OBZORNIK
ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

MATEMATIČNA KNJIŽNICA * Ljubljana

LJUBLJANA
1956-57
V. št. 4

VSEBINA

Članki Stran

Princip skrčenih slik v metričnih prostorih (Zvonimir Bohte) . . . 145
O jedrski centrali v Calder Hallu (Milan Osredkar) 150
Neohranitev parnosti (Lovro Pičman) 157

Novice

P. S. Aleksandrov o sodobni matematiki (F. K.) 163
O matematiki na Poljskem (I. V.) 164
Umetni zemeljski satelit (Jože Pahor) 166
Aproksimativno potencialno polje furanovega obroča (Robert Blinc in Milan Pintar) 169

Poskusi

Prikaz asimilacije ogljikovega dioksida v rastlinskem listu z uporabo radioaktivnega C^{14} kot demonstracijski poskus (Jože Pahor, Milan Kovič, Anton Moljk) 170
Iskrni števec (Sašo Svetina in Anton Moljk) 172

Šola

O fizikalnih inštitutih Univerze v Ljubljani (Ivan Kuščer) 174
Tečaj za učitelje matematike (Jože Žabkar) 179
»Prijetne počitnice« naših profesorjev fizike (Francè Šušteršič) . . . 180
Tekmovanje srednješolcev (Francè Križanič) 184

Utrinki 183, 188

Odgovori 189

Vprašanja 192

CONTENTS

Articles Page

Operators of Contractions in Metric Spaces (Zvonimir Bohte) . . . 145
Anniversary of the Nuclear Power Station at Calder Hall (Milan Osredkar) 150
Non-Conservation of Parity (Lovro Pičman) 157

News

P. S. Aleksandrov on Contemporary Mathematics (F. K.) 163
Mathematics in Poland (I. V.) 164
The Artificial Earth Satellite (Jože Pahor) 166
The Aproximative Potential Field of the Furan Ring (Robert Blinc and Milan Pintar) 169

Experiments

Application of C^{14} in a Demonstration Experiment Showing the Assimilation of Carbon Dioxide in the Leaves of Plants (Jože Pahor, Milan Kovič, Anton Moljk) 170
The Spark Counter (Sašo Svetina and Anton Moljk) 172

School

The Institutes of Physics at the University of Ljubljana (Ivan Kuščer) 174
A Course for Teachers of Mathematics (Jože Žabkar) 179
"A Pleasant Holiday" of Our Physics Teachers (Francè Šušteršič) . . 180
Mathematical Competitions in School (Francè Križanič) 184

Answers 189

Questions 192

LETO V
1956-57 OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO ŠTEV. 4
1. X. 1957

PRINCIP SKRČENIH SLIK V METRIČNIH PROSTORIH

ZVONIMIR BOHTE

Funkcionalna analiza, ki je ena izmed panog moderne matematike, nas že s svojim prvim poglavjem o metričnih prostorih privede do zelo pomembnih rezultatov, ki omogočajo dokazati nekatere znane izreke iz analize na krajši in preglednejši način.

Šolski primer takega rezultata je izrek, ki ga bomo imenovali princip skrčenih slik. Ta princip nam pomaga do kratkih dokazov klasičnih eksistenčnih izrekov iz teorije diferencialnih in integralnih enačb.

Najprej si bomo ogledali nekaj osnovnih pojmov.

Definicija. Metrični prostor določajo elementi neke množice X, ki jih imenujemo točke tega prostora $x, y, z, \ldots$, in pa razdalja $d(x, y)$ dveh točk prostora, t. j. enolična funkcija, ki je definirana za vsak par točk prostora x in y in ki zadošča naslednjim aksiomom:

1. $d(x, y) \geqq 0$, pri čemer je $d(x, y) = 0$ tedaj in le tedaj, če je $x = y$.
2. Simetrijski aksiom: $d(x, y) = d(y, x)$.
3. Trikotniški aksiom: $d(x, y) + d(y, z) \geqq d(x, z)$.

Metrični prostor potem označimo na kratko z $R = (X, d)$. Trikotniški aksiom velja očitno tudi v razširjeni obliki:

$$d(x_1, x_n) \leqq d(x_1, x_2) + d(x_2, x_3) + \ldots + d(x_{n-1}, x_n)$$

Nekaj zgledov za metrične prostore:

1. Prostor realnih števil R^1.

Tu je X množica vseh realnih števil, razdalja dveh točk x in y pa je absolutna vrednost razlike obeh ustreznih števil, $d(x, y) = |x - y|$.

2. n-razsežni Evklidov prostor R^n.

Tu je X množica vseh n-toric realnih števil: $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$. Razdaljo dveh točk $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ in $y = (y_1, y_2, \ldots, y_n)$ pa definiramo s formulo:

$$d(x, y) = \sqrt{(y_1 - x_1)^2 + (y_2 - x_2)^2 + \ldots + (y_n - x_n)^2}$$

3. Prostor zveznih funkcij C.

Tu je X množica vseh funkcij $f(x)$, ki so zvezne na zaprtem intervalu $[a, b]$. Vsaka funkcija, ki je zvezna na zaprtem intervalu, je na tem intervalu na obe strani omejena. Natančno zgornjo mejo zavzame v neki točki intervala. Razdaljo dveh točk f in g, t. j. dveh funkcij $f(t)$ in $g(t)$, definiramo kot natančno zgornjo mejo absolutne vrednosti razlike obeh funkcij:

$$d(f, g) = \max |f(t) - g(t)|, \text{ kjer je } a \leqq t \leqq b.$$

Če pri isti množici X definiramo razdaljo dveh točk drugače, dobimo drug metrični prostor.

4. Prostor C^2.

Tu je X spet množica vseh zveznih funkcij na intervalu $[a, b]$, razdalja dveh točk $f(t)$ in $g(t)$ pa je:

$$d(f, g) = \left(\int_a^b [f(t) - g(t)]^2 \, dt\right)^{1/2}$$

Za vse zgoraj navedene razdalje so izpolnjeni vsi trije aksiomi metričnega prostora. Ker bo za nas najvažnejši prostor C, se prepričajmo o tem za razdaljo $d(f, g) = \max |f(t) - g(t)|$. Ta razdalja očitno ni negativna. Nič je le tedaj, če je $f(x) \equiv g(x)$. Če je namreč na nekem intervalu največja vrednost pozitivne funkcije enaka nič, potem je ta funkcija na tem intervalu identično enaka nič. Drugi in tretji aksiom sta tudi izpolnjena, ker ima isti lastnosti tudi absolutna vrednost.

V metrični prostor vpeljemo pojem konvergence zaporedja točk na tale način:

Zaporedje $x_1, x_2, x_3, \ldots$ točk prostora $R = (X, d)$ je konvergentno in konvergira k točki x, če je $\lim d(x_n, x) = 0$, $n \to \infty$, kar na kratko zapišemo $\lim x_n = x$, $n \to \infty$ ali $x_n \to x$.

Vsako konvergentno zaporedje ustreza Cauchyjevemu pogoju: Po predpisu poljubno majhnega $\varepsilon > 0$ se da najti tako število N, da je $d(x_n, x_m) < \varepsilon$, če je le $n \geq N$ in $m \geq N$. Naj bo zaporedje $x_1, x_2, x_3, \ldots$ konvergentno, limita tega zaporedja pa naj bo x. Po definiciji limite je možno najti po predpisu $\varepsilon > 0$ tak N, da je $d(x_n, x) < \varepsilon/2$, $d(x_m x) < \varepsilon/2$, če je $n \geq N$ in $m \geq N$. Po trikotniškem aksiomu pa velja: $d(x_n, x_m) \leq d(x_n, x) + d(x_m, x) < \varepsilon$. Cauchyjev pogoj je torej potreben pogoj za konvergenco zaporedja. Ni pa tudi zadosten. O tem se lahko prepričamo z naslednjim zgledom.

Vzemimo prostor vseh racionalnih števil z razdaljo $d(x, y) = |x - y|$! Vemo, da ima zaporedje racionalnih števil lahko za limito iracionalno število. Tako zaporedje gotovo ustreza Cauchyjevemu pogoju, ni pa konvergentno v smislu naše definicije, ker limita — iracionalno število — ni točka tega prostora.

Če je v nekem metričnem prostoru vsako zaporedje, ki zadošča Cauchyjevemu pogoju, konvergentno, potem pravimo, da je tak prostor p o l n.

Kot smo videli zgoraj, prostor vseh racionalnih števil ni poln. Prostor vseh realnih števil pa je, saj je tam Cauchyjev pogoj tudi zadosten pogoj za konvergenco. Tudi prostor C je poln. Če kako zaporedje zveznih funkcij zadošča Cauchyjevemu pogoju, je tako zaporedje enakomerno konvergentno. Limita enakomerno konvergentnega zaporedja pa je spet zvezna funkcija, torej točka prostora C. Prostor C^2 pa ni poln.

Vsak zaprt podprostor polnega metričnega prostora $R = (X, d)$ je spet poln metrični prostor. Podprostor tvori vsaka delna množica množice X. Podprostor imenujemo zaprt takrat, kadar leže v njem vsa stekališča zaporedij točk. Če je v celem prostoru vsako zaporedje, ki ustreza Cauchyjevemu pogoju, konvergentno, potem velja isto tudi za zaprt podprostor. Torej je zaprt podprostor polnega prostora poln, z isto razdaljo predstavlja potem samostojen poln metrični prostor.

Oglejmo si še pojem operatorja! Na prostoru R je definiran operator A, kadar je dan zakon, ki vsaki točki prostora R priredi neko točko v splošnem drugega prostora R_1. Pravimo, da operator A prevede ali preslika prostor R v R_1. Lahko pa operator prevede prostor R vase. To pomeni, da priredi vsaki točki prostora R neko točko istega prostora.

Z enačbo $y = Ax$ na kratko povemo dejstvo, da operator A priredi točki x točko y, ki jo imenujemo sliko točke x. Če je za vsak x iz R pripadajoči y tudi iz R, potem operator A prevede prostor R vase.

Operator A se imenuje zvezen, če je možno najti po predpisu $\varepsilon > 0$ tak $\delta > 0$, da je $d(Ax, Ay) < \varepsilon$ za vsak par točk x in y, za katere velja $d(x, y) < \delta$. Ta definicija je ekvivalentna tejle: Operator A je zvezen, če iz $x_n \to x$ sledi $Ax_n \to Ax$. Vpeljimo še operator posebne vrste!

Definicija. Operator A, ki prevede metrični prostor R vase, se imenuje operator skrčitve, če eksistira tako število $k < 1$, da velja za vsako točko x in y iz R neenačba:

$$d(Ax, Ay) \leqq k \cdot d(x, y) \tag{1}$$

Razdalja slik dveh točk je vedno manjša od razdalje originalnih točk. Od tod ima operator ime. Operator skrčitve je zvezen, saj iz $x_n \to x$ sledi $d(Ax_n, Ax) \leqq k \cdot d(x_n, x)$. Če gre desna stran proti nič, gre tudi leva, torej $Ax_n \to Ax$.

Sedaj pa že lahko formuliramo prej omenjeni izrek.

Princip skrčenih slik. Vsak operator skrčitve ima v polnem metričnem prostoru eno in eno samo fiksno točko.

Fiksno točko operatorja imenujemo tisto točko x, ki je slika same sebe, ustreza tedaj enačbi $x = Ax$. Izrek trdi, da ima ta enačba, če je A operator skrčitve, eno in eno samo rešitev.

Dokaz. Izberimo si poljubno točko x_0 iz prostora $R = (X, d)$ in napravimo zaporedne približke na tale način:

$$x_0, x_1 = Ax_0, x_2 = Ax_1 = A^2 x_0, \ldots, x_n = Ax_{n-1} = A^n x_0, \ldots$$

$A^2 x_0$ je krajša pisava za $A(Ax_0)$, $A^3 x_0 = A(A^2 x_0)$ itd.

Zaporedje tako tvorjenih približkov ustreza Cauchyjevemu pogoju. Izberimo si dva člena zaporedja x_n in x_m, kjer je $m > n$! Potem je:

$$d(x_n, x_m) = d(A^n x_0, A^m x_0) \leqq k \cdot d(A^{n-1} x_0, A^{m-1} x_0) \leqq$$
$$\leqq k^2 \cdot d(A^{n-2} x_0, A^{m-2} x_0) \leqq \ldots \leqq k^n \cdot d(x_0, A^{m-n} x_0) = k^n \cdot d(x_0 x_{m-n})$$

Pri vsakem koraku smo uporabili neenačbo (1). Po razširjenem trikotniškem pravilu pa velja:

$$d(x_0, x_{m-n}) \leqq d(x_0, x_1) + d(x_1, x_2) + \ldots + d(x_{m-n-1}, x_{m-n}) =$$
$$= d(x_0, x_1) + d(Ax_0, Ax_1) + \ldots + d(A^{m-n-1} x_0, A^{m-n-1} x_1)$$

Na vsak sumand spet uporabimo neenačbo (1) tolikokrat, da pri vsakem ostane faktor $d(x_0, x_1)$, ki ga izpostavimo.

$$d(x_0, x_{m-n}) \leqq d(x_0, x_1)(1 + k + k^2 + \ldots + k^{m-n-1})$$

Če v oklepaju dodamo še ostale člene do popolne geometrične vrste, smo izraz povečali; zato velja

$$d(x_0, x_{m-n}) \leqq d(x_0, x_1)/(1 - k)$$

Končno imamo:

$$d(x_n, x_m) \leqq k^n \cdot d(x_0, x_1)/(1 - k)$$

Ker je $k < 1$, je pri zadosti velikem n, za vsak $m > n$ razdalja $d(x_n, x_m)$ poljubno majhna, s tem pa je Cauchyjev pogoj izpolnjen. Ker smo zahtevali, da

je prostor R poln, je zaporedje približkov konvergentno in ima za limito neko točko x iz prostora. Torej je $\lim x_n = x$, $n \to \infty$. Iz zveznosti operatorja A sledi:

$$Ax = A \cdot \lim x_n = \lim Ax_n = \lim x_{n+1} = x$$

Eksistenca rešitve enačbe $Ax = x$ je dokazana. Fiksna točka operatorja A je ravno limita zaporedja zgornjih približkov. Treba je ugotoviti le še, da je rešitev tudi ena sama. Pa vzemimo, da bi bili dve rešitvi $Ax = x$ in $Ay = y$! Potem je: $d(x, y) = d(Ax, Ay) \leqq k \cdot d(x, y)$. Od tod sledi $d(x, y) = 0$, po prvem aksiomu pa $x = y$. Izrek je dokazan.

Oglejmo si na dveh zgledih uporabo principa.

1. *Eksistenca rešitve diferencialne enačbe prvega reda.*

Naj bo dana diferencialna enačba $y' = f(x, y)$ z začetnim pogojem $y(x_0) = y_0$, kjer je $f(x, y)$ zvezna funkcija na nekem polju D, ki vsebuje točko (x_0, y_0). Ta funkcija naj ustreza Lipschitzovemu pogoju

$$| f(x, y_2) - f(x, y_1) | \leqq M | y_2 - y_1 |$$

Potem eksistira na nekem intervalu $[x_0 - a, x_0 + a]$ ena in ena sama rešitev zgornje enačbe $y(x)$, ki je zvezna in ki zadošča začetnemu pogoju.

Dokaz. Diferencialna enačba je z začetnim pogojem ekvivalentna tejle integralni:

$$y(x) = y_0 + \int_{x_0}^{x} f[t, y(t)]\, dt$$

Ker je $f(x, y)$ zvezna funkcija, velja $| f(x, y) | \leqq K$ na nekem polju D', ki leži v polju D in ki vsebuje točko (x_0, y_0). Izberimo sedaj $a > 0$ tako, da bosta izpolnjeni zahtevi:

1. $M \cdot a < 1$
2. Pravokotnik $| x - x_0 | \leqq a$, $| y - y_0 | \leqq K \cdot a$ naj leži v polju D'.

S C_1 označimo prostor zveznih funkcij na intervalu $[x_0 - a, x_0 + a]$, ki ustrezajo še neenačbi $| y(x) - y_0 | \leqq K \cdot a$. Razdalja naj bo kot v prostoru C: $d(y_1, y_2) = \max | y_1(t) - y_2(t) |$. C_1 je poln, ker je zaprt podprostor polnega prostora C. Sedaj si pa oglejmo operator, ki je definiran z enačbo:

$$Ay = y_0 + \int_{x_0}^{x} f[t, y(t)]\, dt, \text{ kjer je } | x - x_0 | \leqq a$$

Ta operator prevede C_1 vase, saj velja:

$$| Ay - y_0 | = \left| \int_{x_0}^{x} f[t, y(t)]\, dt \right| \leqq \int_{x_0}^{x} | f(t, y) |\, dt$$

Ker je $| f(x, y) | \leqq K$ in $| x - x_0 | \leqq a$, dobimo

$$| Ay - y_0 | \leqq K \int_{x_0}^{x} dt \leqq K \cdot a$$

Slika funkcije y, t. j. Ay, zadošča neenačbi, ki določa C_1.

Operator A pa je tudi operator skrčitve. Naj bosta $y_1(x)$ in $y_2(x)$ dve funkciji iz prostora C_1, ustrezni sliki pa Ay_1 in Ay_2!

$$Ay_1 = y_0 + \int_{x_0}^{x} f[t, y_1(t)]\, dt, \quad Ay_2 = y_0 + \int_{x_0}^{x} f[t, y_2(t)]\, dt$$

Odštejmo obe enačbi in ocenimo absolutno vrednost razlike z upoštevanjem Lipschitzovega pogoja!

$$|Ay_1 - Ay_2| \leqq \int_{x_0}^{x} |f(t, y_1) - f(t, y_2)|\, dt \leqq \int_{x_0}^{x} M\, |y_1 - y_2|\, dt \leqq$$
$$\leqq M \cdot a \cdot \max |y_1 - y_2|$$

Ta neenačba velja za vsak x na izbranem intervalu, zato je

$$d(Ay_1, Ay_2) \leqq M \cdot a \cdot d(y_1, y_2)$$

Ker je $M \cdot a < 1$, je operator A res operator skrčitve. S tem so vsi pogoji, ki jih zahteva princip, izpolnjeni. Zato lahko zaključimo: Enačba

$$y(x) = Ay = y_0 + \int_{x_0}^{x} f(t, y)\, dt$$

ima eno in eno samo rešitev.

2. *Eksistenca rešitve integralne enačbe.*

Naj bo dana linearna nehomogena integralna enačba

$$f(x) = g(x) + \lambda \cdot \int_a^b K(x, y)\, f(y)\, dy$$

Jedro $K(x, y)$ in $g(x)$ sta znani zvezni funkciji za x in y na intervalu $[a, b]$, funkcijo $f(x)$ pa iščemo. Ker je $K(x, y)$ zvezna funkcija, je tudi omejena in naj bo $|K(x, y)| \leqq M$. Oglejmo si operator A, ki ga definira enačba:

$$Af = g(x) + \lambda \cdot \int_a^b K(x, y)\, f(y)\, dy$$

Ta operator prevede prostor C vase, ker je desna stran zvezna funkcija x-a. Vzemimo dve funkciji $f_1(x)$ in $f_2(x)$, obe zvezni na $[a, b]$. Njuni sliki sta Af_1 in Af_2.

$$Af_1 = g(x) + \lambda \cdot \int_a^b K(x, y)\, f_1(y)\, dy$$

$$Af_2 = g(x) + \lambda \cdot \int_a^b K(x, y)\, f_2(y)\, dy$$

Potem je:

$$|Af_1 - Af_2| = |\lambda| \cdot \left| \int_a^b K(x, y)\, [f_1(y) - f_2(y)]\, dy \right| \leqq$$
$$\leqq |\lambda| \int_a^b |K(x, y)| \cdot \max |f_1 - f_2|\, dy \leqq |\lambda| \cdot M \cdot (b - a) \cdot \max |f_1 - f_2|$$

V pisavi z razdaljo $d(f_1, f_2)$ se neenačba glasi:

$$d(Af_1, Af_2) \leqq |\lambda| \cdot M \cdot (b - a) \cdot d(f_1, f_2)$$

Če izberemo λ tako, da je $|\lambda| < 1/M(b - a)$, je operator A operator skrčitve. Na osnovi principa sklepamo: Ob danih pogojih in tako izbranem λ eksistira ena in ena sama rešitev zgornje integralne enačbe.

Literatura:

Kolmogorov i Fomin: Elementy teorii funkcij i funkcionalnogo analiza. (Moskva 1954).

Natanson: Teorija funkcij veščestvennoj peremenoj. (Moskva 1950).

O JEDRSKI CENTRALI V CALDER HALLU

(Ob stoletnici otvoritve)

MILAN OSREDKAR

Reaktorje, katerih namen je dajati toploto za pogon električnih central, razlikujemo lahko po tem, na kakšen način odvajamo iz njih toploto. Za dober termični izkoristek moramo odvajati toploto pri čim višji temperaturi, za kar danes običajna reaktorska hladila in gradiva niso prav prikladna. Razvilo se je že več vrst reaktorjev z različnimi načini odvajanja toplote, nobena od teh pa še ni dokončno najboljša.

Pri reaktorjih, ki imajo vodo kot moderator in kot hladilo, lahko zboljšamo izkoristek s tem, da je voda pod tlakom, ali s tem, da voda vre. Vodo lahko nadomestimo s kakim organskim moderatorjem, ki ima boljše toplotne lastnosti ter višje vrelišče kot voda, na primer z difenilom. Najvišje temperature lahko dosežemo, če odvajamo toploto z raztaljenimi kovinami, na primer z natrijem. V tem primeru je moderator navadno grafit, gorivo pa v trdni obliki. Lahko pa tudi raztaljeno kovinsko gorivo pomešamo med raztaljeno kovinsko hladilo: če ga v obliki soli raztopimo v moderatorju, dobimo homogeni reaktor. Omeniti je treba še reaktor, ki ga hladijo s plinom — ta spada med tehnično najpreprostejše reaktorje sploh — in hitri ter počasni (termični) plodilni reaktor (breeder). Zadnja dva sta med tehnično najbolj zahtevnimi vrstami, sta pa posebno važna za bodočnost jedrske energije.

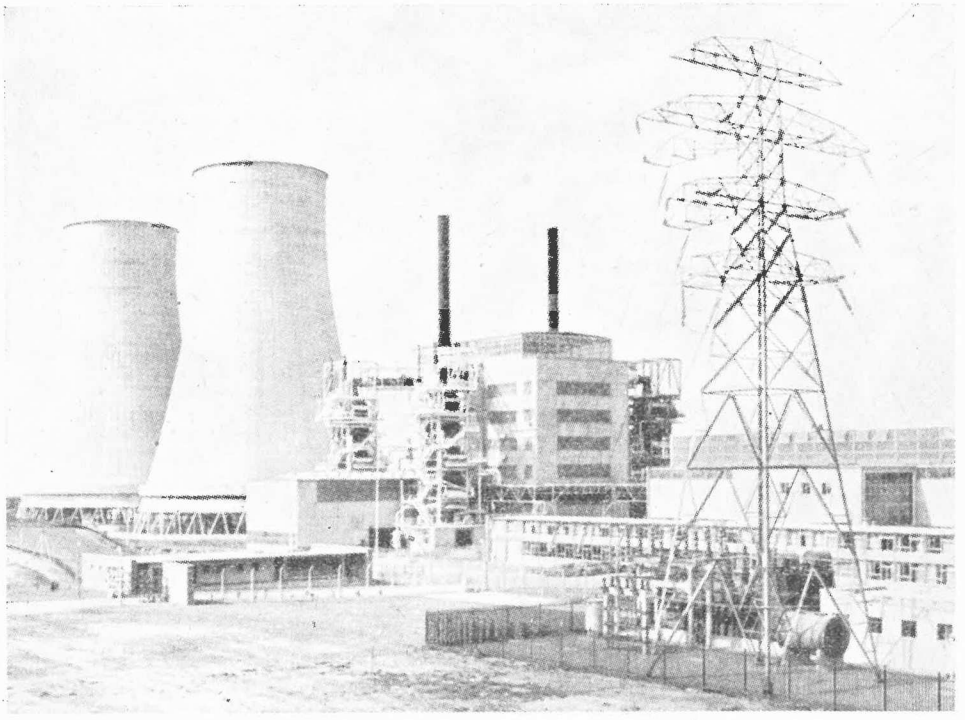
Približno 14 let potem, ko je postal kritičen prvi reaktor na svetu, je začela angleška jedrska centrala v Calder Hallu oddajati moč v električno omrežje. Ta doba je zelo kratka v primeri z razdobjem, ki je bilo potrebno od takrat, ko se je človek naučil delati ogenj, do prvega parnega stroja in nam kaže, s kakšno neverjetno naglico človeštvo tehnično napreduje.

Amerikanci in Rusi so uporabljali jedrske reaktorje za proizvodnjo električne energije že pred Calder Hallom, vendar so bili to skoraj izključno poskusi, nekaj pa je bilo propagande, da bi pokazali svetu, kdo je prvi na tem področju. Zelo uspel reaktor ameriške podmornice »Nautilus«, ki je dal graditeljem neprecenljive izkušnje, je kot reaktor za pogon jedrskih elektrarn precej brezpomemben. Moč tega reaktorja je namreč tako draga, da si jo lahko privošči le vojska.

Tako je angleška centrala prva in pomeni precejšen napredek. Osnovni pogoj za njeno zgraditev je bilo znanje, s katerim razpolagajo Angleži, in velika potreba po energiji, ki je na Britanskem otoku pričenja resno primanjkovati. Zadnji povod, ki je odločil gradnjo, pa je bila potreba po plutoniju za vojaške namene. Nalogo reaktorja v Calder Hallu je namreč dvojna: da proizvaja plutonij in daje toploto za pogon električne centrale. Do odločitve, da se ta centrala začne graditi, je prišlo februarja 1953, pripravljalna dela pa so tekla že več let prej.

Angleži so hoteli zgraditi reaktor čimprej, s takoj razpoložljivim materialom in ne da bi jim bilo treba reševati veliko neznanih problemov. Zato so izbrali grafitni reaktor na naravni uran, hlajen s plinom (CO_2). Te vrste reaktor jim je bil najbolj znan, saj sta že daljši čas v obratu dva taka reaktorja v Windscalu za proizvajanje plutonija. Kljub temu pa je bilo treba še dosti raziskovalnega in industrijsko razvojnega dela, če so hoteli zgraditi reaktor, ki bo poleg plutonija dajal še električno moč.

Nastajanje plutonija v reaktorju je enako kot sproščanje toplote proporcionalno nevtronskemu fluksu v reaktorju. Omejitev ni v višini fluksa, ampak v tehnični možnosti odvajanja toplote, množina proizvedenega plutonija je pa odvisna od množine odvedene toplote. Za proizvodnjo plutonija je važna samo celotna množina sproščene toplote, za proizvodnjo moči za električno centralo pa množina toplote pri čim višji temperaturi, če hočemo dobiti tehnično sprejemljive toplotne učinke. Zahtevi po visoki temperaturi zaradi lastnosti reaktorskih gradiv ni lahko ustreči. Tega vprašanja pred leti niso znali zadovoljivo rešiti in tako gre v izgubo (za jalovo ogrevanje reke in ozračja) vsa

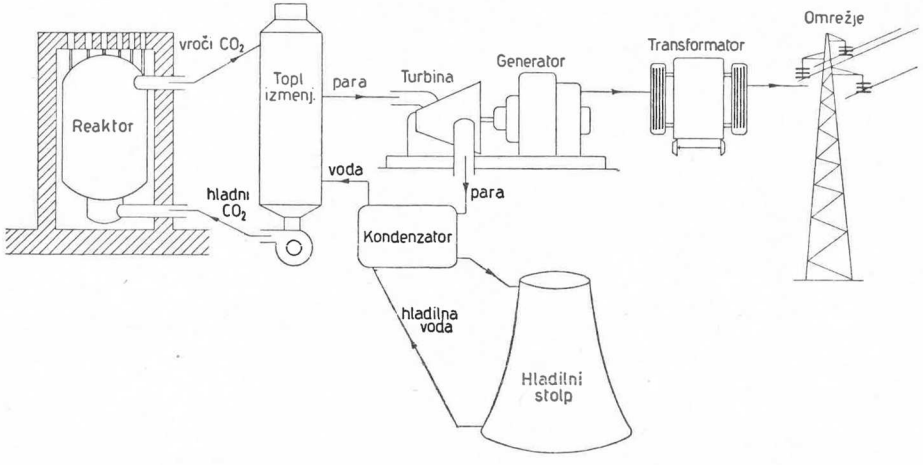


Sl. 1. Pogled na reaktivno centralo v Calder Hallu. Zadaj sta hladilna stolpa, v sredi je stavba, v kateri je reaktor, v ospredju pa strojnica s turbinama

ogromna množina toplote, ki se sprošča na primer v plutonijskih reaktorjih v Hanfordu (ZDA) ali Windscalu (Anglija). Za pridobivanje plutonija hočemo dobiti v reaktorju na vsak razcep urana 235 čim več novo nastalih plutonijevih atomov (velik konverzijski faktor), za pridobivanje moči za uporabo toplote v električni centrali pa želimo, da je treba v reaktorju čim manj urana na enoto sproščene moči, ali z drugo besedo, hočemo čim manjšo kritično maso. Ti dve zahtevi sta si močno v nasprotju.

Poglejmo si gornje zahteve še enkrat in bolj podrobno! Verižna reakcija teče, to je, reaktor je kritičen, če je izpolnjen pogoj $G \cdot k = 1$, kjer je G povprečna verjetnost, da nam novo porojeni nevtron ne uide iz reaktorja, k pa razmnoževalni faktor za termične nevtrone. Za neskončno velik reaktor je $G = 1$. Z manjšanjem velikosti reaktorja se manjša tudi G in je torej v resnici

G vedno manjši od 1. Torej mora biti, da je reaktor kritičen, k vsaj 1 ali večji od 1. Za razmnoževalni faktor k pa velja: $k = \eta\, \varepsilon\, p f$. Število η je odvisno od razmerja $U^{235} : U^{238}$ in je za naravni uran 2,1. Faktor ε je odvisen od števila hitrih razcepov s hitrimi nevtroni. Teh je navadno okrog 3 % in je $\varepsilon = 1{,}03$. Faktor p pove verjetnost, da bo porojeni nevtron (z veliko energijo) postal termičen, to je, da ga med zaviranjem ne bo absorbiral kak atom U^{238} in se s tem čez nekaj časa spremenil v plutonij. Faktor p torej najbolj odloča o velikosti konverzijskega faktorja. Čim manjši je p, tem večji je konverzijski faktor [$C_{konv} = 1/(1 - p)$]. Za homogene reaktorje je p odvisen le od koncentracije urana, pri heterogenih pa od oblike in razporeditve uranskih gorivnih elementov v reaktorju. Navadno so ti razporejeni v kvadratni ali heksagonalni mreži in od stranice te mreže je p direktno odvisen. Število f nam predstavlja izkoristek termičnih nevtronov za cepitev. Termične nevtrone nam namreč poleg urana požira tudi moderator in drugi materiali v reaktorju, ki jih je navadno



Sl. 2. Shema reaktorske centrale

tem več, čim močneje hočemo reaktor hladiti. Če hočemo doseči še visoko temperaturo, moramo preiti na odpornejše snovi, ki so navadno še bolj požrešne na nevtrone in se nam f zato še zmanjša.

Če torej hočemo proizvajati veliko moč, se nam nujno zmanjša f, če pa hočemo dobiti veliko proizvodnjo plutonija, zmanjšujemo namenoma p. Če pa želimo oboje in če imamo na razpolago le naravni uran (torej nespremenljiv η), bo reaktor kritičen le tedaj, če bomo povečali G, to je, če bomo povečali velikost reaktorja; ker pa tega iz tehničnih razlogov ne moremo delati poljubno, smo prisiljeni najti kompromis med p in f oziroma se moramo zadovoljiti s tem, da reaktor za optimalno proizvodnjo plutonija ne bo optimalen za moč.

To se je zgodilo pri reaktorju v Calder Hallu, katerega velikost (in s tem G) je bila določena s tem, da si niso upali variti reaktorski kotel iz več kot 5 cm debelih jeklenih plošč. Problem je vse prej kot jedrski in nazorno kaže povezanost in sodelovanje raznih strok pri gradnji reaktorjev.

Vsaka jedrska centrala je sestavljena iz reaktorja (ki daje toploto), iz toplotnih izmenjevalcev (kjer oddaja hladilo v reaktorju pridobljeno toploto vôdi in jo vparja) ter parnih turbin z električnimi generatorji. Calderhallska

centrala bo imela v končni obliki štiri reaktorje (od teh vsak četrti toplotne izmenjalce) in dve turbini. Prva dva reaktorja sta že postavljena in daje vsak 180 MW toplotne moči oziroma 46 MW električne, od katere porabi okrog eno petino sam. Celotni toplotni izkoristek je okrog 21 %. Za reaktorjev moderator služi 1150 ton grafita, zloženega v osmerokoten valj premera 9,1 m in višine 6,4 m. V tej grafitni kopi je 1696 navpičnih kanalov razporejenih v kvadratni mreži s stranico 20,3 cm. V prejšnjih reaktorjih v Windscalu imajo za gorivo in hlajenje vodoravne kanale, tukaj pa so naredili navpične, ker so menili, da je laže napraviti podstavke za pokončno valjasto grafitno kopo kot za ležečo. Cela grafitna kopa je namreč zaprta v kotlu pod pritiskom 7 atmosfer in podstavki zanjo morajo biti izvedeni tako, da kotel sam nič ne nosi. Cela kopa počiva na rešetki iz *I* nosilcev in ta je nameščena na podstavkih tako, da stične ploskve pri temperaturnem raztezanju lahko drse.

Zanimivo je, da so izbrali Angleži namesto vodoravnih kanalov (kot jih imajo reaktorji v Windscalu) navpične, Francozi pa ravno obratno. Njihov raziskovalni reaktor v Saclayu je tudi hlajen s plinom skozi navpične kanale, pri reaktorjih G-1 in G-2 za plutonij in moč (v kraju Marcoule v dolini Rhone) pa delajo vodoravne kanale. To jim je možno predvsem zato, ker G-1 in G-2 nista v jeklenem kotlu, ampak v betonskem.

V navpičnih kanalih so centrirani gorivni elementi. Uranske palice, dolge 1 m in debele 2,92 cm, so oblečene v plašč iz magnezijeve zlitine, ki ima zunaj hladilna rebra v obliki vijačnice. Ta plašč z vijačnico je izstružen iz enega kosa. Elementov je v vsakem kanalu šest, postavljenih drug vrh drugega; konci so stožčasto obdelani, da se sestavljajo eden v drugega. Vsak element ima na vrhu še tri radialne nožice, ki skrbijo, da je gorivni element lepo v sredini kanala in ga hladilni plin z vseh strani enakomerno obteka. Nožice služijo istočasno še kot prijemališče za napravo, s katero po potrebi izvlačijo elemente iz kope. Vsega urana je okrog 63 ton in po približni oceni je največji fluks v reaktorju okrog 10^{13} n/cm^2 sek.

Pri projektiranju je bil poseben problem zamenjava goriva, ker tukaj ni možno na lahek način izrivati gorivne elemente, kot pri reaktorjih z vodoravnimi kanali. Izdelati je bilo treba posebno mehanično roko, ki jo na jeklenem kablu spustijo od zgoraj v kanal, kjer zgrabi element za radialne nožice, nakar ga lahko izvlečejo. Vsakega od 6 elementov v kanalu morajo izvleči posebej. Naprava je še bolj kompliciranа zato, ker niso mogli kotlovega pokrova prevrtati nad vsakim od 1696 kanalov, saj bi na ta način od pokrova nič ne ostalo. Zato so napravili v pokrov le nekaj nad sto odprtin, od katerih služi vsaka za posluževanje 16 kanalov. S posebno napravo usmerjamo mehanično roko skozi odprtino na pokrovu nad zaželeni kanal.

Reaktorski kotel je pokončen valj z zaokroženima osnovnicama, s premerom 11,3 m, zvarjen iz 5 centimetrskih jeklenih plošč. Navarjeni so tudi dovodi in odvodi za hladilni plin (CO_2), prav tako pa tudi odprtine na pokrovu za polnjenje reaktorja z gorivom, kar je možno le, kadar reaktor ne obratuje. Okrog kotla je še 15 cm železnega oklepa, ki varuje nad 2 m debeli betonski oklep pred toplotnimi vplivi.

Kotel je zvarjen in je bilo treba vse šive pregledati z rentgenom, nato pa s pregretjem sprostiti notranje napetosti v jeklu. V ta namen so napeljali ob notranji strani kotla orjaško »grelno žico« — 5 cm debele jeklene cevi, ki so jih napajali s 1500 kW; tako so hotel počasi ugreli v dveh dneh na 600 ° C, ga držali pri tej temperaturi en dan, nakar so ga počasi ohlajali.

Odprtine na vrhu kotla za polnjenje z gorivnimi elementi služijo tudi za vsajanje kontrolnih palic in za potrebe meritev. Kontrolnih palic iz borovega železa je 40 in se lahko premikajo avtomatično ali ročno. Hitrost pomika je naravnana tako, da lahko vseh 40 palic skupaj spremeni kritičnost v eni sekundi za $\Delta k = 2 \cdot 10^{-6}$. V 5 sekundah so vse palice lahko v reaktorju in verižna reakcija je ustavljena. Seveda ima reaktor vse mogoče naprave, ki nemudoma udušijo rektor, če se kaj zgodi: če na primer preneha obtok plina, če je temperatura preveč narasla, ali če je nevtronski fluks previsok in podobno.

Posebno pažnjo so posvetili ugotavljanju razpok v plaščih gorivnih elementov; pri teh razpokah bi lahko uhajali razcepki, posebno plinasti, in radioaktivno zamazali ves prvi krogotok ogljikovega dvokisa in s tem ogrožali okolico. Zato ima vsak kanal posebno cev, ki avtomatsko odvzema vzorec plina in ga dovaja instrumentom. Ti merijo aktivnost plina in v pol ure prekontrolirajo vseh 1696 kanalov. Za ta kontrolni sistem so porabili v celoti okrog 65 km nerjavečih cevi premera 1,25 cm.

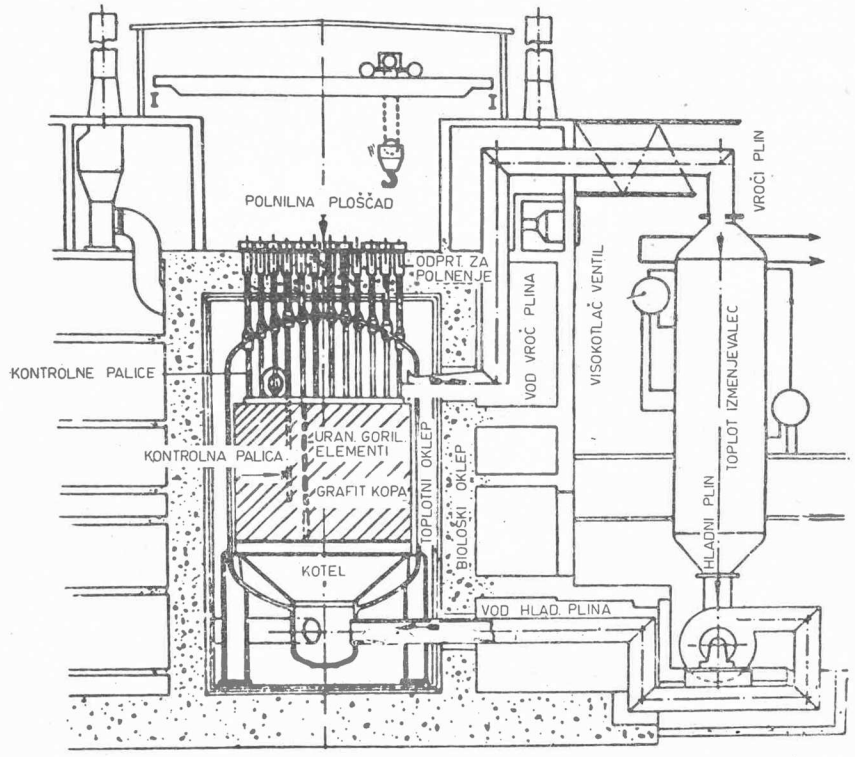
Toploto prenaša iz reaktorja ogljikov dvokis, ki vstopa s temperaturo 140 ° C in se do izstopa segreje na 336 ° C. Za obtok skrbijo 4 ventilatorji posebne konstrukcije. Ogljikov dvokis oddaja toploto v 4 toplotnih izmenjevalcih, od katerih tehta vsak do 180 ton. Bili bi še večji, če bi ne bila cesta, po kateri so jih pripeljali iz tovarne, na nekaterih mestih preozka. V teh izmenjevalcih se vparja voda v dveh ločenih ciklih: visokotlačni ima 14 atmosfer (310 ° C) in daje 90 ton pare na uro, nizkotlačni pa 3,7 atmosfer (171 ° C) in daje 27 ton pare na uro. Celotna zunanja površina vparjalnih cevi, ki imajo zunaj bodice za boljši odvod toplote, je 9300 m².

Pri pogledu na celotno centralo so najbolj opazni hladilni stolpi, ki pa niso nobena posebnost za jedrske centrale, saj jih ima tudi vsaka centrala na premog. V njih se hladi voda, ki obtaka kondenzatorje, kjer se zgošča para po izstopu iz turbin. Stolpi so visoki skoraj 100 m, skoznje pa preteče okrog 600 milijonov litrov dnevno. Zaradi izhlapevanja gre v izgubo 2 % vode, ki jo morajo sproti nadomeščati.

Gradnja reaktorja je poleg različnih problemov, ki so zahtevali posebne raziskave, prinesla tudi celo vrsto čisto tehnično-gradbenih problemov. Med te spada poleg varenja kotla tudi njegova namestitev. Plošče za kotel so v tovarni točno pripravili, ukrivili in numerirali, nato pa so jih na gradbišču samem zvarili. Najprej so zvarili spodnjo »skledo«, nato rešetko za osnovo grafitni kopi, srednji valjasti del v dveh polovicah in končno pokrov s cevnimi nastavki za prehode gorivnih elementov in kontrolnih palic. Teža teh delov je bila pri vsakem okrog 90 ton in graditelji so bili ponosni na to, da so te dele z lahkoto in veliko natančnostjo spravili na svoje mesto v betonski oklep in jih tam zvarili skupaj v kotel. Še hujše kot dviganje kotla je bilo dviganje delov toplotnih izmenjevalcev, ki so tehtali tudi do 200 ton.

Čisto nekaj posebnega je bilo zlaganje grafitnih opek v kopo. To delo je moralo biti opravljeno z veliko natančnostjo, da je bila kopa dovolj trdna tudi pri temperaturnem raztezanju. Poleg tega je bila potrebna pedantska čistost, da bi ne prišla v kopo umazanija in prah ter ne bi pokvarila jedrskih lastnosti kope. Opek je bilo okrog 58 000, od katerih je bila vsaka strojno obdelana do 0,05 mm natančno; na čistoto so pazili kot pri kirurških operacijah, celo na to so polagali posebno pažnjo, da bi kdo ne pozabil kje v notranjosti kakih klešč.

Preveč bi bilo naštevati vse tehnične in graditeljske dosežke, na katere so Angleži ponosni. Bolj nas bo zanimalo, kakšna je cena električne energije, ki jo daje ta nova centrala. Angleži navajajo ceno 0,6 pennya (1 penny je približno 7 dinarjev po uradnem tečaju), če je vračunana prodaja v reaktorju nastalega plutonija državi, brez tega pa 1 penny za kWh. Preračunano na dolarje je to 7 oziroma 12 tisočink dolarja. Smatra se, da je povprečna cena električne energije v ZDA (kalorične) 3 do 5 tisočink dolarja za kWh. Predvi-



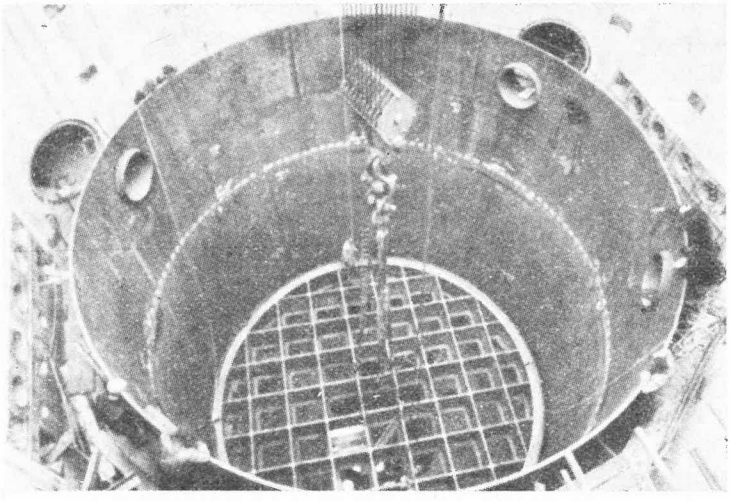
Sl. 3. Shematični prerez reaktorja

dena cena električne energije iz prve ameriške jedrske centrale, ki jo gradi Westinghouse v Shippingportu blizu Pittsburga za neko elektrarniško družbo (s podporo Ameriške atomske komisije) je pa 55 tisočink dolarja za kWh. Če pogledamo s te strani na angleško jedrsko centralo, lahko razumemo, da so bili Američani nekoliko presenečeni. Seveda bi bila elektrika iz enake centrale v ZDA dražja kot v Angliji zaradi drugačnih ekonomskih pogojev, vendar to ne spreminja dejstva, da so trenutno v proizvodnji električne energije v jedrskih centralah Angleži tako po času kot po ceni prvi.

Po drugi strani priznavajo Američani, da so Angležem hvaležni, ker so prvi ugriznili v to jabolko; oni sami pa nočejo izgubljati časa in zaposlovati ljudi, ki jim jih itak primanjkuje, na projektih, ki so sicer takoj izvedljivi,

nimajo pa prave perspektive. ZDA si tako stališče lahko privoščijo, saj imajo še dovolj energijskih virov. Ali je prednost s plinom hlajenih reaktorjev resnično le v tem, da so takoj izvedljivi, bo pa pokazala bodočnost.

Dosedanje obratovanje centrale v Calder Hallu je pokazalo seveda tudi razne težave. Fluks v sredini reaktorja je bil previsok v primeri s fluksom ob stenah, zato se je reaktor v sredini nesorazmerno grel. To so odpravili s tem, da so izpraznili v sredini 4 gorivne kanale. Večjo sitnost imajo s samimi gorivnimi elementi. Ti namreč zaradi visoke temperature in močnega sevanja v reaktorju izgubljajo mehansko trdnost, pri čemer se spodnji element, ki nosi težo še petih elementov nad seboj, začne kriviti. Če se preveč ukrivi, ga ni mogoče več izvleči. Zato bodo opustili sedanji način namestitve gorivnih elementov in šli na prvotno zamisel, da naj vsak element nosi sam sebe, torej naj stoji na posebnih grafitnih nastavkih v kanalu, ne pa na spodnjem elementu.



Sl. 4. Pogled v odprt reaktorski kotel z rešetko, ki nosi grafitno kopo

Angleži so mnenja, da bodo gradili še 10 let skoraj izključno s plinom hlajene reaktorje za centrale, ki se bodo šele potem začeli umikati tehnično boljšim in bolj dovršenim tipom. Za sedaj imajo v programu poleg že dograjenih dveh reaktorjev (Calder Hall A) dograditi še dva enaka (Calder Hall B), istočasno pa že pripravljajo graditev nove centrale v Chapel Crossu, ki bo pa imela že izpopolnjen plinski reaktor. Na osnovi pridobljenih izkušenj si bodo lahko privoščili razne tehnične izboljšave in bo na primer debelina plošč za kotel 7,5 cm. S tem bodo lahko povečali reaktor in s tem dvignili pridobljeno moč, istočasno pa bodo povečali ekonomičnost pri pridobivanju plutonija kakor tudi pri izkoriščanju sproščene toplote. Sploh so mišljenja, da bodo mogli zdaj dobiti iz enakih reaktorjev, kot sta prva dva, tri do štirikrat več moči pri le 15 % večjih stroških. Vsekakor nameravajo Angleži leta 1965 proizvajati v jedrskih centralah 1500 do 2000 MW električne za potrošnjo, leta 1975 že desetkrat toliko, od takrat dalje pa imajo v načrtu graditi sploh samo še jedrske električne centrale.

NEOHRANITEV PARNOSTI

LOVRO PIČMAN

Vsako stanje kakega sistema opišemo v kvantni mehaniki z valovno funkcijo ψ, ki jo moremo približno* prikazati kot funkcijo časa ter koordinat in spinov** vseh nastopajočih delcev:

$$\psi = \psi(\mathbf{x}_1, \mathbf{s}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{s}_2, \ldots, \mathbf{x}_n, \mathbf{s}_n; t)$$

Oblika te funkcije mora biti v skladu s simetrijskimi lastnostmi sistema. Kadar je, na primer, sistem sestavljen iz enakih delcev, ki imajo polštevilčni spin ($s = \frac{1}{2}$, ali $^3/_2$, ali ...) spremeni funkcija ψ svoj predznak, ako zamenjamo med seboj koordinate in spine poljubnih dveh delcev:

$$\psi(\mathbf{x}_1, \mathbf{s}_1, \ldots, \mathbf{x}_i, \mathbf{s}_i, \ldots, \mathbf{x}_k, \mathbf{s}_k \ldots, \mathbf{x}_n, \mathbf{s}_n; t) =$$
$$= -\psi(\mathbf{x}_1, \mathbf{s}_1, \ldots, \mathbf{x}_k, \mathbf{s}_k, \ldots, \mathbf{x}_i, \mathbf{s}_i \ldots \mathbf{x}_n, \mathbf{s}_n; t)$$

Pričakovali bi tudi, da se rezultati meritev nič ne spremenijo, če jih izvršimo v koordinatnem sistemu, kateremu smo obrnili smeri vseh treh osi ($x' = -x$, $y' = -y$, $z' = -z$, $t' = t$). Če pa ostanejo nespremenjeni rezultati meritev, se tudi valovna funkcija ψ pri tej transformaciji, ki jo bomo zaznamovali s črko P, ne more bistveno spremeniti. S tem hočemo reči, da se je ψ pri tem pomnožil le z neko konstanto ξ_P, torej

$$P\psi = \psi(-\mathbf{x}_1 - \mathbf{s}_1, \ldots - \mathbf{x}_n - \mathbf{s}_n; t) = \xi_P \psi(\mathbf{x}_1 \mathbf{s}_1, \ldots \mathbf{x}_n \mathbf{s}_n; t)$$

Če napravimo transformacijo P dvakrat zapored, se vrnemo zopet v stari koordinatni sistem, kjer ima valovna funkcija prvotno obliko. Odtod dobimo, da je $\xi_P^2 = 1$ in zato $\xi_P = \pm 1$.

Kadar je $\xi_P = -1$, pravimo, da ima valovna funkcija negativno (liho) parnost; pozitivno (sodo) parnost pa ima, kadar je $\xi_P = +1$.

Če je res, da so pojavi somerni pri koordinatni inverziji P, se mora to poznati tudi v Hamiltonovi funkciji H, ki nastopa v Schrödingerjevi enačbi.*** Domnevamo torej, da mora ostati funkcija H nespremenjena, če preidemo v invertirani koordinatni sistem. Če ima funkcija H res to lastnost, lahko uvidimo, da se parnost valovne funkcije izoliranega sistema nič ne spreminja. Za dokaz si oglejmo časovno spremembo valovne funkcije, ki je določena s Schrödingerjevo enačbo:

$$i\hbar d\psi(\mathbf{x}, \mathbf{s}, t) = H(\mathbf{x}, \mathbf{s}, -i\hbar \nabla)\psi(\mathbf{x}, \mathbf{s}, t)dt$$

---

* Pri tem namreč zanemarimo prostostne stopnje, ki ustrezajo mezonom. Za jedro je tak približek pri procesih z nizkimi energijami dovolj dober, kajti tedaj lahko vpliv mezonov zanemarimo.

** Spin delca imenujemo lastno vrtilno količino delca. Glej n. pr. I. Supek, Teorijska fizika (Zgb. 1950), II. del.

*** Gibanje sistema v klasični mehaniki je določeno s Hamiltonovo funkcijo $H(q, p)$, ki običajno izraža energijo v odvisnosti od generaliziranih koordinat in impulzov. Podobno je tudi v kvantni mehaniki, le da je Hamiltonova funkcija $H(q, p)$ sedaj diferencialni operator, ki deluje na valovno funkcijo in ki ga dobimo iz klasičnega prednika, če zamenjamo število p z diferencialnim operatorjem $i\hbar\partial/\partial q$. Glej na primer I. Supek, Teorijska fizika II, str. 243!).

Vzemimo na primer, da je parnost funkcije ψ v trenutku t_0 negativna! Ker smo predpostavljali, da se H pri inverziji ne spremeni, se bo spremenil »produkt« $H\psi$ pri tej transformaciji tako kakor funkcija ψ. To pomeni, da je parnost diferenciala $d\psi$ prav tako negativna. Odtod sledi, da je parnost funkcije ψ ob času $t_0 + dt$, namreč

$$\psi(\mathbf{x}, \mathbf{s}, t_0 + dt) = \psi(\mathbf{x}, \mathbf{s}, t_0) + d\psi,$$

enaka parnosti valovne funkcije ψ v času t_0 in zato v našem primeru negativna. Podobno velja seveda za valovno funkcijo, ki ima pozitivno parnost, in očitno je tudi, da velja enak zaključek tudi za končno velike časovne intervale. Tako smo prišli do važnega spoznanja: kadar je Hamiltonova funkcija neobčutljiva za inverzijo koordinatnega sistema, je parnost valovne funkcije konstanta gibanja. Ta zaključek spominja na poznane izreke o ohranitvi energije ter gibalne količine in vrtilne količine izoliranih sistemov. Ti izreki so posledica neobčutljivosti Hamiltonove funkcije za translacijo v času in prostoru, oziroma za vrtenje koordinatnega sistema.

Vse do začetka letošnjega leta je bila omenjena somernost Hamiltonove funkcije splošno priznana kot lastnost izoliranih sistemov. V zadnjem času pa so meritve pri razpadu β in pri razpadu mezonov π in μ nedvomno dokazale, da temu ni tako in da se parnost vobče ne ohranja. Da se bomo laže spoznali, si najprej oglejmo Gell-Mannovo razvrstitev osnovnih delcev in različnih vezi, ki vladajo med njimi!

Same delce ločimo glede na njihovo mirovno maso in spin na štiri skupine:

I. fotoni $m = 0$, $s = 1$

II. leptoni (elektron, pozitron, »mezona« μ^+ in μ^-, neutrino)*
$s = \frac{1}{2}$

III. mezoni (mezoni π ter tako imenovani »tuji« delci K, to je delci z masami med masama mezona π in protona)
$s =$ celoštevilčen

IV. barioni (nukleoni in delci, ki so težji od njih, t. j. tako imenovani hiperoni Λ, Σ, Ξ)
$s =$ polštevilčen

Vezi,** ki nastopajo med delci, ločimo v močne, elektromagnetske in šibke vezi. Močne vezi družijo nukleone v jedru in se uveljavljajo pri tvorbi mezonov v visokoenergijskih reakcijah. Elektromagnetska je vez med fotoni in nabitimi delci, šibke vezi pa povzročajo razpad β in počasne razpade mezonov in hiperonov. Za vsako vez je značilna brezdimenzijska konstanta K, ki meri relativni prispevek vezi k lastnostim svobodnega delca. Red velikosti teh konstant v omenjenih treh primerih je

$$K_m \sim 1 \qquad K_{el} = 1/137 \qquad K_{\check{s}} \lesssim 10^{-12}$$

---

* Po starem rabimo ime mezon tudi za delec μ, ki spada po novi klasifikaciji med leptone.

** Izraz »vez« (interakcija) je do neke mere enakovreden pojmu sile. Vendar je »vez« v rabi bolj v teoriji polja, medtem ko uporabljamo pojem sile, kadar govorimo o medsebojnem vplivanju dveh delcev. V kvantni mehaniki opisujemo delce s polji; zato uporabljamo izraz »vez med delcema« v smislu dveh vezanih polj.

Vidimo, da močne vezi bistveno vplivajo na lastnosti delca in da je pojem svobodnega delca v tem primeru le fikcija. V primeru elektromagnetskih in šibkih vezi pa moremo njihov vpliv razumeti kot majhen popravek k lastnostim prostega delca.

Oglejmo si sedaj znamenito uganko razpadov mezonov Θ^+ in τ^+ (oba spadata k delcem K), ki je prva povzročila dvom v zakon o ohranitvi parnosti. Podatki so navedeni v spodnji tabeli:

način razpada	masa	povprečni razpadni čas
$\Theta^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$	$(966 \pm 2)\, m_e$	$(1{,}2 \pm 0{,}1) \cdot 10^{-8}$ s
$\tau^+ \rightarrow 2\pi^+ + \pi^-$	$(966 \pm 2)\, m_e$	$\left(1{,}3 \begin{smallmatrix} +0{,}1 \\ -0{,}2 \end{smallmatrix}\right) \cdot 10^{-8}$ s

Vidimo, da sta masi in življenjski dobi domala enaki. Človek bi pri sebi le mislil, da sta oba mezona identična in da imamo dva različna načina razpadanja: v prvem primeru razpade mezon na dva, v drugem pa na tri mezone π.

Iz analize kotnih porazdelitev v razpadu mezona τ^+ sledi, če upoštevamo zakon o ohranitvi parnosti in vrtilne količine, da je parnost mezona τ^+ negativna, njegov spin pa enak nič. Tak delec pa po zakonu o ohranitvi parnosti ne bi mogel razpasti na dva mezona π, tako da bi moral biti mezon Θ^+ vendarle različen od mezona τ^+. Do tega zaključka pridemo, če upoštevamo, da so mezoni π pseudoskalarni delci (to pomeni, da je njihov spin enak nič, parnost pa je negativna). Parnost sistema dveh, med seboj neodvisnih delcev je enaka produktu parnosti posameznih delcev (valovna funkcija sistema je namreč v tem primeru enaka produktu valovnih funkcij posameznih delcev). Zato je skupna parnost nastalih dveh mezonov pozitivna $(-1 \cdot -1 = +1)$. Zaradi predpostavke o ohranitvi parnosti bi bila parnost mezona Θ^+ pozitivna. Delca Θ^+ in τ^+ bi imela potemtakem nasprotni parnosti in bi bila zato različna, kljub enakosti svojih mas in življenjskih dob.

Tej neprijetni situaciji z dvema različnima delcema, ki imata enaki dve tako važni lastnosti, kot sta masa in življenjska doba, se lahko izognemo z domnevo, da se pri razpadih, ki jih povzročajo šibke vezi, parnost ne ohrani. To bi pomenilo, da tisti del Hamiltonove funkcije, ki povzroči razpad delca,* ni enak v koordinatnih sistemih, ki se razlikujeta v smereh koordinatnih osi. Če se izkaže ta domneva kot upravičena, je mogoče, da sta delca Θ^+ in τ^+ identična.

Naj omenimo, da sta Yang in Lee (1, 2) pokazala, da neohranitev parnosti v šibkih vezeh zaradi majhnosti konstante $K_š$ ne more opazljivo vplivati na tiste razpade in reakcije, ki jih povzroče elektromagnetske in močne vezi.

Poglejmo sedaj, kaj se zgodi pri razpadu β, če se parnost ne ohranja! V tem primeru je amplituda izsevanega kroglastega vala mešanica valov s pozitivno in negativno parnostjo $a(\mathbf{p}, \mathbf{s}) = a_+(\mathbf{p}, \mathbf{s}) + a_-(\mathbf{p}, \mathbf{s})$, pri čemer je $a_+(-\mathbf{p}, \mathbf{s}) = a_+(\mathbf{p}, \mathbf{s})$ ter $a_-(-\mathbf{p}, \mathbf{s}) = -a_-(\mathbf{p}, \mathbf{s})$. Amplituda izsevalnega vala je odvisna od smeri in velikosti gibalne količine $\mathbf{p}$ novorojenega elektrona, kakor tudi od smeri, v katero kaže spin $\mathbf{s}$ jedra oziroma spin elektrona, kadar

* Glej n. pr. I. Supek: Teorijska fizika II, str. 387.

merimo njegovo polarizacijo. Za kvadrat amplitude, ki nam določa intenzivnost izsevanega žarka v smeri **p**, dobimo izraz

$$|a|^2 = |a_+|^2 + |a_-|^2 + 2\,\mathrm{Re}\,(a_+\,a_-) \qquad a)$$

Za presojo neohranitve parnosti je najvažnejši zadnji interferenčni člen, ki spremeni predznak pri inverziji koordinatnega sistema. Ker je ta člen realna funkcija merjenih količin razpadajočega sistema (spinov in impulzov delcev), more biti različen od nič le tedaj, kadar lahko tvorimo iz teh merjenih količin kak pseudoskalar, ki ima od nič različno povprečno vrednosti. (Psevdoskalar je na primer produkt $\mathbf{p}\cdot\mathbf{s}$, kjer je **p** gibalna količina izsevanega delca, **s** pa spin prvotnega jedra. Pojasnilo: Če invertiramo koordinatni sistem, preide vektor **p** v $-\mathbf{p}$. Vektor lastne vrtilne količine **s** je aksialen vektor in se pri inverziji ne spremeni. To sledi iz analogije z obhodno vrtilno količino, ki je enaka $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$. Pri inverziji preide namreč **L** v $\mathbf{L}' = -\mathbf{r} \times -\mathbf{p} = \mathbf{L}$ in se torej ne spremeni. Skalarni produkt $\mathbf{p}\cdot\mathbf{s}$ pa spremeni svoj predznak.) Če opazujemo sistem, ki je someren za vrtenje okoli osi z, je inverzija koordinatnega sistema enakovredna z zrcaljenjem na ravnini xy. Tedaj dobimo za kotno porazdelitev v dovoljenem prehodu pri razpadu β in če je jedro polarizirano v smeri osi z, naslednji izraz:

$$I(\Theta)\,d\Theta = \text{konst.}\,(1 + \alpha\cos\Theta)\sin\Theta\,d\Theta$$

Velikost parametra α je merilo za nesomernost porazdelitve pri zrcaljenju in zaradi tega merilo za neohranitev parnosti v razpadu β.

Poglejmo sedaj, kaj pravijo na te domneve poskusi, ki so jih napravili v zadnjih mesecih na univerzi Columbia v New Yorku in drugje (4, 5, 6). Izmerili so kotno porazdelitev elektronov pri razpadu jeder Co^{60}, ki so jih usmerili* (polarizirali) z magnetnim poljem pri temperaturi kakih 0,01 °K. Ugotovili so, da odleti pri razpadu ($Co^{60} \rightarrow Ni^{60} + \bar{e}^-$) pretežno število elektronov v smer, ki je nasprotna smeri jedrskega spina. Nesorazmernost je celo tako velika, da bi moral imeti parameter α vrednost -1, če bi bil Co^{60} popolnoma polariziran. Poskusi s pozitroni (pri razpadu $Co^{58} \rightarrow Fe^{58} + e^+$) so pokazali obratno nesomernost; večji del pozitronov je odletel v smer, ki je sovpadala s smerjo jedrskega spina.

Usmerjena jedra nastopajo tudi pri meritvi kotne korelacije za dva zaporedno izsevana delca (n. pr. β, γ pri razpadu $A \rightarrow B + e \ldots B \rightarrow C + \gamma$), ki jo določimo s koincidenčno metodo. Jedro je namreč za drugi žarek usmerjeno, kadar fiksiramo smer, v katero je odletel prvi delec. Na prvi mah se zdi to čudno, kajti začetno jedro A je nepolarizirano in so zato tudi vse orientacije

* Polariziranost (usmerjenost) delca ali množice delcev (n. pr. fotonov, elektronov ali jeder) je določena z amplitudami verjetnosti stanja z različno vrednostjo projekcije m_s lastne vrtilne količine (spina) **s** na kako os. Pravimo, da je delec ali množica delcev popolnoma polarizirana, če nam da meritev projekcije m_s vedno isto vrednost m_s. Pri delni polarizaciji dobimo poleg te vrednosti m_s še druge, vendar z manjšo verjetnostjo. Delec je popolnoma nepolariziran, če so vsa stanja z različnimi vrednostmi projekcije m_s enako verjetna in če velja to za vsako os. Delci s spinom $s = \frac{1}{2}$ imajo le dve vrednosti projekcije: $m = \pm\frac{1}{2}$. Prvič pravimo, da je spin delca usmerjen v smeri osi, drugič pa v nasprotni smeri.

vmesnega jedra B enako verjetne, če se nič ne oziramo na smer izsevanega delca (n. pr. β). Če pa štejemo samo delce, ki letijo v določeni smeri, že poznamo verjetnosti za možne spremembe, ki jih pri razpadu lahko utrpi projekcija vrtilne količine jedra na to smer. Ker te verjetnosti niso vse enake, je delna množica jeder, ki smo jo s tem načinom štetja izbrali iz celotne množice, po razpadu delno polarizirana. Kotna porazdelitev drugega delca (n. pr. γ), ki ga štejemo v koincidenci s prvim, je zato anizotropna.

Če se parnost ohranja, je polarizacija vmesnega jedra (B) somerna glede na omenjeno projekcijo vrtilne količine (m_B). Verjetnost, da je jedro v stanju $+m_B$, je enaka verjetnosti, da najdemo jedro v stanju $-m_B$. Isti karakter polarizacije se prenese tudi na izsevane delce. Če pa se parnost ne ohranja, tudi te somernosti ni več. Zaradi tega dobimo n. pr. s koincidenčnim štetjem pri razpadu $\beta - \gamma$ nepolarizirane ali pa cirkularno polarizirane žarke γ v odvisnosti od tega, ali se parnost ohranja ali ne.

Tretjo možnost, da se preveri zakon o ohranitvi parnosti, sta videla Lee in Yang v analizi kotnih porazdelitev zaporednih razpadov mezona π in μ:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu, \qquad \mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$$

$$\text{ali} \quad \mu^+ \rightarrow e^+ + 2\,\nu$$

V skladu s prejšnjimi razmotrivanji bi mogel biti mezon μ polariziran, če se parnost v razpadu $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$ ne ohranja. To pa je dovolj, da opazimo nesomernost kotne porazdelitve elektronov glede na ravnino, ki je pravokotna na smer gibanja mezona μ^+ — seveda le, če se tudi v razpadu $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$ parnost ne ohranja.

Analiza razpadov mezonov π^+ in μ^+ je pokazala naslednje: pozitroni lete predvsem v smeri, ki sovpada s smerjo gibanja mezona μ^+. To pomeni, da so bili mezoni polarizirani v smeri svojega gibanja, kar dokazuje, da se ni parnost ohranila niti v razpadu mezona π^+, niti v razpadu mezona μ^+. Če bi se parnost ohranila pri razpadu $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}$, ne bi dobili nesomerne kotne porazdelitve pozitronov, čeprav bi bil mezon μ^+ polariziran. Ta pa je polariziran le tedaj, če se parnost ne ohrani tudi v razpadu $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$. Tudi tukaj so našli, da je polarizacija mezonov μ^+ skoraj popolna.

Rezultati teh in podobnih meritev se ujemajo s teorijo, ki jo je predložil Landau (3), še preden so bili izvršeni omenjeni poskusi. Landau pravi, da ni treba, da bi bil delec someren za inverzijo oziroma zrcaljenje (tako imenovana levo—desna nesomernost), temveč je njegova notranja zgradba za to zrcaljenje nesomerna. Nazoren primer take nesomernosti je vijak, ki pri zrcaljenju preide iz desnega v levi in obratno. S tem seveda običajni pojem parnosti delca izgubi svoj pomen, kajti ta pojem izvira iz predpostavke, da se delec pri inverziji bistveno ne izpremeni. Če obstoji levo—desna nesomernost, ne velja več transformacija $P\psi = \pm\psi$, ampak se valovna funkcija pri inverziji spremeni dosti huje kakor samo za predznak. Landau je povezal to nesomernost s somernostjo med delci in antidelci. Izrazil je domnevo, da ustreza desnovijačna nesomernost delcu (n. pr. elektronu), levovijačna pa protidelcu (n. pr. pozitronu). Drugače rečeno: pri inverziji koordinatnega sistema preide

valovna funkcija delca v valovno funkcijo svojega antidelca in se pri tem pomnoži s faktorjem ± 1:

$$\psi \text{ delca} \rightarrow \pm \psi \text{ protidelca}$$

To pa pomeni invariantnost procesov pri istočasni inverziji koordinatnega sistema in spremembi delca v antidelec. Število ± 1 ustreza pojmu kombinirane parnosti, ki je sedaj konstanta gibanja. Videli smo, da poskusi s pozitronskimi, oziroma elektronskimi razpadi potrjujejo domnevo Landaua.

Če se parnost ne ohranja, nastopajo v tistem delu Hamiltonove funkcije, ki povzroči razpad, pseudoskalarni in obenem skalarni členi. Prvi naj bodo sorazmerni neki konstanti g_-, drugi pa neki konstanti g_+. Dokazati se da, da velja za zadnji člen v enačbi (α) (ta člen služi, kakor rečeno, kot merilo za neohranitev parnosti) relacija

$$\frac{2\,\mathrm{Re}\,(a_+ a_-^*)}{|a_+|^2 + |a_-|^2} \approx \frac{v}{c} \frac{\mathrm{Re}\,(g_+ g_-^*)}{|g_+|^2 + |g_-|^2} \cos\vartheta$$

Vidimo, da je ta izraz največji, kadar je $g_- = g_+$. Ker je izraz tudi sorazmeren s polarizacijo izsevanega neutrina, se da dokazati, da je v primeru $g_- = g_+$ polarizazcija neutrina enaka $\pm v/c$. Polarizacija je največja in enaka ± 1, če je masa neutrina — kot vse kaže — enaka nič in njegova hitrost zato enaka svetlobni. To je ideja popolnoma polariziranih neutrinov, ki sta jo predložila Landau in neodvisno od njega tudi Yang in Lee. Videli smo, da poskusi z mezoni potrjujejo to domnevo. Če je polarizacija neutrina obratna smeri njegovega gibanja, bi bil antineutrino polariziran v smeri gibanja. Neutrino in antineutrino bi bila torej različna delca. To se tudi ujema z izjalovljenimi poskusi, da bi z neutrini, ki jih dobimo iz reaktorja, povzročili razpad β. To bi bilo namreč možno, če bi bil neutrino enak svojemu protidelcu, na primer v reakciji: $\nu + Cl^{37} \rightarrow A^{37} + e^-$.(7). Pojem polariziranega neutrina se tudi ujema z analizo razpadov mezonov μ in π ter privede do zanimivega rezultata, da je možen razpad mezona μ le po shemi: $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \tilde{\nu}$.

Videli smo, da poskusi nesporno dokazujejo neohranitev parnosti. Prav tako se zdi zelo verjetno, da pojavi niso neobčutljivi, če spremenimo predznake električnih nabojev. Kakšna nova simetrijska lastnost bo nadomestila vrzel, ki je s tem nastala, je še odprto vprašanje. Morda bo celo potrebno, da spremenimo svoje nazore o zgradbi prostora, kakor je to nakazal I. S. Šapiro, ki sluti rešitev v neevklidičnosti prostora na majhnih razdaljah ($l_0 \sim 10^{-17}$ cm), zaradi katere proces inverzije sploh ne bi bil možen. Potrebni so novi, precizni poskusi, ki bodo občutljivi na različne simetrijske lastnosti in ki nam bodo v tem smislu povedali kaj več.

Literatura:

1. T. D. Lee, C. N. Yang, Phys. Rev. **104**, 254 (1956).
2. T. D. Lee, C. N. Yang, Phys. Rev. **105**, 1671 (1957).
3. L. Landau, Nuclear Physics **3**, 127 (1957).
4. C. S. Wu et al., Phys. Rev. **105**, 1413 (1957).
5. H. Postma et al., Physica **23**, 259 (1957).
6. R. L. Garwin et al., Phys. Rev. **105**, 1415 (1957).
7. B. Čujec, Obz. mat. fiz. **5**, 67 (1957).

NOVICE

P. S. ALEKSANDROV O SODOBNI MATEMATIKI

V današnjih dneh doživlja stavba matematike veliko preobrazbo. Prezgodaj je še, da bi mogli povedati, kam bo ta preobrazba privedla, kakšni bodo orisi te stavbe po preteku desetih do dvajsetih let. Jasno pa je eno: razvoj matematike ne daje povoda ne za malodušje in ne za bojazen, da je minila doba velikih matematičnih idej, da je matematika obtičala v toku ločenih teorij z njihovimi posameznimi, drobnimi nalogami.

Konec preteklega in začetek sedanjega stoletja sta bila v znamenju nastajajoče in razvijajoče se teorije množic. Ta teorija in njena najbližja uporaba nista ustvarili le novega predmeta matematičnih raziskovanj, njen pomen je postal neizmerno večji: dala je univerzalno novo metodo, ki je hitro zavzela vso matematiko. Teorija množic, ki je vzniknila izprva iz navidez skromne naloge, postaviti matematično analizo na trdne temelje, je ustvarila nadalje še možnost novega, aksiomatičnega pristopa k matematiki. Končno je pa rodila tudi tiste dvome v njeno lastno verodostojnost, iz katerih so se razvile vse raziskave o osnovah matematike in matematične logike. V naših dneh so se te raziskave že prepletle s konkretnimi problemi matematike same.

Aksiomatična metoda in sredstva teorije množic, vse to je privedlo k izdelavi velike količine novih pojmov, ki so jih začele raziskovati nove matematične veje. Tako so nastale: sodobna algebra in predvsem teorija grup v njeni današnji podobi, abstraktna topologija (teorija topoloških prostorov), splošna teorija mere itd.

Kmalu pa so se začeli širiti glasovi (in to celo glasovi tako široko mislečih matematikov, kakršen je bil H. Weyl), ki so svarili pred prekomernim zabavanjem s samozadovoljujočimi abstraktnimi konstrukcijami. Reči pa moramo, da je matematika s svojo konkretno vsebino dajala merila, ki so mogla usmeriti abstraktna raziskovanja po poteh, varnih pred samim sebi namenjenimi konstrukcijami novih pojmov. Spomnimo se le, da je prav takrat, na meji stoletij, nastala teorija integralskih enačb; pojem Hilbertovega prostora, ki je nastal takoj za njo in ob njej, pa je odkril matematikom kar nov svet! Z eno besedo: nastala je linearna funkcionalna analiza. Istočasno pa so preme metode variacijskega računa, ki so prav tako povezane s Hilbertovim imenom, pomenile rojstvo nelinearne funkcionalne analize. Vse to je bilo v bistvu slavje za stališče teorije množic na področju konkretne matematične analize.

Nagel razvoj funkcionalne analize je z ene strani povečal zanimanje za teorijo abstraktnih prostorov in s tem za topologijo, z druge strani pa je povzročil občuten premik matematike v algebrajsko smer in še predvsem v smer linearne algebre. Ko je postalo očitno, da je prav linearna funkcionalna analiza osnovno matematično sredstvo za kvantno fiziko, se je ta povsem utrdila na položaju ene osrednjih matematičnih vej. Sočasno se je tudi zaprl neki krog v razvoju matematike kot take. Tako imenovana »klasična« matematika se je vselej zavedala svojih vezi z naravoslovjem in je bila ponosna nanje. Nova »abstraktna« matematika, matematika teorije množic, se je pa izprva nekako izogibala teh vezi. Toda glej: postala je eno osnovnih orodij fizike in (naj na to čudo opozorim v oklepaju) obče mehanike, teorije dinamičnih sestavov. Danes moremo in kakor menim, tudi moramo govoriti o nekem »neoklasicizmu« v matematiki. Toda govoriti moramo prav v tem smislu, da se je

matematika zavedla svojih življenjskih vezi z naravoslovjem z isto močjo, kakor v časih Newtona, Bernoulijev in Laplacea. To pa seveda ne pomeni, da se je odrekla vsem velikim abstraktnim pridobitvam, ki so označevale njen razvoj v zadnjih desetletjih. Nasprotno, naravnost zaprepraščа nas, kako pomembni so ti abstraktni dosežki za novo matematiko, ki se znova usmerja k raziskovanju obdajajočega nas sveta. Res je, da fiziki ne potrebujejo vselej prav vseh algebrajskih in topoloških pojmov, ki so jih s tako ljubeznijo vzgojili algebraiki in topologi. Toda brez te ljubezni in brez široke obdelave vsega področja bi ne prišli niti do tistih pojmov, ki so postali važni za druge znanstvene panoge. Nedvomno določajo stiki s prirodoslovjem glavno smer, v kateri se razvija matematika. Vendar si ne smemo predstavljati razvoja matematike kot preprosto postopno gibanje v tej smeri. V resnici je napredovanje matematike sestavljeno iz dveh komponent in le ena od teh kaže v glavno razvojno smer. Druga komponenta pa deluje vstran in na prvi pogled odvrača znanost od premočrtnega razvoja. Dejansko pa se prav na teh stranskih poteh grade ideje, ki postanejo pomembne na naslednji stopnji v razvoju matematike. Taki stranski smeri sta bili v začetku devetnajstega stoletja Galoisova teorija in neevklidska geometrija; od koncu stoletja pa predstavlja tako smer teorija množic. Ti primeri zadoščajo za razumevanje, kako se na »stranskih« tirih porajajo ideje, ki so često osnovnega pomena za razvoj matematike same v naslednji dobi.

Pri tako zapletenem razvoju matematike nastajajo v vsaki dobi ognjišča, ob katerih sodelujejo različne matematične veje, različne metode, različne smeri. Ta ognjišča označujejo križišča velikih poti v razvoju znanosti, na katerih se kujejo orodja za njen nadaljnji razcvit.

Dandanes lahko vidimo, kako močno je razplamten ogenj takega sodelovanja: njegov plamen objema algebro, topologijo, diferencialno in algebrajsko geometrijo, Liejeve grupe.

Tradicionalna razdelitev matematike na algebro, geometrijo, analizo itd. je danes v znatni meri izgubila svoj smisel; prav sedaj se namreč ustvarja mnogo take matematike in to prvorazredne matematike, ki je algebra, topologija, analiza (pri tem tudi funkcionalna analiza), diferencialna in algebrajska geometrija hkrati. Ni mogoče dvomiti, da je prav v tej smeri potencialno osredotočen znaten del bodočega razvoja celotne matematike. O tem pričajo tudi vtisi z zadnjega mednarodnega matematičnega kongresa (Amsterdam 1954) in z nedavne Vsezvezne konference, ki je bila posvečena funkcionalni analizi (Moskva 1956).

(Iz predgovora k ruskemu prevodu de Rahmove knjige »Variétés différentiables«)

Prevedel F. K.

O MATEMATIKI NA POLJSKEM

Od 19. do 28. februarja t. l. se je mudila v Jugoslaviji delegacija Poljske akademije znanosti, da bi navezala stike z Akademskim svetom FLRJ. Obiskala je Beograd, Zagreb in Ljubljano. Med delegati je bil tudi znani matematik prof. W. Sierpinski z varšavske univerze. V Beogradu in Zagrebu je imel predavanje o stanju matematike na Poljskem. V Ljubljani ni predaval, pač pa je poklonil prof. J. Plemlju med drugimi separati tudi rokopis tega predavanja. Od tod posnemamo tele zanimive podatke o življenju matematične znanosti na Poljskem:

Pred prvo svetovno vojno sta bili dve poljski univerzi: v Krakovu in v Lvovu. Na obeh so bili le štirje profesorji matematike, od katerih je vsak

delal na drugem področju: V geometriji, diferencialnih enačbah, funkcijski teoriji in teoriji množic. Ko so se na nekem kongresu v Krakovu srečali vsi poljski matematiki, pripoveduje prof. Sierpinski, so v prostem času razpravljali med seboj o vseh drugih vprašanjih razen o matematiki. Kajti ni bilo skupnih problemov, ki bi jih zanimali. Tedaj niso imeli niti poljskega društva matematikov, niti matematičnega časopisa.

Po prvi svetovni vojni pa se je položaj zelo izboljšal. V Varšavi se je kmalu razvila močna matematična šola, ki je gojila razna področja: teorijo množic, topologijo, matematično logiko. Med učenci varšavske šole so najbolj znani Borsuk, Eilenberg, Knaster, Kuratowski, Saks, Tarski, Zygmund itd. Leta 1920 so W. Sierpinski, S. Mazurkievicz in Z. Janiszewski ustanovili prvi poljski matematični časopis Fundamenta Mathematicae. Posvetili so ga predvsem teoriji množic, topologiji, teoriji realnih funkcij in matematični logiki, velja pa za enega od najpomembnejših svetovnih časopisov s tega področja. Ob priliki neke obletnice je znani ameriški matematik J. D. Tamarkin o njem izjavil tole: Zgodovina tega časopisa je hkrati zgodovina moderne teorije realnih funkcij. Doslej je izšlo 44 zvezkov.

Tudi na drugih poljskih univerzah so se razvile matematične šole. V Krakovu so Zaremba in njegovi učenci gojili klasično analizo, v Lvovu so se ukvarjali s funkcionalno analizo, v Vilnu pa s trigonometričnimi vrstami (Zygmund). Med obema vojnama je bilo na poljskih univerzah in tehniških visokih šolah okoli 30 profesorjev matematike in racionalne mehanike. Ker so na nekaterih področjih delale cele skupine matematikov, so v tistih smereh dosegli lepe uspehe, ki so bili zelo cenjeni tudi v tujini.

Druga svetovna vojna je hudo prizadela poljsko matematiko. Okoli 50 odstotkov profesorjev matematike je izgubilo življenje, med njimi tudi najbolj znani, kakor n. pr. Dickstein, Mazurkievicz, Zaremba, Banach, Saks, Schauder in drugi. Nekateri so pomrli v koncentracijskih taboriščih, druge je pobil Gestapo, tretji so bili pomorjeni v plinskih celicah itd. Matematični seminar varšavske univerze pa je bil l. 1942 bombardiran in požgan.

Mnogi poljski matematiki so bili med vojno v tujini in se po vojni niso več vrnili v domovino: A. Zygmund je zdaj profesor na univerzi v Chicago, Alfred Tarski je na univerzi v Berkeleyu v Kaliforniji. Bil je prej predsednik ameriškega društva za simbolično logiko, zdaj pa je predsednik mednarodnega združenja za filozofijo znanosti. S. Eilenberg je profesor na Columbia University v New Yorku, S. Ulam je v Los Alamosu itd. Dejstvo, da je toliko poljskih matematikov dobilo stolice na najvidnejših ameriških univerzah, priča o visokem stanju matematike na Poljskem med obema vojnama.

Pred vojno so imeli poljski matematiki namen, ustanoviti nacionalni matematični institut. Vojna pa jim je preprečila ta načrt. Šele l. 1948 je bil ustanovljen državni Matematični institut s sedežem v Varšavi. Namen tega instituta ni gojiti le tista področja matematike, ki so se že pred vojno na Poljskem zelo razvila, temveč tudi vzpodbujati raziskovanja na področju analize, algebre, verjetnostnega računa kakor tudi uporabe matematike v fiziki, tehniki, industriji in drugod. Ta institut, ki mu je direktor od ustanovitve dalje K. Kuratowski, združuje na 6 univerzah 15 znanstvenih grup. Le-te so: 1. Osnove matematike (vodi A. Mostowski), 2. Topologija (K. Borsuk, B. Knaster), 3. Funkcionalna analiza (S. Mazur, W. Orlitz), 4. Algebra (J. Łos), 5. Realne funkcije E. Marczewski), 6. Matematična analiza (S. Mazur, J. Mikusinski), 7. Diferencialna geometrija (S. Gołab), 8. Analitične funkcije (F. Leja, M. Biernacki), 9. Diferencialne enačbe (T. Wazewski), 10. Integralne enačbe (W. Po-

gorzelski), 11. Matematična statistika (O. Lange), 12. Statistična kontrola (J. Oderfeld), 13. Uporaba matematike v naravoslovju in v nacionalni ekonomiji (H. Steinhaus), 14. Uporaba matematike v tehniki (S. Turski), 15. Matematični stroji (L. Łukaszevicz).

V matematičnem institutu sodelujejo skoraj vsi pomembnejši poljski matematiki. Med njimi je 50 profesorjev z raznih univerz in okrog 70 mlajših matematikov. Za vsako leto določijo program dela, ki ga potrdi znanstveni svet instituta.

Matematični institut izdaja deset znanstvenih časopisov, med katerimi so najpomembnejši tile: 1. Fundamenta Mathematicae, ki smo ga omenili že v začetku. 2. Studia Mathematica. Ta časopis je posvečen analizi in verjetnostnemu računu. 3. Annales Polonici Mathematici objavlja predvsem dela iz analize, teorije števil in geometrije. 4. Colloquium Mathematicum vsebuje objave o raziskavanjih, razne probleme in poročila ter kroniko važnejših dogodkov iz matematičnega življenja. Vsi ti časopisi objavljajo razprave samo v svetovnih jezikih. Razen tega izdaja institut tudi zbirko monografij pod naslovom Monografie Matematyczne. Doslej je izšlo v tej zbirki 30 zvezkov, največ v francoskem in angleškem jeziku.

Poljsko matematično društvo organizira vsako leto (od l. 1950 dalje) matematične olimpiade, ki so namenjene dijakom višjih razredov srednjih šol. Probleme iz elementarne matematike postavlja olimpijski komite. Avtorji najboljših rešitev dobe diplome in nagrade. Mnogi izmed najboljših študentov matematike na univerzah so bili kot srednješolci zmagovalci na teh olimpiadah.

I. V.

UMETNI ZEMELJSKI SATELIT

Bliža se mednarodno geofizikalno leto (julij 1957 — december 1958), ko bo zopet posvečena večja pozornost raziskovanju Zemlje. Poleg drugih pričakovanih uspehov bodo v tem letu gotovo najvažnejši umetni sateliti, ki jih bodo izstrelile Združene države, Sovjetska zveza in morda še nekatere druge države.

Zemeljski satelit, ki ga bodo izstrelile Združene države letos julija, bo krogla s premerom 50 cm; tehtal bo približno 10 kg in bo vseboval vrsto instrumentov. Zemljo bo obkrožal na povprečni višini 480 km s hitrostjo 7500 msek^{-1}. Obhodni čas okrog zemlje bo 90 do 100 minut. Kot med tirom satelita in med ekvatorjem bo od 35 do 45 stopinj. Kot je izbran tako, da bo ležal tir čim bolj nad področjem, ki je gosto posejano z znanstvenimi opazovalnicami. Zaradi vrtenja Zemlje bo satelit po vsakem obhodu prečkal ekvator približno 25 ^{0} zahodneje. Satelit se bo seveda počasi ustavljal zaradi končne gostote zraka. Po sedaj znanih podatkih ($p \sim 10^{-10}$ tor) so ocenili, da bi satelit krožil v višini 480 km eno leto, v višini 320 km 15 dni, na višini 160 km pa manj kot eno uro.

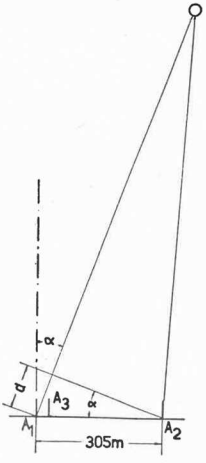
Satelit bodo spravili na tir s pomočjo 10 ton težke trostopenjske rakete, ki bo 22 m dolga in bo imela največji premer 1,15 m. Prva stopnja bo spravila raketo skoraj na zaželeno višino in bo dala 15 % krožilne hitrosti, druga stopnja bo prispevala ostanek višine in 32 % hitrosti, tretja pa 50 % hitrosti. Ostanek hitrosti (3 %) bo dobil satelit od kroženja Zemlje same. Na geografski širini Floride, od koder bo satelit izstreljen, je namreč krožilna hitrost na zemlji 410 msek^{-1}, ki pa ne bo vsa izkoriščena, ker bo oklepal tir z ekvatorjem kot 35 — 45 ^{0}.

Zaradi nenatančnosti v upravljanju (tretja stopnja ne bo vodena, obdržala bo pravo smer le zaradi rotacije okrog vzdolžne osi) pričakujejo, da bo tir elipsa, tako da bo satelit najbliže zemlji 160 km, najbolj oddaljen pa 640 km.

Kako bodo določili tir satelita? Način je načelno zelo preprost. V satelitu je radijska oddajna postaja, ki oddaja signal z valovno dolžino λ. Na zemeljski površini imamo dve sprejemni postaji A_1 in A_2 z medsebojno razdaljo l. V splošnem pride valovanje do obeh postaj z neko fazno razliko φ, ki jo moremo meriti. Ker je razdalja med satelitom in Zemljo velika proti razdalji l, velja (slika 2):

$$d = (\lambda/2\pi)\,\varphi, \quad \cos\varphi = d/l = (\lambda/2\pi l)\,\varphi$$

Sl. 1. Pot satelita na prvem obhodu okrog Zemlje. Satelit bo izstreljen s Floride (črtkana krivulja)



Sl. 2. Lego satelita v eni ravnini lahko določimo s tem, da merimo razliko poti od satelita do dveh radijskih postaj na Zemlji

Ker opazujemo v prostoru, namestimo še drugi par anten pravokotno na smer prvega para. Na ta način dobimo dva kota, ki nam določata smer v prostoru. Težava je v tem, ker ne moremo faznega kota enolično določiti. Poleg rešitve φ je rešitev tudi $\varphi \pm n\pi$, kjer je n poljubno celo število. Zaradi tega tudi smer satelita ni več enolično določena. Temu se izognemo tako, da postavimo med dve anteni še tretjo in merimo fazni kot dvakrat (med 1 in 2, nato med 1 in 3). Iz obeh vrst možnih faznih kotov izberemo tistega, ki ga vsebujeta obe rešitvi.

Potrebno moč oddajnika so izračunali iz enačbe:

$$P_0 = [(4\pi l)^2/C_3C_0\lambda^2]\,P_s$$

kjer pomeni l razdaljo med postajama, C_3 in C_0 faktorja, ki povesta, koliko pridobimo, če uporabimo pri sprejemniku in oddajniku usmerjeni anteni

namesto izotopnih, λ valovno dolžino, P_s pa minimalni vhodni signal, ki ga potrebuje sprejemnik. Za valovno dolžino so izbrali $\lambda = 3{,}05$ m (10 čevljev). Krajša valovna dolžina bi sicer omogočala točnejšo meritev, ker bi to pomenilo, da je merilo razdeljeno bolj na drobno, toda treba bi bilo povečati moč in s tem težo oddajnika.

Minimalni vhodni signal P_s je določen s šumom, ki ga prispevajo razni elementi sprejemnika. Če zahtevamo za minimalni vhodni signal na sprejemniku $3 \cdot 10^{-16}$ W, je izračunana moč oddajnika 2 mW. Oddajnik pa bo delal z močjo med 10 in 50 mW, da bo zagotovljen zanesljiv sprejem tudi v primeru raznih motenj. Graditelji še niso odločeni, ali naj uporabijo za oddajnik elektronke ali transistorje. Oddajnik z elektronkami bi tehtal 1,5 kg, pol kg več kot enak oddajnik s transistorji, zato pa bi bil bolj zanesljiv.

Pričakujejo, da bo ves sistem delal v najugodnejših razmerah s točnostjo 20 ločnih sekund. Meritve podnevi in ponoči namreč ne bodo enako natančne. Podnevi bo močno motil električni naboj v ionosferi, ki bo znašal $3 \cdot 10^6$ elektronov na cm^3. V tem letu bo posebno visok zaradi močne sončne aktivnosti. Napaka bo lahko znesla do 800 ločnih sekund. Ker pa jo je mogoče računsko upoštevati z natančnostjo 25 %, bo meritev podnevi točna na 200 ločnih sekund.

Po dveh tednih bodo baterije izčrpane in oddajnik ne bo več deloval. Satelit bo mogoče le še optično opazovati v jutranjem in večernem mraku. Takrat bo satelit z albedom 0,6 od strani osvetljen in bo v zadostnem kontrastu s temnim nebom. Izračunali so, da bo imel v ugodnih razmerah v astronomski lestvici zvezd vrednost 5,7 in bo dobro viden že z lovskim daljnogledom (s prostim očesom moremo videti zvezde, ki spadajo v razrede do 6,0).

Ker bo navidezna hitrost satelita velika (1,27° v sekundi), bodo za opazovanje ugodni daljnogledi s sorazmerno majhno goriščno razdaljo (okrog 1 m) in dovolj širokim kotom. Njena slika bo v goriščni ravnini takega daljnogleda potovala s hitrostjo 1 cm v sekundi.

Satelit bo predstavljal izredno pomemben raziskovalni pripomoček. Obetajo si, da bodo z njegovo pomočjo lahko dobili odgovor na marsikak nerešen problem. Iz samega tira bo mogoče določiti točno obliko Zemlje (različen zemeljski radij na raznih mestih bo mala motnja eliptičnega tira) in gostoto atmosfere v velikih višinah. V satelitu pa bo nameščena še vrsta merilnih instrumentov. Dokončni seznam instrumentov še ni objavljen, vendar je že zagotovljen prostor za instrumente, ki bodo merili: jakost ultravijoličnega dela sončnega spektra, jakost kozmičnega žarkovja v odvisnosti od geografske širine, dolžine in oddaljenosti od Zemlje, gostoto in porazdelitev po velikosti kozmičnega prahu in zemeljski albedo. Podatke s posameznih instrumentov bo s satelita pošiljal večji oddajnik (0,5 W), ki ga bodo prožili z Zemlje tako, da bo le v presledkih dajal rezultate (in tako varčeval baterije).

Iz opazovanja satelitovega tira bo mogoče dobiti tudi eksperimentalno potrditev Einsteinove splošne relativnostne teorije. Klasična mehanika sama nam da za gibanje planetov le do neke meje točno sliko. Tako so n. pr. pri Merkurju opazili premik perihelija za 575″ v sto letih. Najprej so mislili, da je tega kriv vpliv ostalih planetov, a račun je pokazal, da to znese le 532″. Ostanek $\psi = 43''$ je pojasnila šele splošna relativnostna teorija. Pri drugih planetih je žal ψ še mnogo manjši. Naslednji planet, ki ima za Merkurjem najugodnejše pogoje za to meritev, je Zemlja; pri njej znaša ψ približno 4″ v sto letih. Račun za satelit s podatki: minimalna višina 3700 km, maksimalna

4000 km da $\psi = 587''$ v enem letu.[2] Tako bo torej mogoča točnejša primerjava med merjenimi in računanimi vrednostmi kot pri Merkurju, kjer so porabili meritve zadnjih 100 let. O natančnosti meritve ne odloča samo velikost kota ψ, pri večji ekscentričnosti je mogoča tudi natančnejša določitev perihelija.

Umetni satelit bo sam po sebi predstavljal velik uspeh človeštva. Gotovo pa nam bo posredoval tudi številne podatke, ki jih potrebujemo pri naši sliki sveta.

Jože Pahor

1. Proceeding of the IRE, **44** (1956) od 741 dalje.
2. Ginsburg: Eksperimentalnaja proverka obščej teorii otnositeljnosti, Uspehi fizičeskih nauk **59** (1956), 11.

Pripomba ob korekturi. Medtem ko je bil članek v tisku, so 4. oktobra 1957 v Sovjetski zvezi že izstrelili prvi satelit. Članek torej precej zaostaja za dogodki. O tem satelitu in o doseženih rezultatih bomo poročali o prvi priložnosti.

APROKSIMATIVNO POTENCIALNO POLJE FURANOVEGA OBROČA*

Potencialno polje za jedra večatomske molekule se da teoretično izračunati samo v najpreprostejših primerih. V bolj kompliciranih molekulah pa je treba določiti potencialno funkcijo iz eksperimentalno dobljenih osnovnih vibracijskih frekvenc molekule, ki jih dobimo iz infrardečega in ramanskega spektra. Problem je torej inverzen običajnemu problemu pri reševanju Schrödingerjeve enačbe; lastne vrednosti so znane, iščemo pa potencial. Ker je pri večatomski ($N > 2$) nesimetrični molekuli število potencialnih konstant [$= (3N - 6)^2$] vedno večje od števila osnovnih frekvenc [$= (3N - 6)$], problema ni mogoče enolično rešiti, razen če uvedemo nekatere poenostavitve glede medatomskih sil v molekuli in s tem zmanjšamo število členov v potencialni funkciji. Navadno se dela z aproksimacijo valenčnih sil, pri čemer predpostavljamo, da se pojavijo sile le pri spremembi dolžin vezi in kotov med vezmi. Sile med atomi, ki niso direktno vezani, pa zanemarimo. Ta aproksimacija daje manj potencialnih konstant, kot je osnovnih frekvenc; zato uvedemo še toliko dodatnih elementov v potencialni funkciji, da je število potencialnih konstant enako številu osnovnih frekvenc. Težava je v tem, da ne vemo, katere nove elemente naj uvedemo, saj ne poznamo ne njihove velikosti ne predznaka.

Pri skupnem delu sva si pomagala z novo metodo, in sicer sva razvila posamezne frekvence v vrsto po potencialnih konstantah. Tako dobljene matrice odvodov frekvenc po potencialnih konstantah povedo uteži elementov v potencialni funkciji; elemente, ki imajo najmanjše uteži, zanemarimo. Tako je mogoče dobiti razmeroma dober približek resničnega potencialnega polja (pri katerem so vsi elementi matrice potencialnih konstant od nič različni). Račun sva naredila za molekulo furana C_4H_4O; poleg tega sva določila tudi matrico relativnih amplitud atomskih nihanj v molekuli.

Robert Blinc in *Milan Pintar*

* Izvleček iz dela, ki je bilo l. 1957 odlikovano s Prešernovo nagrado za študente.

POSKUSI

PRIKAZ ASIMILACIJE OGLJIKOVEGA DIOKSIDA V RASTLINSKEM LISTU Z UPORABO RADIOAKTIVNEGA OGLJIKA C^{14} KOT DEMONSTRACIJSKI POSKUS

Radioaktivni izotopi ne koristijo le fiziku. S pridom jih uporabljajo tudi raziskovalci na drugih področjih predvsem kot indikatorje, da lahko sledijo gibanju posameznih snovi. Biolog na primer lahko zaznamuje z raznimi radioaktivnimi izotopi hrano in zasleduje presnovo njenih sestavin v organizmu. Nekaj primerov take uporabe izotopov bi bilo dobro pokazati tudi v šoli.

Zelo prepričevalen demonstracijski poskus te vrste je gotovo prikaz asimilacije v listih, ki je v prirodi izredno važen pojav. V prisotnosti klorofila se v zelenih delih rastlin na svetlobi gradijo ogljikovi hidrati z vode in iz ogljikovega dioksida, ki ga rastlina srka iz zraka. Če zaznamujemo ogljikov dioksid z radioaktivnim ogljikom C^{14}, lahko pokažemo, da rastlina res predelava ogljikov dioksid in da je za ta proces potrebna svetloba. Dalje lahko ugotovimo, v katerih delih lista se to vrši. Poskus je zelo preprost in ga lahko izvedemo v tejle obliki:

V steklen valj s premerom okrog 6 cm, ki ima v sredi obrus, da se lahko odpira, vložimo v vsako polovico po en zelen list pelargonije ali kake druge rastline. Spodnji list hočemo imeti v temi. Zato pokrijemo list s črnim papirjem in prav s takim papirjem obložimo tudi spodnji del valja. Valj je zgoraj vezan s kratko gumijevo cevko z majhno epruveto, v kateri razvijemo ogljikov dioksid. Epruveta je zaprta z gumijevim zamaškom, skozi katerega je vložena steklena cevka s pipo. V epruveto damo nekaj zrnc radioaktivnega barijevega karbonata (en mikrocurie je dovolj), na katerega kapnemo skozi cevko solno kislino. Nastali radioaktivni ogljikov dioksid potisnemo v veliko posodo z listi na ta način, da napolnimo epruveto skozi cevko z oljem. Gumijevo cevko zamašimo s stiščkom in posodo postavimo za četrt ure na svetlo mesto. Nato odpremo posodo na prostem in vzamemo lista iz posode. Z geigerskim števcem s sljudnim okencem debeline nekaj miligramov na cm^2 hitro ugotovimo, da je list, ki je bil na svetlem, radioaktiven (nekaj sto sunkov na sekundo na cm^2), medtem ko list, ki je bil v temi, ne kaže nobene aktivnosti. Dobro se tudi pozna razlika med gornjo in spodnjo stranjo lista. Spodnja stran kaže večjo aktivnost. Da ogljikov dioksid ni le adsorbiran na površini lista, se lahko prepričamo tako, da list dobro operemo z vodo in ponovno merimo aktivnost. Ta se pri tem nič ne spremeni.

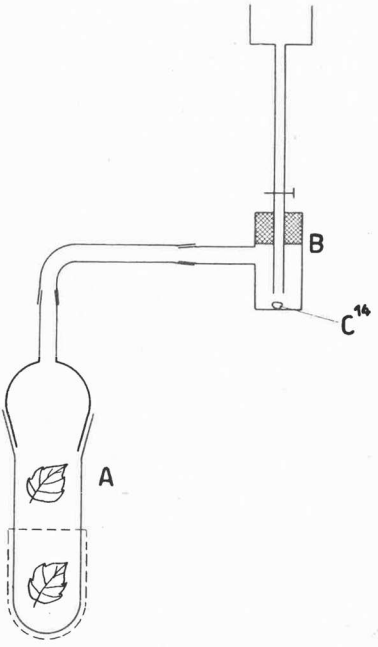
Geigerska cev s tankim sljudnim okencem je potrebna zaradi majhnega dosega elektronov, ki jih seva ogljik C^{14}. Ta namreč oddaja samo elektrone z energijami do 157 keV, kar ustreza v zraku dosegu okrog 20 cm (27 mg/cm^2).

Če hočemo dobiti sliko, kje se je nakopičil ogljik, položimo list na fotografsko ploščo ali na raven film in eksponiramo nekaj časa. Za dobro potemnitev ($\log \Phi_0/\Phi = 1$ do 2) potrebujemo približno 10^7 elektronov na cm^2. Ko ploščo razvijemo, dobimo radioavtografski posnetek, kot ga kaže slika 2.

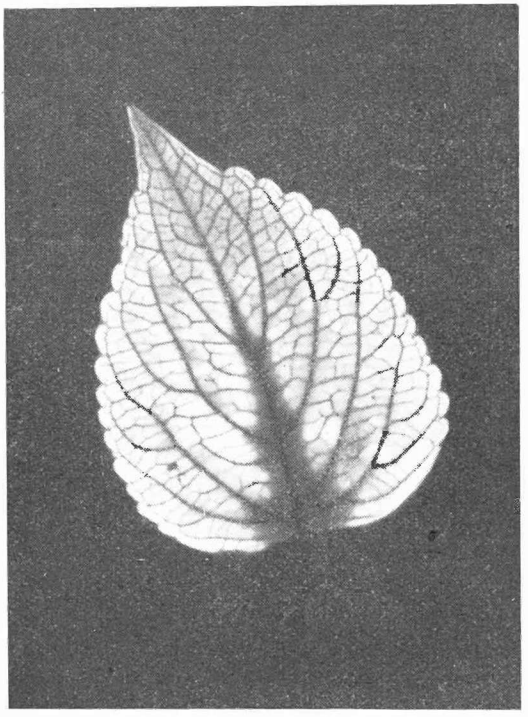
Poskus se da izvesti bolj kvantitativno, tako da kontroliramo produkcijo radioaktivno zaznamovanega ogljikovega dioksida in merimo njegovo specifično aktivnost. V tem primeru je posodica za proizvajanje ogljivovega dioksida drugačna. Ogljikov dioksid je treba proizvajati s tem, da v vakuumu segre-

jemo barijev karbonat v platinskem čolniček, ki ga razžarimo z električnim tokom. Na ta način dobimo čist ogljikov dioksid, ki ga potisnemo v števno cev za merjenje aktivnosti in v posodo z listi. Naprej pa poteka poskus tako kot prej.

Opisani poskus je že v preprosti obliki izredno prepričljiv in nazorno pokaže uporabnost radioaktivnih indikatorjev. Pri poskusu pa dijaki ne zvejo



Sl. 1. Shema priprave za poskus. *A* posoda z listi, črtkano pomeni oblogo iz črnega papirja; *B* epruveta za proizvajanje s C^{14} zaznamovanega ogljikovega dioksida



Sl. 2. Radioavtografski posnetek lista kaže porazdelitev ogljika po listu sobne rože Coleus Blumei (izdelano v Inštitutu J. Stefan)

samo nekaj o fotosintezi, ampak tudi vidijo, kako se dela in meri z radioaktivnimi izotopi. Poskus ne zahteva nobenih večjih sredstev. Potrebna količina aktivnega barijevega karbonata pa je tako majhna, da ni prav nič nevarna in da tudi ne stane mnogo (nekaj din). Treba je le veselja za eksperimentiranje in poleg znanja še nekaj poguma.

APPLICATION OF C^{14} IN A DEMONSTRATION EXPERIMENT SHOWING THE ASSIMILATION OF CARBON DIOXIDE IN THE LEAVES OF PLANTS

Summary

In order to show the use of radioactive isotopes as tracers and the technique of radioactive measurements experiment on photosynthesis is worthwhile to be performed in teaching physics.

The experimental arrangement is shown in Fig. 1. Two leaves are placed in the glass vessel A, one of them being kept in darkness. The vessel is connected with rubber tubing to the part B, where labelled carbon dioxide is evolved from radioactive barium carbonate (microCurie quantities are sufficient) with hydrochloric acid. By filling the tube B with oil the gas is pushed insto the large vessel A. The rubber tubing is clipped off and the vessel exposed to light for about 15 minutes. The leaves are then removed and checked with a thin window Geiger tube. The leaf which was kept in dark does not show any activity while the other is highly active the intensity being different on both sides. If the leaf is placed on a photographic plate and exposed for a few hours a radioautographic picture is obtained like one shown in Fig. 2.

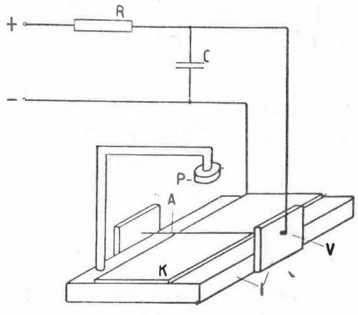
The experiment gives to the students an encouraging feeling that the radioactive tracer technique can be simply applied and easily understood.

Jože Pahor, Milan Kovič in Anton Moljk

ISKRNI ŠTEVEC

Pri pouku jedrske fizike so demonstracijski poskusi še mnogo bolj važni kot pri obravnavanju marsikakega dela klasične fizike. Pri pouku mehanike se na primer lahko večkrat sklicujemo na bogato zalogo vsakdanjih izkušenj, ki ji v tej zvezi radi pravimo zdrava pamet. Osnovne mehanske pojave lahko opazujemo ali celo sami na sebi doživljamo v avtobusu, na kolesu, v čolnu, pri telovadbi, igri itd. Tudi iz drugih delov fizike, na primer iz akustike ali optike, že marsikaj vemo iz lastne izkušnje. Niti elektrika nam ni več tuja, če le skušamo razumeti delovanje raznovrstnih tehničnih sredstev, ki jih uporabljamo vedno več. Zato ni taka škoda, če včasih opustimo kak kvalitativen poskus v klasični fiziki.

Čisto drugače je že pri pouku atomske fizike, še slabše pa pri pouku jedrske fizike. V vsakdanjem življenju še ne srečamo jedrskih pojavov in za radioaktivnost nimamo niti čuta. Vsega se je treba šele naučiti lepo od začetka. Zato moramo seznaniti dijake najprej z nekaterimi merilnimi instrumenti, nato pa jim po vrsti predvajati vsaj nekaj osnovnih poskusov, da si lahko ustvarijo neko predstavo za pojave te vrste. Za take poskuse seveda potrebujemo posebne instrumente. Prevladuje mnenje, da so poskusi iz jedrske fizike dragi in zahtevni. Trditev pa ne velja kar tako na splošno, čeprav je nekaj resnice v njej in ne služi samo za opravičilo. Potrebno je vsaj nekaj elektronskih instrumentov, na primer napetostni izvor za okrog 3000 V, števec sunkov in morebiti celo linearni ojačevalnik. Enokanalni analizator bi bil verjetno že preveliko razkošje. Še dve, tri števne cevi in nekaj šibkih, čisto nenevarnih radioaktivnih izvorov, kot na primer Ge^{71}, Sr^{90}, Na^{22}, C^{14}, pa lahko pokažemo vrsto prepričljivih poskusov in ilustriramo vsaj nekatere zakone radioaktivnosti. Nekaj tega bodo morale dobiti naše višje šole; prej se atomska doba v šolah ne more začeti.



Shema iskrnega števca. *P* — polonij, *A* — anoda, *K* — katoda, *R* — upor 0,1 MΩ, *C* — kondenzator 100 pF

Z delci α pa lahko pokažemo nekaj poskusov tudi z bolj preprostimi sredstvi. Za delce α, ki gosto ionizirajo v primeri z elektroni, je na primer dober že preprost števec, ki ga imenujemo iskrni števec in ga hočemo v naslednjem opisati.

Števec je zgrajen, kot kaže slika 1. Za katodo ima gladko kovinsko ploščo, na primer iz medenine ali bakra. Nad ploščo je v razdalji 0,5 mm do 2 mm napeta 0,1 mm debela volframska žica, ki je anoda. Namesto ene žice lahko napeljemo več žic in jih vežemo skupaj ali pa uporabljamo vsako zase kot poseben števec. Števec je preko upora R vezan na napetostni izvor, na katerem izberemo napetost, nekoliko nižjo od tiste, pri kateri začne na žici tlenje (od 2500 V do 4000 V za zgoraj navedene razdalje med žico in ploščo). Napetostno območje, v katerem števec dela, znaša lahko nekaj sto voltov. Nad žico je pritrjen radioaktivni preparat, ki seva delce alfa, na primer polonij. Če leti delec α blizu žice, začne števec prevajati zaradi plazu, ki ga sproži veliko število nastalih ionskih parov. Kondenzator C se zato prazni in med žico in ploščo preskoči iskra, ki je tako svetla, da je vidna po vsem razredu. Praznjenje preneha, čim se napetost na števcu dovolj zmanjša zaradi padca napetosti na zaporedno vezanem uporu R. Napetostni sunki so pri vrednostih, ki so navedene v sliki, dolgi okrog milisekunde in so merjeni na zaporednem uporu $R = 100\ k\Omega$ veliki okrog 10 V. Sunki imajo to posebnost, da hitro zrastejo, v času, krajšem od 10^{-8} sekunde.

S takim števcem torej lahko zaznamo delce α. Elektroni ne sprožijo števca, ker imajo premajhno specifično ionizacijo. Prav tako ga ne sprožijo žarki gama. Zato iskrni števec praktično nima ozadja. Seveda pa ima števec zelo majhen občutljiv prostor: milimeter ali dva od žice, kar lahko ugotovimo, če premikamo izvor.

Z iskrnim števcem lahko štejemo razpade α in zasledujemo statistično fluktuacijo njihove pogostosti. S tem, da spreminjamo razdaljo med izvorom in števcem, lahko izmerimo doseg delcev α. Majhen doseg delcev α lahko pokažemo tudi tako, da vložimo med izvor in števec tanek listič papirja ali aluminija.

Iskrni števec tvori kot nazorni pripomoček dobro osnovo za obravnavanje ostalih ionizacijskih in scintilacijskih števcev. Ima pa še to prednost, da je tako enostaven, da si ga lahko vsak sam naredi.

Iskrni števec lahko napravimo občutljiv tudi za počasne nevtrone, če postavimo pred števec ali pa na katodo samo plast bora (N. K. Saha, Narendra Nath, Nucleonics junij 1957). Zaradi reakcije B^{10} (n, α) Li^7 izdajo nevtrone delci α in odrinjena jedra litija.

THE SPARK COUNTER

(Summary)

The Spark counter is a simple detecting device and can be usefully applied for some experiments in teaching nuclear physics.

A version of the spark counter for demonstration purposes is described and some standard experiments are indicated (measurement of the range of particles, statistical fluctuation of the counting rate, slow neutron detection).

Sašo Svetina in Anton Moljk

ŠOLA

O FIZIKALNIH INSTITUTIH UNIVERZE V LJUBLJANI

Bralci našega lista so že večkrat izrazili željo, da bi bilo treba kaj več povedati o naših šolah in o institutih, o njihovih uspehih ter o težavah, s katerimi se morajo boriti. Tej želji skuša ustreči spodnje poročilo o fizikalnih institutih na univerzi. Preden kaj povemo o dejanskem stanju, pa je dobro, da smo si na jasnem, kakšen naj bi sploh bil tak institut ter kakšne so njegove dolžnosti do univerze in do družbe.

1. Naloge in potrebe fizikalnega instituta na univerzi

Fizikalni institut na univerzi mora skrbeti za pouk fizike in za vse, kar je s tem v zvezi. Skrbeti mora za predavanja in vaje, in sicer tako za študente fizike kot za študente drugih oddelkov in fakultet, ki imajo fiziko kot pomožni predmet. Vzdrževati in izpopolnjevati mora eksperimentne pripomočke, ki jih ta predavanja in vaje zahtevajo. V okviru diplomskih in doktorskih del naj uvaja institut mlade fizike, ki dokončavajo svoj študij, v metode znanstvenega dela. Nekaj truda pa naj institut posveti tudi ljudem, ki delajo v drugih strokah, tako gimnazijskim profesorjem in drugim.

Institut si mora vzgajati svoj lastni kader. Skrbeti mora za razvoj vsakega svojega člana. Iz vrst najboljših študentov si vzgaja svoje bodoče asistente, ki naj se razvijejo v znanstvene delavce in nekateri tudi v predavatelje.

Institut mora znanstveno delati in objavljati rezultate tega dela. Zahteve, ki jih mora glede tega, v primeri z instituti nekaterih drugih strok, izpolniti fizikalni institut, so sorazmerno visoke, ker je konkurenca internacionalna. Z deli lokalnega značaja večinoma ni mogoče uspeti kakor pri nekaterih drugih vedah. Pri fiziki se namreč opravljeno znanstveno delo meri v glavnem le po člankih, ki izidejo v mednarodno priznanih znanstvenih revijah.

Institut mora reševati razne posebne naloge in odgovarjati na strokovna vprašanja, ki mu jih dajejo domača industrija in razne ustanove. Takšno sodelovanje pa ga ne sme preobremeniti in se nikakor ne sme izroditi v služenje denarja z ekspertizami.

Naštete naloge instituta niso med seboj neodvisne. Učno delo na univerzi mora biti v tesni zvezi z znanstvenim delom, če naj univerza ne zdrkne na raven višje strokovne šole. Po drugi strani pa se znanstveno delo ne sme izolirati od pouka, če naj ne usahne vir, iz katerega prihajajo mladi ljudje, ki hočejo in ki so sposobni znanstveno delati. Tudi tega ne pozabimo, da si znanstveni delavec pogosto šele ob predavanjih in v stiku s študenti ustvari jasno sliko svojega področja! Sodelovanje z industrijo lahko institutu daje lepe pobude za razne raziskave, zlasti na tehničnih področjih. Tudi pouku koristi takšno sodelovanje, ker iz njega lahko izvirajo diplomske naloge, zlasti za bodoče inženirje fizike.

Za to, da institut lahko ustreže vsem tem zahtevam, potrebuje ljudi, prostorov in pa denarja. Saj mora imeti zadostno število ljudi, ki znajo skupaj delati in vzgajati. Samo v večjih kolektivih se da vzdrževati delovna atmosfera, v kateri lahko rastejo znanstvena dela. Majhni instituti, ki obstojijo v glavnem le iz šefa, štampiljke in inventarja, ne morejo dosti ustvariti.

Za to, da ljudje v institutu lahko delajo, so potrebne delavnice, knjižnice, laboratoriji, instrumentarij ter zaloge vsakovrstnega materiala.

Že instrumentarij ter material za predavanja in študentske vaje zahtevajo velika materialna sredstva, vsako znanstveno delo pa še veliko večja. Saj pravijo, da stanejo material in specialni instrumenti, ki jih zahteva delo za posamezno znanstveno publikacijo s področja eksperimentalne fizike, povprečno po več sto do več tisoč dolarjev. Dalje ne smemo pozabiti na redno nabavo knjig in vodilnih revij. Vse to je treba zagotoviti s primernimi krediti.

Poglejmo sedaj natančneje, kakšne so obveznosti fizikalnega instituta na naši univerzi! Čeprav je več fakultet, ki potrebujejo fiziko, bi čisto lahko izhajali z enim samim institutom te vrste. Dela pa bi imel tak institut kar precej; saj bi moral nuditi vsa potrebna predavanja in vaje študentom fizike, približno 1000 študentom drugih strok pa v treh ali več izmenah osnovno predavanje iz fizike in ustrezne vaje. Za vse to bi morali imeti najmanj deset predavateljev in 17 asistentov, za pomoč pri praktičnih vajah študentov in za delo v delavnicah pa še okrog 11 laborantov in kvalificiranih delavcev. K temu pridejo še administrator, kurir, kurjač in snažilke.

V celoti bi potreboval tak institut nekaj čez 2000 m^2 prostora, in sicer eno veliko in dve manjši predavalnici, šest večjih prostorov za praktične vaje študentov, diplomantski laboratorij, knjižnico, delavnice (mehanično, mizarsko, radiotehnično, fotografsko ter steklopihaško s prostorom za majhna kemična dela), pisarno, primerno število sob za predavatelje, asistente in laboratorije ter kurilnico in druge pritikline.

2. Primerjava z dejanskim stanjem

Dejansko stanje na naši univerzi, kar se fizike tiče, pa je zelo daleč od opisanega ideala. V resnici ni izpolnjen niti eden izmed prej navedenih pogojev. Premalo imamo denarja, premalo prostora in veliko premalo ljudi. Ne smemo se torej čuditi, da že učno delo ne uspeva tako, kot bi bilo treba, in da znanstvenega dela znotraj teh institutov skoraj ni. Člani naših institutov dosezajo večje znanstvene uspehe le pri delu drugod, namreč v Institutu Jožefa Stefana ali pa na tujih univerzah.

Škodljivo je, da imamo na naši univerzi namesto enega kar tri fizikalne institute, namreč FIPMF, FITF in FIMF.* Prva dva živita v soseščini IJS, tretji pa v 4 km oddaljeni bivši šempetrski vojašnici. Zlasti FIPMF in FITF imata veliko premalo prostora. Krediti so nezadostni in razbiti na tri institute. FIPMF dobiva povprečno po 500 000.— din letno, FITF 1 200 000.—, FIMF pa 2 500 000.—. Videti je, da uživa fizika le na medicini primerno podporo, medtem ko so na ostalih dveh fakultetah krediti nesorazmerno nizki. Pri teh kreditih ni upoštevano dejstvo, da skrbita FIPMF in FITF za približno sto študentov fizike v štirih oz. petih letnikih na obeh fakultetah ter za skoraj 800 študentov drugih strok v prvem letniku, medtem ko ima FIMF le po en ali dva semestra predavanj in vaj za okrog 200 medicincev, veterinarjev in psihologov.

Vsak fizikalni institut v mali državi je brezpogojno navezan na nabavke iz tujine, ker domača industrija ne more izdelovati vsega, kar institut nujno

* Tu in v nadaljnjem rabljene kratice imajo naslednji pomen: FIPMF = Institut za fiziko Prirodoslovno matematično filozofske fakultete, FITF = Institut za fiziko Tehniške fakultete, FIMF = Institut za fiziko Medicinske fakultete (fakultete so imenovane še po starem), IJS = Institut Jožefa Stefana, ZKNE = Zvezna komisija za nuklearno energijo, SAZU = Slovenska akademija znanosti in umetnosti.

potrebuje. Predvsem gre tu za specialni material in instrumente. Naši univerzni instituti pa imajo tako pičle devizne kredite, da sploh ne morejo misliti na nabavo kakega dražjega instrumenta. Dogaja se, da dobi institut po 10 000.— deviznih dinarjev, to je 33 dolarjev na leto. S tako majhnim zneskom deviz je težko kaj pametnega kupiti.

Če bi za takšne nabavke (preko ustreznih zastopstev) hoteli izkoriščati dinarske kredite, bi morali devize plačevati po dražjem kurzu in še doplačevati razne faktorje. Cene bi s tem tako narastle, da jih človek ne bi več mogel zagovarjati. Težko je razumeti, zakaj za nabavo instrumentov in materiala, ki služi za raziskovalne in za šolske namene, ni primernih olajšav, kot na primer pri kupovanju pralnih strojev ali sesalnikov za prah.

Nič manjše težave kot s tesnimi prostori in krediti imajo univerzni fizikalni instituti zaradi premajhnega števila ljudi. En profesor in trije docenti dajejo že mnogo let vsa predavanja iz fizike za tri ali še več fakultet. FIPMF ima dva, FIMF pa šest asistentov (toda od teh samo enega fizika). FITF, ki bi zaradi ogromnega števila študentov potreboval največ asistentov, nima nobenega. Edinega mu je vzel Fakultetni svet ob nedavnih reelekcijah, in to zaradi precej spornih razlogov. Ta ukrep Fakultetnega sveta je še poslabšal že tako težavni položaj fizike na naši univerzi.

Na razpis izpraznjenega asistentskega mesta na TF (marca 1957 in ponovno junija 1957) se ni nihče javil.* Ta in podobne izkušnje pri drugih razpisih so delno razumljive, če upoštevamo, da je fizikov zaenkrat še malo ter da asistentska služba zaradi sorazmerno majhnih plač in zaradi slabih izgledov za znanstveno delo ni posebno vabljiva. Zlasti IJS priteguje mlade fizike z boljšimi plačami, z boljšimi možnostmi za znanstveno delo in s perspektivo štipendij za delo v mednarodno priznanih institutih v inozemstvu.

Tudi kader laborantov, ki so za institut prav tako nepogrešljivi kot asistenti, je zaradi razlik v primeri s plačami v industriji ogrožen.

3. Razvoj naših fizikalnih institutov

Sedanjo razdelitev fizikalnih institutov je laže razumeti, če si ogledamo, kako je do tega prišlo. Ob osvoboditvi smo na papirju imeli tri fizikalne institute, namreč FITF, FIMF ter Seminar za teorijsko fiziko, zametek kasnejšega FIPMF. Vsi trije instituti so tedaj živeli skupaj v glavnem univerzitetnem poslopju.

Ker je Medicinska fakulteta vztrajala na osamosvojitvi svojega instituta, se je FIMF že leta 1945 izselil. Prostori tega instituta v bivši šempetrski vojašnici so bili dograjeni v naslednjem letu. Tam je FIMF ostal do danes, računa pa na nove prostore v eni izmed bodočih zgradb Medicinske fakultete.

FIPMF in FITF sta še naprej vztrajala v tesni simbiozi, tako da v resnici tvorita en sam institut, vsem administrativnim pregrajam navkljub. Delo je vseskozi skupno in samo po inventarnih knjigah se da ugotoviti, kaj je last enega in kaj drugega. Člani obeh institutov so si že ves čas na jasnem, da uradna ločitev v dva instituta ni potrebna. Večkrat izražena želja po formalni združitvi pa je zadevala ob toga načelna stališča fakultet.

Težavni položaj FIPMF in FITF zaradi tesnih prostorov se je znatno izboljšal po izselitvi Mineraloškega instituta iz glavnega univerznega poslopja. Instituta sta imela potem v skromnem merilu vse prostore, ki so bili za uspešno delo nujno potrebni.

* Pripomba ob korekturi: Sedaj upamo, da bomo dobili vsaj honorarnega asistenta.

Že kmalu po osvoboditvi je bil ustanovljen še četrti ljubljanski fizikalni institut, namreč pri SAZU. Kasneje je dobil ta institut ime po Jožefu Stefanu, sedaj pa se imenuje krajše Institut Jožefa Stefana. Do leta 1953 je ta institut gostoval (najprej v celoti, kasneje pa delno) v prostorih obeh univerznih institutov. Že poprej obstoječa skupnost dveh institutov se je na ta način razširila na tretjega člana. Odslej so bile knjižnica in delavnice skupne za vse tri institute in vsi nameščenci so delali skupno. Ločitev se je spočetka poznala le v uradnih aktih. Celo material se je nabavljal po skupnih vidikih in se skupno izkoriščal. To sožitje pa je bilo osnovano samo na ustnih dogovorih, brez uradno priznanih pogodb.

Ko je IJS prevzel naloge v zvezi z nuklearno fiziko in nuklearno tehniko, je začel zidati novo poslopje na Mirju. Z namenom, da bi se ohranila skupnost vseh treh institutov, je IJS sezidal za potrebe Univerze še predavalniško poslopje. V to poslopje sta se oba univerzna instituta vselila leta 1953, pri čemer je bil sestavljen osnutek pogodbe glede brezplačnega najema stavbe, glede skupne uporabe delavnic, skladišč, predavalnic, knjižnice ter nekaterih prostorov za predavatelje v glavni stavbi IJS. Ta pogodba naj bi bila univerznima institutoma zagotovila bodoči razvoj, ki je bil sicer s preselitvijo v pretesno novo stavbo ogrožen. Upoštevati je namreč treba, da je prostor v tej stavbi, če ne štejemo velike predavalnice in avle, za polovico manjši kot pa ustrezni prostor, ki sta ga instituta prej imela na univerzi. Nova stavba ima samo prostore za šolske namene, in še to komaj za prva dva letnika (le s težavo še za tretji letnik), nima pa niti enega prostora za predavatelje ali za laboratorije, ki bi omogočali diplomska dela in znanstveno delo.

Pogodba ni bila nikoli potrjena od vseh prizadetih instanc in se ni nikoli v celoti izvajala. Vezi med univerznima institutoma in IJS so se namreč nekoliko zrahljale, ko je slednjega prevzela ZKNE. Skupne delavnice in skupna skladišča odtlej ne prihajajo več v poštev. Prvotni osnutek pogodbe je sploh izgubil svoj pomen.

Tako sta torej univerzna instituta v nekaterih pogledih na slabšem kot pred preselitvijo. Izgubila sta delavnice (ostala je samo 15 m^2 velika servisna delavnica, ki skrbi za najnujnejša dela v zvezi s šolskimi poskusi). Namesto 7 velikih sob imata samo še 3 majhne, namreč eno za pisarno in dve za asistente. Spričo teh dejstev se slišijo kritike, češ da ni bilo prav, da sta se FIPMF in FITF sploh preselila. Sliši se tudi mnenje, da nima pomena računati z nadaljnjo povezavo z IJS in da naj se univerzna instituta popolnoma osamosvojita. Zanju in za sorodne univerzne institute naj bi se sezidala nova stavba, ki bi bila dovolj prostorna in po možnosti manj oddaljena od mesta.

Ob takih kritikah ne smemo prezreti, da je tudi sedanje rahlo sodelovanje z IJS nadvse koristno za obe strani. FIPMF in FITF nimata samo te koristi, da sta pridobila večjo predavalnico ter lepši prostor za študentske vaje. Še vedno imamo skupno knjižnico; dveh tako bogatih fizikalnih knjižnic pa ne bo Ljubljana nikoli imela. Pomembno dejstvo je, da člani obeh univerznih institutov skoraj vsi v večji ali manjši meri sodelujejo v IJS in imajo tam možnosti za znanstveno delo. Velika usluga s strani IJS je tudi ta, da študenti fizike v četrtem letniku lahko tam delajo praktične vaje (»fizikalni praktikum III«), potem pa še specialno laboratorijsko delo in po večini tudi diplomska dela. Za vse to univerzna instituta nimata niti prostora niti zadostnih materialnih sredstev; študij fizike na Tehniški fakulteti bi bil zato brez sodelovanja z IJS ogrožen.

4. Znanstveno delo

Prva leta po osvoboditvi sta se FIPMF in FITF izčrpavala z izgradnjo samega sebe in s šolskim delom. Iz skromnih začetkov je uspelo ustvariti lepo zbirko za študentske vaje in za demonstracijske poskuse. Edino zelo vidno področje znanstvenega dela v tem času je bilo raziskovanje fizikalnih lastnosti polimernih snovi (velemolekul) pod vodstvom prof. dr. A. Peterlina. Težišče tega dela pa se je kasneje preneslo na akademijski fizikalni institut.

Iz prej navedenih razlogov univerzni fizikalni instituti danes ne morejo samostojno znanstveno delati, ampak se je skoraj vse to delo skoncentriralo v IJS. Upoštevati pa je treba, da tudi FIPMF in FITF veliko prispevata k temu delu; saj delajo na IJS tudi člani teh dveh institutov; njihova znanstvena dela se zato lahko registrirajo tudi kot dela obeh univerznih institutov. Prispevek, ki ga po tej poti univerza daje Institutu Jožefa Stefana, se da oceniti iz statistike del, ki so jih v zadnjih letih objavili člani IJS. Dobro tretjino teh del so doprinesli tisti člani IJS, ki so redno zaposleni na univerzi.

5. O možnostih za reorganizacijo fizikalnih institutov

Zdi se, da je sedaj, ko je izšel republiški zakon o univerzah in ko se pripravljajo novi fakultetni statuti, priložnost, da se reorganizirajo tudi instituti. Člani FIPMF in FITF si prizadevajo, da bi na en ali drug način prišlo do združitve vsaj teh dveh institutov. Tudi FIMF bi se tej skupnosti lahko pridružil, če bi uspelo rešiti problem prostorov in problem, ki ga predstavlja velika oddaljenost od stavb Medicinske fakultete. Za študente medicine bi bilo namreč hudo, če bi morali zaradi predavanj in vaj iz fizike vsak dan letati od svojih institutov na Mirje in nazaj. Vendar se tudi ta problem da rešiti, če bi se skupni instituti ustanovili tudi za biologijo in za kemijo. Ti instituti verjetno ne bi bili predaleč od fizikalnega, tako da bi se s primerno ureditvijo urnika hoja sem in tja lahko reducirala na minimum.

Skupni fizikalni institut seveda ne bi imel obveznosti samo do svoje, ampak do vseh fakultet, kjer se poučuje fizika. Če bo predavateljev dovolj, ne bi pouk fizike na posameznih fakultetah zaradi združitve institutov prav nič trpel. Znanstveno delo pa bi se v večjem institutu, ob stalnem sodelovanju večjega števila ljudi, brez dvoma laže razvilo kot doslej.

Vsakdo vidi, da predstavlja obstoj več istovrstnih institutov na istem kraju nepotrebno razkošje, ki ga v našem merilu nikakor ne zmoremo. Tem teže je zato razumeti, zakaj se zoper spremembo sedanjega stanja vedno znova pojavljajo vsakovrstni pomisleki in administrativne ovire.

Eden izmed pomislekov zoper popolno združitev intitutov iste stroke je ta, da bi morala fakulteta obdržati vpliv na svoje predavatelje, pa čeprav predavajo predmete, ki so za fakulteto samo pomožni. Težko pa si je predstavljati, kakšen je ta vpliv pri predavatelju kake stroke, če razen njega na isti fakulteti ni nikogar drugega, ki bi to stroko poznal. Fakulteta tedaj o vsebini in načinu predavanj ali o delu v institutu ne more dosti odločati. Veliko laže bi taka fakulteta uveljavila svoje zahteve preko druge fakultete, na kateri bi bili v skupnem institutu zbrani vsi zastopniki iste stroke z vse univerze. Ti ljudje bi zlahka kontrolirali drug drugega in bi tudi hitro vedeli, kaj je pri predavanjih in vajah ter pri drugem delu za kako fakulteto potrebno in kaj nepotrebno, kaj smiselno in kaj pretirano.

Predpogoj za združitev vseh treh univerznih fizikalnih insttiutov je, da se reši vprašanje prostorov. Sedanja pretesna stavba FIPMF in FITF ne za-

došča več niti za šolske namene teh dveh institutov. Z uvedbo predmetov iz nuklearne tehnike v novi učni načrt Oddelka za fiziko TF se bo potreba po novih prostorih še bolj zaostrila. Univerzna instituta bosta morala omogočiti tudi diplomska dela v lastni hiši in slej ko prej bosta morala spet začeti misliti na lastno znanstveno delo.

Kakor je bilo že omenjeno, pa bo fizika na univerzi težko živela brez sodelovanja v IJS. Upajmo, da se bo sedanje sodelovanje ohranilo tudi v bodoče; dobro bi pa bilo, da bi to zagotovila nova pogodba, ki bi jo potrdila Univerza in ZKNE. Tako bo podan dovolj močan razlog za to, da ostaneta univerzna fizikalna instituta še vnaprej soseda pri IJS. Problema novih prostorov ne bo treba reševati s popolnoma novo stavbo, ampak bo zadoščal prizidek k sedanji predavalniški zgradbi. Načrti za to se že izdelujejo, vendar zaenkrat brez upoštevanja FIMF. Z nebistvenim povečanjem projekta bi se morda dal rešiti tudi problem matematičnega instituta, ki životari sedaj v nezadostnih prostorih in razbit med dve fakulteti. Tesnejše sožitje matematikov in fizikov bi bilo koristno za obe strani.

Svoj čas se je morda zdelo, da bi bodoči skupni institut lahko objel tudi IJS, tako da bi imeli v Ljubljani sploh samo en, in to zelo lep fizikalni institut. Taka možnost danes gotovo ne prihaja več v poštev, če ne iz drugih razlogov že zato, ker so naloge IJS bolj ozko določene kot pa naloge kakega univerznega instituta.

Ivan Kuščer

TEČAJ ZA UČITELJE matematike, ki poučujejo na višji stopnji obvezne šole

Težave, s katerimi se bori učitelj matematike na višji stopnji obvezne šole in ki se odražajo tudi v slabih učnih uspehih pri tem predmetu, so napotili Pedagoški center pri Svetu za šolstvo LRS, da je pripravil in organiziral letos poseben tečaj v Ljubljani od 1. do 10. julija.

Da je učiteljstvo razumelo pomen takega tečaja zlasti danes, ko pripravljamo temelje reformirani šoli, vidimo iz nenavadno velike udeležbe učnega osebja z vsega republiškega področja. Od 3 profesorjev, 27 predmetnih učiteljev in 30 učiteljev je bilo 13 iz ljubljanskega, 5 iz mariborskega, 7 iz celjskega, 6 iz kranjskega, 6 iz novomeškega, 6 iz soboškega, 7 iz goriškega, 6 iz bivšega ptujskega, 2 iz bivšega kočevskega in 2 iz koprskega okraja. Podpora, ki so jo dobili udeleženci iz navedenih okrajev, so dokaz prizadevanju, ki ga posvečajo učni forumi zboljšanju dela na njihovih šolah pri pouku matematike. Vloga, ki jo ima matematika v današnjem razvoju in pri vzgoji mladega človeka, terja od učitelja in vzgojitelja mnogo znanja ter požrtvovalnosti in spretnosti pri posredovanju učnega gradiva.

Kljub tropski vročini, ki je prav tiste dni neusmiljeno pritiskala, so udeleženci trdno vztrajali pri svojem delu vse do konca tečaja.

Za uvodnimi aktualnimi razpravljanji o posebnih problemih predpubertete in pubertete ter o spraševanju in ocenjevanju, ki sta ga posredovala znana pedagoška delavca dr. Iva Šegula in dr. Vlado Schmidt, je sledilo obravnavanje najvažnejših vprašanj s področja dela na tej stopnji šolanja tako v strokovnem kot v pedagoškem pogledu. Izredna skrb je bila posvečena dobremu posredovanju algebrajskega gradiva, relativnim številom in obravnavanju enačb, kjer je danes še veliko slabega, površnega podajanja, slabih in tudi strokovno napačnih zasnov in priprav ter prezgodnjih, nedoumetih mehanizacij, verbalizma itd. Živahna razprava po referatih je prispevala k

razčiščenju številnih problemov, s katerimi se bori danes tudi dober učitelj v razredu. Posebna razprava je bila namenjena uporabi ponazoril, audiovizualnim pripomočkom pri pouku matematike, ki se na tej stopnji vse premalo uporabljajo, v kolikor pa jih izkoriščajo, pa je izkoristek minimalen. Nakazane so bile raznovrstne uporabe modelov, slik, risb, zidnih listov, flanelogramov, grafikonov za pouk aritmetike, algebre kot geometrije. Prav tako je bilo poudarjeno, kako naj se učenci praktično udejstvujejo pri merjenju, ocenjevanju, modeliranju itd. Tečajniki so razpravljali o metodah za poživitev delovnega razpoloženja v razredu, večje aktivnosti učencev pri pouku in tudi o raznih delovnih prijemih pri pouku matematike.

Sledila so predavanja z vseh področij učne snovi, ki jo predpisuje učni načrt za nižje razrede gimnazij s poudarkom na važnih teoretskih osnovah in obravnavanju metod, ki naj bi pripomogle učencem do pravilnega razumevanja. Posebna razprava je razčistila marsikatero nejasnost glede pisanja domačih vaj in šolskih nalog. Izvedena je bila tudi analiza učbenikov za matematiko.

Pestra in izčrpna tematika je nakazala tečajnikom marsikatero novo misel za delo in dala pobudo za rešitev problemov, s katerimi se je ta ali oni doslej boril, pa le ni tako uspel, kot je zasnoval. Marsikomu je bila vsebina predavanj tudi potrdilo za pravilnost njegove dosedanje poti.

Ocenjujoč delovno razpoloženje udeležencev, vztrajno posečanje tečaja, živahno razpravljanje o vprašanjih, ki zadevajo delo v razredu, zlasti v primerih, kjer ni mogoče uveljaviti enotnih pogledov in predpisov, lahko rečemo, da je bila naloga tečaja izpolnjena. V težnjah šolskih forumov po zboljšanju dela v razredu je pa opravil tečaj učiteljev matematike važen korak naprej.

Jože Žabkar

»PRIJETNE POČITNICE« NAŠIH PROFESORJEV FIZIKE

Med poglobitvenimi počitniškimi tečaji, ki jih je tudi letos organiziral Pedagoški center v Ljubljani, je bil tečaj za eksperimentalno fiziko na višji stopnji — gotovo eden izmed najlepših in najuspešnejših.

Bogata in pestra vsebina, zanesljiva organizacija, izredna vnema in dobra volja tečajnikov, nevsiljiva delovna disciplina in res lep tovariški duh med udeleženci, vse to je nujno pripomoglo k lepemu uspehu.

Pedagoški center kot prireditelj tečaja se ni ustrašil velikih stroškov, ki so jih zahtevale obsežne in dolgotrajne priprave, temveč je storil vse, da bi tečaj čim lepše uspel. Strokovno pripravo in izvedbo tečaja je prevzelo Društvo matematikov in fizikov LRS, ki je to težko nalogo zaupalo enajstim ljubljanskim profesorjem fizike. Teoretične priprave za tečaj (t. j. izbira predavanj in predavateljev, izbira in vskladitev poskusov, določitev ekskurzij in neobveznega popoldanskega dela) so se začele že v zimskih mesecih. Ko je bil kanon poskusov (okrog 300) že gotov, so sledile praktične priprave — deloma po šolskih predavalnicah in kabinetih, deloma v laboratoriju Fizikalnega inštituta prirodoslovno matematične in filozofske fakultete, kjer se je tečaj pozneje tudi vršil. Vodstvo tečaja si je zadalo nalogo, da bi med predavanja iz klasične fizike privzelo tudi predavanja iz moderne fizike, astronomije in pedagogike, v zbirki poskusov pa naj bi prevladovali efektni poskusi, ki jih je mogoče izvesti s preprostimi sredstvi, s kakršnimi razpolaga večina naših srednjih šol. Zato pa je bilo treba marsikaj čisto po svoje prikrojiti ali celo na novo napraviti,

kar so po zamisli profesorjev mojstrsko izvršili laboranti Fizikalnega inštituta. Koliko truda, časa in iznajdljivosti je bilo treba za tak tečaj, vedo samo tisti, ki so ga sami pripravljali.

Tečaj je odprl 1. julija zastopnik Pedagoškega centra tov. prof. V. Čopič. Toplo je pozdravil udeležence iz vse Slovenije in zaželel, da bi ta, s tolikimi žrtvami pripravljeni tečaj, v polni meri izpolnil začrtani program in znatno pripomogel k dvigu pouka fizike na naših srednjih šolah. Organizacijski vodja tečaja, prof. Fr. Šušteršič, je po naročilu izročil tečajnikom pozdrave načelnika Sveta za šolstvo in predsednika Društva matematikov in fizikov LRS ter podal nekoliko organizacijskih navodil z željo, da bi se udeleženci s toliko vnemo in ljubeznijo poglobili v tečaj kakor tisti, ki so ga pripravili. Takoj nato je povzel besedo naš preizkušeni eksperimentator, prof. E. Bračko, ter v obširnem in

Udeleženci tečaja za eksperimentalno fiziko

izčrpnem predavanju O fizikalnem eksperimentiranju dal tečajnikom kopico praktičnih migljajev in napotkov za delo v laboratoriju in jih opozoril na nevarnosti pri nekaterih poskusih. Že naslednji dan pa se je ob pol osmih zjutraj začel v polni meri odvijati delovni program, ki je dnevno vseboval: a) predavanje z debato do 9. ure, b) delo v laboratoriju do 13. ure (ob kratki pavzi ob pol 11 so se tečajniki zatekli v okrepčevalnico Inštituta Jožef Stefan) in c) neobvezno popoldansko delo — po dogovoru.

Kot prvi je prof. Miroslav Adlešič govoril o temi Zgodovina naravoslovja in tehnike. Univ. asist. R. Korbar je obravnaval osnove jedrske fizike s posebnim ozirom na eksperimente, ki so jih pozneje opravili tečajniki sami. Ob spremljavi skioptičnih slik je prof. S. Breskvar predaval O našem osončju. Univ. prof. dr. V. Schmidt je obravnaval vedno aktualno temo Izpraševanje in ocenjevanje v šoli. Merjenje tokovnih in napetostnih sunkov je z besedo in poskusi obdelal univ. asist. Tomo Skubic. Nato so se zvrstila še štiri predavanja

iz moderne fizike: Jedrske reakcije (Darko Jamnik), Osnovni delci (dr. Črt Zupančič), Fizika reaktorja (dr. A. Peterlin) in Jedrska energija (ing. M. Osredkar). V predzadnjem predavanju je univ. prof. dr. Fr. Dominko govoril O razvoju zvezd, prof. VPŠ Fr. Ahlin pa je s temo Pouk fizike zaključil verigo rednih dopoldanskih predavanj.

V popoldanskem programu je tečajnikom z velikim uspehom predaval ing. A. Wedam o televiziji in radarju. Tečajniki so kljub silni vročini prihajali v rekordnem številu ter si ogledali televizijske naprave Inštituta za elektrozveze kakor tudi radarske naprave v Šoli za radarsko tehniko v Šentvidu. Na šolskem astronomskem observatoriju na VI. gimnaziji so pod vodstvom prof. Kunaverja zvečer opazovali Luno, Jupitra in njegove štiri trabante, Saturna z obročem, dvojne in večkratne zvezde, galaktične in izvengalaktične meglice in druge nebesne objekte, opoldne, po fizikalnih vajah, pa še sončne pege. Bodoči astronomski observatorij na Golovcu je tečajnikom razkazal prof. dr. Fr. Dominko. Večina tečajnikov je prvič videla notranjščino in naprave Inštituta Jožefa Stefana. Več filmov s področja fizike in tehnike je dopolnilo že itak zgoščeni program.

Fizikalne vaje so se vršile na 11 eksperimentalnih pultih, v dveh temnicah in predavalnici Fizikalnega inštituta, kjer je bilo sistematično razvrščenih kakih 300 poskusov. Za vsak poskus je bilo na posebnem lističu ustrezno pojasnilo in navodilo, često pa tudi skica in račun. Enajst ljubljanskih profesorjev, strokovnih vodij tečaja, je nevsiljivo in neutrudljivo svetovalo in pomagalo tovarišem tečajnikom, kjer in kolikor so pač želeli. Tako je delo potekalo laže in hitreje kot bi sicer. Tečajniki so za beležke o predavanjih in laboratorijskih vajah dobili posebne zvezke, ob koncu tečaja pa še pregleden seznam vseh poskusov, ki so jih na tečaju naredili sami ali pa so jih vsaj videli. Tak način dela more in mora po splošni sodbi udeležencev ustrezati vsakomur, ki ima vsaj malo dobre volje do dela in veselja do tega predmeta. Zato pa je naravnost nerazumljivo, da je bilo prijav za ta, s tolikim trudom in s tolikimi gmotnimi žrtvami pripravljeni tečaj, vsekakor premalo (36!). Vsaj še 15—20 udeležencev bi lahko neovirano delalo v laboratoriju poleg svojih tovarišev.

Ko so se udeleženci fizikalnega tečaja, ki jih je, kot že rečeno, odlikovala izredna požrtvovalnost in ljubezen do stvari, morda že utrujeni od štirinajstdnevnega poglobljenega dela, pa vendar veseli vsega, kar so pridobili, vračali domov, so izrazili marsikatero opravičeno željo, pametno misel in koristen nasvet za bodoče. Naj navedemo tu samo nekatere: Zamisel, organizacija in izvedba tečaja je bila odlična, njegova vsebina zanimiva, bogata in skrbno izbrana. Hvaležni smo vsem, ki so nam ta tečaj omogočili, predvsem Pedagoškemu centru, pa tudi ljubljanskim tovarišem, ki so ga s toliko ljubeznijo in trudom pripravili ter res v tovariškem stilu vodili. Bilo je vsega dovolj, skoraj preveč. V prijetnem okolju in ob nevsiljivem vodstvu se je dobesedno vsipalo v nas pravo bogastvo eksperimentalne fizike. Dobili smo mnogo koristnih napotkov in pobud, svoje znanje smo poglobili, dopolnili, preverili in potrdili. Slednji slovenski učitelj fizike bi vsaj enkrat moral iti skozi ogenj takega tečaja, da bi se še bolj ogrel za svoje težko, zahtevno, pa žal premalo upoštevano delo. Toliko smo slišali in brali prej o televiziji, radarju, elektronskem mikroskopu, betatronu itd., zdaj smo vse to videli na lastne oči in dobili odgovor na sleherno vprašanje. Astronomija in moderna fizika sta znatno poživili in polepšali tečaj. Mnogi smo bili prvič v Stefanovem inštitutu, pa smo ga zapuščali ponosni in veseli. Škoda, da je spričo časovne stiske bila na tečaju premalo poudarjena metodična in diaktična stran pouka! Tudi vzorno

uro fizikalnega pouka bi tako radi videli kot svoje inšpektorje na tem tečaju. V prihodnje naj vodstvo fizikalnih tečajev skuša še v večji meri upoštevati klavrno stanje fizikalnih kabinetov na nekaterih naših srednjih šolah. Kdaj neki bomo mogli varuhi fizikalnih zbirk nakupiti najnujnejša učila in učne pripomočke v eni sami prodajalni? Ali nam za tako intenzivno in naporno delo ob času počitnic ne pripada cela dnevnica, ko smo z dobljeno polovico komaj krili prenočišče in tri obroke hrane na dan; za ekskurzije, malice in druge drobne, pa vendar nujne potrebe pa smo morali šteti denar iz lastnega žepa? Bolje bi bilo, če bi se tečaj začel šele 5. julija, ko že potihnejo šolske skrbi in zadnja andimistracija. Za prihodnji fizikalni tečaj, na katerega bomo prav radi prišli, si želimo še kritične obravnave najtežjih poglavij srednješolske fizike. Kaj več bi radi slišali o organizaciji pouka fizike, o ureditvi fizikalnih kabinetov, o izdelavi in improvizaciji preprostih eksperimentalnih priprav, o ponazorilih in pomožnih sredstvih in radi bi se seznanili z učnimi metodami naših najboljših metodikov... Nad vse radi pa bi videl, da bi vsi ti lepi in skrbno izbrani eksperimenti izšli čimprej v posebni knjigi. Neprecenljiva škoda bo, če bo to dragoceno gradivo obležalo neizkoriščeno kot nepristopen mrtev kapital. Ta knjiga bi bila zanesljiv vademecum našim učiteljem fizike, pa tudi očiten dokaz naših večletnih sistematičnih naporov, da bi pouk fizike dvignili na višjo raven. Udeležencem prihodnjih tečajev za fiziko bo močno ustreženo, če bodo že mesec dni pred pričetkom tečaja dobili v roke seznam poskusov, da jih bodo mogli že doma pretehtati in se po svoje nanje pripraviti... Čeprav nas fizikalni tečaj zaposluje skoraj ves dan, si vendarle še želimo debatnih večerov, kjer bi povzeli iniciativo predvsem tečajniki sami. Poročali bi o svojih naporih in težavah, o svojih uspehih in neuspehih. Marsikaj bi lahko povedali in povprašali o predpisani učni snovi, o novih učilih, o najboljših prijemih pri šolskem delu itd. V domači in tovariški sproščenosti bi se brusili in bogatili drug ob drugem in naša vloga na tečaju bi bila manj pasivna...

Takih in podobnih misli in želja je še mnogo, mnogo...

Kdo, ki je videl naše tečajnike pri štirinajstdnevnem napornem delu in prebral njihove pripombe k tečaju, še more dvomiti o njihovi globoki pedagoški prizadevnosti ter idealni predanosti službi in poklicu, ki jo tu in tam zasenčuje in kali skrb za življenjski obstoj?

Tam daleč na Mirju, skoraj na robu Ljubljane stoji Fizikalni inštitut, ki nudi gostoljubno streho in daje na razpolago svoj inventar našim fizikom-tečajnikom. Naše geslo bodi, da ga čim prej obišče vsak učitelj in profesor, ki poučuje fiziko v naši republiki. To pa še ni vse. Za uspešno reformo fizikalnega pouka na naših šolah bo treba preskrbeti našim šolam vsaj najpotrebnejša fizikalna učila, učiteljem fizike pa zasluženo moralno in materialno pomoč, da se ne bodo samo hoteli, ampak tudi mogli docela posvetiti šoli, ki jim je težek, a vendar drag poklic.

Francè Šusteršič

RADIOAKTIVNO MILO

Zgodilo se je pred vojno, pri študiju kemije. Pri vajah iz organske kemijske tehnologije je bilo treba analizirati košček mila in določiti, koliko procentov je maščobnih kislin, koliko luga, koliko tega in onega. Na koncu si moral vse procente lepo sešteti in zbrati vseh 100 %. — Alenki je dal profesor vzorec mila »Latoja«, na katerem je bilo črno na belem zapisano, da je izredno blagodejno, češ da vsebuje radioaktivne snovi. Alenka analizira, titrira, destilira, filtrira in računa; ko sešteje rezultat, pa dobi samo 97 %. Kaj se hoče, analizo je bilo treba ponoviti. Toda glej ga spaka, Alenka tudi vdrugič, kljub vsej skrbnosti, ne pride čez 97 %. »Nič se ne huduj, Alenka,« jo potolažijo kolegi, »pozabila si na radioaktivne snovi. Tisti trije procenti, ki ti manjkajo, so pač v času tvoje analize že razpadli.«

TEKMOVANJE SREDNJEŠOLCEV

Tov. A. M. iz Ljubljane nam je poslal tale dopis:

V šol. letu 1949/50 in 1950/51 je Svet za prosveto in kulturo LRS organiziral tekmovanje najboljših dijakov matematikov in fizikov višjih gimnazij v Sloveniji. Poročilo o tem tekmovanju je bilo objavljeno v Obzorniku 1951 št. 2. V njem je tudi navedeno, da so dijaki po vsej Sloveniji pokazali mnogo zanimanja in veselja za ta tekmovanja. Izražena je tudi želja, da bi SPK LRS v bodoče še organiziral slična tekmovanja, ki pripomorejo k povečanju zanimanja za matematiko in fiziko.

Ker so tekmovanja prenehala, se sprašujem, kaj je temu vzrok. Ali Društvo matematikov in fizikov ni nič podvzelo, da bi se tekmovanja nadaljevala? Ali obstajajo kaki pomisleki proti tekmovanjem srednješolcev? Bral sem, da so taka tekmovanja tudi drugod po svetu. Zanima me, kakšna so taka tekmovanja in kakšne naloge dobijo tekmovalci.

A. M.

V šol. letu 1949/50 je CK LMS organiziral ob pomoči SPK LRS tekmovanje mladih matematikov, in sicer za dve skupini: 5. in 6. razred ter 7. in 8. razred. Poročilo o tem tekmovanju je bilo objavljeno le v dnevnem časopisju.

V šol. letu 1950/51 pa je bilo organizirano širše tekmovanje v matematiki, fiziki in biologiji za vsak višji razred in za vsak predmet posebej. Poročilo o tekmovanju je bilo objavljeno v dnevnem časopisju in v Obzorniku za matematiko in fiziko 1951 št. 2. Poročilo v Obzorniku ni popolno, ker obsega le tekmovanje v matematiki in fiziki, ker nima vseh nalog, ki so bile dane, in ker nima nikake analize.

Društvo pri teh tekmovanjih ni sodelovalo. Zakaj so tekmovanja prenehala, nam ni znano. Obstajajo pa pomisleki glede teh tekmovanj. Odbor Društva matematikov in fizikov je že ponovno razpravljal o zadevi, o končnem rezultatu bomo še poročali. Naprosili smo tov. F. Križaniča, da je napisal nekaj o tekmovanjih v ZSSR.

*

Kako je z matematičnimi olimpiadami po svetu? Podatkov za ves svet žal nimamo. Vprašanje, kje take olimpiade organizirajo in kje ne, bo pač ostalo brez odgovora. Nekaj več vemo le o olimpiadah v Sovjetski zvezi. Tam so postala matematična tekmovanja že tradicionalna. Za primer, kako je taka olimpiada organizirana, naj opišem XVII. moskovsko olimpiado, ki je bila marca in aprila leta 1954 v Moskvi.

Pri organizaciji olimpiade sodelujejo Moskovsko matematično društvo, Fakulteta za matematiko in mehaniko Moskovske državne univerze M. V. Lomonosova in mestne prosvetne oblasti.

Vsa teža organizacije leži v pripravah na končno tekmovanje. Prireditelji se pač zavedajo resnice, ki je vodila tudi G. Pólya in G. Szegö pri sestavljanju njune zbirke nalog. Takole pišeta: »Bralec, ki želi rešiti nalogo, naj pazi ne le *kaj*, temveč tudi *kako* in *kje* je vprašan. Naloga, ki bi bila nedostopna tudi bolj izvedenemu matematiku, če bi bila postavljena izolirano, je tu obdana z nalogami, ki jo pripravljajo in pojasnjujejo ...«*

Priprave za olimpiado tečejo vse šolsko leto. Že v začetku leta izide zbornik pripravljalnih nalog. Vsako nedeljo od 10. do 13. ure se zbere na fakul-

* Aufgaben und Lehrsätze aus der Analysis I, str. IX.

teti matematični krožek, v katerem obdelujejo postavljene naloge. Pri tem delu pomagajo aspirantje in študentje fakultete. Delo krožka začne nekako v novembru.

V februarju in marcu poslušajo člani krožka predavanja, ki jih pripravijo zanje profesorji in predavatelji. Tako so na XVII. olimpiadi predavali: akademik P. S. Aleksandrov — »Peti Evklidov postulat«, dopisni član AN SSSR P. J. Polubarinova-Kočina — »Prva ruska žena,matematik S. V. Kovalevska«, podpredsednik Akademije pedagoških ved A. I. Markuševič — »Funkcije in grafiki«, prof. V. V. Nemyckij — »O pojmu limite«, prof. A. A. Ljapunov — »O neskončnih množicah«, prof. B. V. Šabat — »O modelih geometrijskih pojmov«, dr. N. M. Korobov — »Trigonometrijske vsote v teoriji števil« itd.

Priprave na olimpiado so se končale v marcu z zaključno konzultacijo. Tekmovanje samo je razdeljeno v dva dela (rekli bi v polfinale in v finale). Naloge so sestavljene po razredih. od sedmega do desetega razreda (v SZ imajo namreč desetletko). Tu naj navedem le naloge, ki so jih dobili v prvem touru učenci sedmega in učenci desetega razreda.

Sedmi razred:

1. Pravilno šesterokrako zvezdo razreži na štiri dele tako, da boš mogel iz njih sestaviti izbočeni večkotnik.

2. Dana sta dva izbočena večkotnika $A_1A_2A_3A_4 \ldots A_n$ in $B_1B_2B_3B_4 \ldots B_n$. Vemo, da je $A_1A_2 = B_1B_2$, $A_2A_3 = B_2B_3, \ldots, A_nA_1 = A_nB_1$ in da so n-3 koti prvega večkotnika enaki ustreznim kotom drugega večkotnika. Sta oba večkotnika enaka?

3. Določi štirimestno število, če poteka deljenje tega števila z enomestnim po shemi

$$\begin{array}{l} xxxx : x = xxx \\ -xx \\ \hline \quad xx \\ \quad -xx \\ \hline \quad 00 \end{array}$$

deljenje z drugim enomestnim številom pa po shemi:

$$\begin{array}{l} xxxx : x = xxx \\ -x \\ \hline \quad xx \\ -\ x \\ \hline \quad xx \\ \quad -xx \end{array}$$

4. Ali eksistirata celi števili m in n, ki zadoščata enačbi $m^2 + 1954 = n^2$?

5. Določi maksimalno vrednost kvocienta tromestnega števila in njegove številčne vsote.

Deseti razred:

1. Poišči vse realne rešitve enačbe

$$x^2 + 2x \sin(xy) + 1 = 0$$

2. Dano je število 12345678910111213141516 ... 99100. Črtaj 100 številk tako, da bo ostanek največji.

3. Danih je 100 števil $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_{100}$, ki zadoščajo pogojem:

$$a_{99} - 4a_{100} + 3a_1 \geq 0$$
$$a_1 - 4a_2 + 3a_3 \geq 0$$
$$a_2 - 4a_3 + 3a_4 \geq 0$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_3 - 4a_4 + 3a_5 \geq 0$$
$$a_{100} - 4a_1 + 3a_2 \geq 0$$

vemo še, da je $a_1 = 1$. Določi $a_2, a_3, \ldots, a_{100}$.

Podobne krožke in tekmovanja organizirajo tudi v manjših mestih. Kjer ni univerze, prevzame njeno vlogo višja pedagoška šola (pedagoški inštitut). Za primer si oglejmo olimpiado v mestu Ordžonikidze, kjer je strokovni del olimpiade vodil Severno-Osetinski pedagoški inštitut. Navedem naj le naloge drugega toura (IV. olimpiada 1955/56).

8. razred:

1. Pri kakšnih vrednostih p in q zadoščata korena enačbe $x^2 + px + q = 0$, sistemu enačb:

$$x_1 - 2x_2 = 5$$
$$2x_1 - 3x_2 = 5$$

2. Stranica trikotnika, dolga 8 dm, je dvakrat daljša od svoje težiščnice. Eden kotov, ki jih oklepa težiščnica z ostalimi stranicami, je enak 30^0. Izračunaj ploščino trikotnika!

3. Reši enačbo

$$\sqrt{\frac{a-x}{a+x}} - \sqrt{\frac{a-x}{a+x}} = b$$

4. Grafično predoči funkcijo

$$y = \sqrt{x(x-2)+1}$$

5. Seštej:

$$\frac{1}{1.2} + \frac{1}{2.3} + \frac{1}{3.4} + \ldots + \frac{1}{99.100}$$

9. razred

1. Števila a, b, c tvorijo aritmetično zaporedje. Dokaži, da tvorijo aritmetično zaporedje tudi števila $a^2 + ab + c^2$, $b^2 + bc + c^2$, $c^2 + ca + a^2$!

2. V enakostranični trikotnik s stranico a je včrtan krog. V ogljišču trikotnika je središče drugega kroga s polmerom a/2. Najdi ploščino, ki jo oklepata oba kroga!

3. Izračunaj brez tabel log 2 in log 5, če veš, da je

$$\log 2 \cdot \log 5 = 0{,}2104$$

4. Izračunaj največjo vrednost in nariši grafik funkcije:

$$y = \frac{6}{x^2 + x + 1}$$

5. Seštej:

$$\frac{1}{1 \cdot 4} + \frac{1}{4 \cdot 7} + \frac{1}{7 \cdot 10} + \ldots + \frac{1}{(3n-2)\cdot(3n+1)}$$

10. razred

1. Dan je pravilni n-kotnik s stranico 1. V ta n-kotnik vrišemo drug n-kotnik tako, da nova ogljišča dele stare stranice v razmerju 1:2. V vpisani n-kotnik vpišemo analogno nov n-kotnik. Nadaljujmo ta proces, pa dobimo zaporedje stranic večkotnikov $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$. Poišči vsoto kvadratov teh stranic in ploščino večkotnika.

2. Reši sistem enačb

$$(x + y + z)(ax + y + z) = k^2$$
$$(x + y + z)(x + ay + z) = l^2$$
$$(x + y + z)(x + y + az) = m^2$$

3. Poišči maksimum in minimum funkcije:

$$y = 2 \sin x - \cos 2x$$

4. Reši enačbo:

$$\sqrt{x + 5 - 4\sqrt{x+1}} + \sqrt{x + 2 - 2\sqrt{x+1}} = 1$$

5. Določi geometrijsko mesto točk, katerih koordinate zadoščajo enačbi:

$$\sin[(y - 2x)\pi] = 0$$

Razen srednješolskih krožkov, ki jih organizirajo fakultete, pa delajo še matematični krožki v okviru posameznih srednjih šol. Tem krožkom pomaga že kar obsežna popularna literatura. Tako izhaja posebna »Biblioteka matematičeskogo kružka«. V tej zbirki so izšle tele knjige:

1.—3. D. O. Škljarskij, N. N. Čencov, I. M. Jaglom: Izbrannye zadači i teoremy elementarnoj matematiki

čast' 1. Arifmetika i algebra

čast' 2. Geometrija (planimetrija)

čast' 3. Geometrija (stereometrija).

4. I. M. Jaglom i V. G. Boltjanskij: Vypuklye figury.

5. A. M. Jaglom i I. M. Jaglom: Neelementarnye zadači v elementarnom izloženii.

6. E. B. Dynkin i V. A. Uspenskij: Matematičeskie besedy.

7. I. M. Jaglom: Geometričeskie preobrazovanija.

Krožki si lahko pomagajo tudi z drugo serijo »Populjarnye lekcii po matematike«. Naj navedem nekaj naslovov iz te zbirke:

B. G. Boltjanskij: Ravnosostavljennye figury.

B. G. Boltjanskij: Ogibajuščie.

B. I. Argunov i L. A. Skornjakov: Konfiguracionnye teoremy.

L. I. Golovina i I. M. Jaglom: Indukcija v geometrii.

B. A. Kordemskij i A. I. Ostrovskij: Geometrija pomogaet arifmetike.

A. M. Lopšic: Vyčislenije ploščadej orientirovinnyh figur.

I. P. Natanson: Summirovanie beskonečno malyh.

B. A. Trahtenbrot: Algoritmy i mašinnoe rešenie zadač.

V. A. Uspenskij: Rešenije matematičeskih zadač metodami mehaniki.

Koristi *tako organiziranih* tekmovanj menda ni treba posebej omenjati. Udeleženci pridobe na tistih vrlinah, zaradi katerih je matematika tudi del srednješolske vzgoje, razširijo pa tudi svojo izobrazbo čez srednješolski okvir. Tistim, ki se bodo pozneje odločili za nematematični poklic, bo to prispevek k splošni izobrazbi; tega ali onega, ki je v krožku preskusil svoje moči, pa bo morda zamikala matematika kot poklic. In to je eden osnovnih namenov pri organiziranju tekmovanj. Čeprav je srednja šola splošno izobraževalna, se vendar mladina prav v teh letih odloča za svoj bodoči poklic. Mnogo laže pa se odloči za neki poklic, če se z njim pobliže seznani. Organizacija strokovnih krožkov, v katerih pride srednješolec v stik s predstavniki žive stroke, je gotovo izredno dobro sredstvo za reševanje kadrovskega vprašanja v stroki. Posebno aktualno pa je kadrovsko vprašanje v matematiki in fiziki prav danes. Danes potrebuje industrija visoko izobraženega matematika prav tako kakor tehnika. Romantični časi, ko so za življenje matematike zadoščali le geniji, so žal za nami. Zato se velike industrijske države trudijo, da usmerijo srednješolce, ki imajo dovolj sposobnosti, v te poklice. (Neposreden stik strokovnjakov s srednješolci poznajo tudi v ZDA. Tam gostujejo po srednjih šolah strokovnjaki za delo z računskimi stroji in seznanjajo učence s svojim poklicem. Predlagajo tudi, da bi uvedli predavanja o računskih strojih v redni srednješolski program.) V tekmovanju za rast kadrov dosega, kot vemo iz dnevnega časopisja, SZ posebno lepe uspehe. Spomnimo se le na angleški rek: »Učimo se več matematike in fizike, sicer se bomo morali učiti ruščine.«

Francè Križanič

UTRINKI

KAJ POMENI FORMULA $y = f(x)$?

Dr. W. Lietzmann navaja v svoji knjigi Wo steckt der Fehler? (Leipzig, 1952) naslednjo zanimivo razlago nekega filozofa:

To je smisel formule za funkcijo: y ne ostane y, temveč se spremeni v $f(x)$. S tem se zmanjša zahteva po različnosti. Y ni samo y, ki bi kot tak vsekakor ostal različen od x, tako da bi se moralo zdeti poseganje x-a v y kot neko poseganje v tuje pravice, kot neka skrivnostna sila od zunaj. Ne, y si je mogoče misliti kot $f(x)$. Zato se y za računsko operacijo odreče pravici do različnosti in se podvrže istovetnosti z x. Ta podreditev je veliko natančnejši izraz odvisnosti kakor ovržena predstava le-te; kajti ta podreditev je izliv lastne in najbolj svojske suverenosti čistega mišljenja, ki se mora prav tako čisto udejstvovati v y-u kakor v x-u. Tako ohrani y v tej čisti podreditvi x-u, ki se kaže v $f(x)$, suverenost čistega mišljenja, ki bi se upiralo kaki tuji moči x-a; tudi zastopa dobro razumljivo pravico do različnosti.

Kdor sedaj ne ve, kaj pomeni $y = f(x)$, temu ni več pomoči, hudomušno pripominja na koncu dr. W. Lietzmann.

ODGOVORI

O HITROSTNI PORAZDELITVI MOLEKUL

Še ena rešitev vprašanja št. 2.*

Iz plinske enačbe sledi, da je pri stalni temperaturi število molekul na prostorninsko enoto (N) sorazmerno s tlakom: $N = p/kT$, pri čemer je k Boltzmannova konstanta, T pa absolutna temperatura. S premikom za dz navzgor se tlak spremeni za $dp = kTdN = -Nmgdz$. Tu smo označili z g težnostni pospešek, z m pa maso molekule, tako da je Nm gostota plina. Iz zadnje enačbe razberemo, da pojema gostota pri konstantni temperaturi eksponentno z višino:

$$N = N_0 \exp [-(mg/kT)\, z] \tag{1}$$

Mislimo si sedaj, da med molekulami ni nobenih trkov in da se elastično odbijajo od tal! Vprašamo se, kakšna naj bo pri tleh porazdelitev molekul glede navpične komponente njihove hitrosti, da bo gostota pojemala z višino po enačbi (1).

Zmeraj je polovica molekul usmerjena navzgor, druga polovica pa pada. Obe polovici se enako obnašata, le hitrosti so nasprotne. Za račun bo vseeno, če bomo upoštevali samo tiste molekule, ki so usmerjene navzgor. Posebej si oglejmo tiste molekule v višini z, katerih navpična komponenta hitrosti je med v in $v + dv$! Število teh molekul na prostorninsko enoto zaznamujemo z $Nw\,(z, v)\,dv$. Funkcija $w\,(z, v)$, ki opisuje hitrostno porazdelitev, je normirana: $\int_{-\infty}^{\infty} w\,(z, v)\,dv = 1$. Zaenkrat dopuščamo, da je hitrostna porazdelitev v različnih višinah različna, čeprav se da dokazati, da je v resnici w neodvisen od z (glej dalje!).

Ko so bile omenjene molekule še pri tleh, so imele večjo hitrost, in sicer v intervalu od v_0 do $v_0 + dv_0$, pri čemer je $v_0 = (v^2 + 2\,gz)^{1/2}$. Na poti od tal pa do višine z se nobena molekula ne izgubi in nobena nova ne nastane. To pomeni, da je tok navedenih molekul (to je število na prostorninsko enoto, pomnoženo s hitrostjo) neodvisen od višine; torej je

$$Nw\,(z, v)\,v\,dv = N_0\,w\,(0, v_0)\,v_0\,dv_0 \tag{2}$$

Obe strani enačbe delimo z $v = (v_0^2 - 2\,gz)^{1/2}$ in integriramo, da dobimo gostoto, ki je dana:

$$N_0 \exp [-(mg/kT)\, z] = 2 \int_{\sqrt{2\,gz}}^{\infty} \frac{N_0\,w\,(0, v_0)\,v_0\,dv_0}{\sqrt{v_0^2 - 2\,gz}} \tag{3}$$

Spodnja meja pove, da prispevajo h gostoti samo tiste molekule, ki imajo večjo hitrost od $(2\,g\,z)^{1/2}$; s podvojitvijo na desni strani smo upoštevali tudi molekule,

* Ker je ta rešitev nekoliko drugačna in neodvisna od prejšnje (A. Suhadolc, Obz. mat. fiz., 5, str. 142), jo prav tako objavljamo v celoti. — Op. ur.

ki se gibljejo navzdol. Enačba (3) je integralna enačba Abelove vrste.[1] Njena rešitev pa je:

$$w(0, v_0) = -\frac{1}{2\pi}\frac{d}{dv_0}\int_{v_0^2/2g}^{\infty} \frac{v_0 \text{ eksp. } [-(mg/kT)\, z]\, dz}{z\sqrt{2gz - v_0^2}} \tag{4}$$

Tu uvedemo novo integracijsko spremenljivko $y = (2gz/v_0^2 - 1)^{1/2}$, potem pa odvajamo pod integralnim znakom:[2]

$$w(0, v_0) = -\frac{1}{\pi}\frac{d}{dv_0}\int_0^{\infty} \frac{\exp\left[-(mv_0^2/2kT)(1 + y^2)\right]}{1 + y^2}\, dy =$$

$$= \frac{1}{\pi}\sqrt{\frac{2m}{kT}}\exp\left[-(mv_0^2/kT)\right]\int_0^{\infty}\exp(-u^2)\, du,$$

kjer smo substituirali $u = (mv^2/2kT)^{1/2} y$. Iskana porazdelitev se torej ujema z Maxwellovo, kakor smo lahko pričakovali:

$$w(0, v_0) = (m/2\pi kT)^{1/2} \exp\left[-(mv_0^2/2kT)\right] \tag{5}[3]$$

Ne bo odveč, če omenimo še drug način rešitve problema, ki pa se ne zdi čisto neoporečen. Najprej ugotovimo, da porazdelitvena funkcija w v resnici ni odvisna od višine z. O tem se lahko prepričamo, če si mislimo v višini z postavljeno zelo tanko ploščo, od katere se molekule na obeh straneh elastično odbijajo. S tem nismo spremenili porazdelitve molekul niti po višini niti po hitrosti. Vsako tako ploščo pa lahko smatramo za izhodišče, kjer je torej hitrostna porazdelitev enaka kot pri tleh. (Pri tem molče domnevamo, da je rešitev problema enolična.)

---

[1] Splošna oblika Abelove integralne enačbe je

$$f(x) = \int_a^x \frac{\varphi(t)}{(x - t)^{\mu}}\, dt \qquad (0 < \mu < 1),$$

njena rešitev pa je

$$\varphi(s) = \frac{\sin \mu\pi}{\pi}\frac{d}{ds}\int_a^s \frac{f(x)\, dx}{(s - x)^{1-\mu}}$$

Enačbo (3) privedemo v to obliko z vpeljavo novih spremenljivk $x = 1/2\, gz$ in $t = 1/v_0^2$. Bralec, ki ga zanima, kako se Abelova integralna enačba reši, bo našel to n. pr. v Whittaker and Watson, Modern Analysis, Cambridge 1952, str. 229.

[2] Če je dobljeni integral enakomerno konvergenten, se to sme. Glej I. Vidav, Višja matematika, I. del, Ljubljana 1949, str. 405.

[3] Na videz se ta rezultat loči od Suhadolčevega. Razloček pa je v tem, da računamo tu z molekulami v prostorninski enoti, medtem ko upošteva Suhadolc vse molekule naenkrat in išče njihovo porazdelitev glede na navpično komponento hitrosti v_0 po odboju. S primerjanjem časov (glej pri Suhadolcu) takoj uvidimo, da mora biti

$$\varphi(v_0) = \text{konst.}\ (2v_0^2/g) \cdot w(0, v_0)\ (mg/kT) = \text{konst.}\ (m/2\pi kT)^{3/2} \exp\left(-mv_0^2/2kT\right) 4\pi v_0^2.$$

Iz enačbe (2) in z upoštevanjem enačb $v^2 = v_0^2 - 2gz$, $vdv = v_0 dv_0$ in $N = N_0 \exp(-mgz/kT)$ dobimo

$$w(v)\, e^{mv^2/2kT} = w(v_0)\, e^{mv_0^2/2kT} = \text{konst}$$

Konstanto izračunamo iz normirnega pogoja, kar nas takoj privede do rezultata (5).

Druga naloga vprašuje po hitrostni porazdelitvi kroglic pri tleh, če je njihova gostota neodvisna od višine. Za gostoto naj torej velja

$$N = N_0 \text{ za } 0 < z < h \quad \text{ter} \quad N = 0 \text{ za } z > h$$

Hitrost pri tleh je torej omejena: $0 < v_0 < v_m$, pri čemer je $v_m^2 = 2gh$.

Sklepamo na podoben način kot prej. Namesto enačbe (3) imamo sedaj enačbo

$$N_0 = 2 \int_{\sqrt{2gz}}^{\sqrt{2gh}} \frac{N_0\, w(0, v_0)\, v_0\, dv_0}{\sqrt{v_0^2 - 2gz}}, \tag{6}$$

ki jo rešimo takole:

$$w(0, v_0) = -\frac{1}{2\pi} \frac{d}{dv_0} \int_{v_0^2/2g}^{v_m^2/2g} \frac{v_0\, dz}{z\sqrt{2gz - v_0^2}},$$

Po kratkem računu dobimo

$$w(0, v_0) = \frac{1}{\pi\sqrt{2gh - v_0^2}} \tag{7}$$

in s substitucijo se lahko prepričamo, da je to res rešitev enačbe (6).

Gabrijel Kernel

4. MEJA ZA HITROST

Točka naj se giblje na abscisni osi tako, da ostane zmerom na intervalu $(-a, a)$. Če je torej x njena oddaljenost od izhodišča, je $-a \leq x \leq a$. Pospešek p naj bo po absolutni vrednosti omejen $|p| \leq A$. Kolikšna je zgornja meja za hitrost?

Odgovor na to vprašanje je poslal edino prof. J. Ušan iz Vršca. Vendar je dobil preveliko oceno za hitrost. Njegova metoda pa da natančno oceno in jo zato v nekoliko spremenjeni obliki tu podajamo.

Naj ima točka maso $m = 1$. Njena kinetična energija je $U = \frac{1}{2} v^2$, pri čemer pomeni v hitrost. Očitno doseže $|v|$ obenem z U zgornjo mejo. Vzemimo torej, da je pri $x = \xi$ kinetična energija kolikor mogoče velika. Zaznamujmo jo z U^0.

Diferencial kinetične energije pa je $dU = vdv = pvdt = pdx$, ker je $dv = pdt$ in $vdt = dx$. Od tod imamo

$$U - U^0 = \int_{\xi}^{x} p\,dx$$

Upoštevajoč omejitev za pospešek $|p| \leq A$, dobimo oceno

$$-A|x-\xi| \leq U - U^0 \leq A|x-\xi| \tag{1}$$

Ker se točka giblje na omejenem intervalu, ξ ne more biti na robu. Zato se na vsaki strani mesta ξ točka ustavi ali pa vsaj doseže poljubno majhno hitrost. Tam je $U = 0$ in $x \leq a$, če je $x > \xi$, in $x \geq -a$, če je $x < \xi$. Iz ocene (1) sklepamo potem, da je hkrati

$$U^0 \leq A(a - \xi) \quad \text{in} \quad U^0 \leq A(\xi + a)$$

Torej U^0 gotovo ne presega manjšega izmed števil $A(a-\xi)$ in $A(\xi + a)$. Manjše izmed teh dveh števil pa ni večje od Aa. Torej je $U^0 \leq aA$ in od tod

$$|v| \leq \sqrt{2aA}$$

Naj točka niha med $-a$ in a tako, da je na odseku $(-a, 0)$ pospešek $p = A$, na odseku $(0, a)$ pa $p = -A$. Ko gre skozi izhodišče, ima največjo hitrost $v = \pm\sqrt{2aA}$. Pri tem gibanju točka res doseže zgornjo mejo za hitrost $|v| = \sqrt{2aA}$.

VPRAŠANJA

8. RACIONALNE VREDNOSTI KOTNIH FUNKCIJ

Funkcija $\cos\alpha$ ima pri $\alpha = 0^0, 60^0, 90^0, 120^0, 180^0, 240^0, 270^0, 300^0$ in pri 360^0 racionalne vrednosti $1, \frac{1}{2}, 0, -\frac{1}{2}, -1, -\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}, 1$, funkcija $\sin\alpha$ pa zavzame racionalne vrednosti pri $\alpha = 0^0, 30^0, 90^0, 150^0, 180^0, 210^0, 270^0, 330^0$ in 360^0. Vsi našteti koti so racionalni v tem smislu, da so v racionalnem razmerju z iztegnjenim kotom 180^0. Pri nobenem drugem racionalnem kotu v mejah med 0^0 in 360^0 nimata funkciji $\sin\alpha$ in $\cos\alpha$ racionalne vrednosti. Tako je torej $\cos x\pi$ pri racionalnem x na intervalu $0 \leq x \leq 1$ racionalen le tedaj, če je $x = 0, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, 1$. Dokaži, da je res tako!

(Navodilo. Vzemi, da je $\cos x\pi$ racionalno število, torej ulomek, izračunaj nato $\cos 2x\pi$, ki je tudi ulomek, in primerjaj novi imenovalec s prejšnjim imenovalcem!)

Ivan Vidav

OBZORNIK

ZA

MATEMATIKO

IN

FIZIKO

1956-1957 LJUBLJANA LETNIK V

Uredniški odbor:
Anton Kuhelj, Ivan Kuščer, Anton Moljk, Ivan Vidav, Niko Prijatelj,
Ivan Štalec (tehnični in odgovorni urednik)

Izdalo Društvo matematikov in fizikov Ljudske republike Slovenije
Natisnila tiskarna ČZP »Ljudska pravica« v Ljubljani

Članki

Stran

Ob stoletnici rojstva Nikole Tesle (Lavo Čermelj) 1
Moderna algebra in kvantna mehanika (Ivan Vidav) 5
O Tauberjevem izreku za potenčne vrste (Anton Suhadolc) 16
Antiproton (Bibijana Čujec-Dobovišek) 21
Elektrostatični pospeševalnik (Edvard Cilenšek) 25
Osnovni pojmi teorije mrež (Francè Križanič) 49
O enakosti poliedrov (Niko Prijatelj) 58
Kozmični žarki (Mara Švikaršič) 63
Lalande in Vega (Jože Povšič) 97
Linearno programiranje (Alojzij Vadnal) 101
Operatorski račun (Rajko Jamnik) 107
Sekundarna emisija elektronov (Smiljan Jerič) 117
Dilatacijska viskoznost (Mitja Rosina) 127
Princip skrčenih slik v metričnih prostorih (Z. Bohte) 145
O jedrski centrali v Calder Hallu (Milan Osredkar) 150
Neohranitev parnosti (Lovro Pičman) 157

Novice

Analogni računski stroji za reševanje sistemov linearnih enačb (Rudolf Kladnik) 34
Dolgoživ radioaktiven izotop aluminija (Silvester Šterbal) 38
Rentgenski žarki s Sonca (Mitja Kregar) 39
Eksperimentalno odkritje nevtrina (Bibijana Čujec) 67
Ali je z električnim tokom v plinih mogoče sprožiti termonuklearne reakcije? (Janez Strnad) 71
Ukročene atomske bombe (Rudolf Kladnik) 74
Naparjevalna in ionska črpalka (Franc Lah) 76
Jedrsko magnetno hlajenje (Janez Strnad) 77
Počasni in hitri reaktor v enem (Milan Osredkar) 133
Predavanje o Vegi na Dunaju (Jože Povšič) 106
P. S. Aleksandrov o sodobni matematiki (F. K.) 163
O matematiki na Poljskem (I. V.) 164
Umetni zemeljski satelit (Jože Pahor) 166
Aproksimativno potencialno polje furanovega obroča (Robert Blinc in Milan Pintar) 169

Poskusi Stran

Joulov poskus v šoli (Rajko Korbar) 44
Prikaz asimilacije ogljikovega dioksida v rastlinskem listu z uporabo radioaktivnega ogljika C^{14} kot demonstracijski poskus (J. Pahor, M. Kovič in A. Moljk) 170
Iskrni števec (Sašo Svetina in Anton Moljk) 172

Šola

Tečaj za fizikalno eksperimentiranje (Francè Ahlin) 42
Nekaj uvoženih nalog za našo srednjo šolo (Milan Ziegler in Niko Prijatelj) 80
O pouku matematike (Ludvik Gabrovšek) 81
Iz šolske prakse pri pouku matematike (Jože Žabkar) 85
Reforma obvezne šole in pouk matematike (J. Žabkar) 134
O reorganizaciji inštitutov 136
O fizikalnih inštitutih Univerze v Ljubljani (I. Kuščer) 174
Tečaj za učitelje matematike (Jože Žabkar) 179
»Prijetne počitnice« naših profesorjev fizike (Francè Šušteršič) . . . 180
Tekmovanje srednješolcev (Francè Križanič) 184

Domače vesti

X. plenum Zveze društev matematikov in fizikov FLRJ (Jože Povšič) . 88
Občni zbor društva matematikov in fizikov (Vili Rupnik) 89

Nove knjige 45, 138

Odgovori 46, 90, 140, 189

Vprašanja 41, 95, 139, 192

Utrinki 96, 183, 188

IZ UPRAVE

Na zalogi imamo še vse številke I., II., III. in IV. letnika razen 1. številke I. letnika. I. letnik stane 120 din, posamezna številka 50 din, II. letnik stane 250 din, posamezna številka 90 din, III. letnik stane 250 din, posamezna številka 90 din, IV. letnik 250 din, posamezna številka 100 din.

Iz 4. številke Obzornika 1951 smo ponatisnili tabelo *Osnovne fizikalne konstante* na kartonu 32 × 33 cm. Dobite jih za ceno 20 din za kos pri prof. Štalcu Ivanu, Ljubljana, I. gimnazija, Vegova ul. 4. Prav tam lahko poravnate tudi naročnino za Obzornik.

UREDNIŠTVO JE PREJELO V ZAMENO

Bulletin scientifique, Zagreb 1957, No 3.
Elektrotehniški vestnik, Ljubljana 1957, XXV, št. 5—6.
Farmacevtski vestnik, Ljubljana 1957, VIII, št. 7—8, 9—10.
Gospodarski vestnik, Ljubljana 1957, št. 51—80.
Hathaway Engineering News, Denver-Colo — 1957, Vol. 5, No. 3.
Le Courrier de l'Unesco, Paris 1957, X, No. 9.
Matematičko-fizički list, Zagreb 1957/58, VIII, št. 1.
Nastava matematike i fizike, Beograd 1957, VI, št. 1, 2.
Philip's Technische Rundschau, Eindhoven 1956/57, No. 12.
Physics Today, New York 1957, Vol. 10, No. 1.
Sodobna pedagogika, Ljubljana 1957, VIII, št. 3—4.
Ukrainskij matematičeskij žurnal, Kiev 1957, T. IX, No. 2.
Vestnik Leningradskogo universiteta, Leningrad 1957, No. 22.
Zdravstveni vestnik, Ljubljana 1957, št. 7, 8, 9.

Zveza Društev matematikov in fizikov FLRJ izdaja časopis:

Nastava matematike i fizike

Naročnina je za člane vseh republiških društev matematikov in fizikov 300 din, za ostale naročnike, šole in biblioteke 400 din. Naročila in naročnino pošiljajte na žiro-račun Nastave 10-KB-2-Ž-1262 z oznako Za »Nastavu« za l. 1957. Časopis naročite lahko tudi pri našem Društvu.

Društvo matematikov in fizikov NRS izdaja

Vesnik Društva matematičara i fizičara NRS

Letno izide v dveh dvojnih številkah, letna naročnina je 400 din. Naročnino pošiljajte na ček. račun 102-T-119 Društvu matematičara i fizičara NRS pod označbo »Za Vesnik«.

Društvo matematikov in fizikov NRH izdaja za vso državo

MATEMATIČKO FIZIČKI LIST

za učenike srednjih škola. Letnik ima 4 številke, med počitnicami ne izhaja. Letna naročnina je 200 din, posamezna številka 60 din.

Profesorji srednjih šol, priporočajte list dijakom! Naročila in naročnino pošiljajte na naslov:

Matematičko-fizički list, Zagreb, Ilica 16/III, p. p. 165 ali na čekovni račun št. 401-T-1080.

Društvo matematičara i fizičara N. R. Hrvatske poziva sve, koji se zanimaju matematičko-fizičkim naukama, da se pretplate na

Glasnik
matematičko-fizički i astronomski

i sarađuju u njemu.

Zaista ne bi smjelo biti ni jednog kulturnog radnika, koji se bavi matematičko-fizičkim naukama, kao ni prosvjetne ustanove, koja nije pretplatnik Glasnika. Pretplatom i suradnjom u svojem naučnom i stručnom časopisu pokazujete u kolikoj mjeri pratite i podupirete razvitak i napredak svoje struke. Širite također Glasnik u svom krugu, jer time podupirete razvitak matematičko-fizičkih nauka u svojoj okolini.

Prijave pretplate slati na administraciju Glasnika: Zagreb, Ilica 16/III. Pretplata za god. 1957 iznosi 480.— din i šalje se na ček. br. 401-606/1-K-1077.

Obzornik za matematiko in fiziko izhaja vsak tretji mesec. Izdaja ga Društvo matematikov in fizikov LRS. Urejujejo ga: A. Kuhelj, I. Kuščer, A. Moljk, N. Prijatelj, I. Vidav. Odgovorni in tehnični urednik: I. Štalec. Upravo vodi I. Štalec. — Tiska tiskarna ČZP »Ljudska pravica« v Ljubljani. — Naročnina je 250 din, za podjetja in ustanove, ki plačajo po računu in za naročnike, ki plačajo po terjatvi 280 din. Posamezna številka 100 din. Naročnino nakažite na naš čekovni račun 60-KB-1-Ž-207. Dopise pošiljajte in list naročajte na naslov:

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