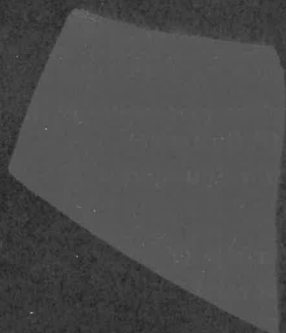


ARTS



OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

X. LETNIK — 4. ŠTEVILKA

IZDAJA DRUŠTVO MATEMATIKOV IN FIZIKOV SRS

LJUBLJANA, DECEMBER 1963

VSEBINA

Članki

Stran

Kako se učimo, kako poučujemo in kako se učimo — učiti (G. Polya, Stanford University — prev. F. Šušteršič)	146
Dinamična polarizacija jeder (R. Blinc)	155
Mezoni in barioni (J. Strnad)	159

Novice

Pridobivanje monokromatskih visokoenergijskih žarkov z anihilacijo pozitronov v letu (D. Brajnik)	166
Nov vodikov izotop — H^5 ? (A. Miklavc)	171

Domače vesti

Utrinki z občnega zbora Društva matematikov, fizikov in astronomov SRS 9. IX. v Mariboru (F. Šušteršič)	172
Diplome iz fizike na univerzi v Ljubljani	175

Šola

Matematika v 1. razredu gimnazije (S. Uršič)	179
Matematika v splošno izobraževalni šoli v Sovjetski zvezi (J. Lep)	183

Za mlade matematike in fizike

Matematika	190
Fizika	192

CONTENTS

Articles

Page

On Learning, Teaching, and Learning Teaching (G. Polya, Stanford University — transl. by F. Šušteršič)	146
Dynamic Polarization of Nuclei (R. Blinc)	155
Mesons and Barions (J. Strnad)	159

News

Monochromatic γ Rays from Positron Annihilation in Slight (D. Brajnik)	166
A New Isotop of Hydrogen — H^5 ? (A. Miklavc)	171

Home News	172
---------------------	-----

School	179
------------------	-----

For Young Mathematicians and Physicists	190
---	-----

OBZORNIK

ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

1963

LJUBLJANA

LETNIK X

Uredniški odbor:

Robert Blinc, Peter Gosar, France Križanič, Ivan Kuščer, Anton Moljk, Niko Prijatelj, Stane Uršič, Ivan Vidav, Franc Kvaternik (tehnični in odgovorni urednik)

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

VSEBINA

Članki

O teoriji mere (A. Suhadolc)	1
Normalna števila (J. Grasselli)	6
Lupinski model jedra (M. Rosina)	13
Novi osnovni delci (J. Strnad)	22
Optično črpanje (Gojmir Lahajnar)	34
O rekurzivnih funkcijah (I. Vidav)	49
Moderna matematika in pouk na srednji šoli (J. Dieudonne, Pariz, prev. N. Prijatelj)	63
Nastajanje barvnih centrov v plastično deformiranih ionskih kristalih (V. Kraševac)	72
Vektorji v elementarni geometriji (N. Prijatelj)	97
O konvergenči (G. Tomšič)	111
Pomen raziskovanja osnovnih delcev za razvoj moderne fizike (V. F. Weiss- kopf — prev. J. Strnad)	116
Hiperonska jedra (J. Strnad)	126
Kako se učimo, kako poučujemo in kako se učimo — učiti (G. Polya, Stanford University — prev. F. Šušteršič)	146
Dinamična polarizacija jeder (R. Blinc)	155
Mezoni in barioni (J. Strnad)	159

Novice

Nova skala atomskih mas: $^{12}\text{C} = 12$ (Janez Lesjak)	44
Kako bi se pokazalo relativistično skrčenje hitro se gibajočih teles (J. Strnad)	79
O »kvadriranih« pravokotnikih in kvadratih (Z. Bohte)	131
Pridobivanje monokromatskih visokoenergijskih žarkov z anihilacijo po- zitronov v letu (D. Brajnik)	166
Nov vodikov izotop — H^5 ? (A. Miklave)	171

Šola

Nekaj o šolah na Poljskem (S. Uršič)	47
Fizikalna zbirka na gimnaziji (F. Avsec)	81
Domače naloge iz matematike in fizike pri maturi (S. Uršič)	137
Koliko fizike znajo študenti prvega letnika matematično-fizikalnega oddelka (J. Strnad)	142
Matematika v 1. razredu gimnazije (S. Uršič)	179
Matematika v splošno izobraževalni šoli v Sovjetski zvezi (J. Lep)	183

Vesti

XII. matematična olimpiada na Poljskem 1960-61 (Prev. M. Ziegler)	132
Matematična olimpiada v Wroclavu 1963 (P. Petek)	134

Domače vesti

Posvetovanje o fiziki	86
Resolucija o matematiki, fiziki in mehaniki	88
Od razrednih tekmovanj do matematične olimpiade (S. Uršič)	90
Višji predavatelj Janko Branc (I. Vidav)	136
Utrinki z občnega zbora Društva matematikov, fizikov in astronomov SRS	
9. IX. v Mariboru (F. Šušteršič)	172
Diplome iz fizike na univerzi v Ljubljani	175

Za mlade matematike in fizike	95, 143, 190
--	---------------------

Akademik profesor doktor

Josip Plemelj

častni doktor matematičnih in tehniških znanosti



Dne 11. decembra, na svoj 90. rojstni dan, je bil profesor dr. Josip Plemelj na ljubljanski univerzi slovesno promoviran za častnega doktorja matematičnih in tehniških znanosti; istočasno je bil z ukazom predsednika SFRJ Josipa Broza-Tita odlikovan z redom republike z zlatim vencem.

K lepemu življenjskemu jubileju, visokemu imenovanju in k častnemu odlikovanju čestitamo svojemu profesorju tudi njegovi bivši učenci in mu želimo, da bi ostal med nami čil in zdrav še dolgo vrsto let.

KAKO SE UČIMO, KAKO POUČUJEMO IN KAKO SE UČIMO — UČITI

GEORGE POLYA, Stanford University — Prev. FRANCE ŠUŠTERŠIČ

»Skušal sem pisati tako, da bi učenec vselej videl notranje jedro stvari, ki se jih uči, in izvor slednjega odkritja, da bi tako mogel razumeti vse, kakor — da je vse to odkril on sam... (G. W. von Leibniz: Mathematische Schriften.)

1. POUČEVANJE NI ZNANOST

Nadrobil vam bom nekoliko svojih misli o učnem procesu, o umetnosti poučevanja in o usposabljanju učitelja. Te moje misli izhajajo iz dolgoletnih izkušenj in, ker so pač moje, utegnejo biti nepomembne. Niti na misel mi ne pride, da bi vam kratil dragoceni čas z razmotrivanjem, ali je mogoče uravnavati pouk zgolj z znanstvenimi dejstvi in teorijami. Kaj še! Pouka po mojem mnenju — vsaj danes — še ne moremo smatrati kot posebno področje uporabne psihologije. Poučevanje je tesno in vzajemno povezano z učenjem. Z eksperimentalnim in teoretičnim študijem psihologija sicer na široko in globoko obravnava pouk, vendar je tu precejšnja razlika. Meni gre predvsem za splošne probleme učenja (kako naj se učimo algebre ali pa — poučevanja) in njihove daljnosežne izobraževalne učinke. Priznati moramo, da psihologi z uspehom skušajo pojasniti predvsem neposredne probleme. Zato nam psihologija učenja lahko nudi prav zanimive migljaje, ne more pa nam dati dokončne sodbe o problemih pouka.

2. CILJ POUKA

Učiteljevega dela ne moremo soditi vse dotlej, dokler ne poznamo njegovih dolžnosti in ciljev. Pa tudi o pouku ne moremo pametno razpravljati, če si nismo edini o njegovih ciljih. Naj se jasneje izrazim! Tu obravnavam matematiko, ki se poučuje na višji stopnji, in imam o njenem cilju že dolgo dognano mnenje: najprej in predvsem bi hotel te mlade ljudi naučiti — *misliti*. To je moje globoko prepričanje. Ni treba, da se z menoj vseskozi strinjate, vendar mi najbrž vsaj delno dajete prav. Če »navajanja k mišljenju« žene ne smatrate kot prvi cilj, ga utegnete imeti vsaj za drugi cilj, pa imamo potem zadosten in skupen razlog za naslednje razmotrivanje.

Pomen »navajanja k mišljenju« je v tem, da učitelj matematike ne posreduje samo znanja, temveč skuša tudi v svojih učencih razviti sposobnost, da bi mogli to znanje izkoristiti: zato bo nenehno poudarjal, kako zaželena lastnost je pri človeku ta sposobnost. Ta učni cilj moramo pač malo globlje pojasniti. (Moje celotno delo oz. razlaga o pouku je itak posebej natisnjena.) Tu naj poudarim samo dve točki.

Prvič, mišljenje, o katerem tu govorimo, ni sanjarjenje pri belem dnevu, temveč je »načrtno in hoteno« mišljenje (William James) ali »tvorno« mišljenje (Max Wertheimer). Tako mišljenje naj tu v prvi aproksimaciji velja kot »re-

ševanje problemov«. Vsekakor je po mojem mnenju eden izmed prvih ciljev pouka matematike na višjih šolah: razvijati pri dijakih sposobnost za reševanje problemov.

Drugič, matematično mišljenje ni povsem »formalno«, saj ne zajema zgolj aksiomov, definicij in strogih dokazov, temveč še marsikaj drugega kot: posploševanje na podlagi opazovanih primerov, induktivno in podobnostno dokazovanje, odkrivanje in izvajanje matematičnih pojmov ter konkretnih problemov. Učitelj matematike ima krasno priložnost, da svoje dijake seznani s temi silno važnimi in poučnimi miselnimi procesi. Mislim, da bi to priložnost moral učitelj izkoristiti v mnogo večji meri kot to stori — danes. Kratko in malo: poučujemo z uporabo vseh sredstev, toda tudi z miselnim naporom.

3. POUČEVANJE JE UMETNOST

Poučevanje ni znanost, ampak — umetnost. To trditev je izrazilo že toliko ljudi in tolikokrat, da mi je kar nerodno — ponoviti jo. Če pa se ne oziramo na vsakdanje splošnosti in se lotimo značilnih posebnosti, kaj kmalu v svojem učnem prizadevanju opazimo marsikatero — zvijačno potezo.

Poučevanje je očitno v marsičem podobno gledališki umetnosti. Recimo, da morate svojim učenjem pokazati dokaz, ki ste ga na tej stopnji v prejšnjih letih že tolikokrat pokazali! Seveda vas to delo ne bo moglo ogreti, vendar, lepo vas prosim, ne pokažite tega svojim učencem! Če boste vidno z dolgočaseni, se bodo nujno dolgočasili tudi vaši poslušalci. Delajte se, že ko dokaz načenjate, da ste čeditno prizadeti, ko ga razvijate, kažite svoje bistre in živahne misli, ter ga končajte z osebnim presenečenjem in zadovoljstvom! Tako boste svojim dijakom, ki se od vas uče, odigrali majhno vlogo, v kateri se bo morda včasih bolj izražala vaša sposobnost kot vsebina obravnavane snovi.

Priznati moram, da zelo rad zaigram táko majhno vlogo, zlasti zdaj, ko sem že star in ko že redko kdaj zasledim kaj novega v matematiki. Pravo zadovoljenje uživam, ko tako rekoč znova odkrivam kako majceno stvar, ki sem jo bil prvič odkril — že davno prej.

Manj očitno pa ima poučevanje nekaj skupnega z glasbo. Gotovo vam je znano, da učitelj nekaterih stvari ne obravnava le enkrat ali dvakrat, ampak celo trikrat in večkrat. Toda če isto misel večkrat obravnava — brez predaha in spremembe, mora nujno postati strašno dolgočasen in neizbežno zgrešiti svoj cilj. Kako bi to storili bolje, se lahko naučimo pri komponistih. Ena izmed prvih umetnih glasbenih oblik je »arija z variacijami«. Če naj to umetniško obliko prenesemo iz glasbe v pouk, potem moramo svojo misel sprva podati v najpreprostejši obliki, pa' jo rahlo izpreminjati, nakar jo spet ponoviti malo bolj barvito in pestro itd. Končno se spet lahko povrnemo k preprosti začetni izražavi. Druga oblika glasbene umetnosti je »rondo«. Če naj presadimo »rondo« iz glasbe v pouk, moramo isto glavno misel podajati bodisi z majhno izpremembo bodisi brez nje, toda med obe ponovitvi moramo spretno vnesti kako poučno nasprotje. Upam, da — ko boste v prihodnje poslušali Beethovnove teme z variacijami ali Mozartov rondo — se boste gotovo zamislili, kako bi izboljšali svoje poučevanje.

Tu in tam se poučevanje približa — pesništvu in včasih celo plehki — vsakdanjosti. Naj vam povem zgodbico o velikem Einsteinu? Nekoč sem slišal Einsteina govoriti na nekem sestanku večji skupini fizikov. »Zakaj imajo vsi elektroni enak naboj?« je dejal. »No, zakaj pa imajo bobki v kozjem gnoju

enako velikost?« Le zakaj se je Einstein tako grobo izrazil? Morda zato, da so domišljavci, ki so ga obkrožali, dvignili obrvi. Mislim, da je vsekakor bil tako hudomušen. Toda stvar je globlja. Ne morem verjeti, da bi ta tjavdan vržena Einstenova opazka bila — res samo slučajna. Tudi jaz sem se iz nje nekaj naučil: abstrakcije so važne in nujno potrebne, toda uporabiti moramo vsa sredstva, da jih napravimo pristopnejše. Nič ni predobro, nič preslabo, nič preveč pesniško in nič preveč vsakdanje, samo da se vam posreči pojasniti abstrakcije. Montaigne pravi: »Resnica je nekaj tako velikega, da ne smemo podcenjevati nobenega sredstva, ki vodi do nje.« Zato, če vas nekaj vleče, da ste v razredu kdaj malo pesniški ali pa prevsakdanji, si ne delajte nobenih skrbi.

4. TRI NAČELA PRI UČENJU

Poučevanje je delo, ki je prepolno majhnih — zvijač. Vsak dober učitelj ima zalogo svojih lastnih domislic in vsak dober učitelj se razlikuje od drugih dobrih učiteljev.

Vsak način poučevanja, ki naj bo uspešen, mora biti kakor koli povezan z bistvom učnega procesa. O tem, žal, še premalo vemo, zato nam slednja, še tako groba poteza v njegovi sicer očitni podobi, utegne dobrodošlo osvetliti prekanjene domisleke v našem delu. Naj ga tudi jaz očrtam v obliki treh »načel« poučevanja. Izražava in povezuje le-teh je čisto moja, toda ta načela sama po sebi niso nič novega. Postavljena so bila že v različnih oblikah, davno so bila izpeljana že na podlagi izkušenj in bila odobrena od velikih mož, prav tako so seveda v skladu s psihološkimi študijami o pouku.

Ta »načela pri učenju« lahko smatramo tudi kot »načela pri poučevanju« in prav zato jih lahko obravnavamo na tem mestu.

a) *Aktivno učenje*

Premnogi in premnogokrat so že dejali, da naj učenje bo aktivno in prizadeto, ne pa pasivno in receptivno (slepo sprejemajoče). Če knjige samo beremo, če samo poslušamo predavanja in gledamo filme, ne da bi živo sodelovali z lastnim razumom, se bomo presneto težko in kaj prida naučili.

Že večkrat je bila izrečena po vsebini sorodna misel: Najlaže se nečesa naučimo, ako to sami — odkrijemo. Nemški fizik Lichtenberg, ki je bolj poznan kot pisec aforizmov, je zanimivo dodal: Kar ste morali odkriti sami, pušča v vašem spominu neizbrisno sled, po kateri boste spet lahko šli, kadar bo treba. Manj rožnata je naslednja trditev, ki pa je tem bolj koristna: Da bo učenje res uspešno, naj učenec odkrije sam toliki del učnega gradiva, kolikršnega je v danih okoliščinah — zmožen.

To je torej načelo aktivnega (dejavnega) učenja, ki je že zelo staro in zajeto že v zamisli »Sokratove metode«.

b) *Čim boljši nagibi*

Rekli smo že, da bodi učenje dejavno. Toda učenec ne bo aktiven, če za svoje delo nima potrebnega nagiba. K učenju naj ga navaja kaka vzpodbuda, npr. kaka nagrada.

Seveda je živo zanimanje za učno snov najboljša vzpodbuda pri učenju, užitek ob intenzivnem umskem delu pa je najlepše plačilo za napore. Kjer ne

moremo ubrati najboljšega nagiba za učenje, skušajmo najti drugega ali celo tretjega, pri čemer niti manj globokih učnih motivov ne smemo zametati. Da bo učenje zares uspešno, mora učna snov učenca zanimati in veseliti. Seveda je še več koristnih nagibov za učenje, med njimi pa je kazen — najmanj priperočljiva.

c) Zaporednost pri učenju

Začnimo z znanim Kantovim izrekom, ki ga pogosto navajajo: Vse človeško spoznanje se začenja z aktivnim dojetanjem, prehaja do besed in pojmov in se konča v miselni ustaljenosti. Preudarimo to misel na osnovi vaših lastnih izkušenj! »Učenje« naj vas spominja na učilnico, v kateri se nahajate — bodisi kot učitelji — bodisi kot učenci! Aktivno dojetanje pomeni obravnavanje in zaznavanje konkretnih stvari kot kamenčkov, jabolk, paličic, ravnil, šestil, laboratorijskega orodja itd. Konkretna razlaga pojmov bo nujno tem lažja in tem manj vsiljena, če uporabljamo sprva prav preprosta sredstva. Nato počasi uvajamo v svoje učno delo težje in bolj odmaknjeno gradivo. Pri tem razlikujemo tri stopnje: razlago, izoblikovanje in usvajanje. Prva je tesno povezana s podajanjem in dojetanjem učne snovi ter sili učenca k lastnemu in samostojnemu gledanju in odkrivanju. Druga se vzpenja že više in posreduje terminologijo, definicije in dokaze. Na tretji stopnji učenec skuša prodreti do jedra. Zato učno snov razglablja in vgraja v svoje znanje. Ta, zadnja stopnja utira pot k uporabi in posplošitvam.

5. TRI NAČELA PRI POUČEVANJU

Učitelj mora dobro poznati učne metode. Skrbno naj se izogiba neuspešnih in s pridom naj ubira najkoristnejšo pot. Dosledno naj se opira na tri učna načela, ki smo jih maloprej opisali. Kajti ta načela učenja so hkrati tudi načela poučevanja. Toda premalo bi bilo, če bi učitelj za ta načela samo — slišal, temveč — preizkusiti jih mora sam.

a) Vsekakor so učiteljeve besede zelo važne, toda tisočkrat bolj važno je, kaj pri tem njegovi učenci — mislijo. Misli naj se v učencih porajajo, učitelj pa naj pri tem le — pomaga. To je že stara Sokratova metoda, ki se ji najbolj prilega — pogovor z učenci. Učitelj na visokih šolah je v toliko na boljšem, ker lahko v znatno večji meri uporablja razgovor z učenci kakor učitelj na srednji stopnji. Na žalost pa je ravno na visokih šolah snov tako obširna in čas tako skrčen, da nikakor ni mogoče vse snovi obdelati v obliki razgovora. Vendar bodi naše načelo: Učenci naj odkrivajo sami, kolikor je pač v danih okoliščinah le mogoče. Prpričan sem, da bi bilo mogoče mnogo več storiti v tem smislu kot pa se dejansko stori... Naj vam dam prav majhen pa koristen nasvet: Dijaki naj aktivno sodelujejo že pri formulaciji problema, ki ga bodo pozneje morali reševati, pa jih bo poznejše delo mnogo bolj prevzelo. Pri znanstvenem delu naj levji delež odkrivanja nosi ravno formulacija problema, kajti njegovo reševanje često zahteva manj razgledanosti in izvirnosti kot formulacija. Če torej omogočimo svojim učencem, da sodelujejo že pri formulaciji problemov, jih ne navajamo le k intenzivnejšemu delu, temveč tudi k samostojnemu mišljenju.

b) Učitelj naj se smatra za — prodajalca, ki bi rad nekoliko svoje matematike prodal svojim mlajšim. Če torej prodajalec zadene na težave in njegovi namišljeni kupci ne marajo kupiti, nikakor ne more vse krivde valiti nanje. Kupec ima teoretično vedno svoj prav — včasih pa tudi v praksi. Tudi mlad

človek, ki se ne mara učiti matematike, ima svoj prav: ni treba da je lenuh ali bedak, temveč ga najbrž zanima bolj kaj drugega — saj je toliko zanimivih stvari na svetu, ki nas obdaja! Dolžnost učitelja kot prodajalca znanja je torej v tem, da prepriča svoje učence, da je matematika zanimiva in da so problemi, pred katerimi stoje, vredni njihovih naporov. Zato naj učitelj z vso skrbjo izbira, zastavlja in obravnava vnaprej pripravljene probleme. Naloge naj bodo, če je le mogoče, v neposredni zvezi z vsakdanjimi izkušnjami njegovih učencev, uvod vanje pa naj bo majhna šala ali presenečenje. Naloga naj na začetku ne bo prezahtevna, pač pa s praktičnega gledišča privlačna. Če hočemo svoje učence pridobiti za voljno delo, jim moramo dati čutiti, da je naloga vredna njihovih naporov.

Najboljši nagib za delo je dijakovo zanimanje za nalogo. Seveda je mnogo nagibov, ki naj nam bodo dobrodošli. Rad bi vam priporočil preprosto in majhno domislico. Še preden se dijak lotijo problema, naj poizkušajo — vsaj delno — uganiti njegov rezultat. Mlad človek, ki izraža svoje mnenje, ima pač zaupanje sam vase. Od težko pričakovanega rezultata je rahlo odvisna celo njegova čast. Zato nestrpnost čaka, ali bo njegova napoved prava ali ne, ter je pri takem načinu dela tako zainteresiran, da se ga v predavalnici ne bo lotevala niti dremavica niti nezbranost.

Pri delu znanstvenika se često pred dokaz vsiljuje — ugibanje. Če bodo torej vaši dijaki vnaprej napovedovali rezultate, jih s tem ne boste samo navajali k resnemu delu, temveč tudi k toliko zaželeni samostojnosti.

c) Velika težava pa je v tem, da v visokošolskih učbenikih često srečujemo največ preprostih nalog, ki izpolnjujejo — žal — samo eno vlogo, da so namreč posvečene neposredni praksi. Ne trdim, da so take naloge nekoristne in nepotrebne, pač pa velja, da zanemarjajo dva taka važna učna elementa, tj. načelo razglabljanja in usvajanja, ki skušata povezati aktualno nalogo z zunanjim svetom in drugimi znanostmi, prvo pred, drugo pa po formalni rešitvi. Take — naloge za vajo — so običajno povezane samo s stvarjo, ki se je neposredno tičejo, in bi zaman iskali v njih kakih drugih koristnih vezi. Visoka šola pa bi morala zastavljati vsebinsko bogate in težje naloge, ki zahtevajo globokega razglabljanja in nakazujejo delo bodočega znanstvenika. Če nameravate kak problem obravnavati s svojimi dijaki, potem je zelo priporočljivo, da ga najprej pustite njim samim, da jih bo malo razdražil za poznejše reševanje, obenem pa si prihranite malo časa za retrospektivno razglabljanje rešitve.

č) Ne bom se več spuščal v podrobno razpravo o treh principih dejavnega študija, ki naj prežemajo učiteljevo delo in dvigajo njegovo kvaliteto. Mnenja sem, da morajo ta načela prepletati celotno zasnovo študija na vseh stopnjah in se zrcaliti v slednjem poglavju.

Še na misel mi ne prihaja, da se morate okleniti teh mojih načel, ki so izraz mojega osebnega gledanja na učenje in poučevanje ter nekakšne moje lastne filozofije. Pri pouku — kakor tudi povsod drugod — je kaj malo važno, kakšna je vaša filozofija, pač pa je važno, ali sploh imate kako filozofijo in ali po njej tudi — živite in delate. Učna načela, ki jih odločno odklanjam, pa so tista, po katerih nekateri ljudje samo — govorijo.

6. PRIMERI

Primeri so boljši od napotkov. Tudi meni so ljubši konkretni primeri kot govorjenje na splošno. Ker mi gre tu predvsem za pouk na visokih šolah, bom

pač navajal primere s te stopnje. Pri tem me navdaja tiho zadoščenje, saj bodo ob njih zaživele moje lastne izkušnje in moje delo v šoli, seveda v zelo skromni obliki.

a) *Problem na sedmi stopnji*

Glavni oblika pouka je razgovor na Sokratov način. Na sedmi stopnji visoke šole bi učitelj utegnil vprašati takole:

»Koliko je opoldne ura v San Franciscu?«

»Učitelj, to ve vsakdo,« bo vzkliknil živahen mladeč, ali pa celo: »Neumno vprašanje! Dvanajst.«

»In koliko je ura opoldne v Sacramentu?«

»Dvanajst — seveda!«

»In koliko je opoldne ura v New Yorku?«

»Spet dvanajst.«

»Jaz pa mislim, da San Francisco in New York nimata poldne istočasno, vi pa trdite, da imata obe mesti poldan ob — dvanajstih.«

»Kajpak, San Francisco ima poldne ob dvanajstih po zapadnem, New York pa po vzhodnem času.«

»Po kakšnem času pa se potem računa čas v Sacramentu?«

»Po zapadnem, seveda.«

»Ali imajo ljudje v San Franciscu in Sacramentu poldan v istem trenutku?«

»Ne znate odgovoriti? Poizkušajte uganiti! Ali nastopi poldne prej v San Franciscu ali v Sacramentu, ali na obeh krajih hkrati?«

Ali vam je vseh tako pogovarjanje z zelenci na sedmi stopnji? Vse drugo si lahko mislite sami. Posnemajoč Sokrata more učitelj z ustreznimi vprašanji izvleči iz učencev marsikaj — kot npr.:

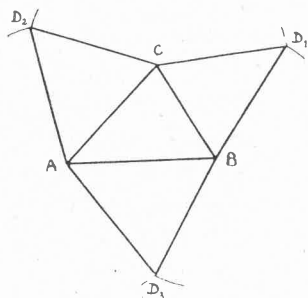
Razlikovati moramo med astronomskim in legalnim poldnevom. Za oba moremo izpeljati definicije. Kako in zakaj smo razdelili zemeljsko površje na časovne pasove? Kdaj po zapadnem času je astronomsko poldne v San Franciscu? Odgovoriti moremo le, če poznamo zemljepisno dolžino San Francisca. Naloga niti ni tako lahka. Preizkusil sem jo v dveh razredih. V obeh so bili učitelji, pa so vendar porabili zanjo 25 oz. 35 minut.

b) Reči morem, da ima ta majhna naloga več dobrih strani. Predvsem zahteva malo umskega napora, ki ga običajne naloge za vajo oz. utrjevanje po raznih učbenikih tako neusmiljeno zanemarjajo: gre za matematično pojmovanje v konkretnem primeru. Če naj dijak to nalogo reši, mora vedeti, da se čas sončne kulminacije za vsak kraj na zemeljski površini spreminja sorazmerno z njegovo zemljepisno dolžino. Ta naša naloga je v primeri z mnogimi izumetničenimi nalogami, ki jih srečujemo po učbenikih, povsem realna in naravna. Pri zahtevnejših problemih iz uporabne matematike je formulacija problema vedno težja in navadno tudi* važnejša naloga. Tudi naša mala naloga ima tako podobo. Resnejše naloge iz praktične matematike vodijo k neposredni praksi npr. k izboljššanemu načinu proizvodnje, naš skromen problem pa uči, zakaj smo vpeljali sistem 24 časovnih pasov. Mislim, da take in podobne naloge, ki jih učitelj spretno zastavlja in obravnava, lahko pomorejo bodočemu znanstveniku ali inženirju odkriti svoj poklic in prav tako prispevati k izobrazbeni zrelosti tistih dijakov, ki se poklicno ne bodo ukvarjali z matematiko. Priznajte, da ta preprosta

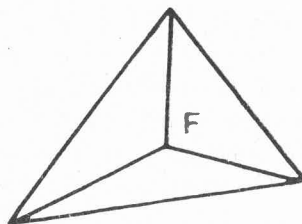
naloga vsebuje marsikatero zvijačno potezo! Dijaki aktivno pomagajo formulirati problem. Prav to razglabljanje, ki vodi k ustrezni formulaciji, je zelo važno. Dijaki so pozvani, da sami uganejo bistveno potezo rešitve.

c) Poglejmo si drug problem! Začnimo z najpreprostejšo nalogo: načrtaj trikotnik, če so dane vse tri njegove stranice. Zdaj prav lahko zastavimo vprašanje, kako bi se glasila podobna naloga v geometriji teles. Dijak, ki je količkaj podkovan v stereometriji, bo takoj izrazil ta problem: konstruiraj tetraeder, če je dano vseh šest njegovih robov. Naj omenim, da taki problemi nastopajo pri »mehaničnem načrtovanju« kot praktični problemi. Inženirji in risarji uporabljajo natančno izdelane risalne naprave, ki jim nudijo točne podatke o podrobnosti tridimenzionalnih slik strojev in zgradb, ki jih nameravajo graditi. Mi pa konstruirajmo samo tetraeder z danimi robovi! Recimo, da ga nameravamo izrezati iz lesa!

Potemtakem je nalogo treba rešiti natančno z uporabo ravnila in šestila. Nujno se vprašamo, katere detajle tetraedra je treba konstruirati, problem pa izrazimo takole:



Slika 1



Slika 2

Pri tetraedru ABCD so dani robovi AB, BC, CA, AD, BD, CD. Denimo, da je trikotnik (ABC) osnovna ploskev tetraedra in s pomočjo ravnila in šestila konstruirajmo kote, ki jih stranske ploskve oklepajo z osnovno ploskvijo.

Ti koti so nam potrebni, če naj izrežemo lesen tetraeder. Pri tem pa zadenemo še na druge elemente našega tetraedra (višino, ki jo načrtamo z vrha D na osnovno ploskev in podnožišče F), ki nam pomagajo bolje spoznati ta tetraeder in določiti iskane kote.

Kakor kaže slika št. 1 moremo zlahka načrtati vse štiri trikotniške ploskve. (Seveda je: $AD_2 = AD_3$, $BD_3 = BD_1$, $CD_1 = CD_2$.) Napravimo to sliko na lepenko, prepognemo jo po stranicah osnovne ploskve in jo zlepimo, pa dobimo ustrezno telo, na katerem že moremo grobo izmeriti njegovo višino in vse tri iskane ploskovne kote. Ta rešitev naloge s pomočjo lepenke je sicer zelo prepričljiva, toda ne ustreza naši nalogi, da naj z ravnilom in šestilom konstruiramo: višino, njeno podnožišče in vse tri ploskovne kote.

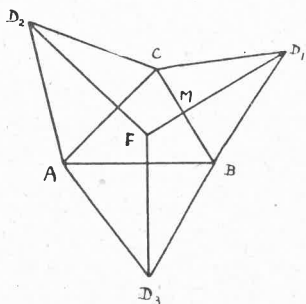
Poglejmo, kako bo videti slika št. 1, ako vse tri stranske ploskve zasučemo okrog osnovnih robov tako, da se v vrhu sklenejo. Slika 2 nam kaže pravokotno projekcijo tetraedra na njegovo osnovno ploskev (ABC). Točka F je projekcija vrha D in nožišče višine.

Oglejmo si prehod s slike 1 v sliko 2, ali z lepenko ali pa brez nje! Pazimo na eno izmed stranskih ploskev, npr. (BCD_1) , ki je prvotno ležala v isti ravnini kot osnovna ploskev. Trikotnik (BCD_1) se suče okrog mirujoče stranice

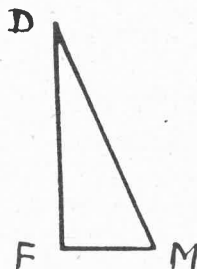
BC, pri čemer njegov vrh D_1 opiše krožni lok. Središče kroga leži na stranici BC. Ravnina tega kroga stoji pravokotno na rotacijski osi BC, zaradi česar se točka D_1 pomika v vertikalni ravnini. Zato pa je projekcija poti gibajočega se vrha D_1 na horizontalno ravnino v sl. 1, daljica, pravokotna na BC in poteka skozi prvotno lego točke D_1 . Toda tako se lahko gibljeta še ostali dve stranski ploskvi, pri čemer njuna vrha spet opišeta krožni lok v vertikalni ravnini.

Mislím, da je zdaj rešitev vsem bralcem že očitna: vse tri daljice na sl. 1, načrtane iz D_1 , D_2 in D_3 in pravokotne na BC, CA in AB, se stikajo v točki F (sl. 3). Zdaj je stvar povsem lahka: točka M naj bo sečišče daljic D_1F in BC (sl. 3). Načrtajmo pravokoten trikotnik (FMD) po sliki 4, ki mu je hipotenuza $MD = MD_1$ in kateta MF njena projekcija. Očitno je potem FD višina telesa, kot (FMD) pa je kot med osnovno ploskvijo (ABC) in stransko ploskvijo (DBC), kar je naša naloga zahtevala.

Ena izmed vrlín, ki jih ima dobra naloga, je tudi ta, da povzroča še druge zanimive probleme. Gornja rešitev pušča v nas pomisleke, saj smo prišli do nje



Slika 3



Slika 4

s pomočjo gibanja, torej ne čisto po geometrični poti. Zdaj pa se je lahko otresti gibanja in rešiti ta geometrični problem — čisto geometrično. Problem, ki smo ga opisali, nam lepo kaže, kako je mogoče pri pouku ubirati različne poti. Problem je vsebinsko bogat in nudi dijakom veliko možnosti za razmišljanje in ustrezno formulacijo. Hotel bi poudariti, da ta problem vzbuja pri dijakih mnogo zanimanja, četudi ni tako tesno vezan na vsakdanje izkušnje kot prvi, vendar izhaja iz povsem skromnega znanja, vzbuja takoj v začetku misel na posplošitev in kaže tudi na praktično uporabnost. Z malo spretnosti in dobre volje more učitelj s takimi problemi vselej zbuditi zanimanje svojih učencev, če le niso dobesedno — zabiti.

7. UČIMO SE — UČITI

Dotakniti se moramo še ene važne točke, tj. usposabljanja učiteljev. Tu imam zelo prijetno stališče, ker tako rekoč popolnoma soglašam z »oficielnim« stališčem. (»Priporočila Zveze ameriških matematikov za usposabljanje učiteljev«.) Omejiti se hočem zgolj na dve vprašanji, ki sem jima pri praktičnem pouku v zadnjih desetih letih posvetil skoraj vse svoje delo in misli. Mislím na strokovno in metodsko izpopolnjevanje učiteljev.

Žalostno je in vendar precej na splošno znano, da je strokovno znanje naših učiteljev na visokih šolah v povprečju — nezadostno. Vsekakor je precej učiteljev na naših visokih šolah, ki so odlično podkovani, vendar so tudi taki, da se čudim njihovi dobri volji, nikakor pa ne njihovemu — znanju. Oфициalna

priporočila nikakor še niso popolna, vendar bodo nedvomno pomagala navzgor. Hotel bi vas opozoriti na eno točko, ki bi jo bilo treba dodati tem priporočilom. Vse naše znanje je zajeto v vsebini in metodi. Metoda obstoji v tem, da znamo to, kar premoremo, tudi s pridom uporabiti. Seveda metoda še ne izključuje samostojnega mišljenja, izvirnosti in ustvarjalnosti. Metoda v matematiki je v tem, da znamo zastavljati naloge, poiskati posrečene dokaze, pretehtati težka vprašanja, tekoče uporabljati matematični jezik in v konkretnih primerih poiskati matematične pojme. Vsakdo mi bo priznal, da je pri pouku matematike čisto bolj važna metoda kakor sama vsebina. Splošno se zahteva, da naj visoka šola dijakom ne posreduje zgolj znanja, temveč jim tudi utira pot do samostojnosti, izvirnosti in lastne ustvarjalnosti. Pa, ali ni čudno, da skoraj nihče tega ne zahteva od učiteljev? Službena priporočila molče o usposabljanju učiteljev. Študent matematike, ki si prizadeva doseči čast dr. phil., mora izdelati samostojno seminarsko delo in se pripraviti na težke preizkušnje. Vsega tega pa pri bodočem učitelju ni treba, kajti službena priporočila sploh ne omenjajo nikakršnega samostojnega dela ali razprave. Če pa učitelj nima nikakršnih izkušenj v samostojnem delu, kako neki bo mogel navdihovati, voditi in podpirati svoje dijake ter odkrivati pri njih ustvarjalne sposobnosti? Učitelj, ki si je vse svoje znanje pridobil zgolj s sprejemanjem, bo zelo težko dvigal svoje učence pri njihovem študiju. Zdi se mi, da je v tem najbolj boleča vrzel v strokovni sposobnosti naših učiteljev na visokih šolah. Ker nimajo izkušenj v ustvarjalnem matematičnem delu, pač ne morejo dodobra obvladati visokošolske snovi, ki naj bi jo poučevali. Ne morem nuditi čudežnega zdravila, vendar sem le poizkušal eno stvar. Vpeljal sem in tudi večkrat vodil tečaje za reševanje posebnih problemov, namenjene učiteljem. Problemi na teh seminarjih niso zahtevali posebnega znanja, pač pa vedno višjo stopnjo poglobitve in razsodnosti. Te seminarje sem prilagodil tako, da so moji slušatelji mogli naloge, ki so jih obdelali na seminarju, uspešno uporabljati tudi sami pri svojem delu. Tako so se usposobili za dobre učitelje. V podrobnosti se tu žal ne morem spuščati.

Kar se metode tiče, sem med stotinami učiteljev matematike dobil vtis, da so tečaji iz metodike pouka — vse prej kot zaželeni. Z istim nezadovoljstvom sprejemajo učitelji tudi tečaje, ki jih prirejajo posamezna okrožja. Slišal sem učitelja, ki se je prav slikovito odrezal: »Matematično okrožje nam nudi žilavo meso, ki ga ne moremo prebaviti, šola za vzgojitelje pa plehko juko brez mesa.« Nekoč bomo vendarle morali načeti vprašanje, ali so nam tečaji iz metodike sploh potrebni. Še mnogo težkih vprašanj čaka na odgovor. Ali je sploh mogoče — naučiti se poučevati? Saj je poučevanje umetnost! Ali sploh obstaja posebna metoda za poučevanje? Poučevanje je vendar tesno povezano z učiteljevo osebnostjo! Čas, ki je posvečen usposabljanju učiteljev, je pri nas razdeljen med strokovne in metodične kurze ter učno prakso. Morda še premalo časa žrtvujemo usposabljanju naših učiteljev? Mnoge evropske države so še na slabšem! Upam, da bo mladi rod, ki je poln življenja — mnogo bolj kot jaz, nekoč načel ta pereča vprašanja ter jih tudi odkrito in pogumno pretresel — in rešil ...

DINAMIČNA POLARIZACIJA JEDER

R. BLINC

(Nuklearni inštitut »J. Stefan«)

V sistemih, ki vsebujejo tako jedrske kakor tudi elektronske spine — $\langle I_z \rangle \neq 0$, $\langle S_z \rangle \neq 0$ — in v katerih jedrski in elektronski spini med seboj interagirajo, moremo magnetizacijo jeder v zunanjem magnetnem polju občutno povečati s pomočjo močnega mikrovalovnega polja, s katerim nasitimo elektronsko spinsko resonanco in s tem izravnamo zasedbo elektronskih spinskih nivojev. Povečanje stopnje orientacije jedrskih spinov s pomočjo te, tako imenovane dinamične polarizacije jeder je posebno pomembno:

1. za študij jedrskih reakcij na polariziranih tarčah,
2. za povečanje intenzitete jedrske magnetne resonance (1) v trdnih snoveh in v tekočinah,
3. za raziskave maserjev,
4. za študij samih interakcijskih in relaksacijskih mehanizmov v kristalih in tekočinah.

Zaradi enostavnosti suponirajmo, da imamo opraviti samo z delci s spinom $\frac{1}{2}$ (jedrski spin $I = \frac{1}{2}$ in elektronski spin $S = \frac{1}{2}$) in da je sklopitev med elektroni in jedri skalarna — taka je npr. Fermijeva kontaktna interakcija v paramagnetnih ionih, kjer je valovna funkcija nesparjenega elektrona od nič različna na mestu jedra. Nadalje suponirajmo, da je sklopitev z elektroni edini relaksacijski mehanizem za jedrske spine $(T_1)_{\text{tot}} = (T_1)_{SI}$, elektroni pa so sklopljeni s kristalno mrežo, ki naj ima temperaturo T .

Oglejmo si stacionarni primer. Naj $N_{\pm}$ meri zasedbo obeh elektronskih ($S_z = \pm \frac{1}{2}$), $n_{\pm}$ pa zasedbo obeh jedrskih spinskih stanj ($I_z = \pm \frac{1}{2}$). Prehodi jedrskih spinov iz stanja $+$ v stanje $-$ so v našem primeru mogoči le, če jih spremljajo prehodi elektronskih spinov v obratni smeri. V stacionarnem stanju bomo imeli enako število prehodov jedrskih spinov v obeh smereh. Torej velja

$$N_+ n_- W_{(+ -) \rightarrow (- +)} = N_- n_+ W_{(- +) \rightarrow (+ -)}$$

pri čemer je $W_{(+ -) \rightarrow (- +)}$ verjetnost za prehod $E_a \rightarrow E_b$, pri katerem preide elektronski spin iz stanja $+$ v stanje $-$, jedrski spin iz stanja $-$ v stanje $+$, spinski sistem pa izmenja s kristalno mrežo energijo $|E_a - E_b| = |\hbar(\omega_S + \omega_I)|$. Tu sta $\omega_S = \gamma_S |B_0|$ in $\omega_I = \gamma_I |B_0|$ frekvenci Larmorjeve precesije spinov S in I v magnetnem polju gostote B_0 . Iz elementarne kvantne mehanike sledi (2)

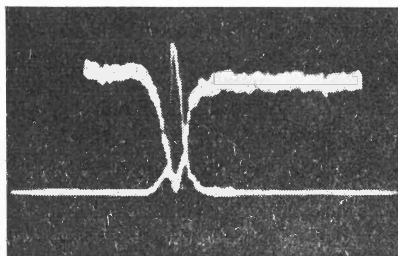
$$\frac{W_{(+ -) \rightarrow (- +)}}{W_{(- +) \rightarrow (+ -)}} = \exp \{(E_{+-} - E_{-+})/kT\} = \exp \{\hbar(\omega_S + \omega_I)/kT\}$$

Če zdaj s pomočjo zunanjega mikrovalovnega polja nasitimo elektronsko spinsko resonanco, se zasedba obeh elektronskih spinskih stanj izenači: $N_+ = N_-$. Za razmerje števila jeder v zgornjem in spodnjem spinskem stanju dobimo v tem primeru

$$\frac{n_+}{n_-} = \exp \{ \hbar (\omega_S + \omega_I) / kT \}$$

namesto $\frac{n_+}{n_-} = \exp \{ \hbar \omega_I / kT \}$, kar bi veljalo, če bi bili jedrski spini v termičnem ravnovesju.

Izraz $\frac{n_+}{n_-} = \exp \{ \hbar (\omega_S + \omega_I) / kT \}$ moremo izpeljati mnogo bolj splošno, kakor smo ga izpeljali mi. Omenimo naj le, da je dinamična polarizacija jeder neodvisna od tega, ali slede elektroni Boltzmanňnovi ali Fermijeve statistiki, in



Sl. 1. Protonski magnetni resonančni signal vodne raztopine peroksi-amin-disulfonata v magnetnem polju gostote 3000 Gaussov. Spodnji signal je posnet, potem ko smo jedra dinamično polarizirali, zgornji signal pa v običajnih pogojih. Skala je za oba signala različna, približno petdesetkratno ojačenje signala pri dinamični polarizaciji se kaže v večjem razmerju signala proti šumu. Vidimo, da ima v tem primeru pri dinamični polarizaciji signal nasprotno smer kot navadno.

da torej gornji izraz prav tako dobro velja za paramagnetne raztopine kakor za elektrone v kovinah. Ker je giromagnetno razmerje elektronov mnogo večje od giromagnetnega razmerja jeder in torej $\omega_S \gg \omega_I$, nam metoda dinamične polarizacije omogoča občutno zvečanje stopnje polarizacije jedrskih spinov v danem magnetnem polju.

V realnem kristalu sklopitev z elektroni ni edini relaksacijski mehanizem za jedrske spine in elektronske resonance ne moremo zmeraj popolnoma nasiti: $\langle S_z \rangle \neq 0$, $N_+ \neq N_-$. Efekt dinamične polarizacije jeder moremo v tem primeru opisati z:

$$\frac{n_+}{n_-} = \exp \{ \hbar (\omega_I + f \rho_S \omega_S) / kT \}$$

pri čemer je $f = \left(\frac{1}{T_1} \right)_{SI} / \left(\frac{1}{T_1} \right)_{tot}$ faktor, ki meri učinkovitost drugih relaksacij-

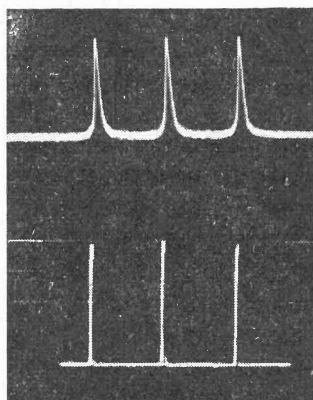
skih mehanizmov, razen tistih, ki so podani z interakcijo med elektroni in jedri, S pa faktor nasičenja, ki je definiran z:

$$S = \frac{(\gamma_S B_e)^2 T_{1,e} T_{2,e}}{1 + (\gamma_S B_e)^2 T_{1,e} T_{2,e}}$$

Tu je B_e amplituda mikrovalovne magnetne poljske gostote, s katero nasitimo elektronsko resonanco, $T_{1,e}, T_{2,e}$ pa sta longitudinalni in transverzalni relaksacijski čas elektronskih spinov. Faktor ρ je odvisen od vrste interakcij med elektroni in jedri in velja, da je

$\rho = +1$ pri skalarni sklopitvi,

$\rho = -\frac{1}{2}$ pri dipolni sklopitvi.



Sl. 2. Zgoraj: elektronski spinski resonančni spekter vodne raztopine peroksi-amin-disulfonata v magnetnem polju gostote 3000 Gaussov. — Spodaj: protonski maserski signal, ki se pojavi pri nasičenju elektronske spinske resonance.

Če sta tako f kakor tudi S enaka 1, to je v primeru popolnega nasičenja elektronske spinske resonance in v primeru, če je interakcija z elektroni edini relaksacijski mehanizem za jedra, je stopnja polarizacije jeder določena s:

$$P_d = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-} \approx \frac{\hbar}{2kT} (\omega_I + \rho \omega_S)$$

Če sodelujejo protoni in elektroni in imamo opraviti s skalarno sklopitvijo med njimi ($\rho = 1$), smo s pomočjo nasičenja elektronske spinske resonance povečali magnetizacijo jeder za faktor

$$\frac{P_d}{P} = \left| \frac{\omega_S + \omega_I}{\omega_I} \right| \approx \left| \frac{\omega_S}{\omega_I} \right| = \left| \frac{\gamma_S}{\gamma_I} \right| = 635.$$

Vidimo, da moremo pri določenih pogojih (dipolna interakcija med elektroni in jedri) s pomočjo dinamične polarizacije ustvariti stacionarno stanje,

v katerem je jedrska magnetizacija antiparalelna zunanjemu polju in mnogo večja od ravnovesne vrednosti χB_0 . Pri taki negativni dinamični polarizaciji bo sistem jedrskih spinov oddajal energijo pritisknjenemu radiofrekvenčnemu polju (sl. 1) in dobimo jedrski maser. Če je energija, ki jo oddaja spinski sistem, večja od izgub nihajnega kroga, v katerem deluje spinski sistem kot negativno breme, dobimo jedrski spinski oscilator.

Navadno opravimo poskus z dvojno resonanco in dinamično polarizacijo jeder, tako da postavimo vzorec, ki ga ovija radiofrekvenčna tuljava, katera je del spektrometra za jedrsko magnetno resonanco, v notranjost resonatorja. V resonatorju ustvarimo visokofrekvenčno magnetno polje, ki služi za izravnavo zasedbe elektronskih spinskih stanj. Statično magnetno polje moduliramo, kakor je običajno pri jedrski magnetni resonanci. Spremembo v zasedbi jedrskih spinskih stanj, ki je posledica izravnave zasedbe elektronskih spinskih stanj, opazujemo s tehniko, ki je v navadi pri statičnih meritvah jedrske magnetne resonance.

Pakeu in sodelavcem (3) se je posrečilo realizirati spinski maserski oscilator s pomočjo raztopine paramagnetnih ionov $\text{ON}(\text{SO}_3)_2$ v vodi. Vzorec, okoli katerega so ovili tuljavo, so postavili v resonator in tuljavo priključili na ojačevalec. Z magnetronom so ustvarili v resonatorju močno mikrovalovno polje in spreminjali zunanje magnetno polje tako dolgo, da so prišli v območje elektronske spinske resonance. Tedaj je prišlo do negativne dinamične polarizacije jeder, sistem je začel delati kot maserski oscilator in v tuljavi se je inducirala izmenična napetost.

Omenimo naj še, da nam more povečanje intenzitete jedrske magnetne resonance pri dinamični polarizaciji jeder služiti kot detektor elektronske spinske resonance. Elektronsko resonanco, ki normalno leži v mikrovalovnem področju, moremo tako opazovati v radiofrekvenčnem področju.

Literatura:

- (1) I. Zupančič: Jedrska magnetna resonanca, Obz. Mat. Fiz. **6** (1958), 121.
- (2) C. P. Slichter: Principles of Magnetic Resonance. New York. Harper and Row. Inc., 1963, str. 7.
- (3) A. Abragam: The Principles of Nuclear Magnetism. Oxford: Clarendon Press, 1961, str. 340.

MEZONI IN BARIONI

J. STRNAD

Bralce »Obzornika« je članek V. F. Weisskopfa uvedel v problematiko v fiziki osnovnih delcev.¹ V tej veji fizike so se nakopičili številni eksperimentalni podatki, do enotne teorije pa je še daleč. Dandanes si teoretiki prizadevajo, da bi z modeli rešili ožje probleme. Zaradi uporabljenih predpostavk in približkov imajo ti modeli samo omejeno veljavo. Navzlic temu pa dostikrat omogočijo boljše razumevanje in ureditev eksperimentalnih podatkov ter dovoljujejo včasih teoretske napovedi.

Na tem mestu bomo površno opisali tri modele, ki so jih v zadnjem času z uspehom uporabili za mezone in barione. Za barione je značilno, da so močno sklopljeni s svojim poljem, katerega delci so mezoni.¹ Močna sklopitev povzroča velike matematične težave, po drugi strani pa so omenjeni modeli primerni ravno za močno sklopitev.

Pri pojavih, pri katerih nastopajo samo mezoni in barioni, to je pri pojavih, ki potekajo po močni interakciji,² veljajo ohranitveni zakoni za gibalno količino, spin (vrtilno količino), energijo, barionsko število (mezoni imajo barionsko število nič, barioni 1 in antibarioni -1), naboj in čudnost.¹⁻³ Vsak izmed teh ohranitvenih zakonov je v zvezi z invariantnostjo enačb gibanja proti določeni transformaciji. Invariantnost enačb gibanja proti premiku koordinatnega sistema je v zvezi z ohranitvijo gibalne količine.* Na podoben način je invariantnost enačb gibanja proti zavrtitvi koordinatnega sistema povezane z ohranitvijo vrtilne količine in invariantnost proti izbiri časovnega začetka z ohranitvijo energije. Pri ohranitvenih zakonih, ki se nanašajo na notranje lastnosti delcev, to je pri ohranitvi naboja (e), barionskega števila (B) in čudnost (S), še ne poznajo ustreznih transformacij.

Model treh delcev

Sakata⁴ je vpeljal model treh delcev, pri katerem si predstavljamo, da so vsi mezoni in barioni sestavljeni iz treh temeljnih delcev (fundamentov ali sakatonov) in njihovih antidelcev.^{3, 5} Število temeljnih delcev je v zvezi s tremi ohranitvenimi zakoni za notranje lastnosti delcev. Izbira temeljnih delcev je v določenih mejah še poljubna, vendar je najprikladneje izbrati proton ($e = 1$ — naboj merimo v osnovnih nabojih e_0 , $B = 1, S = 0$), nevtron ($e = 0$, $B = 1$, $S = 0$) in delec Λ ($e = 0$, $B = 1$, $S = -1$). S kombinacijami teh delcev in njihovih antidelcev dosežemo lahko vrednosti notranjih kvantnih števil e , B , S , kakršne ima katerikoli mezon ali barion.

Že več let pred Sakato sta Fermi in Yang predložila model, po katerem so pioni sestavljeni iz protona ali nevtrona in njunih antidelcev.** Sakatov model

* Dokaz v okviru kvantne mehanike je npr. v knjigi P. A. M. Dirac: *The Principles of Quantum Mechanics*, Oxford 1958, s. 243. V teoriji polja pa je splošnejši dokaz vsebovan v teoremu E. Noetherjeve, glej npr. P. Roman: *Elementary Particles*, Amsterdam 1960, s. 217.

** Primerjaj to z nukleonijem.¹

je pravzaprav samo razširitev tega modela na čudne delce. Pri tem nas začudi edino izredno velika vezavna energija pionov. Negativni pion z mirovno energijo 0,14 GeV je npr. sestavljen iz nevtrona in antiprotona z mirovnima energijama po 0,94 GeV, tako da je njegova vezavna energija enaka 1,74 GeV. Podobno je z vezavnimi energijami pri čudnih delcih razen pri delcu Λ . Delec Ξ^0 z mirovno energijo 1,35 GeV je npr. sestavljen iz antinevtrona z mirovno maso 0,94 GeV in iz dveh delcev Λ z mirovno energijo po 1,12 GeV, tako da je njegova vezavna energija 1,83 GeV.

Delec	Sestav	I_z	I	B	S	$Y=B+S$	mc^2
π^+	$(p\bar{n})$	1	1	0	0	0	0,14 GeV
π^0	$\left\{ \begin{array}{l} (p\bar{p}) + \\ + (n\bar{n}) \end{array} \right.$	0					
π^-	$(\bar{p}n)$	-1					
K^+	$(p\bar{\Lambda})$	1/2	1/2	0	1	1	0,49
K^0	$(n\bar{\Lambda})$	-1/2					
$\bar{K}^0$	$(\bar{n}\Lambda)$	1/2	1/2	0	-1	-1	0,49
K^-	$(\bar{p}\Lambda)$	-1/2					
η	$(\Lambda\bar{\Lambda})$	0	0	0	0	0	0,55
p		1/2	1/2	1	0	1	0,94
n		-1/2					
Λ		0	0	1	-1	0	1,12
Σ^+	$(p\bar{n}\Lambda)$	1	2	1	-1	0	1,19
Σ^0	$\left\{ \begin{array}{l} (p\bar{p}\Lambda) + \\ + (n\bar{n}\Lambda) \end{array} \right.$	0					
Σ^-	$(\bar{p}n\Lambda)$	-1					
Ξ^0	$(\bar{n}\Lambda\Lambda)$	1/2	1/2	1	-2	-1	1,35
Ξ^-	$(\bar{p}\Lambda\Lambda)$	-1/2					

Sestav mezonov in barionov v modelu treh delcev.

Navedeni so še izospin I , projekcija izospina I_z , barionsko število B , čudnost S , hipernaboj $Y = B + S$ in približna vrednost za mirovno energijo.²⁻⁵

Z modelom treh delcev, ki so ga v zadnjem času postavili na trdno matematično osnovo, so dosegli nekaj teoretičnih poenostavitvev in več uspehov. Med uspehi lahko omenimo napoved do tedaj neznanega načina razpada za pozitivni pion. Tako kot razpade pri razpadu β v jedru vezani proton: $p \rightarrow n + e^+ + \nu$, lahko razpade tudi proton, ki je v pozitivnem pionu: $(p\bar{n}) \rightarrow (n\bar{n}) + e^+ + \nu$, torej $\pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu$. Napovedani način razpada so pozneje zares potrdili z opazovanjem. — Vendar si od modela treh delcev ne smemo obetati preveč. Med njegovimi pomanjkljivostmi je na prvem mestu samovoljna izbira treh delcev, ki so na ta način nekako odlikovani, medtem ko naj bi bili vsi drugi barioni in mezoni »sestavljene«.

Unitarna simetrija

Na modelu treh delcev in na drugih predpostavkah je osnoval Gell-Mann idejo unitarne simetrije.⁴ Neodvisno od njega sta po drugačnih poteh prišla do podobnih rezultatov Ne'eman in Okubo.¹ Zaključke teh razglabljanj bomo lažje razumeli, če se spomnimo na dva sorodna matematična postopka.

Znano je, da lahko elektron v magnetnem polju zavzame dve stacionarni stanji, ki se po energiji malo razlikujeta in tvorita dublet. Nazorno si predstavljamo, da se elektronov spin ($s = \frac{1}{2}$) lahko orientira ali paralelno (projekcija spina v smeri polja je tedaj $s_z = \frac{1}{2}$) ali antiparalelno ($s_z = -\frac{1}{2}$) s poljem. Delec s spinom 1 lahko zavzame v magnetnem polju tri stacionarna stanja, ki tvorijo spinski triplet s projekcijami 1, 0, -1 . Če ni magnetnega polja, sovpadajo energije vseh stanj istega spinskega multiplleta.

S podobnim matematičnim formalizmom združimo vse delce, ki se razlikujejo samo po naboju, v izospinske multiplete.² Nukleona npr. tvorita izospinski dublet, imata torej izospin $I = \frac{1}{2}$, pri čemer ustreza protonu stanje s »projekcijo«³ izospina $I_z = \frac{1}{2}$, nevtronu pa stanje $I_z = -\frac{1}{2}$, pioni tvorijo izospinski triplet ($I = 1$) s tremi člani: π^+ ($I_z = 1$), π^0 ($I_z = 0$), π^- ($I_z = -1$) itd. Če bi lahko izključili elektromagnetizem, ne bi mogli med seboj razlikovati članov istega izospinskega multiplleta. Ohranitev izospina, ki je enakovredna z ohranitvijo naboja, je v zvezi z invariantnostjo enačb gibanja proti zavrtitvam v abstraktnem izospinskem prostoru.²

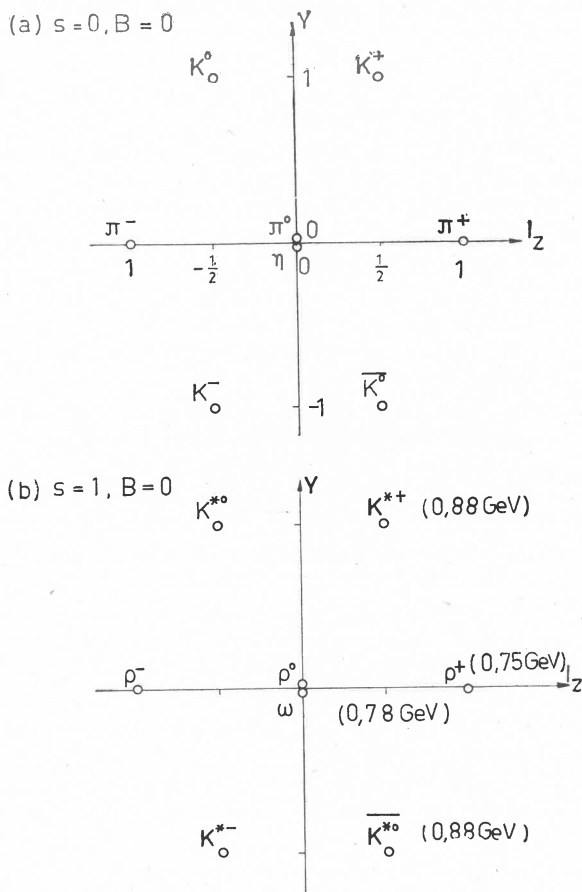
S podobnim formalizmom se je posrečilo upoštevati tudi ohranitev čudnosti, pri čemer so delci z različno čudnostjo združeni v nekakšne višje multiplete. Izhodišče je model treh delcev. Mezoni, za katere je bil ta formalizem spočetka zamišljen, so v tem modelu sestavljeni iz nekega temeljnega delca in iz nekega temeljnega antidelca. Ugotoviti je treba, da se od temeljnih delcev proton in nevtron razločujeta samo po notranjem kvantnem številu (I_z), pri čemer se ne oziramo na majhno razliko v masah, ki je posledica elektromagnetne in šibke interakcije, ker teh dveh interakcij v pričujoči sliki sploh ne upoštevamo. Delec A pa se od nukleonov ne razločuje samo po notranjih kvantnih številih (I, S), ampak tudi po masi. Če ne bi bilo razlike mas $\delta m = m_A - m_N$, bi vsi trije temeljni delci nastopali v enačbah gibanja popolnoma enakopravno. Notranja kvantna števila, po katerih se temeljni delci še razlikujejo, se namreč v enačbah gibanja ne pokažejo eksplicitno.

Vzemimo, da je $\delta m = 0$! Temeljni delci so sedaj popolnoma enakopravni in enačbe gibanja so neobčutljive na medsebojno zamenjavo (permutacijo) dveh temeljnih delcev. Naposled smo prišli do novih transformacij — pokaže se, da sodijo te transformacije med tako imenovane unitarne transformacije —, proti katerim so enačbe gibanja invariantne. Te transformacije tvorijo grupo v abstraktnem kompleksnem tridimenzionalnem prostoru. Grupo, ki ima devet linearno neodvisnih elementov, se da faktorizirati v direktni produkt dveh grup. Prva od njiju ima samo en linearno neodvisen element, druga pa ima osem linearno neodvisnih elementov. Simetrijo abstraktnega prostora, ki je dana s temi grupami, imenujejo unitarno simetrijo.

Prav tako kot druge transformacije, proti katerim so enačbe gibanja invariantne, je tudi transformacija, ki ustreza unitarni simetriji, v zvezi z nekim ohranitvenim zakonom. Pokaže se, da se po tem zakonu ohrani količina z eno komponentno (to je v zvezi z invariantnostjo proti grupi z enim linearno neodvisnim elementom), ki je kar barionsko število, in druga količina z osmimi komponentami — unitarni spin (to je v zvezi z invariantnostjo proti grupi

z osmimi linearno neodvisnimi elementi). Od osmih komponent unitarnega spina ustrezajo tri izospinu, ena pa hipernaboju, to je vsoti barionskega števila in čudnosti $Y = B + S$. Reči hočemo, da sta v ohranitvi teh štirih komponent unitarnega spina že vsebovani ohranitev izospina (naboja) in hipernaboja (čudnosti). K preostalim štirim komponentam se bomo še povrnili.

Pri izospinu smo prikazali delce kot člane izospinskih singletov, dubletov in tripletov, če je imel izospin eno, dve ali tri komponente. Podobno prikažemo



Sl. 1. Osnovni oktet mezonov s spinom 0 (a) in oktet mezonov s spinom 1 (b).⁵ V diagramih je na absciso os nanescena projekcija izospina I_z , na ordinatno os pa hipernaboj Y . Pri prehodu k antidelcem spremene I_z , S , B in Y svoj predznak. Zato dobimo diagrame multipletov antidelcev z zrcaljenjem ustreznih diagramov za delce na oseh I_z in Y . Pri mezonih je oktet delcev identičen z oktetom antidelcev. Pri delcih, za katere ni podatkov v tabeli 1, so v oklepajih navedene približne vrednosti za mirovno energijo. Oznake za resonance so iste kot v članku »Novi osnovni delci«.⁷ Delce smo tu klasificirali po hipernaboju in projekciji izospina. Znana je še druga klasifikacija: po naboju e in »projekciji« unitarnega spina U_z (glej npr. C. A. Levinson, H. J. Lipkin, S. Meshkov: Unitary Symmetry in Photoproduction and Other Electromagnetic Interactions, Phys. Letters 7, 81 (1963), pri kateri so diagrami podobni. Ni težko ugotoviti, da sta osi U_z in e za približno 60° nagnjeni proti osem I_z in Y . Le namesto nevtralnih parov ($\Lambda\Sigma^0$), ($\eta\pi^0$), ($\omega\rho^0$) ipd. se pojavita po dve različni kombinaciji teh delcev.

v okviru unitarne simetrije mezone kot člane unitarnih multipletov: singletov z enim članom in oktetov z osmimi člani. Člane istega okteta razločujemo po izospinu (velikosti I in projekciji I_z) in hipernaboju Y , torej čudnosti. Unitarni singlet je lahko le kak izospinski singlet. Oktet pa vsebuje štiri izospinske multiplete: dva dubleta s čudnostjo 1 in -1 ter triplet in singlet s čudnostjo nič. Spin in barionsko število, ki je itak za vse mezone enako nič, sta za vse člane istega okteta enaka.

Edini znani unitarni singlet je mezon F z mirovno energijo 1,25 GeV in s spinom 2. Vsi drugi mezoni, razen nekaterih, ki še niso dobro raziskani, npr. ξ in φ , se dajo neprisiljeno razvrstiti v dva okteta. Prvi vsebuje mezone s spinom 0: (K^0, K^+) , $(K^-, \bar{K}^0)$, (π^-, π^0, π^+) , η . Drugi vsebuje mezone s spinom 1: (K^{*0}, K^{*+}) , $(K^{*-}, \bar{K}^{*0})$, (ρ^-, ρ^0, ρ^+) , ω (glej sl. 1!).⁷

Razlika $c^2 \delta m = 0,17$ GeV, ki smo jo sprva namerno postavili enako nič, je prevelika, da bi jo mogli kar tako zanemariti. Zato pa je ohranitveni zakon, ki sledi iz unitarne simetrije samo približen in ne smemo biti presenečeni, če privede kdaj do nenatančnih zaključkov. Unitarni spin je definiran tako, da se štiri komponente (izospin, hipernaboj) strogo ohranijo, preostale štiri komponente, o katerih smo sprva molčali, pa ne. Naposled se zaradi člena, ki vsebuje δm , mase članov istega unitarnega multipleta močno razlikujejo (v nasprotju z masami članov istega izospinskega multipleta, ki se med seboj skoraj ujemajo).

Za barione na prvi pogled unitarni multipleti ne morejo biti sestavljeni tako kot za mezone, saj so trije barioni odlikovani kot temeljni delci. Pokaže se, da bi moral imeti pri barionih prvi multiplet za singletom 15 članov, toda ne bi smel vsebovati nukleonov in delca Λ . Znanih barionov ne moremo na noben način razvrstiti v takšen multiplet. Izhod iz zagate pa je v tem, da zavržejo model treh delcev in povzdignejo unitarno simetrijo v nov naravni zakon. Ta zakon mora veljati neodvisno od posebnih modelov. Tedaj lahko razvrstijo tudi barione v unitarne singlete in oktete in, kot se pokaže, še v unitarni deкупlet z desetimi člani.

Edini unitarni singlet barionov je resonanca⁷ Λ^* z mirovno energijo 1,41 GeV in s spinom $\frac{1}{2}$. Osnovni oktet tvorijo barioni s spinom $\frac{1}{2}$: (n, p) , (Ξ^-, Ξ^0) , $(\Sigma^-, \Sigma^0, \Sigma^+)$, Λ . Dekuplet s spinom $\frac{3}{2}$ ima te člane: $(\Lambda^{*-}, \Lambda^{*0}, \Lambda^{*+}, \Lambda^{*++})$, $(\Sigma^{*-}, \Sigma^{*0}, \Sigma^{*+})$, (Ξ^{*-}, Ξ^{*0}) in še neznani delec, ki so ga morda enkrat samkrat opazili, z mirovno energijo okoli 1,63 GeV.⁷ Znana sta še okteta barionov s spinom $\frac{3}{2}$ in $\frac{5}{2}$. Prvi vsebuje resonance $(n^*, p^*; 1,51 \text{ GeV})$, $(\Xi_{\gamma}^-, \Xi_{\gamma}^0; 1,60 \text{ GeV}$, napovedana, a še neugotovljena), $(\Sigma_{\gamma}^-, \Sigma_{\gamma}^0, \Sigma_{\gamma}^+; 1,66 \text{ GeV})$, $(\Lambda_{\gamma}, 1,58 \text{ GeV})$, drugi pa resonance $(n^{**}, p^{**}; 1,69 \text{ GeV})$, $(\Xi_{\alpha}^-, \Xi_{\alpha}^0; 1,97 \text{ GeV})$, $(\Lambda_{\alpha}; 1,82 \text{ GeV})$, $(\Sigma_{\alpha}^-, \Sigma_{\alpha}^0; \Sigma_{\alpha}^+; 1,88 \text{ GeV})$.

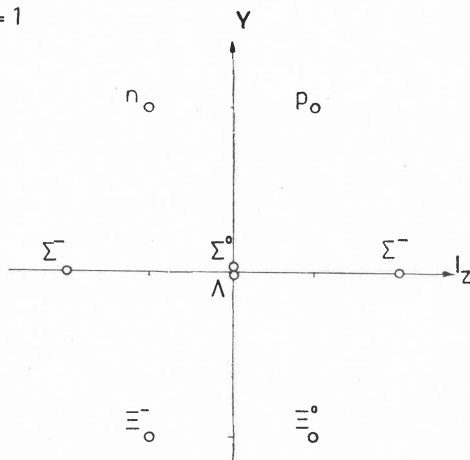
Unitarna simetrija se je pokazala kot zelo koristna. Z njo je možno obravnavati vse delce v močni interakciji na enotni osnovi, s čimer so postali izvedljivi nekateri do tedaj neizvedljivi računi. V tem okviru se da tudi računati z enotno interakcijo med vsemi barioni. Poleg tega privede unitarna simetrija do mnogih povezav in primerjav med pojavi in do mnogih zvez med količinami. Kot zgled za zadnje navedimo zvezi med masami za člane istega okteta, ki sta presenetljivo natančno izpolnjeni^{1, 5}. Prva enačba velja za vse barionske oktete, druga pa za vse mezonske oktete, medtem ko velja za deкупlet, da je razlika mas med sosednjimi člani konstantna.

$$\begin{aligned}\frac{1}{4}(3m_{\Lambda} + m_{\Sigma}) &= \frac{1}{2}(m_N + m_{\Xi}), \\ \frac{1}{4}(3m_{\eta}^2 + m_{\pi}^2) &= \frac{1}{2}(m_K^2 + m_{\bar{K}}^2).\end{aligned}$$

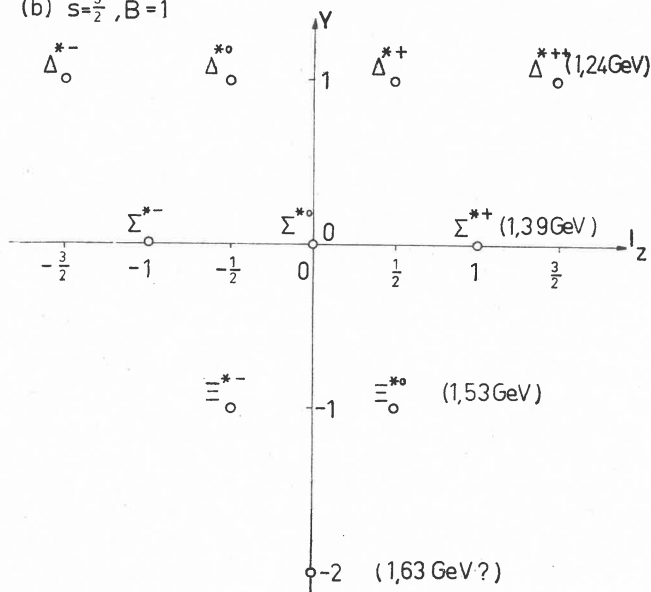
Predvsem pa so dragoceni namigi, ki jih je dala unitarna simetrija o tem, katera eksperimentalna in teoretična raziskovanja bi utegnila biti odločilna za nadaljnji razvoj.

V zadnjem času so preučili tudi možnost, da stopi na mesto unitarne simetrije kaka druga simetrija. Posebno pozornost so posvetili simetriji, pri

(a) $s=\frac{1}{2}, B=1$



(b) $s=\frac{3}{2}, B=1$



Sl. 2. osnovni oktet barionov s spinom $\frac{1}{2}$ (a) in deкупlet barionov s spinom $\frac{3}{2}$ (b).⁷ Druga pojasnila so v besedilu pod sl. 1. (Multiplet antibarionov ni identičen z multipletom barionov, zato je možen deкупlet samo pri barionih.)

kateri imajo multiplieti delcev po enega, sedem ali 14 članov. Vendar je treba za dokončno odločitev o tem, katera simetrija bolje reproducira eksperimentalne podatke, počakati na izpolnitev teh podatkov.⁸

Sile med barioni

S sipanjem nukleonov z zelo visoko energijo na nukleonih so ugotovili sredi nukleona trdo sredico.¹ To pomeni, da so med nukleonoma, ki se približata na zelo majhno razdaljo, močne odbojne sile. Te odbojne sile so pojasnili po analogiji z elektromagnetnimi silami, saj je znano, da se dva istoimenska naboja odbijata. Že prej so iz preprostih zahtev o invariantnosti za valovne funkcije nabitih delcev proti določenim transformacijam (gradientnim transformacijam, nem. Eichtransformationen, angl. gauge transformations) izpeljali enačbe elektrodinamike. Pri tem se je pokazalo, da morajo imeti delci elektromagnetnega polja to je fotoni, spin 1 in zaradi zelo dolgega dosega sil mirovno maso nič.³

Zahtevo o invariantnosti proti podobnim transformacijam so razširili tudi na barione. Prišli so do zakona, ki ustreza Coulombovemu zakonu: sila med dvema delcema je sorazmerna z $B_1 B_2 \exp(-r/l)/r^2$, pri čemer sta B_1 in B_2 barionski števili obeh delcev, r njuna razdalja in l doseg sile. Delca z istoimenskima barionskima številoma (barion in barion ali antibarion in antibarion) se po tem odbijata (trda sredica!), delca z nasprotnoimenskima (barion in antibarion) pa privlačujeta. Zaradi eksponentnega faktorja sila zelo hitro pojema z naraščajočo razdaljo. Delci, tako imenovani vektoni, ki posredujejo te sile, morajo imeti enako kot fotoni spin 1. Za razliko od fotonov pa morajo imeti vektoni zelo veliko maso. Ocenno zanjo dobimo, če Comptonovo valovno dolžino vektona deljeno z 2π izenačimo z dosegom sile: $l = h/(2\pi m_v c)$. Menijo, da so mezoni ω , ki imajo mirovno energijo 0,78 GeV in jim ustreza približno $l = \frac{1}{4}$ fermija ($1 \text{ fermi} = 10^{-15} \text{ m}$), identični z napovedanimi vektoni.

V nasprotju s silami trde sredice so jedrske sile, ki prav tako sodijo k močni interakciji, zmeraj privlačne. Pri majhnih razdaljah so jedrske sile dosti šibkejšje od sil trde sredice, imajo pa nekajkrat daljši doseg. Jedrske sile posredujejo mezoni s spinom nič, to so pioni in kaoni. Razlago za jedrske sile in sile med mezoni in barioni je treba iskati pri višjih približkih v tem modelu. Do sedaj pa se ga menda še ni posrečilo dokončno matematično formulirati.

*

Čeprav je še dosti nerešenih vprašanj o teh modelih, se v njih morda že kažejo zasnove bodoče teorije osnovnih delcev. Še precej časa bo najbrž trajalo, preden bo taka teorija dokončno izdelala, vendar danes malokdo dvomi v uspeh.

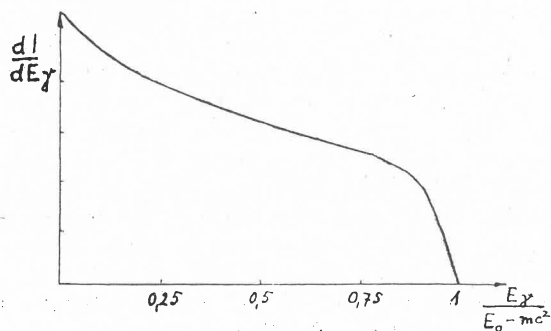
Literatura:

- ¹ W. F. Weisskopf: Pomen raziskovanja osnovnih delcev za razvoj moderne fizike, prevod. Obz. mat. fiz. **10** (1963).
- ² M. Gell-Mann, E. P. Rosenbaum: Osnovni delci, prevod. Obz. mat. fiz. **7**, 62 (1960).
- ³ J. B. Zeljdovič: Problemi sovremene fiziki. Uspehi fizičeskikh nauk **78**, 549 (1962).
- ⁴ S. Sakata: Progr. Theor. Phys. **16**, 686 (1956).
- ⁵ Y. Ne'eman: Particle Symmetries. International Science and Technology **69** (No. 3, 1963).
- ⁶ M. Gell-Mann: Symetries of Barions and Mesons. Phys. Rev. **125**, 1067 (1962).
- ⁷ J. Strnad: Novi osnovni delci. Obz. mat. fiz. **10**, 22 (1963).
- ⁸ R. E. Behrends, K. F. Landovitz: Is G_2 or SU_3 the More Suitable Symmetry for Strong Interactions. Phys. Rev. Letters **11**, 296 (1963).

PRIDOBIVANJE MONOKROMATSKIH VISOKOENERGIJSKIH ŽARKOV γ Z ANIHILACIJO POZITRONOV V LETU

Izviri žarkov γ so pomembni v jedrski in atomski fiziki, tako npr. za raziskavo strukture atomskega jedra, pri merjenju absorpcijskih koeficientov žarkov γ v snovi in podobno.

Pri energijah nekaj MeV lahko dobimo monoenergetske žarke γ v reaktorju: jedra zajamejo nevtron in pri prehodu iz vzbujenega v osnovno stanje izsevajo kvant γ . Energija izsevanega kvanta znaša npr. pri Co^{60} 1,17 in 1,33 MeV, pri Tl^{208} pa 2,62 MeV.



Sl. 1. Energijska porazdelitev intenzitete zavornega sevanja nabitih delcev v snovi

Monokromatske žarke γ z višjo energijo dobimo z obstreljevanjem tarč s protoni energije 0,5 do 1,5 MeV. Pri reakciji Li^7 (p, γ) Be^8 imajo žarki γ energijo 17,5 MeV, pri T^3 (p, γ) He^4 pa 20,6 MeV. Slabost teh virov je v tem, da se energija žarkov γ ne da zvezno spreminjati. Pri merjenjih pa bi bilo ugodno, če bi imeli močno usmerjen (kolimiran) curek žarkov z veliko gostoto toka (intenziteto) žarkov. Vse to pa se pri zgoraj omenjenih izviri težko doseže.

Zaradi tega se za študij reakcij (γ, n), (γ, p), (γ, np) itd., ki jih poznamo pod skupnim imenom fotonuklearne reakcije, uporablja zavorno sevanje hitrih nabitih delcev iz pospeševalnikov. Zavorno sevanje ima zvezno porazdelitev intenzitete po energijah (sl. 1), selekcija po energijah pa tu ni možna, kot npr. pri nabitih delcih ali v vidnem delu spektra.

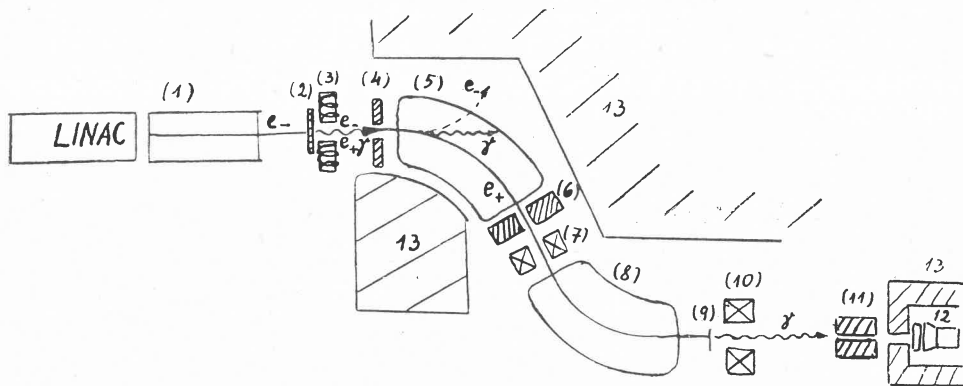
Visoka intenziteta γ -žarkovja, možnost zveznega spreminjanja in kontrole maksimalne energije zavornega spektra ter dobro kolimiran snop vsaj delno odtehtajo nevšečnosti zaradi zvezne porazdelitve zavornega sevanja iz pospeševalnikov.

V zadnjih 5 letih pa je uspelo v francoskem raziskovalnem centru Saclayu in v laboratorijih kalifornijske univerze zgraditi nov izvir žarkov γ , ki združuje več dobrih lastnosti prej opisanih virov: dovolj visoko intenziteto mono-

kromatskih žarkov γ in možnost zveznega spreminjanja njihove energije v območju 7 do 20 MeV.

Oglejmo si osnovni princip delovanja take naprave, pozneje pa jo bomo tudi podrobneje opisali. Močno pospešeni elektroni dajo zavorno sevanje, ki rodi pare elektronov in pozitronov. Od teh izkoristimo le pozitrone, jih filtriramo in pošljemo na anihilacijsko tarčo, odkoder izhaja monokromatsko žarkovje.

Za razumevanje delovanja naprave zgornji opis ne zadostuje. Zato si podrobneje oglejmo zgradbo (sl. 2) celotne naprave! Linearni pospeševalnik (1) pošilja na platinsko tarčo (2) pulze elektronov z energijo 30 MeV. Povprečni tok elektronov je zelo visok (10 do 20 μ A). V tarči elektroni izgubljajo energijo zaradi zavornega sevanja in zaradi ionizacije. Ionizacijske izgube so sorazmerne



Sl. 2. Shema naprave

1 — linearni pospeševalnik, 2 — platinska tarča — izvor pozitronov, 3 — solenoidni magnet, 4, 6, 11 — kolimatorji, 5, 8 — odklonska magneti, 7 — sistem kvadrupolnih leč, 9 — anihilacijska tarča, 10 — čistilni magnet, 12 — fotopomnoževalka druge naprave za eksperimentalno delo z izvirom, 13 — zaščita

vrstnemu številu Z tarče in približno neodvisne od energije, izguba zaradi sevanja pa je sorazmerna Z^2 in raste z energijo. Zaradi visoke energije in visokega Z (platina) je ionizacijski delež pri izgubi energije v tarči (2) mnogo manjši od sevalnega, kar ustreza zahtevam po čim večjem pridelku zavornega sevanja. Energijska porazdelitev žarkov γ je ista kot na sl. 1, snop pa je močno usmerjen naprej. Skoraj vsa intenziteta pade zaradi visoke energije elektronov ($E \gg mc^2$ — ekstremno relativističen primer) v kot z maksimalnim odklonom $\vartheta \sim \frac{mc^2}{E_-}$

proti prvotni smeri elektronov. (Primerjaj enačbo 3!)

Žarki γ še v isti tarči tvorijo pare elektronov in pozitronov

$$\gamma \rightarrow e_+ + e_-, \quad E_{\text{pragu}} = 2 mc^2 = 1,02 \text{ MeV.}$$

Ta proces je možen le v polju jedra ali elektrona iz atomske lupine, vendar le interakcija elektromagnetnega valovanja z jedrskim poljem doprinese bistven

delež k tvorbi parov. Presek za to interakcijo je sorazmeren z Z^2 , tako da pri teh energijah v platini močno prevladuje nad Comptonovim efektom. Energijska porazdelitev nastalih parov je zvezna, energija pa v povprečju 1,5 do 2-krat manjša od energije fotona, ki je par rodil. Tudi elektron in pozitron letita v ekstremnorelativističnem primeru naprej v ozkem stožcu z maksimalno

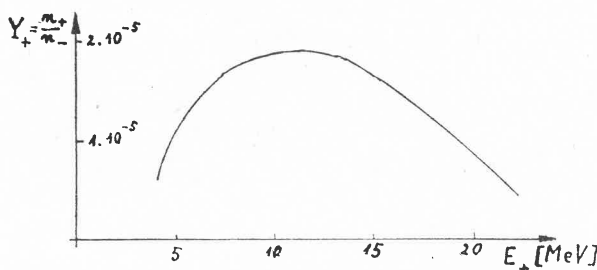
odprtino $\vartheta \sim \frac{mc^2}{E_\gamma}$ (enačba 3) ($\vartheta = 1,5^\circ$ pri $E = 20$ MeV). Konstruktorji so po-

svetili veliko skrb kolimiranju in fokusiranju pozitronov s solenoidnim magnetom (3), kvadrupolnimi lečami (7) in kolimatorji (4) (6).

Prvi odklonski magnet-analizator (5) spusti skozi zaslonko (6) le tiste pozitrone, katerih energija E_+ ustreza enačbi

$$E_+ \cong p_+ c = e_+ B r_0 c = \text{konst. } I_m$$

Tu pomeni r_0 radij pozitronske poti, B gostoto magnetnega polja in I_m tok skozi magnet.



Sl. 3. Pridelek pozitronov v odvisnosti od energije

Širina zaslonke definira energijsko širino prepuščenega snopa in s tem tudi pridelek.

Odvisnost pridelka $Y_+ = \frac{n_+}{n_-}$, to je števila monoenergetskih pozitronov na en elektron iz pospeševalnika vidimo iz slike 3, in sicer za energijsko širino $\frac{\Delta E_+}{E_+} = 1,5\%$.

Drugi magnet (8) usmeri pozitrone spet v prvotno smer na anihilacijsko tarčo (9) iz lahkega materiala (Li, Be). Magnet (8) ima le nalogo zmanjšati ozadje. Delci, ki bi motili, zdaj ne morejo več priti direktno iz pospeševalnika in s prve tarče.

Oglejmo si podrobneje anihilacijo pozitronov, ki se vrši v tarči in je v bistvu obraten proces tvorbi parov. Hitri pozitron in elektron atomske ovojnice se pri trku anihilirata, pri čemer prevzameta njuno energijo dva kvanta γ :

$$e_+ + e_- \rightarrow \gamma' + \gamma''.$$

Če opazujemo trk v težiščnem sistemu, letita oba foton v nasprotnih smereh z isto energijo in ju ni mogoče razločevati. Drugače pa je v laboratorijskem sistemu, kjer elektron praktično miruje. Tu odleti en foton, ki odnese skoraj vso energijo sistema, naprej v prostorski kot z maksimalno možno odprtino

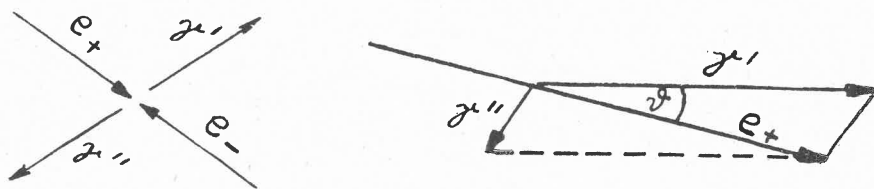
$\vartheta \simeq \frac{mc^2}{E_+}$, drugi pa nazaj z mnogo manjšo energijo (enačba 3). Energiji obeh

fotonov E_{γ}' in E_{γ}'' izračunamo iz enačb o ohranitvi energije in gibalne količine sistema pred in po trku. Enačba za energijo nam da

$$E_+ + mc^2 = E_{\gamma}' + E_{\gamma}'', \quad (1)$$

iz ohranitve gibalne količine pa dobimo

$$\left(\frac{E_{\gamma}''}{C}\right)^2 = \frac{1}{C^2} (E_{\gamma}^{\prime 2} + E_+^2 - 2 E_{\gamma}' E_+ \cos \vartheta) \quad (2)$$



Sl. 4. Anihilacija pozitrona v težiščnem sistemu in v laboratorijskem sistemu. Vektorji predstavljajo gibalne količine delcev

Pri tem smo upoštevali cosinusov stavek — sl. 4, kakor tudi relacijo $E_+ = p_+ c$, ki velja pri zelo visokih energijah. Najbolj nas zanima energija fotona, ki leti naprej (E_{γ}'):

$$E_{\gamma}' = \frac{E_+ + \frac{mc^2}{2}}{\frac{E_+}{mc^2} (1 - \cos \vartheta) + 1}$$

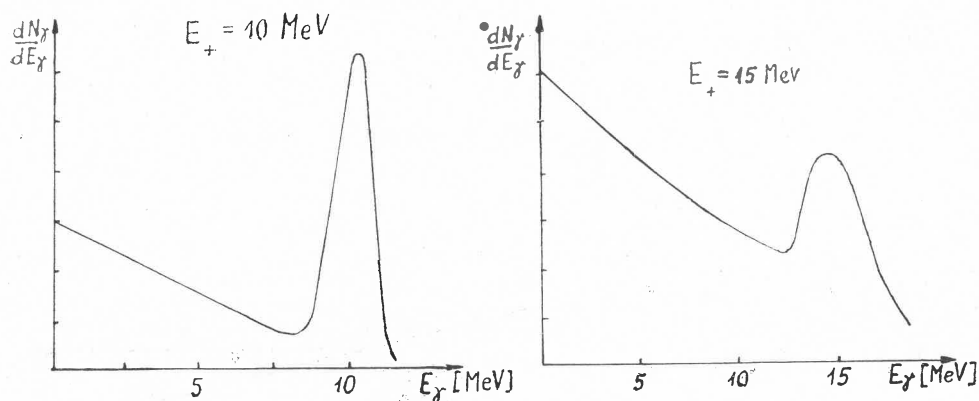
Iz enačb (1), (2), (3) vidimo, da ima kot ϑ največjo možno vrednost $\sim \frac{mc^2}{E_{\gamma}'}$ in to v primeru, ko sta energiji obeh fotonov E_{γ}' in E_{γ}'' enaki (in s tem seveda tudi kota proti osi). Podobno je tudi pri procesu zavornega sevanja in tvorbe parov.

Za kot $\vartheta = 0^\circ$ dobimo

$$E_{\gamma}' = E_+ + \frac{1}{2} mc^2, \quad E_{\gamma}'' = \frac{1}{2} mc^2. \quad (4)$$

Torej foton, ki leti naprej, res odnese skoraj vso energijo sistema. Ker se v 1 mm debeli litijevi tarči ne anihilirajo vsi pozitroni, je za tarčo nameščen dodaten magnet (10), ki iz curka odstrani preostale pozitrone.

Na sliki 5 sta prikazana spektra fotonov, dobljena s pozitroni energije 10 in 15 MeV. Zvezni delež pri nižjih energijah je posledica zavornega sevanja pozitronov v tarči. Ker presek za zavorno sevanje raste z energijo, presek za anihilacijo pa pada, dobimo boljše rezultate pri nižjih energijah. Pridelek znaša približno $3 \cdot 10^{-10}$ anihilacijskih fotonov na en elektron, kar pomeni $2 \cdot 10^4$ fotonov/sek. Na širino energijske porazdelitve anihilacijskih fotonov vplivajo sipanje pozitronov v tarči, velikost odprtine kolimatorja (6), ki definira energijsko



Sl. 5. Energijski spekter anihilacijskih fotonov pri energijah pozitronov 10 in 15 MeV

širino prepuščenih pozitronov, ter kolimatorja (11), dalje absorpcija energije pozitrona v tarči, preden anihilira ter kotna porazdelitev pozitronov. Relativna širina na polovični višini znaša 4 do 5 %, to je 1 MeV pri 20 MeV. Vpliv zavornega sevanja na eksperiment ni bistven, ker lahko njegov delež posebej izmerimo, s tem da pošljemo na tarčo elektrone, ki ne tvorijo anihilacijskih fotonov. Monokromator žarkov γ obeta postati dragocen pripomoček pri raziskavi fotonuklearnih reakcij.

Literatura:

Seward, Fultz: UCRL 6177, Nov. 1960.

C. Tzara: Compt. rend, 245, 56 (1957).

Heitler: Quantum theory of radiation, Oxford Univ. Press.

D. Brajnik

NOV VODIKOV IZOTOP — H^5 ?

Večinoma smatrajo, da je med najlažjimi elementi lista izotopov, katerih jedra so stabilna proti izsevanju nukleonov, že zaključena in da tu komaj lahko še pričakujemo kako novo odkritje. Tem bolj nas je zato presenetila novica,¹ da so pri obsevanju litija dobili nov izotop, za katerega domnevajo, da je H^5 .

Tarčo iz zelo čistega litija naravne izotopne sestave (93 % Li^7 in 7 % Li^6) so obsevali z rentgenskimi žarki (njihova maksimalna energija je bila 320 MeV), ki so jih dobili iz elektronskega sinkrotrona. Tarči nasproti so postavili detektor za žarke beta in ga pred direktnim sevanjem zavarovali s svincem. Da bi čimbolj zmanjšali ozadje, so uporabili antikoincidenčno zaščito. Detektor so skupaj z ostalo elektroniko pred poskusom večkrat preizkusili z že poznanimi izvori žarkov beta: Li^8 , B^{12} in N^{12} .

Sinhrotron je dajal po tri »pljuske« na sekundo. Pet milisekund po vsakem »pljusk« (le-ta je trajal okoli deset mikrosekund) so začeli šteti sunke in sicer z desetimi zaporedno vezanimi elektronskimi delilniki (scalerji). Diskriminator števnice je bil nastavljen tako, da ta ni štela žarkov beta z energijo, manjšo od 6 MeV. Na ta način so se izognili štetju žarkov beta nekaterih izotopov, za katere so že vnaprej domnevali, da bodo nastali. Kljub omenjeni zaščiti je še vedno motilo ozadje. V prvih šestdeset milisekundah po vsakem »pljusk« je večino ozadja tvorilo sevanje hitro razpadajočih izotopov, ki so nastali v neposredni okolici, kasneje pa kozmični žarki in interakcije v samem detektorju.

Po obsevanju so ugotovili, da je postala litijeva tarča beta radioaktivna, in sicer z razpolovnim časom $0,11 \pm 0,03$ sekunde. Opažena aktivnost bi bila lahko povzročena na več načinov: lahko bi jo povzročili pioni ali pa hitri protoni, nastali pri obsevanju v litiju samem, lahko bi bili njen vzrok počasni nevtroni, obsevanje kake nečistoče v litiju (predvsem kisika, ki je vezan v obliki oksida), ali pa jedrska reakcija v litiju, povzročena s fotoni. Kasnejši poskusi so izključili vse možnosti, razen zadnje.

Tabela osnovnih stanj lahkih jeder dopušča domnevo, da je izotop, ki je nastal pri obsevanju, verjetno H^5 , ki lahko preide s sevanjem žarkov beta v jedro He^5 . S semiempiričnimi pravili so ocenili,² da bi morala biti maksimalna energija teh žarkov enaka 19 MeV, če gre za prehod v osnovno stanje jedra He^2 , ali pa 14 MeV, če nastane to jedro v prvem vzbujenem stanju.

Pri poskusu so zaradi zelo majhnega reakcijskega preseka ($1,8 \pm 0,6$) $\cdot 10^{-30}$ cm², in močnega ozadja kozmičnih žarkov lahko ugotovili le, da je E (maks) ≥ 15 MeV. Iz izkušenj pri dobro poznanem beta-spektru izotopa Li^8 pa so sklepali, da je resnična E (maks) za nekaj MeV višja. Razpad dobljenega izotopa se torej glede maksimalne energije žarkov beta precej dobro ujema z omenjeno teoretično oceno. Tudi izmerjeni razpolovni čas se dobro sklada z vnaprej napovedanim.

Možnih reakcij, pri katerih bi po opisanem obsevanju nastal izotop H^5 , je več. Primerjava izmerjenega reakcijskega preseka s preseki za reakcije pri drugih lahkih izotopih je pokazala, da je najbolj verjetna reakcija Li^7 (γ , 2 p) H^5 .

Adolf Miklavc

Literatura:

1. B. M. K. Nefkens: New β -Activity Induced by Photon Bombardment of Lithium. *Physical Review Letters*, **10**, 55, 1963.
2. M. Yamada, Z. Matumoto: Nuclear Ground-State Energies. *Journal of the Physical Society of Japan*, **16**, 1497, 1961.

DOMAČE VESTI

UTRINKI Z OBČNEGA ZBORA DRUŠTVA MATEMATIKOV, FIZIKOV IN ASTRONOMOV SRS 9. IX. V MARIBORU

V organizacijski iznajdljivosti, ki je značilna za »mlajše« matematike in fizike, se je porodila misel, naj bi se letni društveni občni zbor, ki se je doslej vedno vršil v Ljubljani, prenese letos v obdravsko metropolo — Maribor. Da se ne bi »občni« zbor moral začeti pol ure po napovedani uri ob vsakem številu navzočih članov (tako društva včasih rešujejo svoje občne zборе!), si je društveni odbor zagotovil veliko udeležbo z vabilom: Pojdimo na Štajersko, hkrati pa je občni zbor povezal s poučno ekskurzijo po dolini reke Drave. Prošnja pisma, razposlana na vse Zavode za prosvetno pedagoško službo, za organizacijsko in materialno pomoč, so obrodila dober sad. Vsa čast, priznanje in zahvala jim! Kmalu so začele deževati prijave od zadimljenih Jesenic, pa do obmorskega Kopra in partizanskega Črnomlja, le Celje — mesto belo je onemelo. Od vseh strani so se zgrinjali matematiki, fiziki in astronomi proti mariborskemu stekališču. Ni jih bilo sicer neskončno mnogo, vendarle vsaj desetkrat več kot jih je naštel »amatematični« mariborski dopisnik »Dela« oz. njegov poniglavi pajdaš — tiskarski škrat. Za tako zabavne ljudi kot so matematiki in fiziki in tako vprežene prosvetne delavce, ki morajo včasih — kot smo izvedeli — poučevati dnevno tudi po 6 do 8 ur, je bila vožnja v Maribor prava malenkost. Prihajajoči iz čemerno meglene Ljubljane smo bili v Mariboru prav prijetno presenečeni: pozdravilo nas je dobrotno jesensko sonce in naši vrli mariborski tovariši. Tudi tovarišica Milica, spiritus agens letošnjega občnega zbora, je z resnim nasmeškom sprejemala poročila potnih maršalov. Tovarišica Neda in tovariš Milan sta nas vešče vodila preko razbitih in razritih mariborskih avenij, pri čemer so nekateri naši mlajši kolegi pokazali prav zavidljive fizikalne sposobnosti. Iz prijetnih hotelov, kjer smo se komaj oddahnili, smo se napotili v »Elektrokovino«, kjer so nekateri naši tovariši izpričali izredno vnemo in zanimanje. Po šolskem geslu, da je treba spraševati vsak dan — tudi v soboto, so zasipali potrpežljive vodiče, ki so le s težavo konkurirali hrupni govorici kovinskih robotov. Vsekakor je radovedna množica, ki se je potrpežljivo pomikala s praznimi želodci iz ene hale v drugo, izpričala tudi visoko stopnjo discipline.

Že pred 16. uro, ko naj bi se začelo zborovanje, je bila zborovalna dvorana v Domu inženirjev in tehnikov povsem zasedena. Bohotna luč iz razkošnih lestencev se je diskretno razlivala po Pitagorovi armadi in mehko božala dragocene zavese.

Z zamudo, ki bi bila spričo tako velikega zbora lahko večja, je začel zborovanje predsednik tov. dr. Vadnal. Najprej se je toplo zahvalil mariborskim tovarišem za njihovo požrtvovalnost pri organizaciji občnega zbora, nato pa vsem našim prosvetnim forumom, ki so s polnim razumevanjem našega dela in naporov mnogo pripomogli k temu doslej največjemu občnemu zboru našega društva. Z enominutnim molkom so zborovalci počastili spomin naših dobrih tovarišev in zaslužnih profesorjev — Janeza Janžekoviča, Janka Branca in Albina Žabkarja. Z velikim navdušenjem so tudi odobrili pozdravno pismo starosti slovenskih matematikov in vzornemu učitelju številnih slovenskih matematikov in fizikov prof. dr. Josipu Plemlju z željo, da bi navzlic častitljivi starosti ostal še dolgo med nami čil in krepak.

Na splošno željo so poslej vodili občni zbor mariborski tovariši: Milan Kac, Neda Kotnikova in Franček Bezjak. V svojem obširnem in jedrnatem poročilu je tov. predsednik dr. Vadnal očrtal pestro dejavnost in napore društva v preteklem letu in se dotaknil vseh najbolj perečih problemov, ki nas tarejo. S toplo besedo se je zahvalil našim prosvetnim in političnim oblastem, ki so tudi v preteklem letu pravilno in uvidevno vrednotile naše delo ter nas podpirale moralno in materialno. »Pripričani smo,« je dejal, »da naša javnost ne bo dovolila, da bi v poplavi naši mladini škodljive in plehke literature zamrla moralno in znanstveno kvalitetna literatura, h kateri upravičeno lahko štejemo tudi naš »Obzornik za matematiko in fiziko« ter našo popularno knjižnico »Sigo«, ki ju izdajamo s toliko ljubeznijo in žrtvami. Naša že tradicionalna prizadevanja za popularizacijo matematike in fizike med mladino so prav letos pokazala izredno velike uspehe — ne samo na državnem tekmovanju v Beogradu in mednarodnem tekmovanju na Poljskem, temveč tudi v tem, da smo pridobili za študij matematike in fizike na univerzi in na višji pedagoški šoli — rekordno število slušateljev, naših bodočih naslednikov.« Dalje je opozoril na važen premik na šolah, da namreč univerza ne vzgaja več samo bodočih pedagogov, temveč tudi znanstvenike in visoko kvalificirane kadre za naše mlado gospodarstvo. Glede reform v našem šolstvu je izrazil zaskrbljenost, da se včasih uvajajo prepozno in morda premalo vsestransko pretehtane. Zborovalce prosi, da naj v diskusiji temeljito pretresejo načrt nove mature ter pereče stanje matematike in fizike na šolah vseh stopenj, ki se včasih prav tragično odraža pri prehodu učencev s šole na šolo in z nižje stopnje na višjo. Končal je: »Mislim, da moramo vse uspehe našega društva pripisati zares tovariški in delovni atmosferi, ki je bila lastna našim odbornikom in številnim svetovalcem, ki so vselej radi in nesebično priskočili na pomoč, kadar koli smo se obrnili nanje, zares tovariškemu vzdušju v društvu, ki je prežeto z visoko delovno moralo in ki ni skalnjeno z materialnimi odnosi.«

Po poročilu tajnika Franceta Šušteršiča, blagajnika Vilija Sladiča, odbornika za popularizacijo matematične in fiz. znanosti med mladino tov. Stanka Uršiča, odbornice za dvig pouka in predavanja tov. Milice Potiskove, je tehnični urednik »Obzornika« tov. Franc Kvaternik predočil težave, s katerimi izdajamo to našo revijo — večna skrb za finančno kritje, včasih pa tudi pomanjkanje primerne gradiva. Obljubil je, da bo po sklepu uredniškega odbora »Obzornik« prinašal poslej tudi članke in razprave, ki bodo pristopne tudi dijakom in dobrodošle učiteljem matematike in fizike na vseh stopnjah. Krajša poročila o delu podružnic so podali še tovariši iz Maribora, Kopra, Kranja, Murske Sobote itd. Iz vseh je bilo mogoče posneti, s kolikim idealizmom in požrtvovalnostjo premagujejo nekateri tovariši objektivno upravičene, včasih pa tudi povsem nepotrebne težave.

Po kratkem odmoru se je razvila zelo kritična, dobronamerna in precej dolga razprava, ki je zajela predvsem naslednje probleme:

1. Pri pouku matematike in fizike na osnovnih, srednjih in strokovnih šolah še vedno ni prave enotnosti in ustaljenosti. (Učni načrti prehitevajo izdajo učbenikov; število učnih ur ni enotno; mnogo srednjih šol ni verificiranih zaradi pomanjkljive opreme, neustreznega — nekvalificiranega kadra, zaradi pomanjkanja prostora itd.)

2. Za uspešno izvajanje fizikalnih laboratorijskih vaj bi bilo nujno postaviti na večjih šolah laborante, ki bodo profesorju pomagali pri materialni

pripravi vaj, jih pa absolutno voditi ne morejo. Kje bomo dobili toliko učnih moči, ko so učitelji matematike in fizike že danes — preobremenjeni?

3. Šola je živ organizem, ki med drugim potrebuje za svoje življenje in delo — med drugim tudi — miru. Pozdravljamo dobro pretehtane in pametne reforme, ki naj dvignejo našo šolo na višjo raven, toda te reforme naj se ne uvajajo »od zgoraj«, temveč naj o njih razpravljajo in koristno svetujejo tudi tisti, ki bodo te reforme uvajali v svoje delo. Naša šola ima že lepo tradicijo. Zato naj reforme stremijo navzgor, toda naj ne segajo prenašlo in predaleč, da ne bi naše učno delo prešlo v formalizem. Pozdravljamo novo reformo gimnazije, ki daje matematiki in prirodnoslovnim vedam poseben poudarek. Vendar večina zborovalcev odklanja desetdnevno nalogo, ki bo imela iste slabosti kot prejšnja. Problem nove mature je treba še enkrat temeljito preudariti in pripraviti nove predpise za prihodnje leto, ker je zdaj — že prepozno.

4. Matematika in fizika imata na osnovni šoli premalo ur. Ne moremo razumeti, da napreduje otrok s slabimi ocenami, kar je z moralnega in didaktičnega gledišča nesprejemljivo. Za učitelje, ki poučujejo matematiko in fiziko, pa za to nimajo potrebne kvalifikacije, je treba prirejati posebne izpopolnitvene tečaje in jim pomagati pri delu.

5. Lepo je, da absolventi srednjih šol, ki so se odločili za študij matematike in fizike na univerzi ali na višji pedagoški šoli, dobe štipendije, toda tudi učitelju bo treba dati primerne moralnega in materialnega priznanja, da ne bodo mladi diplomanti uhajali v druge službe, ko jih v prosvetni službi tako težko pričakujemo.

6. Društvo naj priskoči na pomoč tistim našim tovarišem, ki za svoje načrte in delo ne najdejo pri nadrejenih pravega razumevanja.

7. Vsem mladim ljudem, ki so nadarjeni za matematiko in fiziko, naj učitelji nudijo pomoč in jih navdušujejo za ta dva predmeta, da se bo vsaj v poznejši bodočnosti popravilo sedanje težko stanje, ki ga najlepše osvetljuje dejstvo, da celo v prestolnici Slovenije manjka 50 % kvalificiranih moči za pouk matematike in fizike v osnovni šoli!

Po izčrpnih debati, v kateri se je večkrat izražalo priznanje društvenemu odboru za njegovo delo, posvečeno znanosti in vzgoji, je bilo prebrano poročilo nadzornega odbora, ki ugotavlja pravilnost dela in veliko prizadevnost celotnega odbora s predlogom o razrešnici, kar so vsi navzoči pozdravili s ploskanjem.

Pri volitvah novega odbora je bil postavljen predlog, da naj ves »stari« odbor, ki je v preteklem letu tako uspešno delal — že zaradi kontinuitete in priznanja ostane. Zborovalci so s ploskanjem preprečili dosedanjim odbornikom, da bi se branili, in tako je šele čez nekaj časa mogel »stari in obenem novi« predsednik uradno kapitulirati in se zahvaliti za ponovno izvolitev z obljubo, da bo tudi novi odbor hodil po poti, ki mu jo je začrtala potreba in letošnji tako uspeli občni zbor. Novi — bolje rečeno: le malo pomlajeni odbor pa je tale: dr. Alojz Vadnal — predsednik, Jože Povšič — podpredsednik, Francè Šušteršič — tajnik, Vili Sladič — blagajnik, Franc Kvaternik — odbornik za publikacije, Stanko Uršič in Marjan Vagaja — vodita odsek za popularizacijo matematike, fizike in astronomije med mladino, Milica Potisek — odbornica za dvig pouka in predavanja. V širši odbor svetovalcev so bili izvoljeni: dr. Ivan Vidav, dr. Anton Moljk, dr. Ivan Kuščer, dr. Franjo Dominko, dr. Francè Križanič, dr. Niko Prijatelj, dr. Janez Strnad, prof. Francè Ahlin, prof. Milan Kac in prof. Francè Plevnik. Študenti bodo naknadno izbrali svojega kandidata. V nadzorni odbor sta ponovno prišla tov. Lado Pilgram in Ivan Štalec.

Po končanem in precej utrudljivem občnem zboru so se zborovalci razšli po Mariboru, da bi se naučili svežega zraka. Mnogi so — najbrž iz radovednosti zavili v Samopostrežno restavracijo, kjer so prvič doživeli verižno delitev (seveda jedil) v praksi. Petje in veselje pod gostoljubno streho Doma inženirjev in tehnikov je še pozno v noč dalo slutiti, da so se tovariši inženirji spet enkrat lepo sprostili, saj bi nihče ne verjel, da so to matematiki, fiziki in astronomi...

V ranem jutru — ob 9. uri smo se vkrcali v pocestno ladjo, ki nas je prevažala od elektrarne do elektrarne. Šele ko smo praktično vse obrali, smo morali dati prav tovarišu Nikotu, ki je elektrarne in nas ogledoval bolj iz ptičje perspektive, da so si elektrarne na moč podobne in da so v bistvu vse — na prave, v katerih se elektrika »dela«. Vso dolgo pot od Maribora do Raven nas je kratkočasil in učil naš brižni »cicerone« tov. Lep. (Neka tovarišica mi je zaupala, da bi se na vse zadnje lahko podpisal tudi z malo začetnico...) Ravenska gimnazija, ki je verificirana, je vendarle še precej podobna nekaterim — neverificiranim, bo pa — kot vse kaže — že v kratkem po opremi prekosila večino slovenskih gimnazij, ker je bilo vsepovsod čutiti, s kolikšno ljubeznijo in požrtvovalnostjo so Korošci navezani na to svoje ognjišče kulture in prosvete. »Sto tebi sreč, naša mlada koroška gimnazija,« smo čutili v srcu, ko smo se poslavljali iz Raven in od naših koroških tovarišev, ki s toliko vnemo in veseljem delajo v tem — morda malo odmaknjenem, zato pa tem lepšem svetu.

Tisti tovariši, ki so bili v to pač zaradi prevelike oddaljenosti prisiljeni, in oni, ki jih je dvodnevno domotožje preveč zdelalo, so se vkrcali že v prvi vlak, le desetorica »izbranih« se je šele v poznih večernih urah potegnila z brzovlakom proti »deželi Kranjski«, ki jo je menda vse te dni, ko smo uživali štajersko sonce in vino, pridno namakal — dež. Naj vam končno kot tajnik zaupam še to tajno, da se prihodnje leto osorej najbrž vidimo v — Kopru. Torej — na svidenje!

Francè Šušteršič

DIPLOME IZ FIZIKE NA UNIVERZI V LJUBLJANI

Pred štirimi leti (v letniku 6, str. 171, 1959) je Obzornik za matematiko in fiziko objavil seznam 30 tehniških fizikov, ki so na naši univerzi diplomirali od ustanovitve te študijske smeri (1951) do maja 1959. Ker se je od tistega časa število naših inženirjev fizike več kot podvojilo, objavljamo v naslednjem dopolnilo k omenjenemu seznamu. Kot v prejšnjem so tudi v tem seznamu vključeni naslovi diplomskih del. Obenem pa objavljamo seznam tistih, ki so diplomirali iz pedagoške predmetne skupine, s fiziko kot glavnim predmetom.

A. Tehniška fizika (1959—1963)

Tek. št.	Ime diplomanta	Letnica diplome	Tema diplomskega dela
31.	Saša Svetina	1959	Meritev razmerja ujetja L/K pri Ge^{71} s proporcionalnim števcem
32.	Mitja Rosina	1959	Merjenje fotonuklearne absorpcije v kal-ciju. Ločljivost comptonkega spektrometra
33.	Mitja Kregar	1959	Fotonuklearna absorpcija v fosforju

Tek. št.	Ime diplomanta	Letnica diplome	Tema diplomskega dela
34.	Anton Prelesnik	1959	Študij lege protonov kristalne vode rochellske soli z jedrsko magnetno resonanco
35.	Juvencij Kalan	1959	Študij metode za določevanje dislokacij na površini ionskih kristalov
36.	Edo Pirkmajer	1959	Temperaturna odvisnost jedrske magnetne resonance pri trdnem polietilenu
37.	Milan Pintar	1959	Preiskava rotatorjev CH_3 in CH_2Cl z jedrsko magnetno resonanco
38.	Leopold Petek	1960	Difuzija arzena v ploščice germanija
39.	Ljubomir Črepinšek	1960	Preiskava spojev spojnega tranzistorja
40.	Janez Dular	1960	Meritev preseka za fotonuklearno absorpcijo v žveplu
41.	Janez Bajželj	1960	Mehanski filtri
42.	Franc Jan	1960	Umeritev ionizacijske celice
43.	Milan Grgić	1960	G-M števec z geometrijo 4π za merjenje majhnih aktivnosti v volumnih do 2 litra
44.	Franc Žerdin	1960	Absolutna meritev totalnega fotonuklearnega absorpcijskega preseka v aluminiju
45.	Danijela Burg	1960	Meritev tritijevega spektra beta v nizko-energijskem območju s proporcionalnim števcem
46.	Mitja Najžer	1960	Meritev reakcije $J^{127}(n, p)Te^{127}$
47.	Primož Gspan	1960	Meritve fotopomnoževalke FM 50
48.	Bogomir Mihelčič	1960	Polidisperznost pete polimerizacije poliacenaftena
49.	Viktor Dimic	1961	Ločenje plinskih mešanic v plinskem vrtincu
50.	Janez Sušnik	1961	Reaktorski kriostat za obsevanje vzorcev v tekočem dušiku
51.	Tomaž Kalin	1962	Absolutna umeritev nevtronskega izvora z aktivizacijsko metodo
52.	Andrej Ažman	1962	Ujetje K pri K^{40}
53.	Desan Justin	1962	Izračun spektra delcev α po reakciji $V^{51}(\gamma, \alpha)Sc^{47}$ po statističnem modelu v območju veleresonance
54.	Jože Tomšič	1962	Metode za določevanje stika $p-n$ v siliciju. Difuzija bora v silicij tipa n

Tek. št.	Ime diplomanta	Letnica diplome	Tema diplomskega dela
55.	Dušan Venturini	1962	Meritve sprememb magnetnih lastnosti brzoreznega jekla pri spremembah pogojev termične obdelave
56.	Marko Habič	1962	Določanje koncentracije donatorjev in akceptorjev v Si in Ge s Hallovim efektom
57.	Zvonko Trontelj	1962	Izdelava polprevodniških števcov in merjenje reakcije $\text{Al}^{27}(\gamma, \alpha)\text{Na}^{23}$
58.	Peter Kump	1962	Umeritev oblike spektrov gama merjenih s kristalom NaJ (Tl) velikosti $10 \times 10 \text{ cm}$
59.	Peter Tribušon	1962	Merjenje koncentracij cinka v flotacijski jalovini rudnika cinka in svinca v Mežici z rentgensko fluorescenco
60.	Viktor Kraševac	1962	Meritev porazdelitve barvnih centrov v deformiranih kristalih NaCl
61.	Andrej Zajc	1962	Vpliv debeline trdnega izvora na nizkoenergijski spekter beta ter fluorescenčni pridelek Ar, Fe^{55} , Ge^{71}
62.	Bojan Obersnel	1962	Merjenje fluksov termičnih nevtronov z aktivacijsko metodo
63.	Jurij Vdovič	1962	Elastostatični problem sestavljenega rotacijsko simetričnega sistema v trodimenzionalnem prostoru
64.	Ivan Filipič	1962	Koronska tlivka
65.	Marin Bajd	1962	Obravnavanje gibanja fluida v aksialnih turbinah z metodo singularnosti
66.	Gojmir Lahajner	1962	Merjenje energije fotoelektronov
67.	Janez Lapajne	1962	Določevanje velikosti kristalitov uranovega oksida po rentgenski metodi
68.	Dominik Poženel	1962	Študij kinetike izotermne rekristalizacije nizkoogljčnega železa z mikroskopsko preiskavo in merjenjem električne upornosti
69.	Ivan Pepelnjak	1962	Razpad beta In^{115}
70.	Boris Lasič	1962	Meritev absorpcijskega preseka vode in bora s pomočjo izvira nevtronov
71.	Igor Grabec	1962	Merjenje elektronske temperature
72.	Boris Velenšek	1962	Rekuperacija energije v sesalnih ceveh vodnih turbin in faktorji, ki vplivajo nanjo
73.	Petra Beniger	1962	Franck-Hertzov poskus

Tek. št.	Ime diplomanta	Letnica diplome	Tema diplomskega dela
74.	Božidar Brudar	1963	Polprevodniški števci z elektrodifundiranim litijem
75.	Božidar Lednik	1963	Difuzija Li v Si in polprevodniški števci z difundiranim Li
76.	Miha Mali	1963	Kvadrupolna sklopitvena konstanta Na^{23} v rochellski soli
77.	Boris Ponikvar	1963	Higrometer in naprava za sušenje električnih filtrov za kanalno telefonijo
78.	Helena Velikonja	1963	Meritve natezne trdnosti zvarov stekla s kovino
79.	Ana Rudolf	1963	Jedrska magnetna resonanca paramagnetne snovi UF_4
80.	Igor Levstek	1963	Nuklearna magnetna resonanca štirispinskega sistema
81.	Cvetko Ščuka	1963	Merjenje frekvenčnega kolebanja in izdelava ter umeritev merilnika za frekvenčno kolebanje pri magneto fonih
82.	Raša Pirc	1963	Jedrska absorpcija žarkov γ pri kisiku
83.	Peter Vencelj	1963	Maxwellski plin kot model nevtronskega moderatorja
84.	Peter Podnar	1963	Študij XeF_4 z jedrsko magnetno resonanco

B. Fizika z matematiko (1930—1963)

1. Miroslav Adlešič (fizika s fizikalno kemijo)	1930	16. Gabrijel Fabjančič	1956
2. Josip Potokar	1930	17. Dušan Petrač	1956
3. Stanislav Toš	1950	18. Peter Mikeln	1957
4. Darko Jamnik	1951	19. Jelena Hudoklin	1958
5. Savo Bratož	1951	20. Miloš Arko	1958
6. Milan Čopič	1951	21. Jože Camloh	1958
7. Peter Gosar	1951	22. Bojan Povh	1958
8. Franc Plevnik	1951	23. Cvetka Bartol	1958
9. Črt Zupančič	1952	24. Franc Garb	1958
10. Marjan Štrle (geofizik)	1952	25. Valentin Pivk	1959
11. Radovan Tavzes	1954	26. Branko Roblek	1959
12. Rajko Korbar	1954	27. Rudolf Ogrin	1960
13. Marjan Ribarič	1954	28. Aleksander Kregar	1960
14. Jože Žumer	1954	29. Ivan Mlinar	1961
15. Marjan Opeka	1956	30. Marjan Hribar	1962
		31. Marija Simonič	1963

MATEMATIKA V 1. RAZREDU GIMNAZIJE

V šolskem letu 1962/63 se je začel uveljavljati v gimnazijah reformirani učni načrt za vse predmete. Da bi proučili ustreznost reformiranih učnih načrtov, je Zavod za napredok šolstva SRS dobil nalogo, da študijsko spremlja in analizira uvedbo novih učnih načrtov za matematiko v gimnaziji. Ker je v primerjavi s prejšnjim novi učni načrt v mnogočem spremenjen, deloma docela nov, bo mogoče ob skrbni analizi:

a) že sproti odklanjati večje slabosti novega učnega načrta in opozarjati učitelje na težave in probleme, ki se pojavljajo v praksi — in

b) sistematično zbirati gradivo za poznejšo dokončno redakcijo novega učnega načrta.

Pri poizkusu novega učnega načrta so v šolskem letu 1962/63 sodelovali:

1. prof. Ivan Pucelj, I. gimnazija — Ljubljana;
2. prof. Aleksander Cokan, gimnazija Ljubljana-Vič;
3. prof. Srečko Kovačič, gimnazija Kočevje;
4. prof. Jože Lep, gimnazija Ravne na Koroškem;
5. prof. Iva Seliškar, gimnazija Murska Sobota;
6. prof. Dušan Petrač, gimnazija Kranj.

Vsem profesorjem je bilo naročeno, naj v poseben zvezek beležijo:

1. temeljno snov s številom ur, ki so jih porabili za razlago in utrjevanje;
2. dodatno snov, ki je bila potrebna za dopolnitev razlage;
3. vrzeli v učenčevem znanju;
4. dojemljivost snovi;
5. gravitacijo snovi;
6. učne metode, ki so jo uporabili;
7. vire in sredstva.

Temeljno snov po novem učnem načrtu, ki smo ga že objavili v naši reviji, smo porazdelili na 19 poglavij. Spodaj so navedena poglavja — samo začetne besede vsakega odstavka — ter povprečno število ur, ki so jih namenili vsakemu poglavju za razlago in utrjevanje:

Aritmetika

- | | |
|--|------|
| 1. Naravna števila | 9 ur |
| 2. Subtrakcija in negativna števila | 3 ur |
| 3. Deljenje in ulomki | 5 ur |
| 4. Neperiodična, neskončna decimalna števila | 5 ur |

Algebra in analiza

- | | |
|----------------------------|-------|
| 5. Koordinatni sistem | 13 ur |
| 6. Sistemi linearnih enačb | 9 ur |
| 7. Potence | 7 ur |
| 8. Algebrski izrazi | 8 ur |

Geometrija

9. Uvod v geometrijo	2 uri
10. Aksiomi lege in urejenosti	2 uri
11. Aksiomi gibanja	10 ur
12. Aksiom o vzporednici	2 uri
13. Osnovne geometrijske konstrukcije	2 uri
14. Osnovne metode opisne geometrije	8 ur
15. Premiki	1 uro
16. Poligoni	9 ur
17. Definicije in osnovne lastnosti kroga	6 ur
18. Enostavne konstrukcije geometrijskih likov	6 ur
19. Premik stožca	2 uri
Šolske naloge — priprava in poprava	12 ur

skupaj . . . 121 ur

Opombe eksperimentatorjev

a) Temeljna snov.

— »Precej strogo sem se držal reformiranega učnega načrta, vendar je bilo potrebno še marsikje narediti kompromis s starim načrtom in to predvsem zaradi tega, da sem dijakom do neke mere omogočil uporabo starih učbenikov. Minimalni program sem skoraj v celoti izvedel, pri čemer pa ni bilo mogoče obdelati poglavja o potencah in pa predočanja teles v splošnih legah z uporabo poševne projekcije, prečnih in stranskih risov. Smatram, da bi bilo potrebno zaradi obširnosti programa poglavje o potencah prenesti v 2. razred, saj bi bila snov aritmetike in algebre z linearnim programiranjem tudi lepo zaključena.

V aritmetiki sem v uvodu podal pregled racionalnih števil, da bi ugotovil, koliko dijaki še poznajo števila, oz. da bi nakazal potrebo postopne razširjave pojma števila. Mislim, da je to in pa poudarjanje osnovnih računskih zakonitosti dijakom dalo vpogled v zgradbo števil in prispevalo k oblikovanju njihovega logičnega mišljenja. Pri obravnavi naravnih števil sem se največ zadržal pri dekadičnem in drugih številskih sistemih. Obenem z deljivostjo naravnih števil sem obdelal tudi razstavljanje algebraskih izrazov, ker je tudi sicer potrebno dijake pripraviti na algebrasko mišljenje. To poglavje sem zaključil z iskanjem največjega skupnega delitelja (najprej z Evklidovim algoritmom) in najmanjšega skupnega večkratnika naravnih števil in algebraskih izrazov. Odštevanje in negativna števila ter deljenje sem vpeljal z dvojicami. Smatram, da je ta način dijakom dojemljiv in celo zanimiv. Pri utrjevanju pa sem vedno znova opazal, da dijaki nimajo utrjenih osnovnih računskih operacij.

Geometrijo sem zgradil precej strogo aksiomatsko, le ponekod v precej poenostavljeni obliki. Že uvodoma sem nakazal deduktivni značaj geometrije in potrebno po strogosti pri dokazovanju izrekov. Geometrijskega dokazovanja se dijaki nekaj časa niso navadili, vendar je bilo med šolskim letom dovolj priložnosti za utrjevanje. S trikotnikom sem zaključil osnovno aksiomatsko izgradnjo geometrije. Edina slabost aksiomatike je po mojem mnenju v tem, da se večina dijakov uči na pamet po diktatu, ki mu je zato treba posvetiti veliko pazljivost. Obravnavi osnovnih geometrijskih konstrukcij sem pridružil še konstrukcije trikotnikov. Metoda geometrijskih mest naj bi nudila dijakom možnost jasnega vpogleda v reševanje konstrukcijskih problemov, zaradi česar sem se ob tem problemu dlje zadržal.

Menim, da bi se ob uporabi ustreznega učbenika dalo marsikaj bolje obdelati, čeprav vsebinsko programa ne bo mogoče razširiti preko nekega določenega okvira, ki ga bo pokazala praksa in ki je deloma že razviden.»

— »Kot je že razvidno iz samega opisa učnih ur, je snov iz algebre in analize v glavnem predelana in ni bilo večjih težav v časovni razporeditvi snovi. Gotovo je, da so še vedno določene, morda celo velike pomanjkljivosti pri izvajanju učnega načrta, vendar pa izgleda, da ta načrt kar ustreza.

Zdi se mi zelo umestno uvajati številske pojme. Seveda pa so tu še vedno precejšnje težave zlasti, ker je težko dobiti primerne naloge. Mislim, da bo tudi ta pomislek odpadel, ko bomo dobili primeren učbenik. Tudi samo obravnavanje teoretične snovi ima precejšnje težave, ker dijaki na tej stopnji še niso zreli, da bi lahko sami iz razlage izluščili jedro, zato jim je treba važnejše definicije, zakone itd. enostavno diktirati, če hočemo, da imajo v zvezkih pravilno zapisano. Pri samem obravnavanju aritmetike so tudi še težave, ker dijaki še niso dovolj sposobni abstraktnega mišljenja. Čeprav je snov v učnem načrtu še kar precej podrobno razložena, pa vendar predavatelj težko vedno najde pravo mero pri globini in širini obravnavane snovi.

Všeč mi je, da začnemo z uvajanjem koordinatnega sistema in linearnih funkcij in šele nato preidemo na obravnavanje enačb in sistemov. Linearno programiranje je zelo zanimiva snov, vendar pa se mi zdi, da so praktične naloge v zvezi s tem včasih le še pretežke za dijake 1. razreda.»

— »Če analiziram, zakaj mi je 15 % snovi ostalo nepredelano, moram reči:

1. Zaradi pisanja: matematika je področje, kjer je zlasti za tako mlade ljudi, kot so prvošolci gimnazije, za študij potreben dober tekst. Zato je bilo nujno diktirati, kajti sicer se ne bi nič vsedlo. Iz tega sledi, da je nujen dober učbenik, ki se ga bosta oba (učitelj in učenec) v celoti posluževala.

2. Snov je zares obsežna.

V vsej svoji sedanjí širini bo snov možno obdelati le, če se bodo za kontrolo znanja in kot sredstvo navajanja na vztrajno delo učitelji posluževali testov ob zaključnih poglavjih; to sem letos poizkusil v tem razredu in tudi v drugih, pa moram reči, da so čudovito sredstvo, s katerim se množica navaja na stalno delo, ne da bi šel dragoceni čas v izgubo.»

— »Kar zadeva aksiomatiko, menim, naj ostane. Dijaki so ta poglavja dojemali. Glede na to, da imamo sedaj samo 4 in ne 5 ur tedensko, kakor poprej, program pa je zelo obširen, je bilo pred eksperimentom več kot jasno, da bo treba s snovjo hiteti. Praksa je to v polni meri potrdila. Predlagam, da v prihodnje docela izpustimo poglavja opisne geometrije, da bomo lahko predelali ostalo predpisano snov. Mnenja sem, naj se uče tisti dijaki opisno geometrijo, ki bodo šli na tehniko, in sicer 2 leti vsaj po 2 uri tedensko namesto tipkanja in stenografije.»

— »Pri teoriji števil je bilo težko s primernimi nalogami. Dijaki so navajeni računati in predvsem računati. Pripominjali so, le kaj bomo pisali za 1. šolsko nalogo in kako. Program aritmetike, algebre in analize je možno realizirati z velikimi težavami, ker ni knjig. Če pa preveč uporabljáš stare učbenike, pa zaideš v stari program.

Zelo malo sem se pa dotaknil računanja s približki in ocene napake, ker je to v 2. letniku lepo združljivo s fiziko, kjer je to zelo pomembno.»

b) Dodatna snov.

Dodatne snovi je bilo zelo malo, ker je že temeljna bila preveč obsežna.

c) Vrzeli v učenčevem znanju.

Pri tej rubriki je več pripomb in sicer, da dijaki prinesejo precej pomanjkljivo znanje iz osnovne šole o uporabi šestila in ravnila in natančnosti pri konstrukcijah. Da se dijaki ne znajo izražati in je njihov matematični besedni zaklad dokaj pomanjkljiv. Niso predelali nekaterih poglavja iz učnega načrta osnovne šole. Slabo obvladajo računsko tehniko, zlasti deljenje. Dijaki slabo obvladajo algebrajske izraze, prav tako tudi potenciranje decimalnih števil.

d) Dojemljivost snovi.

Ekperimentatorji ugotavljajo, da so dijaki v splošnem hitro dojeli in tudi osvojili novo snov. Skoraj prav tako hitro pozabljajo posebno teoretični del snovi.

e) Gravitacija.

Tu je bilo več predlogov, ki jih pa navajamo v zaključkih. Predlagani so bili še manjši premiki nekaterih poglavij. O tem pa bi bilo potrebno še premisliti in utemeljiti spremembe.

f) Viri in sredstva.

Najvažnejše sredstvo je bila tabla in kreda. Nekateri so se posluževali tudi filmov in listov s skicami in diagrami.

Med vire pa navajajo:

Lastne zapiske z univerze.

Vidav: Višja matematika.

Vakselj: Teorija števil.

Križanič: Križem po matematiki.

Bilimović Andelić: Geometrija za 5. razred gimnazije.

Sajovic: Opisna geometrija.

Gabrovšek in drugi: Aritmetika in algebra za višje razrede gimnazij.

Pilgram-Žabkar: Aritmetika in algebra.

Rašković: Osnovi numeričkog računanja.

Jeran-Sajovic: Osnove opisne geometrije.

Obzornik za matematiko in fiziko.

Andelić: Planimetrija i stereometrija.

Kunc: Aritmetika in algebra.

Ilić-Dajović: Geometrija I.

Ahlin-Sajovic: Analitična geometrija.

Vadnal: Gospodarska matematika.

Rašajski: Algebra za 1. razred.

Iz tega enoletnega preizkusa učnega načrta za 1. razred gimnazije povzamamo naslednje ugotovitve in predloge:

Zaradi obširnosti snovi bi bilo potrebno prenesti poglavje o potencah v 2. razred. Na ta način bi se to poglavje naravno priključilo poglavju o korenih, ki je že predvideno v začetku 2. razreda.

Poglavje o enostavnih konstrukcijah geometrijskih likov z metodama geometrijskih mest in pomožnih likov naj bi bilo porazdeljeno na poglavja, kjer se obravnavajo posamezni geometrijski liki.

V prvem razredu naj bi se obdelale le osnove stereometrije.

Snov iz poglavja »algebrajski izrazi itd.« naj se tudi obravnava že prej in ne šele na koncu šolskega leta.

Opisna geometrija naj se obravnava v 1. razredu le toliko, da dá dijaku nekaj osnov, ki naj mu pomagajo pri nazornem predočanju teles v posebnih in tudi splošnih legah. V celoti naj bi se opisna geometrija obravnavala v 3. in

4. razredu gimnazije po dve strnjeni uri tedensko za tiste dijake, ki jo bodo potrebovali pri bodočem študiju.

Prehod na aksiomatsko metodo predstavlja za vse učence, posebno pa z tiste s slabo podlago, velik skok, ki je brez zadostnega števila ustreznih vaj, nalog in raznih praktičnih primerov zelo težak. Zato je nujno imeti v učbeniku dovolj vaj, ki so sistematično urejene v skladu z učnim načrtom. Prehod od osnovnošolskega načina dela na višjega, zahtevnejšega, ki naj bo veliko bolj poglobljeno tudi po načinu dela in naj daje več poudarka osvajanju in razumevanju pojmov ter sloni predvsem na logičnosti ter aksiomatski metodi je treba izvesti postopno. Učenci v 1. razredu gimnazije le težko dojemajo smisel in potrebo po nekaterih osnovnih, strožjih in eksaktnih matematičnih dokazih. Posamezne trditve, katere skuša učitelj logično dokazovati ali izpeljati, se jim zdijo same po sebi umevne in se sprašujejo, zakaj je to dokazovanje potrebno, čeprav je često v tem bistvo matematičnega pouka. Miselna sposobnost in kritičnost povprečnega dijaka 1. razreda je prilično majhna, zato je treba vložiti veliko truda, da se učenci vsaj malo navadijo preciznega logičnega izražanja in da pridobijo nekaj smisla in občutka za pravilno dojetje posameznih pojmov. To pa terjaja veliko dela in napora od strani profesorja, zato naj bi bil za tako delo tudi primerno nagrajen.

Stanko Uršič

MATEMATIKA

V SPLOŠNO IZOBRAŽEVALNI ŠOLI V SOVJETSKI ZVEZI

Srednje splošno izobraževalne šole, kot jo pojmujemo pri nas, v sovjetskem šolskem sistemu ni ugodno zase obravnavati: raste namreč tako organsko iz osnovne šole, da je možno le v zvezi z njo povsem razumeti njeno strukturo. Zato si bežno oglejmo sovjetsko splošno izobraževalno šolo v celoti, podrobneje pa mesto matematike v njej.

Leto 1959 je pričetek še trajajočega reformnega procesa v splošno izobraževalnem šolstvu SZ. Po tej reformi je

osemletna šola

prva etapa srednjega izobraževanja. Osemletna šola je **enotna** in obvezna za vse otroke od 7 let do 15—16 let. V šolskem letu 1962/63 je delalo že vseh osem razredov osemletne šole po novem predmetniku in po novih učnih načrtih. Reforma osemletne šole je torej že v celoti izvedena. Akademija pedagoških ved RSFSR je pripravila skupno z Ministrstvom prosvete predmetnike in učne načrte. Pogled na predmetnik naj pokaže nekaj značilnosti.

Predmeti	Število ur na teden po razredih							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Splošno izobraževalni predmeti	22	22	22	25	28	29	29	29
od tega matematika	6	6	6	6	6	6	6	5
od tega fizika	—	—	—	—	—	2	2	3
Delo v delavnicah, poskusno-praktično delo v kmetijstvu, gospodinjstvo	2	2	2	2	3	3	3	3
Družbeno koristno delo	—	—	2	2	2	2	2	2
Proizvodno delo v šolskih delavnicah ali v podjetjih.	—	—	—	—	3	3	4	4

Dolžina šolskega leta je za razrede I—IV 35 tednov, za razrede V—VII 38 tednov (od tega 2 strnjena tedna ob koncu šolskega leta na proizvodnem delu), za VIII. razred 39 tednov (od tega 2 strnjena tedna ob koncu šolskega leta na proizvodnem delu in dva tedna na pripravi in opravljanju zaključnih izpitov).

V predmetniku vsekakor izstopa matematika z visokim številom ur in tudi fiziki jih je odmerjenih kar lepo število. Izstopa še to, da je primeren poudarek na delu v delavnicah, na poskusno praktičnem delu v kmetijstvu, na gospodinjstvu, na družbeno koristnem delu in na proizvodnem delu. Tu je izobraževanje politehnično, ko se vsak učenec spozna z obdelavo lesa, kovin in z delom v kmetijstvu, dekleta pa še z gospodinjstvom.

Kako mesto ima matematika in kaj se od nje pričakuje — to naj povedo še učni načrti sami.

V. razred

ARITMETIKA

(6 ur tedensko, v celoti 216 ur)

1. Naravna števila (40 ur)

V tem številu ur se obdela tudi sistem metrskih mer in časovne mere.

2. Ulomki (66 ur)

V tem številu se obdelajo tudi poglavja iz geometrije: Pravi kot. Stopinja in minuta. Transportir. Ploščina pravokotnika in kvadrata. Prostornina kvadra in kocke. Konstrukcija pravokotnih in sektorskih diagramov.

3. Decimalni ulomki (66 ur)

Vmes tudi: pojem procenta, določanje procentnega deleža, določanje osnovne vrednosti. Iz geometrije pa: določevanje obsega in ploščine kvadrata, pravokotnika, trikotnika, površine in prostornine kvadra in kocke — vse to po danih podatkih, pa tudi podatkih, ki jih učenci dobijo z neposrednim merjenjem.

Tudi: sestavljanje preprostega proračuna.

4. Kombinirane operacije med nedecimalnimi in decimalnimi ulomki (24 ur)

Odnos med količinami. Merila in njih uporaba pri risanju diagramov in sestavljanju načrtov. Določevanje razdalje 2 točk na načrtu ali zemljevidu.

5. Ponavljanje (12 ur)

Od tega 8 ur za terensko merjenje, ki se opravi že med šolskim letom v primernem času.

VI. razred

(6 ur tedensko, v celoti 216 ur)

ARITMETIKA

(4 ure tedensko v prvem polletju, skupno 64 ur)

1. Računanje s približnimi vrednostmi (16 ur)

Natančne in približne vrednosti merskih števil. Absolutna napaka. Veljavne številke. Seštevanje, odštevanje, množenje in deljenje s približnimi vrednostmi. Pravila za določevanje mest.

2. Procentni račun (18 ur)

Tri osnovne naloge. Določevanje procentnega deleža, osnovne vrednosti in procentne mere. Relativna napaka. Sestavljanje formul za reševanje procentnih nalog.

3. Sorazmerje. Prema- in obratna sorazmernost količin (24 ur)

Razmerje. Sprememba razmerja, izraženega z ulomki, v razmerje, izraženo z naravnimi števili.

Sorazmerje, osnovna lastnost sorazmerja. Določanje neznanega člena sorazmerja. Prestavljanje členov v razmerju. Prema- in obratna sorazmernost količin. Naloge s sorazmernimi količinami in naloge o sorazmernem deljenju.

4. Ponavljanje (6 ur)

ALGEBRA

(4 ure na teden v drugem polletju, skupno 80 ur)

1. Algebrski izrazi (12 ur)

Črka — znak za število. Sestavljanje formul za reševanje nalog. Algebrski izrazi, Zakonitosti aritmetičnih operacij, zapisane s črkami.

Vrstni red operacij in uporaba oklepajev. Numerična vrednost algebrskega izraza. Sestavljanje tabel za numerične vrednosti algebrskega izraza.

2. Racionalna števila. Enačbe (2 uri)

Pozitivna in negativna števila. Številska os. Nasprotna števila. Absolutna vrednost. Enakost števil, znaki neenakosti.

Seštevanje, odštevanje, algebrska vsota. Množenje in deljenje. Potence z naravnim eksponentom. Razširitev zakonov aritmetičnih operacij na racionalna števila.

Enačbe prve stopnje z eno neznanko. Reševanje nalog, ki se prevedejo na reševanje enačb.

Grafi temperature in enakomernega gibanja.

3. Operacije s celimi algebrskimi izrazi (40 ur)

Enočlenik in mnogočlenik. Koficient. Seštevanje, odštevanje in množenje z enočleniki in mnogočleniki. Potenciranje enočlenika z naravnim eksponentom. Zveze

$$(a \pm b)^2, (a + b)(a - b), (a \pm b)^3$$

Deljenje enočlenikov in mnogočlenikov z enočlenikom.

Uporaba pravil, veljavnih za operacije na enočlenikih in mnogočlenikih, pri reševanju enačb prve stopnje z eno neznanko (koeficienti numerični).

GEOMETRIJA

(2 uri tedensko, skupno 72 ur)

1. Osnovno (16 ur)

2. Trikotnik (30 ur)

Tudi direktni in obratni izreki o odnosih med stranicami in koti trikotnika, projekcija daljice na premice.

3. Vzporednost (20 ur)

Vzporedne premice. Pravokotnici na isto premico sta vzporedni. Pogoji za paralelnost glede na protikota, izmenična kota, prikota. Konstrukcija paralelne premice z ravnilom in trikotnikom. Aksiom o vzporednosti. Lastnosti kotov ob premici, ki seče 2 vzporednici.

Vsota notranjih kotov v trikotniku. Lastnosti zunanjega kota trikotnika. Lastnost katete, ki leži nasproti kota 30° .

Koti s paralelnimi kraki, kot s pravokotnimi kraki.

Določevanje paralelnih premic na terenu. Določevanje razdalj, ki za merjenje niso dostopna. Snemanje načrta za preprosto zemljišče z metodo delitve na trikotnike.

4. Ponavljanje (6 ur)

VII. razred

(6 ur tedensko, v celoti 216 ur)

ALGEBRA

(4 ure tedensko v prvem polletju, po 3 ure tedensko v drugem polletju, skupno 124 ur)

1. Enačba prve stopnje z eno neznanko (24 ur)

Identiteta in enačba. Rešitve enačbe. Pojem ekvivalentnosti pri enačbah. Osnovne lastnosti enačb. Reševanje. Sestavljanje enačb k nalogam.

2. Razstavljanje mnogočlenikov (28 ur)

Izpostavljanje skupnega faktorja. Zbiranje v skupine. Razstavljanje po obrazcih. Tudi razstavljanje $a^3 \pm b^3$. Deljenje mnogočlenika, ki izkorišča formule množenja.

3. Algebrajski ulomki (32 ur)

Algebrajski ulomek. Osnovna lastnost ulomka. Krajšanje ulomka. Pisava $\frac{1}{a^n} = a^{-n}$ (n — naravno število). Pretvarjanje na skupni imenovalac. Seštevanje, odštevanje, množenje in deljenje ulomkov. Potenciranje ulomka z naravnim eksponentom.

Reševanje enačb z numeričnimi koeficienti, ki imajo neznanko v imenovalcu. Primeri reševanja enačb prve stopnje z običnimi koeficienti.

4. Koordinate in preprosti grafikoni (12 ur)

Koordinatni osi. Abcisa in ordinata točke na ravnini. Določanje lege točke k danim koordinatam in obratna naloga. Načrtovanje grafov za odvisnosti:

$$y = ax, y = ax + b, y = \frac{a}{x}$$

5. Sistem enačb prve stopnje z 2 neznankama (20 ur)

Enačba prve stopnje z dvema neznankama: nje geometrijska predstava. Sistem enačb prve stopnje z 2 neznankama in reševanje z metodo substitucije in z metodo seštevanja.

Geometrijsko tolmačenje sistema enačb prve stopnje z 2 neznankama (sekanje, sovpadanje, paralelnost premic, ki pripadajo posamezni enačbi sistema).

Naloge, ki prevedejo na reševanje sistema 2 enačb prve stopnje z dvema neznankama.

6. Ponavljanje (8 ur)

GEOMETRIJA

(2 uri tedensko v prvem polletju, 3 ure tedensko v drugem polletju, skupno 92 ur)

1. Četverokotniki (20 ur)

Vsota notranjih kotov. Paralelogram in njegove lastnosti. Centralna simetrija. Centralna simetrija paralelograma. Pravokotnik, romb, kvadrat: njih osnovne lastnosti; osi simetrije. Konstruiranje paralelograma.

Lastnosti odsekov, ki jih par vzporednic odseče na krakih kota. Delitev daljice na enake dele. Srednjica trikotnika in nje lastnosti. Trapez. Srednjica trapeza. Konstruiranje trapeza. Lastnost kotne simetrale trikotnika.

2. Ploščina mnogokotnika. Površina in prostornina prizme (30 ur)

Določevanje ploščine. Ploščina kvadrata. Tabela kvadratov. Izračunavanje stranice ob znani ploščini kvadrata. Kvadratni koren; tabele kvadratnih korenov. Ploščina pravokotnika. Pitagorov izrek. Ploščina paralelograma, trikotnika, trapeza. Izračunavanje ploščin mnogokotnikov.

Pokončna prizma: ploskve, robovi, oglišča in njih medsebojna lega; mreža (za trostrano in četrtostrano prizmo); površina.

Določevanje prostornine. Prostornina kocke, kvadra, tristrane in četrtostrane pokončne prizme.

Izračunavanje ploščine zemljišča. Izračunavanje površin in prostornin geometrijskih modelov in preprostejših detajlov, ki jih učenci srečujejo v šolski delavnici — potrebne podatke sami izmerijo.

3. Krožnice (34 ur)

Krožnica skozi 3 dane točke; pogoji, da je konstrukcija možna.

Odvisnost med tetivo in lokom. Lastnosti premera, pravokotnega na tetivo; obratni izreki. Lastnosti lokov med paralelnimi tetivami.

Medsebojna lega premice in krožnice. Tangenta. Izrek in obratni izrek o tangenti. Medsebojne lege dveh krogov.

Koti v krogu. Kot med tetivo in tangento.

Odnos med dolžino krožnice in premerom (eksperimentalna pot). Dolžina krožnice in dolžina loka v krogu; ploščina krožnice in ploščina izseka v krogu. Uporaba tabel za izračunavanje obsega in ploščine kroga in za reševanje obratnih nalog.

Valj; mreža; površina in prostornina.

Določevanje površine in prostornine valja po izmerjenih podatkih.

4. Ponavljanje (8 ur)

VIII. razred

(5 ur tedensko, v celoti 175 ur)

ALGEBRA

(3 ure tedensko v prvem polletju in 2 uri tedensko
v drugem polletju, skupno 86 ur)

1. Logaritmično računalo (9 ur)

Osnovna skala. Množenje in deljenje.

2. Kvadratni koren in kvadratne enačbe (44 ur)

Načrtovanje grafikona za odvisnost $y = x^2$. Določevanje kvadratov po tabelah in z logaritmičnim računalom.

Kvadratni koren in njegov aritmetični pomen. Približna vrednost kvadratnega korena iz pozitivnega števila. Grafikon za odvisnost $y = \sqrt{x}$.

Kvadratni koren produkta, ulomka in potence. Delno korenjenje in postavljanje faktorja pod kvadratni koren. Določevanje kvadratnega korena iz pozitivnega števila po tabelah in z logaritmičnim računalom. Popolne in nepopolne kvadratne enačbe. Reševanje kvadratnih enačb z numeričnimi koeficienti. Grafično reševanje kvadratne enačbe (uporabljaajoč grafikon $y = x^2$).

Zveze med rešitvama in koeficienti kvadratne enačbe.

Razstavljanje kvadratnega tročlenika na linearne faktorje.

Sistem enačb, ki ima eno enačbo druge stopnje in eno enačbo prve stopnje.

Naloge, ki privedejo na kvadratne enačbe.

3. Funkcije in grafikoni (23 ur)

Spremenljive količine. Funkcionalna odvisnost, argument in funkcija.

Načini podajanja funkcije.

Linearna funkcija $y = ax + b$. Geometrijski pomen koeficientov v linearni funkciji. Izrek: »grafikon linearne funkcije je premica«. Kvadratni tročlenik $y = ax^2 + bx + c$. Pretvorbe na obliko s popolnim kvadratom. Grafikon funkcije $y = ax^2 + bx + c$; predznak, intervali naraščanja in padanja, najmanjša ali največja vrednost. Grafikon funkcije $y = x^3$. Pojem kubičnega korena. Določevanje kubičnega korena po tabelah in z logaritmičnim računalom. Grafikon funkcije $y = \sqrt[3]{x}$.

Vaje v načrtovanju grafikonov preprostejših funkcij. Približno in grafično reševanje enačb in sistemov enačb. Reševanje ustreznih nalog iz geometrije.

4. Ponavljanje (10 ur)

GEOMETRIJA

(2 uri tedensko v prvem polletju in 3 ure tedensko
v drugem polletju, skupno 89 ur)

1. Sorazmerni odseki. Podobni liki (30 ur)

Razmerje in sorazmerje odsekov. Sorazmernost odsekov na premicah, ki jih seče nekaj paralelnih premic. Delitev daljice v danem razmerju. Podobnost trikotnikov. Podobnostni izreki. Podobnost mnogokotnikov. Razmerje med obsegi in razmerje med ploščinami pri podobnih mnogokotnikih. Sorazmernostno šestilo. Sorazmernostna merila. Konstruiranje podobnih likov. Snemanje načrta zemljišča.

2. Trigonometrične funkcije ostrega kota (15 ur)

Sinus, kosinus, tangens in kotangens za ostri kot. Vrednosti za kote 30° , 45° , 60° .

Tabele trigonometričnih funkcij.

Zveza med stranicami in koti v pravokotnem trikotniku. Reševanje pravokotnih trikotnikov.

Kot med premico in ravnino. Določevanje nedostopnih višin. Določevanje nedostopnih razdalj.

3. Včrtani in očrtani mnogokotniki (12 ur)

Vsota notranjih in zunanjih kotov konveksnega mnogokotnika.

Včrtani in očrtani trikotniki. Izražanje stranice pravilnega mnogokotnika z radijem očrtanega kroga. Lastnosti včrtanih in očrtanih četverokotnikov. Pravilni mnogokotniki, Konstruiranje pravilnega šesterokotnika, trikotnika in četverokotnika.

Ploščina pravilnega mnogokotnika.

4. Površine in prostornine geometrijskih teles (20 ur)

Pravilna prizma. Pravilna piramida. Mreže. Površine pravilnih prizem in pravilnih piramid. Prostornina piramide (po eksperimentalni poti). Določevanje površin in prostornin za geometrijska telesa po danih podatkih in tudi po podatkih, ki jih učenci dobijo z neposrednim merjenjem (stožec, krogla in druga telesa, upoštevajoč izkušnost učencev v proizvodnji).

5. Ponavljanje (12 ur)

Prihodnjič: Druga etapa srednjega izobraževanja.

Jože Lep

ZA MLADE MATEMATIKE IN FIZIKE

Matematika

13. Kakšen odnos mora biti med koeficienti kvadratne enačbe $ax^2 + bx + c = 0$, da bo en koren enak sinusu nekega kota, drugi pa tangensu istega kota? (Josip Globevnik)

14. Reši enačbo $2 \log_x a + \log_{ax} a + 3 \log_{a^2x} a = 0!$

(Republiško tekmovanje v Minsku)

15. Dana so naravna števila $a_0, a_1, \dots, a_{100}$, ki zadoščajo pogoju $a_1 > a_0$, $a_2 = 3a_1 - 2a_0$, $a_3 = 3a_2 - 2a_1, \dots, a_{100} = 3a_{99} - 2a_{98}$. Dokazi, da je $a_{100} > 2^{99}$! (Republiško tekmovanje v Moskvi — 8. razred)

16. Načrtaj trikotnik z dvema danima stranicama tako, da njuni simetrali oklepata pravi kot! (9. razred)

17. x, y, z so poljubna, paroma različna cela števila. Dokazati, da je izraz $(x - y)^5 + (y - z)^5 + (z - x)^5$ deljiv s $5(x - y)(y - z)(z - x)$. (10. razred)

18. Koti v trikotniku x, y, z tvorijo aritmetično zaporedje, če je

$$\frac{\sin x + \sin y + \sin z}{\cos x + \cos y + \cos z} = \sqrt{3}$$

Dokazi!

In še nekaj rešitev:

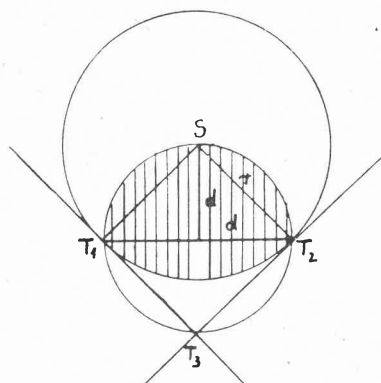
1. Določi parameter λ v enačbi premice $x - (\lambda + 2)y - \lambda - 4 = 0$ tako, da je premica oddaljena od središča kroga $x^2 + y^2 + 4x - 4y - 17 = 0$ za $\frac{5}{\sqrt{2}}$.

Tangenti kroga v sečiščih z dano premico in ta premica tvorijo trikotnik. Določi ploščino lika, ki ga skupno pokrivata dani krog in temu trikotniku opisani krog! (Za λ izberi celoštevilčno rešitev!)

$$x - (\lambda + 2)y - \lambda - 4 = 0$$

$$x^2 + y^2 + 4x - 4y - 17 = 0 \quad d = \frac{5}{\sqrt{2}}$$

$$(x + 2)^2 + (y - 2)^2 = 5^2 \quad r = 5$$



Ker je $r^2 = 2d^2$, je lik $St_1T_2T_3$ kvadrat s stranico r in trikotnik $T_1T_2T_3$ enakokrak pravokoten trikotnik. Iskana ploščina T_1T_2S je:

$$p = \frac{\pi d^2}{2} + \frac{\pi r^2}{4} - d^2 = \frac{25\pi}{4} + \frac{25\pi}{4} - \frac{25}{2} = \frac{25}{2}(\pi - 1)$$

λ dobimo iz enačbe

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

2. Polmer kroga, ki je včrtan pravokotnemu trikotniku, meri r . Polmer kroga, ki se dotika od zunaj hipotenuze in podaljškov katet, meri R . Kolika je ploščina trikotnika?

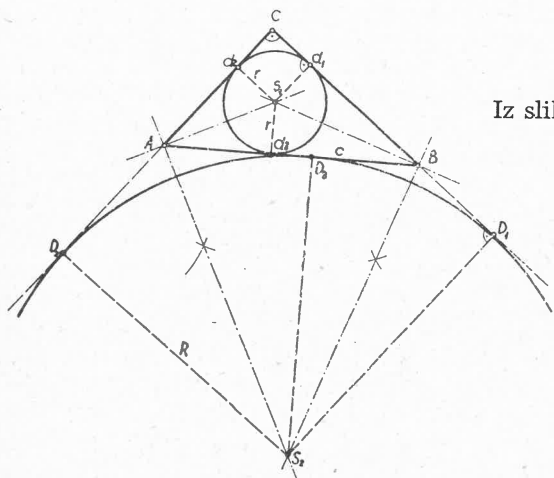
Rešitev Franca Dacarja iz Ljubljane:

Na sliki je načrtan pravokotni trikotnik ABC ter njegov včrtani in pričrtani krog nad hipotenuzo s polmeroma r in R .

Ker sta v trikotniku ABC trikotnika Ad_1S_1 in AS_1d_2 skladna in tako tudi trikotnika S_1d_3B in S_1Bd_1 , sklepamo, da je ploščina trikotnika ABC

$$p = r^2 + rc \quad (1)$$

Iz skladnosti trikotnikov $S_2AD_2 = AS_2D_3$ in $S_2BD_3 = BS_2D_1$ sledi, da je ploščina lika $AD_2S_2D_1B$ enaka $P = cR$.



Iz slike je razvidno, da je $P + p = R^2$

ali

$$cR + r^2 + rc = R^2$$

$$c(R - r) = R^2 - r^2$$

$$c = R - r \quad (2)$$

Če (2) vstavimo v (1), dobimo: $p = r(r + c) = r(r + R - r) = Rr$.

3. Dokazi, da je $\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \gamma$, če je $\alpha + \beta + \gamma = \pi$!

Rešitev Vinka Potočnika iz Škofje Loke:

$$\alpha + \beta + \gamma = \pi \quad \gamma = \pi - (\alpha + \beta)$$

$$\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta} (1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta) + \operatorname{tg} \gamma =$$

$$= \operatorname{tg}(\alpha + \beta) (1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta) + \operatorname{tg} \gamma, \text{ ker je } \operatorname{tg}(\alpha + \beta) = -\operatorname{tg} \gamma,$$

sledi $\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \gamma$!

S. Uršič

Fizika.

7. Coulombov zakon pove, da pojema v polju točkastega naelektrenega telesa električna poljska jakost obratno sorazmerno s kvadratom razdalje. Izpelji iz tega, da je električno polje v polju ploščatega kondenzatorja homogeno! — Navodilo: Površino elektrode si misli razdeljeno na primerno oblikovane ozke pasove! Za naboj, ki sedi na vsakem pasu, izračunaj, kolikšno poljsko jakost ustvari v neki točki med elektrodama! Celotno poljsko jakost dobiš s seštevanjem (z integriranjem).

8. Ko merimo gonilno napetost nekega galvanskega elementa po kompenzacijskem načinu, rabimo 2-voltni akumulator, ki je praktično brez upora, metrsko merilno žico z uporom 7 ohmov ter galvanometer z uporom 10 ohmov. Ko je drsnik pri znamenju 750 mm, tako da sta merjeni galvanski element in galvanometer priključena na $\frac{3}{4}$ celotne dolžine merilne žice, galvanometer ne kaže odklona. Kolikšna je gonilna napetost elementa? Kolikšen tok pa dobimo v galvanometru, ko premaknemo drsnik za 1 milimeter (do znamenja 715 mm), če ima merjeni element notranji upor 3 ohme?

9. Tuljava, ki ima obliko tankega obroča, je neovirano vrtljiva okrog navpične osi, ki leži v ravnini ovojev. Ko napeljemo skozi tuljavo (preko mehkih žic, ki ne ovirajo vrtenja) enosmeren tok, tuljava zaniha pod vplivom zemeljskega magnetnega polja, kot kaka magnetnica. Od česa je odvisen nihajni čas in kakšna je ta odvisnost, če je amplituda majhna?

10. *Namazana plošča.* Veliko ravno gladko ploščo namažemo z enakomerno tanko plastjo močno viskozne tekočine, potem pa postavimo ploščo v pokončno lego. Kako odteka tekočina?

I. Kuščer

11. *Optimalno navitje tuljave.* Na valj z danim radijem na gosto navijemo tuljavo iz zelo tanke žice, ki ima predpisano prostornino. Kako moramo razporediti ovoje (oblikovati profil tuljave), da bo pri dani gostoti toka magnetna poljska jakost v sredini tuljave največja?

S. Pahor

Denarno poslovanje »Obzornika« v poslovni dobi od 26. X. 1962 do 5. XI. 1963.

a) Poslovanje preko Narodne banke

Dohodki:

Lanski saldo	41.173,— din
Dotacije »Sklada za pospeševanje založništva«	1,600.000,— din
Naročnine	251.205,— din
	1,892.378,— din

Izdatki:

Bančni stroški	19.325,— din
Honorarji	335.553,— din
Tiskarna	1,203.090,— din
	1,557.968,— din
 Saldo v Narodni banki	 334.410,— din

b) Poslovanje preko ročne blagajne

Dohodki:

Lanski saldo	26,— din
Naročnine	114.250,— din
Dvig iz Narodne banke	31.900,— din
	146.176,— din

Izdatki:

Honorarji	81.780,— din
Administracija	60.808,— din
	142.588,— din
 Saldo v ročni blagajni	 3.588,— din

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 101-701-5-1262 z oznako »za Nastavu«.

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 101-707-3-119 Društvu matematičara i fizičara NRS pod označbo »Za Vesnik«. Dopise pošiljajte na naslov društva Beograd pošt. fah 791.

Društvo matematikov in fizikov NRH izdaja za vso državo

MATEMATIČKO-FIZIČKI LIST

za učence srednjih šol. Letnik ima štiri številke, med počitnicami ne izhaja. Letna naročnina je 300 din, posamezna številka 75 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. 400-21-5-883.

Društvo matematikov in fizikov LR Hrvatske izdaja časopis

Glasnik matematičko-fizički i astronomski

Naročnina znaša 600 din, za redne člane Društva 300 din, za ustanove 1000 din. Časopis naročite pri administraciji Glasnika: Hrvatsko prirodoslovno društvo, Zagreb, Ilica št. 16-III. Čekovni račun 400-21-3-323 za Društvo matematičara i fizičara NRH.

Obzornik za matematiko in fiziko izhaja vsak tretji mesec. Izdaja ga Društvo matematikov in fizikov SRS. Urejujejo ga: R. Blinc, P. Gosar, F. Križanič, I. Kuščer, A. Moljk, N. Prijatelj, S. Uršič, I. Vidav. Odgovorni in tehnični urednik: F. Kvaternik. Upravo vodi F. Kvaternik. — Tiska tiskarna ČZP »Ljudska pravica« v Ljubljani. — Naročnina je 400 din, za podjetja in ustanove, ki plačajo po računu, in za naročnike, ki plačajo po terjatvi, pa 450 din. Posamezna številka 120 din. Naročnino nakažite na čekovni račun 600-14-608-34.

Dopise pošiljajte in list naročajte na naslov:

Obzornik za matematiko in fiziko, Ljubljana, poštni predal 227.