovanja z uklonjenim. Temu ustreza sestavljanje: $\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OT} + \overrightarrow{TA}$. — c) Diagram slike, ki nastane, če prestrežemo direktni snop. — d) Diagram slike pri pozitivnem (temnem) faznem kontrastu. — e) Diagram slike pri negativnem (svetlem) faznem kontrastu. — f) Pozitivni fazni kontrast z delno absorbirajočo fazno ploščico.

Pri metodi faznega kontrasta direktnega vala ne odstranimo, ampak mu premaknemo fazo za 90 °. Pri pozitivnem faznem konstrastu mu fazo pomaknemo naprej. Vektor $\overrightarrow{OT}$ torej nadomestimo z vektorjem $\overrightarrow{O_1T}$. Diagram slike je potem takšen kot na sliki 10d. Optično debelejša mesta se upodobijo temno (vektor $\overrightarrow{O_1D}$), optično tanjša pa svetlo (vektor $\overrightarrow{O_1A}$). Nasprotno je pri negativnem faznem kontrastu (sl. 10e). Absorbirajoči deli predmeta so v obeh slikah srednje svetli (vektorja $\overrightarrow{O_1E}$, $\overrightarrow{O_2E}$). — Kontrast lahko še povečamo, če z delno absorbirajočo ploščico oslabimo direktni snop (sl. 10f). Navsezadnje lahko izhodišče O premaknemo kamor koli (znotraj kroga z radijem $\overline{TO}$) in naredimo kontraste tam, kjer jih želimo imeti. Če premaknemo fazo za več kot 90 °, se kontrasti celo obrnejo, kar pa po navadi ni zaželeno.

7. *Uklon na fazni ploščici.* Do sedaj smo računali s točkastim svetilom. Odebelina (ali vdolbina) na fazni ploščici je bila zelo majhna, tako da je pokrila samo sliko svetila in ni zmotila uklonjene svetlobe. Toda točkastega svetila nimamo in za mikroskopiranje si ga navadno niti ne želimo. Takšno svetilo namreč projicira v sliko tudi vse vmesne ravnine, ne samo predmet. Na sliki dobimo sence prahu, ki je na lečah. Nepravilnosti zaradi uklona se močno pokažejo. Zato vzamemo raje ploskovno svetilo. Navadno je to odprtina v zaslonki kondenzorja, ki jo osvetljujemo z druge strani. Ni treba, da je odprtina okrogla. Za zdaj bomo vzeli *režo*. Na fazni ploščici moramo imeti *fazni pas*, ki pokriva sliko reže.

Skozi fazni pas gre ne samo direktni val, ampak tudi nekaj uklonjene svetlobe. Seveda vpliva to na upodobitev. Slika nastane sedaj z interferenco treh valovanj: direktnega vala, dela uklonjenega valovanja, ki je šel skozi fazni pas, in ostalega dela, ki je šel mimo pasu.

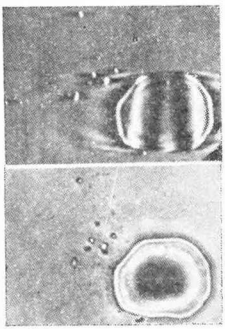
Direktni val da enakomerno osvetljeno ozadje slike. Takšna je slika, če je predmet popolnoma homogen. Uklonjena svetloba, ki izhaja iz majhne neenakomernosti (sl. 4), naredi v navadnem mikroskopu obročasto uklonsko sliko (sl. 6). Zasledujmo najprej tisti del te svetlobe, ki gre skozi fazni pas; fazno ploščico nadomestimo z režo, ki ima širino pasu. Obročasta slika se razleze v niz pasov, ker se pridruži uklon na reži. Potek amplitude kaže črtkana krivulja v sliki 11. Drugačno sliko dobimo, če namesto faznega pasu vstavimo neprozoren pas in spustimo svetlobo na obeh straneh (debela krivulja na sl. 11). Obe sliki sta tako rekoč komplementarni. Če namreč ni fazne premaknitve, dobimo s sestavljanjem obeh valovanj zopet prvotno obročasto sliko (tenka krivulja v sl. 11).



Sl. 11. Potek amplitude v sliki točke. Tenka krivulja: slika v navadnem mikroskopu (sl. 6). Črtkana krivulja: amplituda svetlobe, ki jo prepusti fazni pas. Debela krivulja: Slika v faznem mikroskopu

Zanima nas predvsem, kako je z upodobitvijo prozornega predmeta. Razlike v optični debelini naj bodo majhne. Uklonjeni val ima v takem primeru približno za 90 ° premaknjeno fazo (gl. sl. 10b) in omenjena obročasta slika je zato nevidna (primerjaj sl. 5c). Fazna ploščica razmakne

direktni in uklonjeni val za 90 °, tako da postane slika vidna. Toda tisti del uklonjene svetlobe, ki je šel skozi fazni pas, je obdržal fazno razliko 90 ° proti direktnemu valu in zato ne prispeva k sliki. Vidno sliko naredi samo tisti del, ki je šel pri strani mimo faznega pasu. Debela krivulja v sl. 11 torej pokaže, kakšna je osvetljenost v sliki. Poudariti moramo, da določa osvetljenost slike amplituda in ne jakost uklonjenega valovanja. S koherentnim ozadjem vedno lahko naredimo vidno amplitudo. Ta princip je prav splošen, poznamo ga n. pr. iz elektrotehnike: Jedro magneta v telefonski slušalki je stalno magnetno, da sledi opna nihanju toka; če ne, bi sledila kvadratu toka.

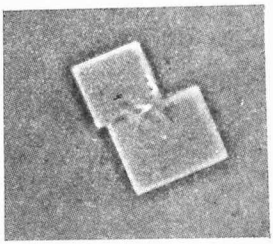


Sl. 12. Kapljica razredčenega laka, posušena na stekleni plošči. Zgoraj: Paterferenčni pasovi ob straneh so nastali zaradi uklona na faznem pasu. Spodaj: Pri kolobarjastem svetilu je slika krog in krog obrobljena.

Za preizkušnjo gornje teorije vzemimo stekleno ploščico, na kateri se je posušila kapljica razredčenega laka (sl. 12, zgoraj). Slika je dobljena z negativnim faznim kontrastom. Levo in desno je slika kaplje obdana s pasovi, ki so nastali zaradi uklona na faznem pasu. Pasovi so prav močni, ker smo nalašč izbrali predmet s precejšnjo razliko v optični debelini. Razen tega je bil fazni pas širši kot slika svetila. Če vzamemo svetilo dovolj široko, tako da njegova slika izpolni fazni pas, se upodobitev izboljša, ker se interferenčni pasovi nekoliko izravnajo. Reža pa sploh ni prikladna oblika svetila.

Preizkusili so razne oblike in kot najboljše se je izkazalo kolobarjasto svetilo. Na fazni ploščici imamo potem *fazni kolobar* ustrezne velikosti. Tisti interferenčni pasovi se sedaj porazdelijo simetrično krog in krog, tako da je slika samo še obrobljena z nekakšno obstretjo ali senco (sl. 12 spodaj). Raje bi videli, da te sence ne bi bilo, ker pači sliko. Toda temu se pri faznem mikroskopu ne moremo izogniti. Kontrast imamo samo na meji med optično različno debelimi partijami preparata. Dalje zunaj in znotraj, kjer ni neenakomernosti, pa je osvetljenost na obeh straneh ista (sl. 13). Osvetljenost v sliki še ni merilo za optično debelino. S to nepravilnostjo moramo torej računati, da se izognemo napačnemu tolmačenju slike. Zlasti pri bioloških objektih je potrebna previdnost, ker nam slika lahko pričara videz odebeljenih membran ali dodatnih plasti. Na sliki 3 so kromosomi svetlo obrobljeni.

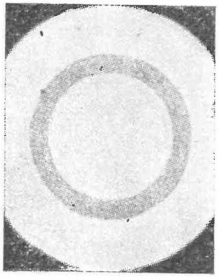
8. *Izdelava fazne ploščice.* V stekleni ploščici lahko naredimo zelo ravno plitvo vdolbino z jedkanjem z razredčeno fluorvodikovo kislino. Globino vdolbine kontroliramo interferometrično. Jedkanje traja nekaj minut; že po nekaj poskusih se posreči, da dobimo vdolbino zaželene globine. Drug način je ta, da izrežemo kolobar iz nekaj mikronov debele folije (n. pr. iz želatine ali nitroceluloze). Kolobar zalijemo z optično drugačnim sredstvom in ga stisnemo med dve stekleni ploščici. — Danes delajo fazne ploščice s katodnim naparjevanjem magnezijevega fluorida ali podobne snovi. Z dodatno na-



Sl. 13. Kristali natrijevega klorida (nD=1,5443), v tekočini z lomnim količnikom nD=1,5476. Povečava je 150-kratna, natrijeva luč, objektiv z numerično apreturo 0,40, pozitivni (temni) fazni kontrast. (Saylor et al., J. Opt. Soc. *40*, 330, 1950.)

paritvijo kovine naredijo, da kolobar delno absorbira. Kolobar je navadno tolik, da pokrije 15 do 20 % celotne odprtine (sl. 14).

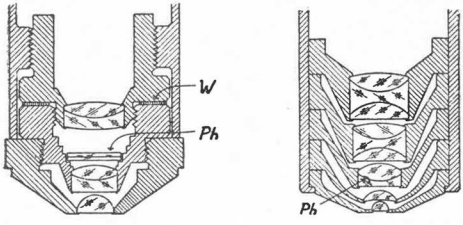
Nekaj sitnosti je z namestitvijo fazne ploščice. Pri večini mikroskopskih objektivov je zadnja goriščna ravnina še med lečami. Če je vmes kaj prostora, lahko namestimo ploščico, kot kaže sl. 15, levo. Včasih lahko vjedkamo ali naparimo kolobar na površino leče (sl. 15, desno). Danes pa ni več treba, da bi se posameznik s tem ukvarjal, ker večje optične tovarne (n. pr. Zeiss, Richter, Bausch & Lomb, Americal Optical Company) izdelujejo objektive z vgrajenimi faznimi ploščicami. Prav tako se dobe kondenzorji z vgrajenimi kolobarjastimi zaslonkami in tudi takšni, ki imajo več zaslonk na vrtljivi plošči. Zaslonko je treba centrirati, da njena slika natančno pokrije fazni kolobar. Pri tem si pomagamo s pomožnim mikroskopom, ki ga nataknemo namesto okularja in s katerim gledamo fazni kolobar.



Sl. 14. Fazna ploščica. Fazni kolobar je nekaj desetink mm do 1 mm širok in pokriva navadno 15 do 20% celotne odprtine.

Popoln fazni mikroskop s 4 objektivi stane v Ameriki okrog 1000 dolarjev. Evropske tvrdke imajo nižje cene. Dobe se tudi posamezni fazni objektivi, od f = 16 mm (lastna povečava 10 ×, num. apertura 0,25) pa do imerzijskega objektiva f = 1,8 mm (pov. 97×, num. ap. 1,25). Pri vsaki velikosti lahko dobiš več različnih stopenj svetlega in temnega faznega kontrasta. Posebej dobiš tudi kondenzor, ki ima 4 kolobarjaste zaslonke na vrtljivi plošči.

9. *Novosti v mikroskopiji.*[1] Zadnja leta se kar vrstijo iznajdbe na področju mikroskopije. Tudi pri faznem mikroskopu še iščejo izboljšave in prilagoditve za posebne namene. Nekaj takih novosti lahko omenimo:



Sl. 15. Levo: Vgraditev faznega kolobarja (*Ph*) v dveh različnih objektivih. Desno: Fazni kolobar je vjedkan na eno izmed leč.

Debelina faznega obroča je navadno tolikšna, da pri zeleni svetlobi premakne fazo za 90 °. Pri drugih barvah je premik drugačen. Kontrast ni za vse barve enak in pri uporabi bele svetlobe utegnejo zato nastati interferenčne barve. Vendar je ta efekt tako šibek, da ga navadno niti ne opazimo. Po drugi strani pa se odpira možnost, da efekt nalašč povečamo. Saylor, Brice in Zernike[2] so to izrabili in izdelali *metodo barvnega faznega kontrasta.* Fazno ploščico so sestavili iz materialov z različno disperzijo. Upajo, da bodo v posebnih primerih dosegli s to metodo več kot z navadnim faznim kontrastom.

Za opazovanje kovinskih površin preuredimo mikroskop tako, da imamo osvetlitev od zgoraj. Tudi pri faznem mikroskopu to lahko naredimo[3].

---

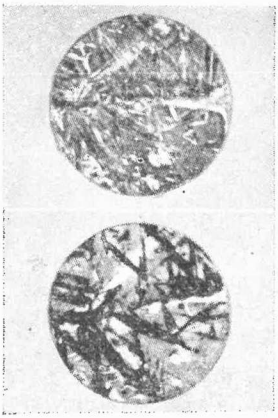
[1] To poglavje in del prejšnjega je povzeto po drugih virih.

[2] C. P. Saylor, A. T. Brice, and F. Zernike: Color Phase-Contrast Microscopy. J. Opt. Soc. Amer. *40,* 329 (1950).

[3] J. R. Benford an R. L. Seidenberg: Phase Contrast Microscopy for Opaque Specimens. J. Opt. Soc. Amer. *40,* 314 (1950).

Zelo pride prav to pri opazovanju gladkih površin, kjer imamo v odbiti svetlobi le majhne fazne razlike (sl. 16).

Kot že omenjeno, lahko s spreminjanjem faznega premika in absorpcije poudarimo kontraste v nekem delu predmeta. Želeti bi bilo, da bi mogli fazni premik in absorpcijo zvezno spreminjati in tako mikroskop sproti prilagoditi opazovanim podrobnostim predmeta. To so dosegli z mikroskopom *polanret*, pri katerem je fazna ploščica narejena iz polarizacijskega filtra.[4] Fazni obroč polarizira v eni smeri, okolica pa v pravokotni smeri; v debelini ni razlike. Pod fazno ploščico je dvolomna ploščica $\lambda/4$, ki ima glavne smeri zasukane za 45°. Pod kondenzorjem je vrtljiv polarizator, v okularju pa analizator. Dvolomna ploščica spremeni linearno polarizirano svetlobo v eliptično. Svetloba, ki jo prepusti fazna ploščica, je zopet linearno polarizirana, toda oba dela sta v fazi razmaknjena. Z vrtenjem polarizatorja lahko spreminjamo fazno razliko od —180° do +180°. Z analizatorjem pa lahko oslabimo direktni ali uklonjeni val in tako dosežemo kakršno koli stopnjo kontrasta. Nobeno izmenjavanje objektivov ni potrebno. Težave pri izdelavi takšne fazne ploščice še niso premagane. Mikroskop polanret se zato še ne izdeluje za prodajo.



Sl. 16. Brušena površina kaljenega jekla. Zgoraj: navaden posnetek. Spodaj: fazni kontrast. Oba posnetka sta bila napravljena z metalografskim mikroskopom tvrdke Bausch & Lomb.

Sl. 17. Kolodijska kožica v interferometrskem mikroskopu. Debelina kožice je 180 *A*, povečava 200-kratna. Prepognjena mesta dobro pokažejo odvisnost kontrasta od debeline.

Čisto nekaj drugega je *interferometrski mikroskop*, ki je nekakšna kombinacija interferometra in mikroskopa. Ideja ni prav nova, toda šele pred kratkim se je posrečila praktično uporabna konstrukcija.[5] Pri interferometrskem mikroskopu se s polprepustnimi zrcali razdeli vpadajoči snop v dva dela. Eden gre skozi preparat, drugi pa mimo njega skozi enakomerno debelo ploščico. Pred vstopom v objektiv se oba snopa zopet združita, tako da intereferirata. Osvetljenost slike je odvisna od razlike optičnih poti. Ta mikroskop nima napake »obrobljenih slik«, kot jo ima fazni mikroskop (sl. 17). Kontrast je tu zanesljivo merilo za optično debelino. Razlike v optični debelini nad 30 A se v takem mikroskopu že lahko razločijo. Preuredimo ga lahko tudi za osvetlitev od zgoraj, torej za opazovanje neprozornih predmetov.[6]

---

[4] H. Osterberg: The Polanret Microscope. J. Opt. Soc. Amer. *37*, 726 (1947).

[5] J. Dyson: An Interferometer Microscope. Proc. Roy. Soc. *204*, 170 (1950).

[6] J. Dyson: An Interferometer Microscope for Opaque Objects. Nature, *167*, 397 (1951).

MOJE IZKUŠNJE

O. H. Smith — priredil F. Šušteršič

(Konec)

Pri pouku je treba z učenci sodelovati. V neprisiljenem ozračju vzajemnega dajanja in sprejemanja si učenci snov usvojijo in jo res razumejo. Nekateri učitelji postavljajo učencem le kratka, bliskovita vprašanja; drugi jih izprašujejo po deset minut in jim s kimanjem in namigavanjem pomagajo dalje; tretji pa zahtevajo od njih dolgovezno obnovo, s katero dijak pogosto spretno zakriva svoje neznanje. Pri takem izpraševanju pa razred ne sodeluje in osnovni namen je tako izgubljen.

Ni vseeno, kakšna vprašanja postavlja učitelj. Danes se dobe dobro pretehtana vprašanja in smotrno izbrane naloge že kar v knjigi. Povprečen dijak se seveda vanje ne poglablja. Skuša le najti hiter odgovor na kak star, že preizkušen način. Ne gre mu za to, da bi sam našel pot do rešitve in bi pri tem ponovil zakone ali pravila, zaradi katerih je bila naloga dana. Dobro je, če reši profesor marsikatero nalogo na tabli sam. Že dolgo vrsto let delam tako. Razred mi pri tem pomaga. Včasih delam namenoma napake, izzivam nasprotja s fizikalnimi zakoni, sprejemam tudi napačne nasvete in peljem naloge v slepo ulico. Posrečena potegavščina rodi vselej obilen sad. Nekateri učitelji mrcvarijo vprašanja in naloge do onemoglosti in iščejo vse mogoče poti do rešitve in tako izgubljajo dragoceni čas. Toda naloge in vprašanja je treba skrbno izbirati. V tem pogledu je med učbeniki velika razlika. V nekaterih se zahteva od učenca samo to, da izgrebe iz knjige ali iz lastnega spomina primerno formulo in da vstavi vanjo števila. Prav nič se ne poudarja v takih knjigah, kako prideš do enačb, kdaj veljajo in kako so stvari med sabo povezane. Iz take knjige dijak ne more spoznati duha znanosti, vsebine znanstvene metode in njene ustvarjalne moči. Kdor si grmadi v možganih le fizikalne obrazce, konstante, nepovezana in nedoživeta dejstva, kdor le mehanično rešuje fizikalne probleme, bo kaj kmalu izgubil veselje in bo obupal. Neki dijak je takšno šolo opisal takole: »Sprva vliva profesor v nas, nato spet mi izlivamo iz sebe, in končno nam ostanejo prazne glave...«.

Izpraševanje bodi prilagojeno šolskemu delu. Vprašanja lahko prepletajo vso učno snov, lahko se znatno razlikujejo od tistih, ki so bila obdelana v šoli. Všeč so mi sestavljene naloge, v katerih odpira prvi del pot v naslednjega. Rešitev enega dela naloge šele omogoči rešitev celotne naloge. Kaj rado se zgodi, da se dijaku zablišče oči v žaru tihega zadovoljstva in zmagoslavja, ko reši nalogo. V naloge vnašam vedno kaj praktičnega, domačega ali celo šaljivega, pač nekaj takega, kar dijaka pritegne. Saj ste že gotovo opazili, da mnogi dijaki rajši še tako dolgo grebejo po spominu, kakor da bi se za nekaj trenutkov zbrali in stvar temeljito premislili.

Zaupanje vase in čut odgovornosti. V sodobni vzgoji je nemalo pozornosti vzbudilo navidezno pomanjkanje zaupanja vase in čuta odgovornosti pri mnogih dijakih. Res je, da so nekateri dijaki vsaj navidez brezbrižni do šole, da jih prav nič ne jezi, če nalog in vprašanj ne zmorejo brez tuje pomoči, da jim ne gre za to, ali stvar razumejo. Taki dijaki se zanašajo drug na drugega, na pismene zabeležke in na svoj spomin. Učitelj pa to brezbrižnost in nesamostojnost lahko uspešno preganja. Jaz

si pomagam takole: Vsak teden zastavim učencem po 3 naloge, tako da morejo ves teden premišljati in iskati rešitev. Že v začetku šolskega leta pa smo se dogovorili, da ne bodo nikogar prosili za pomoč in da bodo rabili le predpisani učbenik. Ko so naloge rešene, jih dijaki popravljajo drug drugemu. Naloge gredo iz roke v roko in vse se še enkrat temeljito pretrese. Ta način dela sili dijake k največji pazljivosti ter h kritičnemu tehtanju vsake besede. Tako navajam dijake na samostojno delo.

Ta učna metoda je pokazala marsikaj, kar naj posebej povem. Posamezni dijaki nimajo niti toliko zaupanja sami vase, kot bi ga jim prisodili njihovi učitelji. Nekaterim učencem se zdi sprva tak učni postopek smešen, kmalu pa spoznajo v njem odgovorno in resno delo. Učencem je treba poudarjati, da teorija, ki jo morajo temeljito razumeti, pojasnjuje brezštevilne probleme iz prakse. Izkušnja kaže, da je napredek mogoč in uspešen le tedaj, če smo si dodobra usvojili snov iz prejšnjih let. Na višji stopnji se odkrivajo vedno novi pogledi na prejšnjo snov in marsikaj dojamemo docela šele precej pozno. Videl sem, da mladi ljudje sicer zaupajo drug drugemu, a da so pri tem zelo kritični in občutljivi. Vem, da je za tak način študijskega dela potreben oster čut za čast in poštenost; toda mladina jemlje pogumno in s ponosom nase odgovornost. Pri tem mora učitelj skrbno paziti in v kali zatirati vse, kar bi lahko škodilo skupnosti ali posamezniku.

Naj končno še izpovem, da sem pri takem šolskem delu med mladino užil mnogo lepih in srečnih ur, bil sem vesel njihove pripravljenosti za naporno delo, njihovega poguma in čuta odgovornosti, pa tudi njihove nesebičnosti in ljubezni do predmeta in do učitelja.

* * *

Če pa premislimo, kaj je pravzaprav posebnega pri pouku fizike, da tako bistveno pomaga pri vzgoji, vidimo, da fizika ne vpliva samo z govorjeno ali pisano besedo kot drugi predmeti. Pri fiziki lahko pride učenec sam do izkušenj in spoznanj. Pri drugih predmetih je ta bistvena težava, da je učna snov odmaknjena; te težave fizika nima. Tu so stvari tako rekoč otipljive in ravno to je treba izkoristiti. Če ne, se lahko zgodi, da dobi učenec več fizikalnega vpogleda pri tem, ko si doma sam napelje hišni zvonec ali ko si sam zgradi radijski aparat, kot pa pri vsem pouku fizike v šoli. Učenca ne zanimajo naravni zakoni sami po sebi, ampak le, kako se ti zakoni pokažejo v resničnem svetu, ki ga sam doživlja. Tako dobi pravo razumevanje za to, kako slede naravni pojavi nekemu redu, in kako mora človek pri svojem delu ta red upoštevati in ga izkoristiti.

H. E. Timerding: Forschung und Unterricht.
Handbuch der Physik, I. Berlin 1926.

NOVICE

Ohranitev energije in gibalne količine pri Comptonovem sipanju

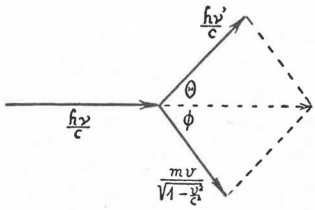
Kvant enobarvne svetlobe s frekvenco ν ima energijo $h\nu$ in gibalno količino $h\nu/c$. Comptonov efekt nastane zaradi prožnega trka med fotonom rentgenskih žarkov ali žarkov γ in elektronom. Svetlobni kvant odda del energije in gibalne količine elektronu. Zato se zmanjša frekvenca fotona. Zunanje elektrone atoma smatramo pri tem zaradi velike energije fotonov za proste delce, ki mirujejo. Vzemimo, da se pri trku odkloni foton od prvotne smeri za kot Θ, istočasno pa odleti elektron s hitrostjo v pod kotom Φ. Tir odbitega elektrona leži s smerjo vpadlega in s smerjo odklonjenega kvanta v isti ravnini.

Če vzamemo, da tudi tu veljata zakon o ohranitvi energije in zakon o ohranitvi gibalne količine, dobimo tele tri enačbe:

$$h\nu = h\nu' + mc^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)$$

$$\frac{h\nu}{c} = \frac{h\nu'}{c}\cos\Theta + \frac{mv}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\cos\Phi$$

$$0 = \frac{h\nu'}{c}\sin\Theta - \frac{mv}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\sin\Phi$$



Sl. 1

Prva enačba je za energijo, naslednji dve pa za obe komponenti gibalne količine.

Z eliminiranjem Φ in v in z uvedbo valovne dolžine dobimo zvezo med spremembo $\Delta\lambda$ in kotom Θ:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{2h}{mc}\sin^2\frac{\Theta}{2}$$

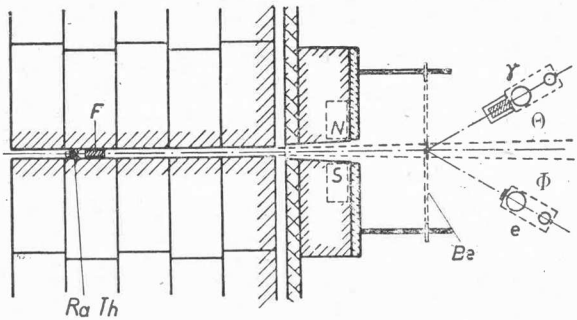
Če pa iz navedenih enačb eliminiramo v in ν', dobimo zvezo med obema kotoma:

$$ctg\,\Phi = \left(1 + \frac{h\nu}{mc^2}\right) tg\,\frac{\Theta}{2}$$

Veljavnost teh dveh enačb lahko preskusimo z eksperimentom. Na ta način lahko posredno ugotovimo, ali veljata zakona ohranitve energije in gibalne količine tudi za Comptonov efekt. Compton sam je leta 1923 spektralno preiskal rentgenske žarke, ki jih je sipal grafit. Izmeril je spremembo valovne dolžine prvotno enobarvne svetlobe v odvisnosti od smeri sipanja in potrdil veljavnost prve enačbe.

Veljavnost druge enačbe pa se je posrečilo potrditi šele pred kratkim. Poskus so naredili z žarki γ z energijo 2,62 MeV. Aparaturo za poskus kaže slika 2.

Ozek snop žarkov γ, ki jih oddaja preparat 195 mC radiotorija, pada na listič berilija z debelino 14 mg/cm². Žarki so filtrirani skozi 2 cm svinca (F v sliki). Odbiti elektron in odklonjeni foton zaznata števca. Namesto geigerskega števca so vzeli scintilacijski števec s kristalom antracena in z elektronsko pomnoževalko na fotokatodo 1P21. Iskali so, pri katerih legah števcev se dobijo koincidence. Največje število koincidenc so dobili takrat, ko sta bila oba števca s snopom vpadlih žarkov v isti ravnini in ko sta kota Θ in Φ zadoščala prej navedeni enačbi. Vrednost kota Φ, ki jo k danemu kotu Θ določa maksimum koincidenc, se ujema z izračunano vrednostjo do 1°. Maksimum ni oster zaradi sipanja elektronov v beriliju, nehomogenosti žarkov γ, končne širine in divergence snopa vpadlih žarkov in širine števca. H koincidencam ne prispeva le sipanje v beriliju, ampak tudi sipanje na stenah kolimatorja, v plinu in kozmični žarki. Magnet (N, S v sliki) na koncu kolimatorja odklanja elektrone, ki jih sipa cev in tako zmanjša število nezaželenih koincidenc.



Sl. 2.

Pri tej priliki so s posebno meritvijo določili tudi, kakšen utegne biti časovni presledek med sunkoma, ki jih dasta foton in elektron. Izkazalo se je, da je ta čas manjši od $1{,}5 \cdot 10^{-8}$ s, kolikršna je bila ločljivost koincidenčne naprave.

M. Švikaršič

W. G. Gross and N. F. Ramsey: The Conservation of Energy and Momentum in Compton Scattering. Phys. Rev. *80*, 929 (1950).

Novi prvini berkelij (97) in kalifornij (98)

Konec leta 1949 so na berkelejski univerzi v Kaliforniji pripravili in identificirali novo prvino z atomskim številom 97. Dva meseca pozneje je sledilo odkritje prvine z atomskim številom 98. Za prvo predlagajo ime *berkelij* (simbol Bk), za drugo *kalifornij* (Cf). Uspeh je zlasti pri odkritju kalifornija toliko pomembnejši, ker so bili eksperimenti za identifikacijo prvine ter za ugotovitev njegovih kemičnih in fizikalnih lastnosti napravljeni z nekaj tisoč atomi (nekako 10^{-18} g).

Priprave za pridobitev in dokaz berkelija so trajale več kot 4 leta. Najprej je bilo treba pridobiti zadostne množine americija, ki je služil kot tarča. Velika aktivnost americija je zahtevala temeljite izboljšave v tehniki manipulacij pri fizikalnih in kemičnih meritvah. Poleg tega je bilo treba poiskati metode, ki so omogočile hitro kemično izločitev nove prvine z ločitvenim faktorjem vsaj 1:10⁶.

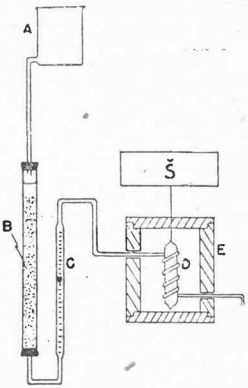
Americij 241 je mogoče dobiti v miligramskih množinah pri obsevanju plutonija 239 z nevtroni po reakcijah:

$$^{239}Pu\ (n, \gamma)\ ^{240}Pu,$$
$$^{240}Pu\ (n, \gamma)\ ^{241}Pu.$$

Plutonij 241 seva žarke β, ima razpolovno dobo 10 let in prehaja v americij 241. Berkelij pa dobijo tako, da obsevajo americij 241 s helijevimi jedri iz ciklotrona (okrog 30 *MeV*). Reakcija je naslednja:

$$^{241}Am\ (\alpha, 2\,n)\ ^{243}Bk.$$

Množina nastalega berkelija je zelo majhna v razmerju z americijem. Pri reakciji nastajajo zaradi jedrskih cepitev tudi redke zemlje. Za kemično izolacijo, ki je nujno potrebna za določitev fizikalnih in kemičnih lastnosti, pride v poštev kot edina metoda jonska izmenjava. Metoda je znana, odkar je z njo prvič uspelo na dokaj preprost način ločiti redke zemlje. Prvine adsorbirajo na ionskem izmenjalcu. Največkrat so to polimerizirani aromatski ogljikovodiki, ki vsebujejo proste kislinske skupine (COOH, SO_3H itd.). Kationi se izmenjavajo z vodikom proste kislinske skupine. Praktično naredijo to tako, da precejajo raztopine skozi kolone, ki so napolnjene z zdrobljenim izmenjalcem. Posamezne prvine se adsorbirajo v različnih višinah, kar je odvisno predvsem od njihovega ionskega radija. Pri adsorpciji je ločitev med posameznimi prvinami še sorazmerno majhna. Močno se poveča s poznejšim izpiranjem adsorbiranih ionov iz smole s tamponskimi raztopinami. V berkelijevem primeru so uporabili za adsorpcijo izmenjalec Dowex 50, to je polimer s prostimi sulfonskimi skupinami, za izpiranje pa zmesi amonijevega citrata in citronske kisline s $p_H = 3{,}5$. Radioaktivnim prvinam lahko s števnimi cevmi sledimo na njihovi poti skozi izmenjalec, ali pa ugotovimo, kdaj izstopijo na koncu kolone (slika 1).



Sl. 1. Naprava za ločitev prvin z ionsko izmenjavo. A — posoda za raztopino. B — kolona z izmenjevalcem. C — merilnik toka. D — števna cev; okoli nje je navita cev, po kateri teče raztopina. E — svinčeni ščit. Š — števna naprava. (Anal. Chemistry *21*, 1949.)

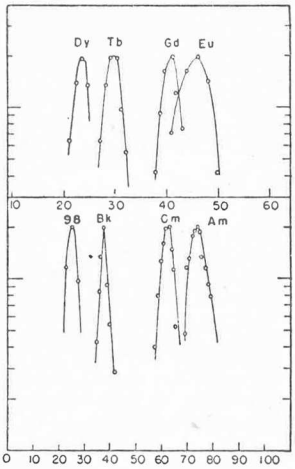
Kalifornij dobijo na podoben način kot berkelij, le da kot tarčo uporabljajo kirij 242. Ta izotop je mogoče dobiti le v mikrogramskih množinah iz americija 242, ki seva žarke β in prehaja z razpolovno dobo 160 dni v kirij 242. Kirijeva aktivnost tisočkrat presega americijevo, zato je delo z njim še težje. Reakcija nastanka kalifornija je sledeča:

$$^{242}Cm\ (\alpha, 2n)\ ^{244}Cf.$$

Postopki za ločitev in identifikacijo so podobni metodam, uporabljenim pri berkeliju.

Fizikalne lastnosti novih prvin so sledeče: berkelij 243 ima razpolovno dobo $4{,}6 \pm 0{,}2^h$ in razpada predvsem z ujetjem elektrona (razpad K), deloma pa s sevanjem žarkov α, ki imajo energijo okrog 6,5 MeV. Reakcijski presek za nastanek ^{243}Bk po zgornji reakciji je približno 10^{-26} cm^2. Kalifornij 244 ima razpolovno dobo okrog 45^m in razpada vsaj delno s sevanjem žarkov α. Reakcijski presek za njegov nastanek je približno $3 \cdot 10^{-27}$ cm^2.

Množina novih prvin je bila premajhna, da bi mogli njune kemične reakcije direktno opazovati in jima tako določiti valence. Ugotovili so jih z dodajanjem nosilcev, t. j. stabilnih izotopov tistih znanih prvin, za katere so pričakovali, da bodo z novima prvinama sorodne. Pri berkeliju je bilo skoraj gotovo, da bo trivalenten in soroden redkim zemljam ter morda štirivalenten in v tej oksidacijski stopnji soroden cirkonu. Dodali so torej aktivni raztopini berkelija nekaj lantanove soli in ugotovili, da aktivnost sledi reakcijam lantanidov. Po močni oksidaciji je berkelijeva aktivnost sledila cirkonovim reakcijam. Berkelij ima torej glavno valenco III, le pri močni oksidaciji postane štirivalenten (oksidacijsko-redukcijski potencial III → IV je okrog —1,6 V). V trivalentnem stanju je homologen redki zemlji terbiju. Pri kaliforniju so na enak način ugotovili, da je trivalenten, oksidacija do valence IV pa se ni posrečila. Homologen je disproziju.



Sl. 2. Krivulje izpiranja lantanidov in aktinidov iz izmenjalca Dowex 50 s citratnim tamponom. Abscisa: število kapljic. Ordinata: koncentracija prvine.

Berkelij in kalifornij sta osmi in deveti člen v skupini prvin, ki je homologna lantanidom. Pri začetnih členih nove skupine, toriju, protaktiniju in uranu so značilnosti skupine še zelo nejasne. Šele pri neptuniju se je pokazalo, da je zelo podoben uranu in da se razlikuje od renija, kateremu bi moral biti soroden, če upoštevamo staro razporeditev težkih prvin v periodnem sistemu. V literaturi najdemo različne predloge za ime skupine, n. pr.: uranidi, toridi, protaktinidi in aktinidi, zaradi deljenih mnenj o tem, s katero prvino se skupina pričenja. Skoraj gotovo se bo uveljavilo ime aktinidi, ker je uspelo v zadnjih letih zbrati dovolj eksperimentalnih podatkov, ki vsi kažejo, da je prototip nove skupine aktinij. Poizkusi z berkelijem in kalifornijem prepričevalno podpirajo to domnevo. Krivulje, ki predstavljajo časovni potek izpiranja nekaterih lantanidov (evropija, gadolinija, terbija in disprozija) ter aktinidov (americija, kirija, berkelija in kalifornija) so popolnoma analogne. Zlasti lepo vidimo presledek med terbijem in gadolinijem pri lantanidih ter med berkelijem in kirijem pri aktinidih. Pri terbiju se namreč elektronska lupina 4 f, v katero vstopajo elektroni pri prvinah od lantana dalje, napolni do polovice. Podobno se napolni pri kiriju do polovice elektronska lupina 5 f. Kirij in berkelij sta torej srednja člena aktinidne skupine. Pri polovični napolnitvi teh dveh lupin ionski radij močneje naraste, kar ima za posledico večjo razdaljo med krivuljami izpiranja (slika 2). Naraščajoča podobnost novih prvin z aktinijem, kakor tudi homolognost med lantanidi in ustrezajočimi aktinidi, ki postaja tem bolj vidna, čim dalje gremo od torija proti kaliforniju, opravičujeta razporeditev aktinidov pod redke zemlje. Glavna razlika med obema skupinama je v tem, da ima večina doslej znanih aktinidov (U, Np, Pu, Am, Cm) mnogo večje število valenc kot nad njimi stoječi lantanidi in je zato slika njihovih kemičnih lastnosti bolj pestra. Ta razlika ima svoj vzrok v rahlejši vezavi in slabši zaščiti elektronov 5 f v primeri z elektroni 4 f.

Tabela lantanidov in aktinidov

	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	71
Lantanidi	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy . . .	Lu
	138.92	140.13	140.92	144.27	147	150.43	152.0	156.9	159.2	162.46	174.99
	3	3, 4	3, 4, (5)	3, (4)	3	(2), 3	(2), 3	3	3, 4	3	3
	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	
Aktinidi	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	
	227.05	232.12	231	238.07	237	239	241	242	243	244	
	3	(3), 4	(3), (4)	3, 4	3, 5, 4	3, 4, (5)	(2), 3, (4)	3	3, 4	3	
			5	(5), 6	6	6	(5), 6				

Tabela podaja za vsako prvino atomsko število, simbol, atomsko maso in valence. Navedena je atomska masa naravne prvine, pri umetnih pa masa najbolj dolgoživega izotopa. V oklepajih navedene valence so redke in nestabilne.

L. Kosta

1. S. G. Thompson, A. Ghiorso, G. T. Seaborg: The New Element Berkelium (Atomic Number 97). Phys. Rev. 80, 781 (1950).
2. S. G. Thompson, K. Street Jr., A. Ghiorso, T. Seaborg: The New Element Californium (Atomic Number 98). Phys. Rev. *80*, 790 (1950).
3. G. T. Seaborg: Place in the Periodic System and Electronic Structure of the Heaviest Elements. Nucleonics 5, No. 5, p. 16 (1949).

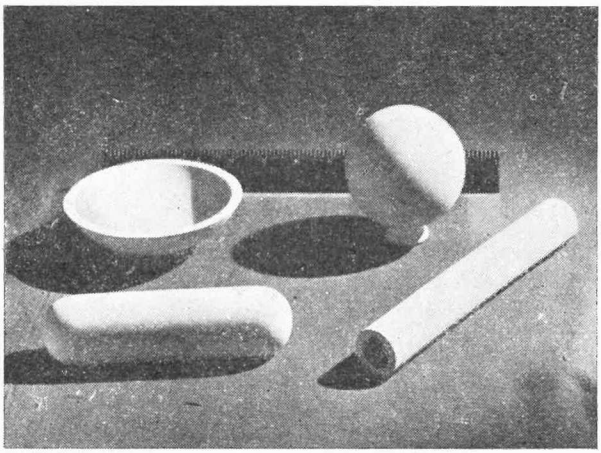
Ultrazvočni izvori iz feroelektrične keramike

Za večino snovi je dielektrična konstanta res konstanta in ima vrednosti od 1 do 10. Pri barijevem titanatu ($BaTiO_3$) je pa dielektrična konstanta odvisna od električne poljske jakosti in dobi lahko vrednosti do 5.000 in več. Če nanašamo v diagramu polarizacijo barijevega titanata v električnem polju v odvisnosti od poljske jakosti, dobimo histerezno zanko. Barijev titanat se vede v električnem polju podobno kot železo v magnetnem. Pravimo, da je *feroelektričen*. Takih snovi je malo znanih. Feroelektrične lastnosti so odkrili prvič pri Seignetteovi soli (kalijev natrijev tartrat) leta 1921 (J. Valasek, Phys. Rev. *17*, 475, 1921), pri sekundarnem kalijevem fosfatu in arsenatu leta 1935 (G. Busch, P. Scherrer, Naturwiss. *23*, 737, 1935). Feroelektrične lastnosti barijevega titanata pa so znane od leta 1943 dalje.

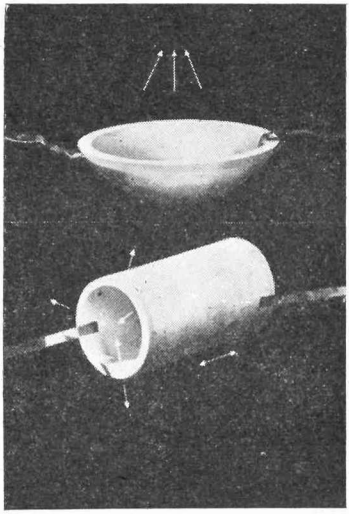
Barijev titanat se v električnem polju polarizira in obdrži nekaj polarizacije še potem, ko ga vzamemo iz električnega polja. Pojav je analogen magnetni remanenci. Polariziran barijev titanat pa je tudi piezoelektričen. To velja za posamezne kristale kakor tudi za keramiko, ki je zgrajena iz mikrokristalov. Tako imamo novo snov s piezoelektričnimi lastnostmi, ki jo lahko uporabljamo za iste namene kot druge doslej znane piezoelektrične snovi, na primer kristale kremena in Seignetteove soli. Ti kristali se mnogo uporabljajo za mikrofone, slušalke, gramofonske doze, za ultrazvočne izvore in sprejemnike ter za stabilizacijo visokih frekvenc.

Vendar ima feroelektrična keramika pred temi veliko prednost. Ploščica kremena, ki je izrezana iz kristala, se lahko krči in razteza samo v eni smeri, v smeri osi kristala. Feroelektrično keramiko pa lahko polariziramo v katerikoli smeri hočemo. V isti smeri se bo keramika krčila

in raztezala v električnem polju. Keramiki lahko damo poljubno obliko in ji s polarizacijo v električnem polju lahko vtisnemo poljubno smer raztezanja, na različnih mestih različno. To pa je za uporabo feroelektrične keramike za ultrazvočne izvore zelo važno. Saj lahko na ta način koncentriramo zvočno energijo na nekem mestu. Krogelna lupina na sliki 2 ima na obeh površinah vžgano srebro, ki služi za kondenzatorski elektrodi. Če damo nanje izmenično frekvenco, niha keramika v radialni smeri. V središču lupine dobimo zvočno polje, ki je mnogo močnejše od polja pred lupino. Po-



Sl. 1.



Sl. 2.

dobno dobimo lahko z valjem iz feroelektrične keramike močno zvočno polje v osi valja, kar je za nekatere uporabe zelo zaželeno.

Feroelektrično keramiko izdeluje tvrdka *The Brush Development Company, Cleveland 14, Ohio, USA* v obliki cevi, votlih in polnih krogel (sl. 1). Okrogle plošče izdelujejo s premerom od 1 cm do 5 cm za različne frekvence od 200 do 5.000 kHz. Cena za posamezne velikosti je od 6 do 15 dolarjev za kos. Keramika se lahko uporablja do 90° C. Pri višji temperaturi se poslabša remanentna polarizacija. Pri temperaturah nad 120° C pa barijev titanat sploh izgubi feroelektrične lastnosti (Curieva temperatura). Lastna frekvenca posameznih primerkov ni posebno natančna; njen temperaturni koeficient je do 0,5 % na ° C. Zato feroelektrična keramika ni uporabna tam, kjer so zaželene že v naprej natančno dane vrednosti frekvence.

Feroelektrična keramika je trda kot kremen, torej mnogo trša od Seignetteove soli. Piezoelektrični efekt je močnejši kot pri kremenu, tako da zadoščajo na elektrodah precej manjše napetosti. Zaradi velike dielektrične konstante ima tudi kot ultrazvočni sprejemnik marsikje prednosti pred kremenom. Ker so novi ultrazvočni izvori veliki v primeri z dosedanjimi in je možno zbrati zvočno energijo na manjšem mestu, obetajo novo uporabo ultrazvoka.

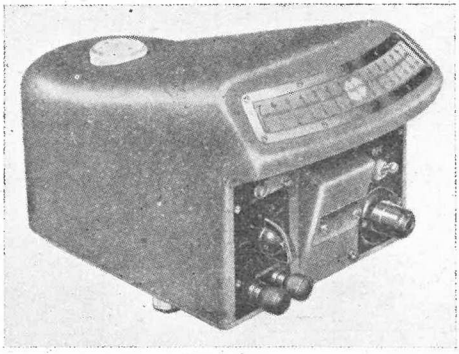
A. Moljk

A. v. Hippel, Ferroelectricity, Domain Structure, and Phase Transitions of Barium Titanate. Rev. Mod. Phys. *22*, 1950.

NOVI INSTRUMENTI

Galvanometer s svetlobnim kazalcem

Pri laboratorijskih meritvah se uporabljajo zaradi nekaterih prednosti že dalj časa galvanometri s svetlobnim kazalcem. S svetilom in s primerno optiko upodobimo režo preko vrtljivega zrcalca, pritrjenega na tuljavici instrumenta, na prosojno merilo. Optični del, galvanometer in skala so bili doslej nameščeni večinoma ločeno. Sedaj pa izdelujejo nekatere tvrdke galvanometre s svetlobnim kazalcem v eni sami, prenosni enoti.

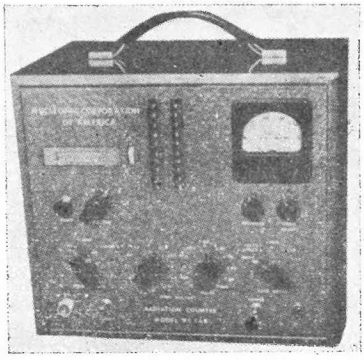


Galvanometer s svetlobnim kazalcem tvrdke Pye & Co.

Slika prikazuje tak instrument, ki je izdelek tvrdke W. G. Pye & Co., Cambridge, Anglija. V sredini sprednje stene je pritrjena lahko dostopna, 4 voltna žarnica. Galvanometer je v zadnjem delu ohišja. Dobro se vidi vijak, s katerim moremo zasukati galvanometer tako, da pride ničlišče na začetek ali na sredino skale. Svetlobni kazalec je dolg 20 cm. Občutljivost instrumenta je pri različnih izvedbah med $6{,}5 \cdot 10^{-8}$ A in $5{,}5 \cdot 10^{-9}$ A na 1 mm odklona na skali. S pretikalom na levi spreminjamo merski obseg. Nihajna doba galvanometra je 2 sekundi. Instrument je velik $19 \times 29 \times 16$ cm in stane okrog 60 dolarjev.

M. Kac

Instrument za merjenje radioaktivnosti



Instrument za merjenje radioaktivnosti, ki ga izdeluje tvrdka Nucleonic Corporation.

Pred kratkim je začela tvrdka The Nucleonic Corporation of America, Brooklyn, N. Y. izdelovati instrument z zaznambo R C1, ki je namenjen za delo z geigersko cevjo. Zato daje stabilizirano napetost, ki se da spreminjati od 300 do 2500 V. Sunke odšteje v dekadičnem sistemu: do 100 z elektronskim delilnikom, stotice pa z mehanskim števcem. Na sprednji strani ohišja vidimo v zgornjem levem kotu skalo mehanskega števca, poleg nje pa dve vrsti po deset tlivk, ki zaznamujejo enice in desetice. Vgrajen je tudi poseben električni krog, integrator, ki meri povprečno število sunkov na enoto časa in ima obsege 500, 5000 in 50 000 sunkov na minuto. Z instrumentom je mogoče prešteti sunke v določenem časovnem razmaku in narobe, izmeriti čas, ki je potreben, da nastane v cevi neko naprej določeno število sunkov. Velikost instrumenta je $32 \times 25 \times 22$ cm. Cena je okrog 500 dolarjev.

Č. Zupančič

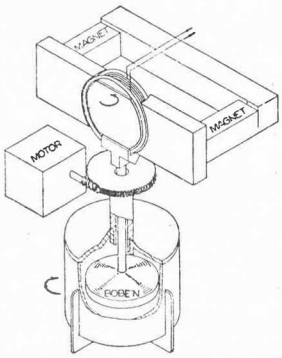
Rotacijski viskozimeter z direktnim odčitavanjem

Rotacijski viskozimeter ni nov instrument. Že konec prejšnjega stoletja je napravil Couette svojega, pozneje še Hatschek in drugi. Tudi možnost direktnega odčitanja ni nova. Nova je pri »Electroviscometru« firme Ficher samo električna kompenzacija zasuka in pa tehnično pripravna oblika ter združitev s termostatom.

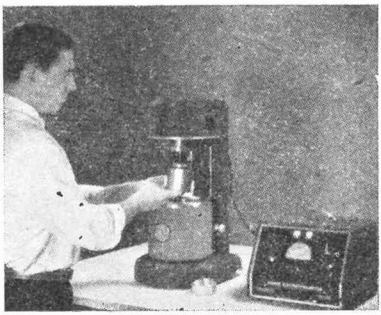
Omenjeni viskozimeter je namenjen za merjenje viskoznosti tekočin, za katere velja Newtonov zakon viskoznosti (upor je sorazmeren strižni hitrosti). Merjeno tekočino damo v valjasto posodo, ki se vrti s stalno hitrostjo okoli navpične osi.

Vrtilni moment se prenaša po viskozni tekočini na notranji valj, ki je potopljen vanjo. Kompenziramo ga s tokom, ki teče skozi tuljavo v magnetnem polju. Sistem je prav tak kot pri instrumentu z vrtljivo tuljavo (sl. 1). Vrtenje tuljave je mehanično omejeno. Za opazovanje njene lege ima tuljava namesto kazalca dva para kontaktov, ki sklepata dve kontrolni žarnici.

Kompenzacijski tok, ki je proporcionalen koeficientu viskoznosti, merimo z ampermetrom, ki ima skalo kar v centipoisih v štirih območjih 0 — 20, 0 — 50, 0 — 200, 0 — 500 cP. Za razširjenje območja sta dodana še dva tanjša notranja cilindra, ki povečata območje na desetkratno in stokratno vrednost, tako da je zgornja meja 50 000 cP. Po podatkih firme je natančnost 1 %. Za potrebno stalnost temperature skrbi termostat za temperaturo do 110° C. Ta vsebuje 800 ml termostatske tekočine, katere temperaturo drži z 250 watnim grelcem na pol stopinje stalno.



Sl. 1.



Sl. 2.

Kakor je razvidno iz sl. 2 ima aparat dva dela. Eden vsebuje oba valja; zunanjega vrti sinhronski motor, notranji pa je vezan na vrtljivo tuljavo. Termostat je premičen v navpični smeri. Drugi del vsebuje stabilizator za omrežno napetost in ampermeter. Na ohišju je gumb za spreminjanje toka in žarnici, ki kontrolirata ničelno lego tuljave.

Glavna prednost opisanega viskozimetra je enostavno in hitro merjenje ter skoraj direktno odčitavanje. Po ustalitvi temperature traja meritev samo 20 sekund. Ugodno je tudi precej široko temperaturno območje. Natančnost temperature pa se zdi premajhna. Instrument je uporaben tam, kjer je na razpolago dovolj tekočine (125 ml). Merimo lahko samo pri enem gradientu hitrosti.

Naslov: Fisher Scientific Co., Pittsburgh, Pa., USA. Cena 525 dolarjev.

D. Leskovšek

Elektronski mikroskop EMT

Tvrdka RCA je izdelala lani novo vrsto elektronskega mikroskopa z označbo EMT. Novi mikroskop ima to posebnost, da ima za magnetne leče permanentne magnete. Zato je manjši, enostavnejši in delo z njim je lažje kot pri dosedanjih velikih mikroskopih. Pri teh je potrebno namreč natanko stabilizirati napetost za električne leče, oziroma tok za magnetne leče. Z novim modelom nudi tvrdka ugodnosti elektronske mikroskopije industriji in medicini v veliko večjem obsegu, kot je bilo to možno do sedaj.

Model EMT ima dve leči, objektiv in projekcijsko lečo, ki v celoti povečata objekt 3 000 krat. Ker je z dano kombinacijo leč določena povečava, izdeluje RCA za ta mikroskop posebej še dve kombinaciji leč za 1500 kratno in 6 000 kratno povečavo, da s tem poveča uporabnost mikroskopa.

Ločljivost elektronskega mikroskopa EMT je okrog 100 Å in je slabša kot pri velikih mikroskopih, je pa še vedno okoli 20 krat boljša kot pri najboljših optičnih mikroskopih. Pri direktnem opazovanju slike na fluorescenčnem zaslonu niti ne izrabimo popolnoma zmogljivosti elektronskega mikroskopa, ker je slika premajhna. Nove podrobnosti nam da še kasnejša povečava fotografije. Tako se doseže koristna povečava do 40 000 krat. EMT ima fotografsko kaseto za dve plošči že vgrajeno. Elektronski snop pada pri ekspoziciji direktno na fotografsko ploščo. Osvetlitev traja 1 do 3 sekunde. Pri izmenjavi plošč ni potrebno evakuirati vsega mikroskopa, temveč samo kaseto, in traja zato izmenjava plošč le nekaj sekund. Ker se tudi objekt lahko menja, ne da bi bilo treba spustiti zrak v mikroskop, poteka slikanje preparatov hitro, kar je važno predvsem za industrijsko uporabo. Objektni nosilec omogoča hitro menjavo objektov in je gibljiv v dveh smereh, tako da lahko izrabimo 36 odprtin od 200, kolikor jih ima celotna mrežica nosilca.

EMT ima pospeševalno napetost 50 kV, ki zadostuje za raziskave odtiskov površin v metalurgiji ter za preiskave tkiv in mikroskopskih rezov v medicini in biologiji.

Elektronski mikroskop ima poleg večje ločljivosti še eno prednost pred optičnim, ki je važna pri preiskavi tkiv in odtiskov: EMT upodobi ostro na zaslon sloj debeline 10 mikronov, kar je okrog 150 krat več kot pri optičnem mikroskopu. Tako globinsko ostrino imajo elektronski mikroskopi zaradi ozkih elektronskih šopov.

EMT je tudi po zunanji obliki tak, da je z njim lahko delati. Instrument je prenosen in neobčutljiv za običajne tresljaje v laboratoriju. Poleg samega mikroskopa, v katerem je že vgrajena vakuumska črpalka, so še tri enote: visokonapetostna enota, kontrolna eno-

Elektronski mikroskop EMT tvrdke RCA.

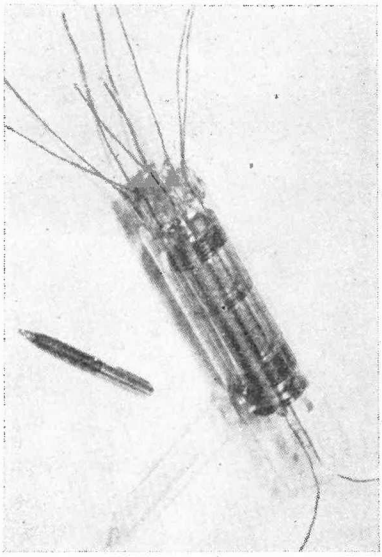
ta in predvakuumska črpalka. Celotna naprava tehta 120 kg. Velikost mikroskopa je razvidna s slike. Po vključitvi predvakuumske črpalke je mikroskop čez 25 minut pripravljen za mikroskopiranje. Čeprav je EMT enostavnejši in manjši od prejšnjih mikroskopov, pa je cena še vedno visoka — 9 000 dolarjev.

Naslov: Radio Corporation of America, RCA Victor Division, Camden, New Jersey, USA.

M. Čopič

Masni spektrometer na hitrostno zbiranje

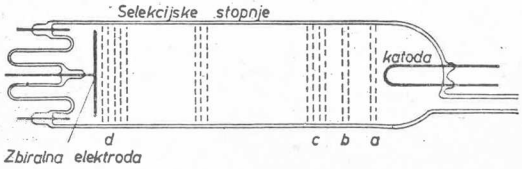
Običajni masni spektrometri ločijo posamezne elemente oziroma izotope z odklonom v električnem in magnetnem polju. Pred dvema letoma je pa predlagal H. Bennett v National Bureau of Standards, Washington, nov način ločitve ionov po tem, kakšno hitrost dosežejo v električnem polju. V Bennettovi spektrometrski cevi je več primerno razmeščenih mrež, kakor kaže slika. Cev napolnimo s plinom, ki ga hočemo analizirati. Pritisk plina ne sme biti večji kot 10^{-4} tora, da je prosta pot ionov večja od dimenzij cevi. Potrebne ione dobimo s trki med elektroni in molekulami plina. Elektrone oddaja kurjena katoda (5A—15W). Na poti do mrež a, ki imata majhen pozitiven potencial, dobe elektroni dovolj veliko hitrost, da ionizirajo plin v prostoru med mrežami a in b. Nastale pozitivne ione pospešuje polje med mrežami b in c, ker ima mreža c negativno napetost napram mreži b. Ioni, ki imajo različne mase, dobe tu različne hitrosti. Elektrone, ki jih ne potrebujemo več, pa to polje zadrži. Tako daje prvi del cevi — to je ionski izvor — ione vseh elementov, ki so v plinu, in sicer vsako vrsto ionov z različno hitrostjo.



Sl. 1. Bennettov masni spektrometer

Nato gredo ioni najprej skozi skupino treh mrež, ki so blizu skupaj. Krajni dve mreži imata stalen potencial. Na srednjo mrežo pa damo izmenično napetost amplitude 5V in frekvence do 10 Mc/s. Zato imata izmenični polji v obeh delih med mrežami nasprotno smer. Ion, ki leti skozi ti dve izmenični polji, dobi ali izgubi nekaj kinetične energije. To je odvisno od trenutka, v katerem prileti ion v polje, in od hitrosti iona. Najbolj se pospešijo ioni, ki lete skozi srednjo mrežo ravno v trenutku, ko izmenični polji zamenjata svoj znak. Poleg tega pa morajo imeti tako hitrost, da naredi polje približno ¾ nihaja v času, ki ga rabi ion za prelet razdalje med prvo in zadnjo mrežo. Ker je hitrost iona odvisna od njegove mase, se pri dani frekvenci najbolj pospeše samo ioni določene mase. Pri izstopu iz prve skupine mrež imajo največjo kinetično energijo ioni, ki imajo pravilno maso in so v pravem trenutku prileteli v izmenično polje. To je samo majhen del ionov s pravilno maso. Skupino teh mrež imenujemo

selekcijsko stopnjo. Ves postopek se ponovi na drugi in tretji selekcijski stopnji. Razdalja med selekcijskimi stopnjami je tako izbrana, da napravi izmenično polje v času, ki ga potrebuje ion, da pride od prve selekcijske stopnje do druge, celo število nihajev. Ione, ki jih je najbolj pospeševala prva stopnja, pospešujeta tudi druga in tretja. Selekcija je vedno večja. Med selekcijskimi stopnjami ni napetosti.



Sl. 2. Shema masnega spektrometra.

Končno zbere ione zbiralna elektroda, ki ima tako visoko pozitivno napetost, da prestreže samo ione z največjo kinetično energijo. To so ioni določene mase pri dani frekvenci polja. Ionski tok na zbiralni elektrodi je sorazmeren množini plina v cevi. Sestavo plina določimo z meritvijo frekvenc izmeničnega polja, pri katerih dobimo tok skozi zbiralno elektrodo. Vendar je določitev mas natančna samo do 6 %. Zato je spektrometer uporaben samo za določitev lažjih elementov do mase 40. Posameznih izotopov z njim seveda ne moremo ločiti. Pač pa lahko ugotovimo zelo majhne količine kakega plina, na primer 1 del helija v 200 000 delih zraka. Pred zbiralno elektrodo je mreža d, ki ima negativen potencial, ki preprečuje dostop morebitnim elektronom do zbiralne elektrode.

Bennettove masne spektrometre izdeluje tvrdka General Electric Co., Schenectady 5, N. Y., USA.

P. Gosar

* * *

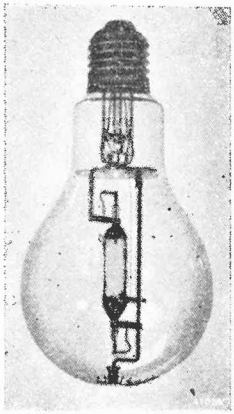
Ni še dolgo tega, kar smo govorili o geniju v zakotni izbi, misleč, da je to zanj prava okolica, v kateri lahko uspeva. O nekem slavnem predsedniku angleške družbe Royal Society pripovedujejo tale dogodek: Ko ga je obiskal neki profesor s kontinenta in si želel videti njegov laboratorij, ga je predsednik prosil, naj kar počaka v sobi; čez čas mu je sam prinesel na pladnju ves laboratorij. Mnogo velikih raziskovalcev je zraslo v tej dobi — Faraday, oba Curieja, Thomson, Rutherford, Raman — in ji dalo svoj čar. Precej po pravici pravijo, da je bila to doba nitk in pečatnega voska. Danes pa je postala muza znanosti za večino od nas malo preveč prevzetna, da bi ji še lahko dvorili v tako preprosti okolici. Veliki laboratoriji, izdatna oprema in navdušene delavne skupine — to je najmanj, kar se zdi, da jo zadovolji.

K. S. Krishnan, ob otvoritvi Indijskega fizikalnega instituta, januarja 1950.

Poskusi z živosrebrno svetilko

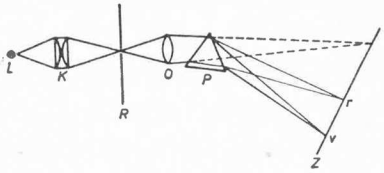
S temi vrsticami bi »Obzornik« rad opozoril na živosrebrno svetilko, ki je vsestransko uporaben vir svetlobe in je zelo prikladna za nekatere šolske poskuse. V naslednjem bomo opisali nekaj poskusov s to svetilko.

Visokotlačno živosrebrno svetilko izdelujejo različne tvrdke. Za šolske namene je prikladna Philipsova svetilka HP 80 W (sl. 1), za katero veljajo spodaj navedeni podatki. Prav podobna pa je n. pr. Osramova HgQ 300.



Sl. 1. Živosrebrna svetilka HP 80 W (iz Oranje: Gasentladungslampen).

Bistveni del svetilke je cevka iz kremenovega stekla, ki prepušča ultravijolične žarke in se ne zmehča pri temperaturah do 800 ° C. Cevka je vgrajena v stekleno hruško. V cevki je poleg kapljice Hg še nekaj argona, ki pomaga pri vžigu. Na konceh cevke sta glavni elektrodi, na enem koncu pa je pri strani še pomožna elektroda, ki je vezana preko upora z nasprotno glavno elektrodo. S pomožno elektrodo sprožimo praznjenje. Živosrebrno svetilko priključimo na izmenično napetost 220 V. Ne smemo je priključiti direktno, ker ima negativno karakteristiko. Zaporedno v krog je treba vezati ali dušilko, ali pa predupor. Ustrezne dušilke izdeluje tvrdka sama. Če dušilke nimamo, si lahko pomagamo s preduporom (približno 150 Ω); naredimo ga n. pr. iz ca. 10 metrov 0,35 mm debele žice cekas, ki jo navijemo na šamotno palico. — Svetilka ugasne v vsaki periodi dvakrat; če vežemo v krog predupor, je čas teme daljši, kot če vežemo dušilko. Živosrebrna svetilka ne zagori takoj po priključitvi s polno svetlobo. Počakati je treba, da v cevki kapljica živega srebra izhlapi, kar traja nekaj minut; pri tem narasteta tlak do 20 atm, temperatura na steni pa do 800 ° C; v notranjosti cevke je temperatura še višja. Skozi svetilko teče efektivni tok 0,8 A, moč je 80 W, svetlobni tok pa 3000 lm; ne sveti vsa prostornina cevke, ampak le 2 do 4 mm debel steber. Po izključitvi svetilke ne moremo takoj spet prižgati, ker se je zaradi naraslega tlaka vžigna napetost povečala. Počakati je treba, da se živosrebrne pare kondenzirajo. Pogosto vključevanje in izključevanje krajša svetilki življenje.



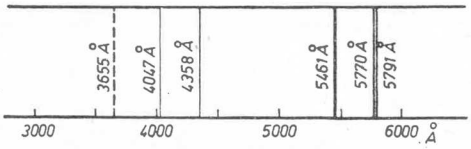
Sl. 2. Projiciranje spektra (shema namestitve). Črke pomenijo: L svetilo, K kondenzor, R reža, O objektiv, P prizma, Z zaslon. Prikladno je, da ima kondenzor goriščno razdaljo 10 do 15 cm, objektiv pa 20 do 30 cm.

Steklena hruška se sme brez škode odstraniti. To lahko sami naredimo: vrat hruške zarazimo s pilo in se raze dotaknemo z razbeljenim koncem steklene palčke, pri čemer hruška poči.

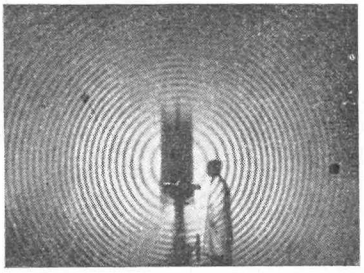
Z živosrebrno svetilko pokažemo črtast spekter; porabimo jo kot vir enobarvne svetlobe za interferenčne poskuse; z njeno ultravijolično

svetlobo vzbudimo fluorescenco; njeno utripanje pa izkoristimo pri stroboskopskem štetju vrtljajev.

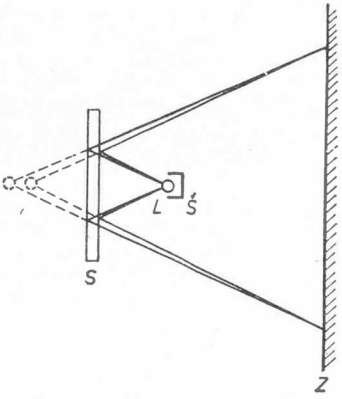
Spekter živosrebrne svetilke pokažemo tako kot druge spektre (sl. 2): S kondenzorjem upodobimo svetilo na režo, objektiv pa upodobi režo na bel zaslon ali kar na steno. Ko smo naravnali objektiv tako, da dobimo na zaslonu ostro sliko reže, postavimo pred objektiv prizmo ali uklonsko mrežo. Prizma razkloni svetlobo, na zaslonu dobimo sliko reže v posameznih barvah spektra. Poskus lahko naredimo še bolje brez kondenzorja, če moremo dati režo dovolj blizu k svetilu. Če je svetlejši steber živosrebrne svetilke dovolj ozek, še reže ne potrebujemo; z objektivom upodobimo kar steber na zaslon. V spektru živosrebrne svetilke dobro vidimo rumeno (5770 + 5791 A), zeleno (5461 A) in modro (4358 A) črto (sl. 3). Na fluorescirajočem zaslonu (papir, namočen v raztopino fluoresceina) se vidita tudi vijolična črta 4047 A in ultravijolična 3655 A.



Sl. 3. Spekter živosrebrne svetilke.


Sl. 4. Interferenčna slika, ki jo dobimo z odbojem na sljudni plošči (iz Pohl: Optik).

Interferenco svetlobe najlepše pokažemo z odbojem na sljudni ploščici (debelina 0,02 do 0,04 mm). Žarki, ki se odbijejo na sprednji in zadnji strani ploščice, interferirajo, na zaslonu dobimo svetle in temne kolobarje v barvah živosrebrnega spektra (sl. 4). Dva do tri metre od zidu postavimo svetilko, ki jo s pločevinastim ščitom zasenčimo tako, da na steno ne pada svetloba direktno. S sljudno ploščico, ki jo držimo pred svetilko v razdalji 3 do 8 cm, odbijemo žarke na zaslon (sl. 5). Za ta poskus je treba hruško odstraniti, ker sicer senca ščita zakrije kolobarje.

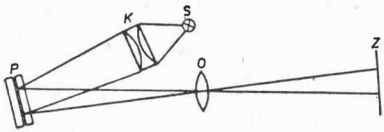


Sl. 5. Interferenca pri odboju na sljudni ploščici S. — Š pločevinast ščit, L svetilo, Z zaslon.

Še en poskus z interferenco lahko pokažemo. Dve planparalelni stekleni plošči potrebujemo. Plošči stisnemo in osvetlimo z živosrebrno svetilko. Na plošči vidimo interferenčne pasove. Interferira svetloba, ki se je odbila za zadnji strani prve in na sprednji strani druge plošče. Med ploščama je tanka plast zraka. Pri stiskanju plošč se črte premikajo. S kondenzorjem in objektivom moremo pojav projicirati na zaslon, da vidi poskus naenkrat ves razred. Slika 6 prikazuje shemo poskusa. Svetilko in kondenzor namestimo tako, da se odbita svetloba zbere na sredini objektiva. Objektiv naj stoji tako, da sta plošči ostro upodobljeni na zaslon. Interference ne dobimo

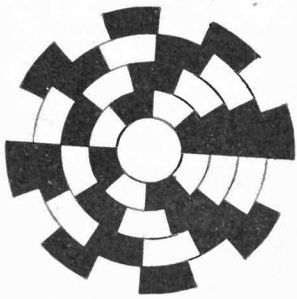
le v odbiti svetlobi, ampak tudi v tisti, ki je šla skozi plošči. Svetilo, kondenzor, planparalelni plošči in objektiv stoje pri tem poskusu drug za drugim.

Z živosrebrno svetlobo moremo vzbuditi fluorescenco. Za ta namen je treba svetlobo precediti s filtrom, ki absorbira vidno svetlobo, prepušča pa ultravijolično. Prodajajo tudi živosrebrne svetilke, ki imajo že hruško iz takega stekla. Drugače pa je treba dati svetilko v ohišje, ki ima v okencu filter. V šoli lahko pokažemo tele snovi, ki močno fluorescirajo: jajčna lupina (rdeče); jajčni beljak, vazelina, mast in petrolej (vsi modro); fluorescirajo tudi naravni zobje in beločnica očesa (modro), kar bodo učenci opazili drug na drugem, če posvetimo po razredu. Izredno močno fluorescira raztopina fluoresceina (zeleno). Raztopina klorofila fluorescira rdeče. To raztopino napravimo na primer iz kopriv, ki jih oparimo, nato namočimo v alkohol. Jesenovo in kostanjevo lubje vsebuje snovi, ki se v vodi tope in modro fluorescirajo.



Sl. 6. Interferenca pri odboju na planparalelnih ploščah (shema namestitve). S svetilo, K kondenzor, P plošči, O objektiv, Z zaslon.

Omenili smo že, da živosrebrna svetilka v vsaki periodi dvakrat zagori in dvakrat ugasne. Pri frekvenci toka 50 na sekundo zagori torej stokrat na sekundo. To njeno lastnost izkoriščamo za stroboskopsko štetje vrtljajev. Na os motorja pritrdimo ploščo, na kateri so črnobeli kolobarji, kot jih kaže slika 7. Ploščo osvetljujemo z živosrebrno svetilko. Če se motor vrti s tako hitrostjo, da v stotinki sekunde pride črni del na sosednji črni del kolobarja, potem se nam zdi, da kolobar miruje.



Sl. 7. Stroboskopska plošča s črnobelimi kolobarji.

J. Lep

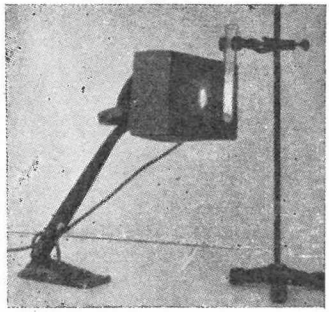
Tehnični podatki so vzeti iz knjige: P. J. Oranje: Grundlagen, Anwendungen, Eigenschaften von Gasentladungslampen. (Philips' Technische Bibliotek, 1943.)

Brownovo gibanje — vidno brez mikroskopa

Brownovo gibanje lahko pokažemo tudi brez mikroskopa, če osvetlimo od strani suspenzijo primerno velikih kristalčkov svinčevega karbonata. Sredstva za ta poskus so zelo skromna.

Potrebuješ navadno žarnico (nad 40 W), škatlo iz lepenke, epruveto in stojalo. V škatlo izreži 1 mm široko in 3 cm visoko režo. S škatlo pokrij žarnico in postavi epruveto s suspenzijo pred režo. S strani gledaš svetlobo, ki se na ploskvah kristalčkov odbije. Vidijo se samo odboji pri neki določeni legi ploskev. Ko se kristal premakne, odboja od iste ploskve ne vidiš več, kristal »ugasne«. Tako gledaš stalno prižiganje in ugašanje, nekako mežikanje množice kristalov. Poskus je preprost in zelo lep.

Suspenzijo kristalov $PbCO_3$ si pripraviš tako, da zmešaš dve raztopini, A in B. Raztopina A vsebuje 10 g svinčevega nitrata na 1 liter destilirane vode, raztopina B pa 0,1 g natrijevega bikarbonata na 1 liter dest. vode. Če nimaš primerne tehtnice, si raztopino B narediš tako, da raztopiš najprej 10 g $NaHCO_3$ v 1 litru destilirane vode, nato pa 10 cm^3 te raztopine razredčiš na 1 liter. Sedaj napolni $^3/_4$ epruvete z raztopino A in dodaj približno 2 cm^3 raztopine B. Čez nekako pol minute se pokaže lahna meglica kristalčkov $PbCO_3$. Toliko časa namreč rabijo kristali, da zrastejo do zadostne velikosti. Če meglice ne opaziš, dodaj še malo bikarbonatne raztopine. Če pa karbonat takoj izpade, je znak, da je bilo preveč bikarbonata; nastali kristali so premajhni. Vsakokrat si je treba pripraviti svežo suspenzijo.



Če nimaš svinčevega nitrata, vrzi košček svinca v vročo solitrno kislino (1 del koncentrirane kisline in 1 del vode). Svinca naj bo toliko, da ga še nekaj ostane. Ko se je prenehal razvijati NO_2, ohladi, odfiltriraj nastalo usedlino $Pb(NO_3)_2$ in posuši.

I. Kocuvan

NOVE KNJIGE

Vežbe i ogledi u srednjim školama

Priročnik za nastavnike. Znanje — Beograd 1950.

Že ob koncu leta 1948 je bila v Zagrebu zvezna konferenca z namenom, da izdela norme za posamezne učne predmete v srednji šoli ter določi pripomočke in učna sredstva. Mladini so potrebne vaje z učili, vaje in zopet vaje. Na konferenci so sklenili, da se delo za izdelavo navodil razdeli na posamezne republike. Slovenija je izdelala navodila iz fizike, in sicer iz hidromehanike, elektrike ter geografije. Hrvatska je pripravila iz fizike navodila za toploto, akustiko, nihanje in valovanje, iz geometrije z geometričnim risanjem ter iz anorganske kemije, Srbija pa iz fizike za geomehaniko in optiko, iz matematike za aritmetiko in algebro ter za organsko kemijo, geologijo z mineralogijo, pa še za osnovne nauke o evoluciji (biologija). Vse te vaje in pregledi so se izdelali ter je zbran material v imenovani knjigi, ki je kot priročnik namenjen v prvi vrsti profesorjem na srednjih šolah.

Namen konference je bil, da se vsaj omeji, če se že ne more popolnoma odpraviti kredna fizika, ki da dijaku samo papirnato znanje, to je kopico praznih besed. Pristno znanje, ki bi bilo zares prava last mladine, bi moral učitelj vcepiti mladini, ki se izobražuje in vzgaja na srednji šoli. Kolikor pa morem za fiziko in matematiko presoditi, podaja priročnik le skromna navodila, večinoma samo za nižje razrede, za višje razrede skoraj ničesar, razen kolikor se ne sklicuje na druge vire.

S. Dolar

Pripombe k sodobnim učbenikom za fiziko

Sedanji učbeniki za fiziko imajo marsikatero prednost pred starejšimi (številni diagrami, slike, lep slog, pregleden tisk itd.), vendar pa so po večini za šolsko rabo le malo primerni. A. V. Bushkovitch razglablja v American Journal of Physics (*18*, 312, 1950) o vzrokih tega stanja in prihaja do naslednjih zaključkov:

1. *Pisatelj se trudi vnesti v učbenik čim več moderne fizike.* Če je ta dodana le na koncu knjige, še ni tako hudo; pri pomanjkanju časa se pač izpusti. Drugače pa je, kadar je klasična fizika vse skozi pomešana z moderno in prva skrčena na račun druge. Učenci tako ne dobijo trdnih osnov iz klasične fizike, moderna pa brez obvladovanja klasične stoji na trhlih temeljih.

2. *Pisatelj se ob vsakem fizikalnem zakonu rad spušča v podrobnosti čisto tehnične uporabe.* Taki vložki so sicer zelo zanimivi, vendar pa lahko obseg knjige silno razširijo in imajo to slabo stran, da zavajajo učence v tehnične podrobnosti, ob katerih izgubijo izpred oči bistvo fizikalnih pojavov in njih povezanost.

3. *Težavno snov skuša prikazati pisatelj razumljivo tudi najslabšim učencem.* To ima za posledico dolgovezenje in znižanje ravni na določeni stopnji učnega razvoja. Če hočemo vzgojiti samostojne ljudi, moramo pustiti učence tudi nekoliko razmišljati, ne pa jih utrujati z dolgoveznim opisovanjem in razlaganjem.

Iz teh treh razlogov se povečuje obseg sodobnih učbenikov fizike. Pisatelj bi bil rad na tekočem, zato prinaša zadnje novosti in nabere celo enciklopedijo več sto strani, ki je nikakor ni mogoče predelati v določenem času. Tako služi učbenik le kot priročnik predavatelju, da povzame iz njega osnovna dejstva in zakone, ter kot zbirka nalog. Dijaki pa ga uporabljajo samo tako, da jim predavatelj pove, katere odstavke lahko izpustijo in katere morajo predelati. Na ta način se dijaki odvračajo od samostojnega dela in se učijo le zaradi učitelja.

Moderna fizika in uporabna fizika sta gotovo velike važnosti za današnjo tehnično izobrazbo mladine; zato je prav in celo zaželeno, da se učenci z njima seznanjajo že od početka fizikalnega pouka. Toda nedopustno je vpletati tovrstne tekste med učno snov. Taka berila naj se zberejo v posebni knjigi.

B. Kvaternik

* * *

V najbolj splošnem smislu je naloga fizike, da razširi naše spoznanje o prirodnih pojavih. Fizikalni zakoni povezujejo opazovane prirodne pojave in tako dajejo tudi teoretično osnovo za tehnično uporabo. Nova fizikalna odkritja vodijo vedno tudi do novih tehničnih uporab. Fizikalno raziskovanje stalno izpopolnjuje naše predstave in odkriva nove zveze; zato pravzaprav določa hitrost vsega tehničnega napredka.

K. Küpfmüller, Einführung in die theoretische Elektrotechnik, Berlin 1941.

Knjižne novice

Naučna knjiga v Beogradu je izdala:

R. Kašanin, Viša matematika II, knjiga druga. Izmed večjih učbenikov višje matematike, ki sedaj izhajajo v naši državi vzporedno na treh mestih (v Zagrebu Markovičev, v Ljubljani Vidavov, v Beogradu Kašaninov), je Kašaninovega dela izšlo do sedaj največ: tri knjige v dveh delih.

V drugi knjigi drugega dela so obdelani integrali, večkratni integrali, krivuljčni in ploskovni integrali ter navadne diferencialne enačbe.

J. Karamata, Algebra I, drugi del. Vsebina knjige je: enačbe tretje stopnje, enačbe četrte stopnje, enačbe višje kakor četrte stopnje, ki se rešujejo algebrajsko, konstrukcije s šestilom in ravnilom. Delo je pisano elementarno.

T. N. Berman, Zbirka zadataka iz matematičke analize za tehniške velike škole. Prevedel Z. Bulatović. Naloge so zbrane po poglavjih: Pojem funkcije; pojem limite; odvod, diferencial in diferencialni račun; raziskovanje funkcij in krivulj; določeni integral, nedoločeni integral, uporaba integrala; funkcije več spremenljivk; pojem odvoda in diferenciala, diferencialni račun in njegova najenostavnejša uporaba; večkratni integrali in večkratna integracija; krivuljčni in ploskovni integrali; diferencialne enačbe; vrste. Dodani so tudi rezultati.

V. Kostić, Osnovni likovni oblici u ravni. — Izraz likoven uporablja avtor za projektiven. Pravi, da je njegovo delo koristno za one, ki proučujejo Lobačevskega geometrijo. Kot značilnosti svojega dela navaja: 1. da so vsi izrazi srbski; 2. da je vpeljal označbo zbirnik (zbirnik števila $\frac{a}{b}$ je število $\frac{b}{b-a}$) in s tem mnogo poenostavil; 3. da je dvojne nize popolnoma izpeljal tudi geometrično; 4. da je izčrpno obdelal nize z imaginarnimi dvojnimi točkami; 5. da je vse, kar je v obrazcih, tudi predočil s slikami. Knjiga ima tele dele: osnovni pojmi, daljice, zbirnik nekega števila, razmerje, dvorazmerje, izpeljava dvojnih nizov, razmerno računanje.

Kot druga knjiga biblioteke »Nikola Tesla« je izšlo delo: *S. Bokšan, Nikola Tesla in njegovo delo. Osnovi elektrotehnike, visokih frekvencija i radiotehnike.* Drugo prošireno izdanje. Knjiga je razdeljena v 3 dele in obravnava v prvem delu Teslovo osebnost, v drugem Teslovo življenje in delo, v tretjem Teslov boj.

»Školska knjiga« v Zagrebu je izdala:

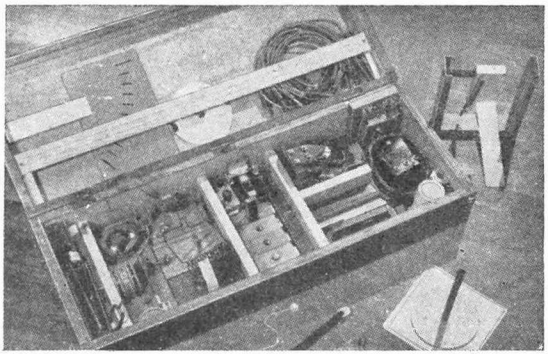
Đ. Kurepa, Teorija skupova. Knjiga je razdeljena v dva dela s petimi poglavji: Pojem množice, osnovne operacije, obojestransko enolična preslikavanja množic (kardinalna števila); delno urejene množice. Urejene množice. Dobro urejene množice. Ordinalna števila; metrični, polmetrični, urejeni, okoliški in topološki prostori, nekoliko osnovnih teoremov matematične analize.

A. Žabkar

Učila tvrdke »Physica«

V januarju sta bila v Ljubljani dr. M. Sattler in g. E. Döring kot zastopnika podjetja »Physica« iz Heidenheima. Imela sta kratko predavanje, na katerem sta predvajala učila za osnovni pouk fizike, ki jih izdeluje ta tvrdka. Podjetje je začelo šele po vojni in ima danes že lepe uspehe doma in na tujem. Večje količine svojih učil je že eksportiralo v Ameriko. Prizadeva si nuditi nam ugodne plačilne pogoje in tudi v našo državo dobavljati svoje izdelke.

Podjetje »Physica« si je postavilo za svojo prvo nalogo izdelati celotno zbirko učil za pouk fizike na nižji srednji šoli in jo je uspešno rešilo. Učila ustrezajo didaktičnim principom, nudijo učitelju trden okvir za obdelavo snovi, so enostavna, lična in ročna. Poskusi se sestavljajo: eno in isto palico lahko porabiš za celo vrsto poskusov. Posamezne sestavljene naprave nastajajo pred očmi učencev iz elementov; po potrebi jih učenci sami sestavljajo. Izdelava je preračunana na zahtevo, da celota zavzema odrejen minimalni prostor, da ima zmerno ceno, da je čim bolj v sebi zaključena in da učitelja čim manj obremenjuje z zbiranjem, pripravljanjem in pospravljanjem.



Zbirka za poizkuse iz elektrike.

Za sedaj dobavljajo enote za mehaniko trdnih teles za 25 $, za optiko za 34 $, za elektriko za 56 $ in majhen Van de Graaffov generator za 34 $. Enote za ostala poglavja so v delu. Vsaka enota je v zaboju in je opremljena z vsem potrebnim, le za nekatere poskuse je potreben še akumulator za 6 V. Z vsako enoto dobavijo navodilo za uporabo, ki vsebuje opis in risbo vsakega poskusa in pove še, kaj naj poskus učenca nauči. Poskusi so razvrščeni v metodičnem vrstnem redu in obsežejo vso potrebno snov naštetih poglavij in še nekaj več; kar je manj neogibno, je posebej zaznamovano. Zbirka za elektriko, ki jo kaže slika, je za 80 poskusov. — Za večje razrede so ta učila morda premajhna. Bati se je, da zaradi šibke izdelave ne bodo dovolj trpežna.

Izdelki podjetja »Physica« kažejo, da lahko zadostimo potrebam fizikalnega pouka z majhnimi sredstvi. Učila so na videz skromna, ker ni nobene nepotrebne navlake. Prav to pa je njih glavna odlika. Izdelovalci so v zbirke vnesli pravi duh fizike. Zelo se pozna, da sodelujejo pri tvrdki fiziki, ki imajo dolgoletno prakso s poukom na univerzi in srednji šoli. V tem kratkem predavanju smo doživeli tak pouk fizike, kakršen bi moral biti na vsaki srednji šoli. Pouka fizike ni brez poskusov. Če že četrtošolec vidi, kako profesor iz preprostih delov sestavi ampermeter, bo prav gotovo v višji gimnaziji prišel precej dlje.

N. Benkovič

RAZGOVORI Z BRALCI

Uredništvo prosi vse bralce, da se čim večkrat oglasijo z dopisi ali vprašanji. Dopise in odgovore na vprašanja bomo objavljali v tem predalu.

Dr. S. D. iz Ljubljane piše: »V prvi številki stoji, da ‚Obzornik' ni znanstven list. — Ali strokovni članki, ki zahtevajo dovolj izobraženega čitatelja, niso znanstveni?... Tako pojmovanje znanosti je vendar malo preozko v našem krogu... Ne pretiravajmo! Znanost ne raziskuje samo, ampak tudi razčlenjuje. urejuje in razvršča po stvarnih in logičnih, pa tudi po didaktičnih vidikih.«

Dr. S. D. ima gotovo prav, da pojma znanosti ne smemo tako ozko omejevati. Tega tudi nismo hoteli. Pač pa mislimo, da sta pojma »znanstven list« in »znanstvena razprava« zelo ozko omejena. Znanstven list je takšen, ki objavlja originalne izsledke in poročila o novih raziskavah. Naš Obzornik znanstvenih razprav ne bo objavljal in zato ni znanstveni list. Prinašal bo največkrat že obdelane stvari. Edino merilo pri izbiri je: Ali je stvar dovolj pomembna? Ali je za naše bralce mikavna in koristna? Ali bodo bralci vedeli nekaj več, če to preberejo?

Tov. M. K. iz Ljubljane vprašuje: »Kako je z valovno dolžino rentgenskih žarkov, o kateri ste zadnjič nekaj omenili? Katere so prave meje?«

Kratkovalovna meja je odvisna samo od napetosti na rentgenski cevi. Iz energijske enačbe $h\nu = eE$ dobimo $\lambda = \frac{12\,400}{E}$ A (napetost E v voltih). Pri navadnih diagnostičnih aparatih je napetost navadno okrog 60 kV, tako, da imamo mejo pri 0,2A. Zavorni spektrum ima v tem primeru svoj maksimum nekako pri 0,3A. Aparati za obsevanje imajo večjo napetost, navadno nad 100 kV, pa do 1 MV in še čez. Meja je torej pri 0,1 do 0,01A. Z betatronom so že dobili elektrone z energijo 300 MeV in z njimi rentgenske žarke z valovno dolžino do 0,00004 A. S tem je rentgenski spekter ne le obsegel, ampak tudi daleč presegel žarke γ, ki imajo navadno 0,1 do 2 MeV energije. Sedaj ne smemo več reči, da so žarki γ nekaj drugega kot rentgenski. Le njihov nastanek je drugačen, izvirajo namreč iz atomskih jeder.

Žarki z valovno dolžino nad 0,6 A (ta meja je bila v tistem članku navedena) za zdravniške namene skoraj ne pridejo v poštev, ker se premočno absorbirajo. 10 cm mehkega tkiva prepusti pri valovni dolžini 0,3 A 6 % svetlobe, pri 0,5 A 0,7 %, pri 0,8 A pa samo 0,0002 %.

Dolgovalovna meja ni tako sporna. Mnogi jo z dogovorom postavljajo pri 1000 V (val. dolžina 12.4 A). Pripomniti pa smemo, da dobimo na isti način, namreč z zaviranjem elektronov, lahko še mnogo mehkejše žarke.

* * *

S formulami nisem zadovoljen, dokler nimam občutka za velikostni red količin.

Lord Kelvin

Tekmovanje matematikov in fizikov z višjih gimnazij LR Slovenije

Svet za prosveto in kulturo LRS je letos že drugič organiziral v širokem obsegu tekmovanje najboljših matematikov in fizikov višjih gimnazij v Sloveniji.

Izbirno tekmovanje se je vršilo dne 13. maja 1951 na posameznih gimnazijah. Svet za prosveto in kulturo LRS je določil za to predtekmovanje enotne naloge za vse šole in za vsak razred posebej.

Dne 27. maja 1951 je bilo v Ljubljani zaključno tekmovanje najuspešnejših tekmovalcev z izbirnih tekmovanj po šolah. Na zaključnem tekmovanju je bilo 40 tekmovalcev za matematiko in 13 za fiziko s 23 različnih višjih gimnazij. Med njimi je tekmovalo za matematiko 8 dijakinj, med tekmovalci za fiziko pa ni bilo nobene dijakinje. Glede na uspehe pri izbirnem tekmovanju so prišli v poštev za zaključno tekmovanje iz matematike sledeči dijaki in dijakinje: *iz Ljubljane:* Kernc Dušan, Medved Jana, oba VIII. razred; Dobrovoljc Ladislav, Marinkovič Ljuba, Marinček Franc VII. r.; Suhadolc Anton in Rosina Mitja V. r.; Bajd Marin, Vehovec Mirko, Skubic Boris, Krišper Primož V. r.; *iz Maribora:* Strnad Janez VII. r.; Kobilica Sonja V. r.; *iz Celja:* Golič Ljubo VIII. r.; Kapus France VII. r.; Golob Davorin in Žnuderl Alenka V. r.; *iz Kranja:* Koršič Bogdan VIII. r.; Arnšek Peter VII. r.; Legat Jože VI. r.; Roblek Branko V. r.; *iz Trbovelj:* Preželj Verena VIII. r.; Gačnik Franc VII. r.; Grošelj Marjan VI. r.; Urankar Anton V. r.; *iz Šempetra pri Gorici:* Seražin Nada in Bratuž Anton VII. r.; Stres Nastja VI. r.; *iz Brežic:* Cerovšek Ivan VIII. r.; Leben Franc VII. r.; Vučajnik Jože V. r.; *iz Murske Sobote:* Horvat Mara VIII. r.; Koren Vinko in Šiftar Drago VII. r.; Kapun Anton VI. r.; *iz Črnomlja:* Jaklič Jože VII. r.; Kapš Ivan VI. r.; *iz Novega mesta:* Gomilšček Zora VII. r.; *iz Postojne:* Čibej Bogomir VIII. r.; *iz Raven:* Zagorc Milan VI. r.; Višja gimnazija v Ptuju in na Jesenicah nista poslali tekmovalcev.

Za tekmovanje iz fizike je dal izbor sledeče tekmovalce: *iz Ljubljane:* Aplenc Andrej, Cener Željko, Potokar Adolf, Gliha Marko, Limpek Ivan vsi VIII. r.; Zazula Stanko VII. r.; *iz Maribora:* Vodovnik Lojze VIII. r.; *iz Celja:* Cajhen Rafko VII. r.; *iz Trbovelj:* Kladnik Peter VIII. r.; Mastnak Jože, VI. r.; Hauck Jože V. r.; *iz Ptuja:* Česnik Stanislav, VIII. r.; ter *iz Postojne:* Kernel Gabrijel VIII. r.;

V zaključnem tekmovanju so bile za vsak razred predpisane štiri naloge: Tekmovalci so imeli 3 ure časa. V naslednjem navajamo iz vsake skupine po dve nalogi, da bodo lahko bralci dobili vtis pred kakšno nalogo so bili postavljeni. Razume se, da so vse naloge zajete iz območja gradiva, ki je predpisano po učnem načrtu za posamezne razrede.

Primeri nalog iz matematike:

Za V. razred:

a) Kakšno vrednost zavzame izraz

$$\frac{2a\sqrt{1+x^2}}{x+\sqrt{1+x^2}}, \text{ če je } x=\frac{1}{2}\left(\frac{a}{b}-\frac{b}{a}\right)$$

b) V poljubnem četverokotniku načrtaj simetrale notranjih kotov in dokaži, da je četverokotnik, ki ga tvorijo te simetrale, tetivni četverokotnik!

Za VI. razred:

a) V pravokotnem trikotniku je dana hipotenuza c, vsota obeh katet pa znaša m. V kakšnih mejah se lahko giblje m, da je naloga rešljiva?

b) Čaša, ki ima obliko pokončnega stožca s polmerom osnovne krožne odprtine $r=6$ cm in $v=9$ cm, je delno napolnjena z vodo. Če potopimo v vodo kroglo s polmerom $\varrho=3$ cm, se dvigne voda do roba. Za koliko centimetrov se je dvignila voda?

Za VII. razred:

a) Dokaži, da tvorijo kvadrati stranic poljubnega trikotnika aritmetično zaporedje, če tvorijo tudi kotangensi nasprotnih kotov aritmetično zaporedje!

b) Krogu s polmerom r očrtamo romb s stranico, ki je enaka premeru kroga. Dokaži da je ta romb ploščinsko najmanjši med vsemi rombi, ki jih moremo krogu očrtati!

Za VIII. razred:

a) V elipso (središčna lega), ki gre skozi točko T $(3, \frac{16}{5})$ in ima tangentno premico $3x+5y=25$, včrtamo pravokotnik največje ploščine. Kolike so stranice in kolika ploščina pravokotnika?

b) V horizontalni ravnini leže tri točke A, B, C na isti daljici. Razdalja med A in B je a, med B in C je b. Za koliko se dviga iznad ravnine vrh hriba, če ga vidimo iz točke A pod elevacijskim kotom α, iz B pod kotom β, iz C pod kotom γ?

(Daljica, na kateri leže točke A, B, C, ne gre skozi podnožišče vrha.)

Primeri nalog iz fizike:

Za V. razred:

a) Krogla z maso 10 *g* in hitrostjo 500 *m/sec* prebije 2 cm debelo leseno desko in izstopi iz nje s hitrostjo 100 *m/sec*. Kolik je pojemek krogle v deski, kolik je upor lesa proti gibanju krogle in koliko časa traja gibanje krogle skozi les?

b) Imamo kos svinca z gostoto 11,35 g/cm^3 in kos aluminija z gostoto 2,75 g/cm^3. Oba tehtata v zraku, ki ima gostoto 1,25 g/dm^3 po 1 *kp*. Kateri kos je v brezzračnem prostoru težji in za koliko?

Za VI. razred:

a) Kolikšno delo opravi centripetalna sila pri enem obkroženju? Odgovor dobro utemelji.

b) Za določitev temperature v peči smo vrgli v njeno notranjost železen obroč z maso 0,60 *kg*; segreti obroč potopimo naglo v posodo, v kateri je 5,65 *l* vode s temperaturo 4,2° *C*. Končna temperatura v posodi je 10,2° *C*. Kolika je temperatura v peči, če je specifična toplota železa 0,11 *kcal/kg/stop.*?

Za VII. razred:

a) Postavi pred bikonveksno lečo z goriščno razdaljo 25 *cm*, 40 *cm* visok predmet tako, da bo za lečo nastala 5 *cm* visoka slika! Koliko pred lečo moraš postaviti predmet in koliko za zadnjim goriščem nastane slika predmeta?

b) Avtomobilist in kolesar se peljeta drug proti drugemu, avtomobilist s hitrostjo 72 *km/h*, kolesar s hitrostjo 18 *km/h*. Avto daje zvočni signal s frekvenco 250 *Hz*. Katero frekvenco sliši kolesar pred srečanjem in katero po srečanju? (Hitrost zvoka v zraku znaša $\frac{1}{3}$ *km/sec.*)

Za VIII. razred:

a) V posodi imamo 800 *g* terpentina; segrevamo ga z uporom 30 ohmov, na katerega je priključena napetost 10voltov. V 10 minutah se segreje terpentin za 1,4° *C*. Kolika je specifična toplota terpentina?

b) Neznani upor R merimo s pomočjo ampermetra in voltmetra. Voltmeter je priključen tako, da kaže skupno napetost, ki odpade na neznani upor in zaporedno z njim vezani ampermeter. Ampermeter kaže jakost toka 0,32 *A*, voltmeter napetost 9,6 *V*, upor ampermetra je 0,03 ohma. Izračunaj upor R! Izračunaj napako (tudi v procentih), ki jo napraviš, če ne upoštevaš upora ampermetra!

Posebna komisija Sveta za prosveto in kulturo LRS je pregledala izdelke tekmovalcev in predložila za nagrado vse one, ki so dosegli od 100 možnih točk več kot 75.

Svet za prosveto in kulturo LRS in LMS sta prispevala v nagradni fond zneske, s katerimi je bilo možno obdariti najuspešnejše tekmovalce s šestili, logaritemskimi računali, risarskim orodjem in s strokovno literaturo.

Nagrade so prejeli za matematiko: za V. razred Urankar Anton iz Trbovelj (80 točk) ter Roblek Branko iz Kranja (80); za VI. razred Rosina Mitja, klasična gimnazija v Ljubljani (100) ter Legat Jože iz Kranja (77); za VII. razred Gačnik Franc iz Trbovelj (100), Strnad Janez, I. gimnazija Maribor (98) ter Gomilšček Zora iz Novega mesta (85); za VIII. razred Medved Jana VI. gimnazija Ljubljana (78). Za fiziko so bili nagrajeni: za VIII. razred Potokar Adolf II. gimnazija v Ljubljani (98), Kladnik Peter iz Trbovelj (95), Aplenc Andrej II. gimnazija v Ljubljani (80); za VII. razred Zazula Stanko, I. gimnazija v Ljubljani (78).

Za tekmovanje so pokazali dijaki po vsej Sloveniji mnogo zanimanja in veselja. Nekateri izdelki govore, da imamo v naših gimnazijah dijake, ki zelo temeljito obvladajo gradivo in ki znajo svoje znanje tudi samostojno uporabljati. Želeti bi bilo, da bi Svet za prosveto in kulturo LRS tudi v bodoče organiziral slična tekmovanja, ki mnogo pripomorejo k povečanju zanimanja za matematiko in fiziko med našimi srednješolci in za kvalitetni dvig znanja teh predmetov.

L. Gabrovšek

UTRINKI

Še ena o entropiji. — Označimo li samu toplinu slovom Q, a temperaturu slovom T, pokazuje se, da se kod svih procesa, koji se osnivaju na prelaženju topline, kvocijent $\frac{Q}{T}$ na koncu procesa povečava. Ili matematički kazano, kot svih prirodnih procesa je razlika između $\frac{Q}{T}$ na koncu i početku procesa veća od ništice. Izraz $\frac{Q}{T}$ nazvao je fizičar Clausius entropijom i bilježi se obično slovom S. Dakle: $S = \frac{Q}{T}$ ili $Q = S.T$.

(F. Bubanović, Kemija živih bića, str. 28. Zagreb 1950)

Premer zemlje — na milimeter natančno. — Obujam naše zemlje... iznosi 1 082 841 315 400 km³. (Kemija živih bića, l. c., str. 21.)

Ne prevajaj, česar ne razumeš! — 15. februarja so... poskusili zdravniki prvič v zgodovini človeštva odstraniti tvor na možganih z atomsko eksplozijo... Eksplozijo samo so zdravniki povzročili tako, da so ženi z injekcijo vbrizgali v tumor delce kovine »boron«. Znanstveniki so vedeli, da bodo nevtroni izzvali verižno reakcijo, ki se bo končala z miniaturno eksplozijo. V trenutku eksplozije bi moral boron izločiti višek energije v vseh smereh, tako kot širi svojo razdiralno moč atomska bomba, in uničiti tumor... Med poskusom je zdravnik... imel mikrofon, s pomočjo katerega bi lahko vsak trenutek ustavil aktivnost nevtronov.

(Slovenski poročevalec, 5. V. 1951)

* * *

Rolfejev novi način pripravljanja tobaka in Einsteinova relativnostna teorija sta dva prispevka k napredku znanosti; saj sta bila to dva koraka naprej k še nepoznani resnici. Razlika pa je ta, da je Rolfe potreboval tobak, medtem ko je bil Einstein zadovoljen z resnico. Dandanes hoče povprečni ameriški znanstvenik tobak, in le tu in tam je še kdo zadovoljen z resnico. *G. W. Johnson: Our English Heritage.*

ODGOVORI

1. V katero smer je letel delec?

Na sliki vidimo sled delca, ki se giblje v magnetnem polju. Na delec z nabojem e in hitrostjo $\vec{v}$ deluje sila $e\vec{v}\times\vec{B}$. Ta sila da delcu centripetalni pospešek $\frac{v^2}{r} = \frac{evB}{m}$. Radij kroga, po katerem se giblje delec, je torej $r = \frac{mv}{eB}$ Radij je sorazmeren hitrosti delca. Na sliki vidimo, da je sled spodaj bolj zakrivljena. Hitrost je tu manjša. Delec je torej letel od zgoraj navzdol. Pri gibanju skozi snov se je njegova hitrost zmanjšala.

Đ. Bugarinović

Sliko je napravil C. D. Anderson leta 1933. z Wilsonsko kamero s premerom 15 cm in v magnetnem polju 1,5 Vs/m^2. Slika kaže pozitron z energijo 63 MeV, ki prebije 6 mm debelo svinčeno ploščo in ima potem še 23 MeV energije. To je prva slika, ki je pokazala eksistenco pozitrona. Slika je vzeta iz knjige: W. Gentner, H. Maier — Leibnitz, W. Bothe Atlas typischer Nebelkammerbilder, Berlin 1940.

2. Peščena ura na tehtnici

Od celotnega peska moramo odšteti tisti del, ki pada. Če je masa tega dela m, je njegova teža mg. Po drugi strani pa moramo prišteti silo, s katero deluje curek na dno ure. Ta sila je enaka gibalni količini, ki jo curek prinaša na sekundo, torej $F = \frac{mv}{t}$. V času t dobe zrnca hitrost $v = gt$, tako da je $F = mg$, kar izravna prejšnji primanjkljaj.

Še na drug način lahko to premislimo. Padajoča zrna se gibljejo pospešeno, toda na istem mestu v curku je hitrost stalna. Skupna gibalna količina vseka peska se nič ne spreminja. Zato je vsota vseh sil enaka nič. Navzdol deluje teža vsega peska, navzgor pa nasprotno enaka sila tehtnice. Tehtnica kaže prav toliko, kot če ura stoji.

Đ. Bugarinović

* * *

Rad bi pokazal, kako ozko je matematična analiza povezana z uporabo. Nazorni predstavi, iz katere navsezadnje izvirajo vsa matematična spoznanja, hočem dati vso veljavo, ki ji gre — seveda ne da bi popuščal pri matematični strogosti. Matematiko lahko prikazujemo kot zaključen sistem v sebi povezanih resnic, ne da bi vpraševali za poreklo in namen. Res je, da ima tako prikazovanje mnogo lepega v sebi in da ustreza globokemu filozofskemu stremljenju po spoznavanju. Toda tako stališče abstraktno logične in vase zaprte znanosti lahko postane zelo nevarno, če se zakorenini kot načelno gledanje ali celo kot vodilo pri pouku začetnikov. Kdor se ukvarja z matematično analizo in se pri tem ne zmeni za uporabo in nazornost, sili to vedo v suhoparnost in zakrnelost. Zdi se mi nad vse potrebno, da učenca varujemo domišljavega in vse preveč udobnega purizma. Tudi to hočem doseči s svojo knjigo.

Courant v uvodu h knjigi: Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung (Berlin 1927).

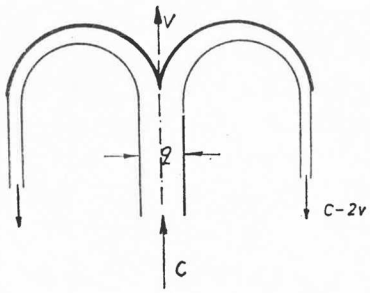
3. Moč curka

Kinetično energijo vodnega curka izkoriščamo v Peltonovih turbinah. Tekač Peltonove turbine ima na obodu hitrost v, curek pa hitrost c. Znano je, da ima turbina največjo moč pri $v = c/2$. Tedaj ima odtekajoča voda hitrost 0, torej odda vso svojo energijo turbini, izkoristek je 100 %; seveda samo teoretično, vendar pridemo praktično že do 90 %.

Začudo pa dobimo pri računanju moči drugačen rezultat. Račun je tale: »Sila curka je enaka spremembi gibalne količine na sekundo; če lopatica miruje ($v = 0$) in če se curek odbije z enako veliko hitrostjo c, znaša sila curka:

$$F = 2\frac{m}{t}c = 2\varrho q c^2$$

kjer je $m = \varrho q c t$ masa vode, ki priteče v času t. Če se pa giblje lopatica s hitrostjo v, pride v poštev samo relativna hitrost curka napram lopatici t. j. $c - v$. Masa vode, ki priteče na sekundo na lopatico je sedaj samo $m = \varrho q (c - v)$. Hitrost odbitega curka je $-(c - 2v)$, tako da je sprememba hitrosti $2(c - v)$. Sila je torej



$$F = 2\varrho q (c - v)^2,$$

moč pa

$$P = Fv = 2\varrho q (c - v)^2 v$$

Hitrost v, pri kateri je moč največja, dobimo iz enačbe

$$\frac{dP}{dv} = 2\varrho q (c - v)(c - 3v) = 0$$

Enačba ima korena $v = c$ in $v = c/3$. Pri $v = c$ je moč najmanjša ($P = 0$) pri $v = c/3$ pa največja. Kako to, da se rezultat ne ujema s prejšnjim $v = c/2$, ki smo ga dobili na drug način? Kateri rezultat je pravilen?

J. Vdovič

* * *

Nekateri bralci so povedali željo, da naj bi Obzornik prinašal tudi bolj konkretne naloge, pri katerih bi bilo treba kaj računati. Spodaj je nekaj takih nalog. Odgovore s kratko razlago, vso izpeljavo in končnim rezultatom pošljite uredništvu! Uredništvo bo veselo, če bodo bralci sodelovali v tej rubriki in tudi sami pošiljali naloge.

4. Kolikokrat svetlejša je polna luna kot krajec (ko ima obliko polkroga)? Računaj, kot da velja Lambertov zakon!

5. Bolniku so dali popiti raztopino z 0,01 mC radioaktivnega ^{131}J, ki ima razpolovni čas 8 dni. Koliko gramov je tega joda?

6. Prevesnik daje žagasto napetost, ki niha med —50 in +50 V (napetost raste s časom linearno do +50 V in potem skoči nazaj na —50 V). Kolikšna je efektivna napetost? Kolikšne aplitude imajo posamezne harmonične komponente (zapiši Fourierovo vrsto!)? Kolikšne so efektivne napetosti teh komponent? Pokaži, da se kvadrati efektivnih napetosti seštevajo!

Sodelavcem!

Pri vsakem delu so v začetku težave. Tudi pri našem listu jih ne manjka. Največja je ta, da nas je malo. Zato še enkrat prosimo vsakogar, ki lahko kaj prispeva, da pristopi v krog naših sodelavcev. Izgovor, da ni časa, ne velja; saj ga tisti, ki že delajo za list, tudi nimajo na pretek. Res je, da zahteva tako pisanje mnogo truda, toda to naj ne bo zapreka. Uredništvo bo vedno rado pomagalo z literaturo ter z nasveti pri izbiri snovi in pri obdelavi. Prosimo pa vse sodelavce, da se ravnajo po navodilih, ki so bila objavljena na ovitku prve številke. Zlasti prosimo tole:

1. Risbe naj bodo po predpisih izdelane, t. j. s črnim tušem na bel papir, z dovolj debelimi črtami in dovolj veliki črkami, za 2-kratno pomanjšavo.

2. Avtorji naj ne pozabijo sestaviti napisov, ki pridejo pod slike in citirati literaturo. Citati naj bodo spisani kot v dosedanjih člankih.

3. Rokopis naj bo tipkan samo na eno stran, na gladek papir in s polnimi presledki med vrsticami (cela vrstica naj bo izpuščena). Slabo čitljiv rokopis ne more v tiskarno, ker bi nastale mnoge napake, ki bi tisk podražile in zavlekle.

4. Na hrbtno stran rokopisa naj avtor napiše svoj naslov, na katerega mu pošljemo korekture.

Sodelavci naj nam ne zamerijo, če priobčimo še nekaj splošnih napotkov, ki bodo morda koristni. Že pri izbiri téme se odpre vprašanje: Ali spada to v »Obzornik«? Tu se moramo ravnati edinole po namenu našega lista, ki hoče zbuditi zanimanje ter dvigniti raven matematične in fizikalne izobrazbe pri nas. Članek, ki k temu ne prispeva, ni za »Obzornik«.

Druga težava je slog pisanja. Včasih se pripeti, da je slog tako težak, da zlepa ne moreš razumeti, kaj hoče avtor povedati. Stavki so predolgi in preveč zamotani. Razbij stavek na dva, tri kose, pa bo takoj bolje. Navadno je dobro, da denemo piko, kjer koli jo lahko denemo. Upoštevati je treba, da mora bralec zbrati vso vnemo za razumevanje vsebine in da se ne more zamujati z razčlenjevanjem stavkov. Komplicirano izražanje mu dela le nepotrebne težave. Vsaka stvar se da povedati preprosto — in zato ni nič manj »znanstvena«.

Če naj bo slog dober, je treba veliko piliti. Nikomur se ne posreči, da bi bil rokopis dober, že ko je prvikrat napisan. Takrat človek komaj šele dobi oporo za dokončno razporeditev in omejitev snovi. Tudi, ko je članek tretjič napisan, se najde pri ponovnem prebiranju še to in ono, kar je vredno popraviti.

Mnogi vprašujejo: Kako visoko smem začeti? Gotovo je, da ne smemo priti na poljudno pisanje, ker to ni naš namen. Zato so druge revije. Priznati moramo, da smo tu v škripcih. Rabi bi pokazali, kaj se d a n e s dela v matematiki in fiziki, radi pa bi tudi, da nas vsi bralci razumejo. Nemara bo prav, da sklenemo tale dogovor: »Obzornik« naj ne zahteva več predizobrazbe kot jo da osnovni dvoletni tečaj matematike in fizike na univerzi ali na tehniki. Seveda bodo mnogi članki zahtevali manj. Prav je tako, ker je krog naših bralcev zelo širok. List sam bo pomagal, da bomo v tem pogledu prišli naprej.

Rokopise za 3. številko je treba oddati uredniku (najbolje osebno) najkasneje do 1. avgusta, za 4. številko pa do 15. oktobra.

Občni zbor društva matematikov in fizikov

1. aprila 1951 je bil v Ljubljani II. redni letni občni zbor Društva matematikov in fizikov LR Slovenije. Občni zbor je sprejel poročila o delu sedanjega odbora. Novemu odboru pa je dal nalogo, da poveča število članov in jih čim več pritegne k delu. Člani naj skrbe za to, da bo imel »Obzornik« čim več naročnikov in sodelavcev. Delo za terminologijo naj se nadaljuje in naj se objavi zbrani material. Predavanja naj se vskladijo s potrebami strokovnega aktiva.

Občni zbor je sprejel sklep, da znaša članarina 20 din na leto, ki pa je za tiste člane, ki so naročeni na »Obzornik«, všteta že v naročnini.

Novi odbor je sestavljen takole: predsednik: prof. Fran Jeran, podpredsednik: dr. Ivan Vidav, tajnik: Niko Benkovič, blagajnik: Branko Kvaternik, odborniki: Ludvik Gabrovšek, ing. Ladislav Jenček, Marta Klopčič, dr. Ivan Kuščer, Anton Moljk, Oton Sajovic, Stanko Toš, dr. Alojzij Vadnal, Albin Žabkar. V nadzornem odboru so France Ahlin, Milica Potisek in dr. Anton Vakselj, v častnem razsodišču pa dr. Simon Dolar, Ivan Molinaro in dr. Anton Peterlin.

Uredništvo je prejelo v zameno:

Proteus, Ljubljana, leto XIII, štev. 1 do 10.
Zobozdravstveni vestnik, Ljubljana, leto VI, št. 1-4.
Zdravstveni vestnik, Ljubljana, XX. letnik, št. 5-6.
Elektrotehniški vestnik, Ljubljana, XIX. letnik, št. 1 in 2-3.
Farmacevtski vestnik, Ljubljana, II. letnik, št. 3-4 in 5-6.
Finančni zbornik, Ljubljana, letnik VII, št. 1 do 20.
Nauka i Tehnika, Beograd, letnik VII, št. 1, 2 in 3-4.
Nauka i priroda, Beograd, letnik IV, št. 1, 3 in 4-5.
Bilten na društvoto na matematičarite i fizičarite od Narodna Republika Makedonija, Skoplje.
Phywe Nachrichten, Göttingen, letnik 14, št. 1-4.

Iz uprave

Prvo številko smo poslali nekaterim na ogled. Tiste, ki lista ne nameravajo naročiti, prosimo, da nam številko vrnejo. Če je kdo prejel prvo številko dvakrat, ga prav tako prosimo, da nam dvojnik vrne. Zaradi dopustov bodo novi naročniki in nekateri stari naročniki prejeli list šele po 15. avgustu, kar naj nam oprostijo. — Naslov: *Obzornik za matematiko in fiziko, Ljubljana, poštni predal 253.*

Obzornik za matematiko in fiziko izhaja vsak drugi mesec. Izdaja ga Društvo matematikov in fizikov LRS. Urejuje ga uredniški odbor: dr. I. Kuščer, A. Moljk, A. Žabkar. Odgovorni urednik: S. Toš. Upravo vodi S. Toš. — Naročnina za letos je 120 din. Posamezna številka stane 50 din. Naročnino nakažite na naš čekovni račun pri Narodni banki, št. 604-95331-4. Dopise pošiljajte na naslov:

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