IZDAJA DRUŠTVO MATEMATIKOV, FIZIKOV IN ASTRONOMOV SLOVENIJE

ISSN 0473-7466

2008
Letnik 55
6

OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

OBZORNIK MAT. FIZ. • LJUBLJANA • LETNIK 55 • ŠT. 6 • STR. 201–240 • NOVEMBER 2008

OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Glasilo Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije
Ljubljana, NOVEMBER 2008, letnik 55, številka 6, strani 201–240

Naslov uredništva: DMFA–založništvo, Jadranska ulica 19, p. p. 2964, 1001 Ljubljana **Telefon:** (01) 4766 553, 4232 460 **Telefaks:** (01) 4232 460, 2517 281 **Elektronska pošta:** `Zaloznistvo@dmfa.si` **Internet:** `http://www.obzornik.si/` **Transakcijski račun:** 03100–1000018787 **Devizna nakazila:** SKB banka d.d., Ajdovščina 4, 1513 Ljubljana **SWIFT (BIC):** SKBASI2X **IBAN:** SI56 0310 0100 0018 787

Jezikovno pregledal Janez Juvan.
Natisnila tiskarna COLLEGIUM GRAPHICUM v nakladi 1250 izvodov.

Člani društva prejemajo Obzornik brezplačno. Celoletna članarina znaša 21,00 EUR, za druge družinske člane in študente pa 10,50 EUR. Naročnina za ustanove je 33,38 EUR, za tujino 30,00 EUR. Posamezna številka za člane stane 4,18 EUR, stare številke 2,17 EUR.

DMFA je včlanjeno v Evropsko matematično društvo (EMS), v Mednarodno matematično unijo (IMU), v Evropsko fizikalno društvo (EPS) in v Mednarodno združenje za čisto in uporabno fiziko (IUPAP). DMFA ima pogodbo o recipročnosti z Ameriškim matematičnim društvom (AMS).

Revija izhaja praviloma vsak drugi mesec. Sofinancirata jo Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter Ministrstvo za šolstvo in šport.

 Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana

NAVODILA SODELAVCEM OBZORNIKA ZA ODDAJO PRISPEVKOV

Revija Obzornik za matematiko in fiziko objavlja izvirne znanstvene in strokovne članke iz matematike, fizike in astronomije, včasih tudi kak prevod. Poleg člankov objavlja prikaze novih knjig s teh področij, poročila o dejavnosti Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije ter vesti o drugih pomembnih dogodkih v okviru omenjenih znanstvenih ved. Prispevki naj bodo zanimivi in razumljivi širšemu krogu bralcev, diplomantov iz omenjenih strok.

Članek naj vsebuje naslov, ime avtorja (oz. avtorjev), sedež institucije, kjer avtor(ji) dela(jo), izvleček v slovenskem jeziku, naslov in izvleček v angleškem jeziku, klasifikacijo (MSC oziroma PACS) in citirano literaturo. Slike in tabele, ki naj bodo oštevilčene, morajo imeti dovolj izčrpen opis, da jih lahko večinoma razumemo tudi ločeno od besedila. Avtorji člankov, ki želijo objaviti slike iz drugih virov, si morajo za to sami priskrbeti dovoljenje (copyright). Prispevki so lahko oddani v računalniški datoteki PDF ali pa natisnjeni enostransko na belem papirju formata A4. Zaželena velikost črk je 12 pt, razmik med vrsticami pa vsaj 18 pt.

Prispevke pošljite odgovornemu uredniku ali uredniku za matematiko oziroma fiziko na zgoraj napisani naslov uredništva. Vsak članek se praviloma pošlje dvema anonimnima recenzentoma, ki morata predvsem natančno oceniti, kako je obravnavana tema predstavljena, manj pomembna pa je originalnost (in pri matematičnih člankih splošnost) rezultatov. Če je prispevek sprejet v objavo, potem urednik prosi avtorja še za izvorne računalniške datoteke. Le-te naj bodo praviloma napisane v eni od standardnih različic urejevalnikov TEX oziroma LATEX, kar bo olajšalo uredniški postopek.

Avtor se z oddajo članka strinja tudi z njegovo kasnejšo objavo v elektronski obliki na internetu.

NAGOVOR NA PROSLAVI STOLETNICE ROJSTVA ANTONA PETERLINA*

Danes praznujemo stoto obletnico rojstva velikega slovenskega fizika Antona Peterlina. Profesor dr. Anton Peterlin je bil prvi fizik v Sloveniji, ki je na svojem področju vpeljal mednarodno veljavne kriterije in standarde za znanstveno delo. Bil je redni profesor fizike na Univerzi v Ljubljani ter ustanovitelj in dolgoletni vodja Instituta Jožef Stefan.

Fizika sodi danes po vseh objektivnih merilih med najbolj razvite in najprodornejše znanstvene discipline v Sloveniji. Slovenski fiziki objavljajo svoja dela v odličnih, zelo pogosto tudi v vrhunskih mednarodnih znanstvenih revijah in sodelujejo pri delu mnogih skupin v svetu. Velik del zaslug za tako ugoden razvoj moramo pripisati ravno pionirskemu delu profesorja Peterlina. V času, ko je financiranje znanosti v Sloveniji sorazmerno dobro urejeno in ko je mednarodno sodelovanje naših znanstvenikov skoraj samo po sebi umevno, si je zelo težko predstavljati vso težo in veličino prispevka pionirjev, kot je bil Anton Peterlin. Zelo težko si zamislimo, kako naporno je moralo biti uveljavljanje mednarodnih kriterijev v tedaj še nerazvitem znanstvenem okolju v Sloveniji.

Fakulteta za matematiko in fiziko danes združuje večino visokošolskih učiteljev fizike na Univerzi v Ljubljani in je s tem eden od dedičev Peterlinovega pionirskega prispevka k visoko kvalitetnemu pouku fizike. Učitelji naše fakultete v Peterlinovem paviljonu poučujejo fizikalne predmete, namenjene študentom na večini študijskih programov naravoslovno tehniških fakultet Univerze v Ljubljani. Pri pouku fizike in pri vzgoji mladih raziskovalcev sodelujejo tudi mnogi ugledni raziskovalci z Instituta Jožef Stefan. Raziskovalno in pedagoško delo fizikov na obeh ustanovah je s tem izjemno tesno prepleteno in je zgled dobrega in plodnega sodelovanja, ki je v obojestransko korist.

Med fiziko in matematiko obstajajo pregovorne povezave že mnogo stoletij. Razvoj fizike je vselej stimuliral razvoj matematike, razvoj matematičnih spoznanj in orodij pa je imel tehten vpliv na razvoj fizike. Pri profesorju Peterlinu obstaja še drugačna povezava: k študiju matematike in fizike ga je prvi pritegnil tedanji profesor matematike na Univerzi v Ljubljani Rihard Zupančič. Tudi ko je spoznal, da mladega Peterlina fizika močneje priteguje od matematike, si profesor Zupančič ni obotavljal še naprej pomagati perspektivnemu znanstveniku in je Peterlinu pomagal pridobiti štipendijo za doktorski študij fizike na Univerzi v Berlinu, ki je odločilno vplival na njegov razvoj.

Franc Forstnerič

*Institut Jožef Stefan, 25. septembra 2008.

OB STOLETNICI ROJSTVA ANTONA PETERLINA: USTANOVITEV IN PIONIRSKA LETA IJS

Petindvajsetega septembra 2008 smo na Institutu Jožef Stefan (IJS) praznovali stoletnico rojstva akademika prof. dr. Antona Peterlina (1908–1993). Istega dne smo javnosti predstavili zbornik o njegovem življenju in delu, ki sta ga izdala Slovenska akademija znanosti in umetnosti (SAZU) in IJS. S tem smo počastili delo in zasluge svetovno znanega polimernega fizika, ustanovitelja slovenske fizikalne šole in Instituta Jožef Stefan, danes največjega in najbolj pomembnega raziskovalnega inštituta na naših tleh, ki ga je Peterlin ustvaril in vodil v letih 1947–1958.

Po doktoratu na univerzi v Berlinu leta 1938 je postal Peterlin prvi stalni in sposobni učitelj fizike na Univerzi v Ljubljani, ki je takoj po nastopu začel vpeljevati moderen študij fizike. Po koncu 2. svetovne vojne je spet usposobil fizikalni inštitut na univerzi, ki je med vojno utrpel veliko škodo. Ker je bil njegov namen dvigniti slovensko fiziko, ki je praktično ni bilo, na svetovno raven, si je prizadeval opremiti fizikalni inštitut z novimi modernimi instrumenti. Ti so bili nujno potrebni za temeljno raziskovanje fizikalnih lastnosti materije, z njimi bi mogli konkurirati znanstvenim dosežkom v svetu. Njegov prvi projekt – nakup delov za nevtronski generator na podlagi reakcije D(d,n) ^{3}He v Milanu jeseni 1945 – se je žal izjalovil.

Ko je leta 1946 Boris Kidrič postal zvezni minister za gospodarstvo in predsednik Zvezne planske komisije, je začel ustanavljati raziskovalne inštitute, po sovjetskem vzoru ne na univerzah, temveč pod okriljem akademij; ti inštituti so bili financirani iz zveznih sredstev. Zato je Peterlin že 28. 8. 1946 predložil Akademiji znanosti in umetnosti (AZU) „načrt za ureditev fizikalnega laboratorija za raziskavo jedrskih reakcij“. Ta je nato naslednje leto (1947) ustanovila svoj Fizikalni inštitut, današnji Institut Jožef Stefan, z upravnikom Peterlinom. Toda inštitut ni mogel začeti dela, kajti ni bilo ne osebja, ne opreme, ne literature, ne delovnega prostora. Edina fizika poleg Peterlina sta bila takrat docent Anton Moljk in asistent Ivan Kuščer, ki še nista imela doktorata, edini delovni prostor pa prostori Fizikalnega inštituta Filozofske in Tehniške fakultete v visokem pritličju starega poslopja univerze na Kongresnem trgu, zelo pomanjkljiva literatura pa je bila raztresena po raznih strokovnih knjižnicah univerze.

Leta 1948 se je AZU preimenovala v Slovensko akademijo znanosti in umetnosti (SAZU). Njen Fizikalni inštitut je dobil prve sodelavce in začel nabavljati opremo in literaturo. Ker SAZU ni imela na voljo dovolj denarja za želeno hiter razvoj inštituta in ker ji ni uspelo dobiti dodatnih sredstev od zvezne vlade, je Peterlin uvidel, da brez osebnega pogovora z ministrom Kidričem ne bo pravega napredka. Zato se je sestal z njim v Beogradu 15. 12. 1948 in 16. 2. 1949. Na drugem sestanku sta se domenila, da bo Peterlin ustvaril in razvil inštitut za jedrsko fiziko, ki bo pripravljal postavitev jedrskega reaktorja. V manjšem obsegu bodo v njem raziskovali tudi

Obisk ruske atomske delegacije na IJS leta 1956

makromolekule, ki so bile Peterlinovo strokovno področje. Kidrič je odobril velikansko vsoto (v današnjem denarju okrog 9 milijonov dolarjev) za gradnjo inštituta na Jamovi ulici in nekaj stanovanjskih hiš (zgradili so jih šest), ki so bile nujno potrebne zaradi pomanjkanja stanovanj, ter za nabavo instrumentov, kemikalij in literature. Dodatna sredstva so bila potrebna za nastavitev kadrov in pomožnega osebja ter za specializacijo mladih sodelavcev v tujini.

Peterlin se je z njemu lastno energijo, pronicljivostjo in smotrnostjo takoj lotil dela. Začel je nabavljati opremo, instrumente, literaturo, načrtovati novo stavbo inštituta in iskati sodelavce. Ker edinih možnih sodelavcev fizikov ni mogel navdušiti za delu na inštitutu in ker ni bilo drugih strokovnjakov, je pritegnil vanj predvsem svoje študente fizike, elektrotehnike in kemije. Leta 1949 je imel inštitut že sedem sodelavcev in nekaj študentov višjih letnikov je gradilo prve nove instrumente. Jeseni so začeli kopati temelje nove stavbe inštituta na Jamovi, do konca leta pa so za začasno rabo inštituta adaptirali skladišče na dvorišču SAZU na Salendrovi ulici. Ob selitvi v začetku leta 1950 ni bilo v njem ne vode, ne elektrike, ne plina. Kljub začetnim težavam jim je kmalu uspelo urediti električni in kemijski oddelek (s steklopihaško delavnico), oddelek za jedrsko tehniko in skladišče materiala, naslednje leto pa še mehansko in radijsko delavnico. Pozneje so se jima pridružile še mizarska, fotografska in elektronska delavnica. Iz njih so prihajali nujno potrebni visokokvalitetni izdelki, saj bi bilo predrago kupovati vso opremo in instrumente v tujini. V tem času so usposobili rentgensko aparaturo, gradili dele za nevtronski generator, izdelali enostopni masni spektrometer, razne števce, kvantitativne analizne in spektroskopske metode za določanje izotopov ... in opravljali z njimi meritve. Potekale so študije in načrtovanje pospeševalnika po Van de Graaffu (2 MV), betatrona (31 MeV), naprave za pridobivanje težke vode, preučevanje literature o jedrskih reaktorjih in metod za obogatitev ^{235}U. Posebno slednje tri so bile težavno delo, kajti do leta 1955 so bile vse za uransko kopo bistvene snovi povsod po svetu pod zaporo in ustrezna literatura nedostopna.

Na Prešernov praznik, 8. februarja 1953, je predsednik SAZU Josip Vidmar svečano odprl novo stavbo inštituta, ki je na Peterlinov predlog z dne 24. 5. 1952 dobil ime Fizikalni institut Jožefa Stefana. Ko je 1. 1. 1955 inštitut prešel od SAZU pod pokroviteljstvo Zveznega izvršnega sveta, ga je odtlej financirala in njegov znanstveni program določala Zvezna komisija za nuklearno energijo (ZKNE). Takrat so inštitut preimenovali v Institut Jožef Stefan. Čeprav so po Peterlinovem odhodu ime še nekajkrat spremenili – namen je bil celo odstraniti poimenovanje po Jožefu Stefanu, najbolj vidnem in pomembnem fiziku slovenskega rodu – nosi to ime še danes.

Po selitvi na novo lokacijo je delo v inštitutu spet steklo jeseni 1953. Tega leta so izdelali fluorimeter za določanje urana do koncentracije 10^{-4} %, leto pozneje pa jim je prvič uspelo sintetizirati UF_6, ki je bil potreben za poskuse obogatitve urana. Te so izvajali s poskusno kolono za frakcionirno destilacijo in z drugimi metodami, ki so jih več let neuspešno izboljševali. S polindustrijsko napravo za elektrolizo, ki so jo kupili v tujini, so leta 1955 začeli proizvajati vodo, obogateno na 0,1 % D_2O (navadna voda vsebuje $\approx$ 0,03 % D_2O), a delo opustili, brž ko je bilo možno težko vodo uvoziti.

Dogradili so prve večje instrumente. Nevtronski generator je leta 1954 produciral prvi pospešeni curek protonov, naslednje leto pa tudi nevtrone, a šele po vgradnji radiofrekvenčnega izvira devteronov so jih leta 1958 dobili dovolj za meritve reakcij (n,p). Spomladi 1954 so na inštitutu montirali betatron švicarske firme Brown Boveri, ki naj bi ga uporabljali za fizikalne meritve in obsevanje bolnikov. Zaradi nihanja jakosti in frekvence električnega omrežja so bile potrebne dogradnje, ki so trajale dve leti in s katerimi so dosegli energijsko stabilizacijo elektronskega žarka na ± 5 keV. Ljubljanski betatron je postal najboljši na svetu in tako omogočil vrhunske raziskave fotonuklearnih reakcij. Leta 1954 so kupili elektronski mikroskop firme Zeiss. V letih 1953–1958 so na inštitutu zgradili Van de Graaffov pospeševalnik lastne konstrukcije, ki je omogočil meritve reakcije (p,γ), v letih 1954–1955 pa masni spektrometer po Nieru za precizno merjenje atomskih mas. Z njim so leta 1962 dokazali nepričakovano spojino z žlahtnim plinom XeF_6 (po mnenju teoretikov ni mogla obstojati), ki jo je prvi na svetu sintetiziral Jože Slivnik. Leta 1958 je bila dokončana poskusna aparatura NMR, ki jo je Peterlin predlagal že leta 1953. Zanjo je naročil drag in točen magnet, ki je prišel na Institut šele po njegovem odhodu. Po vgradnji magneta so Robert Blinc in sodelavci z izboljšanim spektrometrom NMR kot prvi na svetu merili fazne prehode v feroelektrikih in tekočih kristalih.

Večina zgoraj navedenih del naj bi bila priprava za glavno nalogo, postaviti poskusni reaktor. Peterlin je najprej načrtoval reaktor na naravni ali obogateni uran in moderator z navadno ali težko vodo. Ker so jeseni 1952 v Vinči spremenili svoje mnenje – zavrgli so reaktor z grafitnim moderatorjem in se odločili prav za tip reaktorja, ki ga je favoriziral Peterlin – so se v Ljubljani morali preorientirati na homogeni reaktor na obogaten uran. Začete študije so ustavili po Peterlinovem odhodu, kajti kupili so reaktor Triga.

Peterlin je na Institutu uvedel nova raziskovalna področja, ki so se mu zdela obetavna, pod kamuflažo, da so potrebna za reaktorski program, čeprav niso imela nobene ali le zelo posredno povezavo z njim. Lastnega raziskovalnega področja ni mogel in ni hotel prikrivati pred ZKNE, zato so konec leta 1955 ukinili laboratorij za makromolekule. Na Institutu naj bi se ukvarjali le z jedrsko in reaktorsko tematiko. V tem duhu sta bila leta 1956 ustanovljena laboratorij za radiobiokemijo in zdravstveno zaščito in skupina za fizikalno kemijo, ki je raziskovala nove ionske izmenjevalce. Leta 1957 je nastala še posebna skupina za uporabo radioizotopov.

Poleg gradnje Instituta je bila verjetno Peterlinova najbolj pomembna zasluga skrb za znanstveni naraščaj. Od svojih sodelavcev je zahteval, da na inštitutu redno ustno in pisno poročajo o svojem delu in da objavljajo izsledke svojih raziskovanj v uglednih tujih znanstvenih revijah. V ta namen je leta 1953 ustanovil inštitutsko revijo Reports s članki izključno v tujih jezikih in avtorjem stal ob strani z nasveti in pomočjo pri pisanju. Reports (1953–1958) so bili tudi znak obstoja in samobitnosti Instituta in so rabili za izmenjavo publikacij z znanstvenimi ustanovami doma in po svetu. Peterlin je pošiljal ne le mlade raziskovalce, temveč tudi tehnike na strokovno usposabljanje na ugledne znanstvene ustanove v tujini. Od prvih je seveda zahteval, da s svojim delom doktorirajo. Peterlin je bil mentor pri petnajstih doktorskih disertacijah v Ljubljani; leta 1950 je njegov doktorand Ivan Kuščer kot prvi fizik sploh promoviral na ljubljanski univerzi.

Peterlin je veliko dosegel, ker je imel vizijo in ker je bil strokovno izredno sposoben, delaven in zahteven do sebe in drugih. Izkazal se je za odličnega organizatorja. Čeprav je bil makromolekulski fizik, je v kratkem času praktično iz nič vzpostavil izredno uspešen inštitut za jedrske raziskave po zahodnih vzorih, ki pa je bil hkrati tudi široko koncipiran interdisciplinarni raziskovalni inštitut. Število zaposlenih je v 12 letih pod njegovim vodstvom naraslo z nič na okrog 300. Sodelavci so se s svojim raziskovalnim delom uveljavili v mednarodnih znanstvenih krogih in tako prinesli inštitutu svetovno priznanje.

Namesto da bi užival sadove svojega dela, je bil Peterlin nekaj mesecev po praznovanju svoje 50-letnice konec leta 1958 primoran zaprositi za razrešitev s svoje funkcije. Znanstveno delo na polimerih je izredno uspešno nadaljeval v tujini, najprej v Nemčiji, nato v ZDA, in zanj prejel številna visoka priznanja.

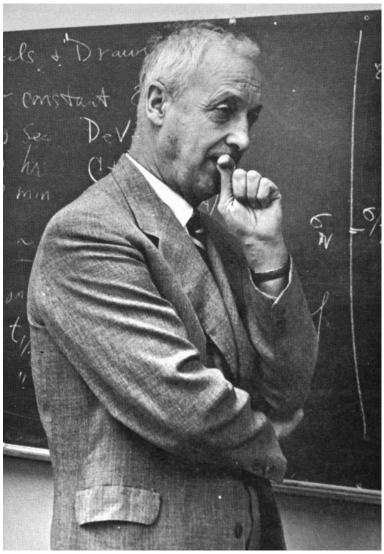
Tanja Peterlin - Neumaier

PROFESOR ANTON PETERLIN IZ ŠTUDENTSKIH KLOPI

V razvoju fizike so imele pomembno vlogo fizikalne šole. Take šole so na primer ustanovili Jožef Stefan in pozneje Ludwig Boltzmann na Dunaju, Hermann von Helmholtz v Berlinu, Niels Bohr v Københavnu, Lev Landau v Moskvi. Govorimo lahko tudi o Peterlinovi šoli v Ljubljani, čeprav je bila veliko bolj skromna in krajevno omejena. Tudi čas ji ni bil naklonjen. Kmalu po začetku Peterlinove poklicne poti je izbruhnila druga svetovna vojna, ki ji je sledilo obdobje pomanjkanja. Na drugi strani pa je Peterlinova fizikalna šola bila za Slovence pomembna. Proti koncu 19. stoletja so v okviru Avstro-Ogrske raziskovali v fiziki Slovenci Jožef Stefan na Dunaju, Ignac Klemenčič v Innsbrucku, Simon Šubic v Gradcu. Potem pa nekaj časa ni bilo v fiziki nobenega pravega slovenskega raziskovalca. V tem pogledu se razmere po ustanovitvi ljubljanske univerze leta 1919 niso spremenile. Na njej so fiziko sprva predavali domači predavatelji, ki niso raziskovali v fiziki, nekateri od njih so delovali v tehniki. Poljak Wojciech Rubinowicz je bil znan po svojem delu o sevanju atomov v kvantni mehaniki. Vendar je na univerzi v Ljubljani ostal le nepolni dve leti in ni zapustil sledi. Avstrijec Hugo Sirk, ki je bil menda slovenskega rodu, a ni znal slovensko, se je bolj izkazal. Na univerzi je ostal šest let in je uvedel raziskovanje rentgenske svetlobe.

Po Peterlinovi vrnitvi iz Berlina, kjer je opravil doktorsko delo, povezano z rentgensko svetlobo, so se razmere v raziskovanju začele boljšati. Zaživelo je načelo, da „brez dobrega raziskovanja ni dobrega poučevanja“. V naslednjih desetletjih so se slovenski fiziki začeli vključevati v svetovno fizikalno raziskovanje in danes v njem enakopravno sodelujejo.

Jeseni 1952 sem se vpisal na dve leti prej ustanovljeni Oddelek za tehniško fiziko na Fakulteti za kemijo Tehniške visoke šole, ne da bi se zavedal vsega tega. Vendar nisem prišel v povsem neznano okolje. V gimnaziji sem prebiral Proteus in odgovarjal na vprašanja uredništva. Poznal sem Obzornik za matematiko in fiziko, ki je začel izhajati leto pred tem. Udeležil sem se dveh srednješolskih matematičnih tekmovanj, enega zelo uspešno. Zato sem se brez pomišljanja odločil za študij fizike. Po imenu sem poznal profesorja Antona Peterlina, ki je predaval Fiziko I, in profesorja Josipa Plemlja, ki je predaval Matematiko I. Predavanja iz teh glavnih predmetov smo v veliki predavalnici na stari univerzi poslušali skupaj študenti matematike, fizike in tehnike. Profesor Peterlin je nekoliko presenetljvo začel z geometrijsko optiko. Najbrž se je tako odločil, ker ta del fizike potrebuje le skromno matematiko. Pozneje se je vrnil k bolj ustaljenemu vrstnemu redu. Poskusi pri predavanjih so bili za marsikaterega študenta novost. Včasih pa niso uspeli, in tedaj je profesor pograjal laboranta. Pozneje sem ugotovil, da si laborant najbrž pogosto graje ni zaslužil. Večkrat se mi je namreč primerilo,



da je poskus tik pred predavanjem deloval, pri predavanju pa je odpovedal.

Tako so tekla predavanja do zime. Tedaj si je profesor Peterlin zlomil nogo, kot je bilo slišati, pri smučanju na Krvavcu. Z mavcem na nogi je bilo težko predavati. Nekajkrat je namesto njega predaval profesor Anton Moljk, ki pa ga to, kot je kazalo, ni veselilo. Predavanja je prevzel profesor Ivan Kuščer in jih pripeljal do konca. Pri njegovih predavanjih smo se veliko naučili. Do izpita se je profesor Peterlin pozdravil. Učil sem se po njegovih skriptih, ki jih je bilo tedaj težko dobiti. Na izpitu nisem imel težav in živo se spomnim, da je profesor na koncu izpita dobrohotno rekel: „No, pa mu dajmo deset.“

V drugem letniku smo se z dokaj temačne stare univerze preselili v današnji veliko svetlejši Peterlinov paviljon ob Institutu Jožef Stefan, ki so ga tedaj odprli. V tem letniku nam profesor Peterlin ni predaval. Z njim smo se zopet srečali pri Teoretični fiziki v tretjem letniku. Predavanja smo v mali fizikalni predavalnici skupaj poslušali študenti tretjega in četrtega letnika. Najprej je bilo na vrsti elektromagnetno polje. Vaje je vodil profesor sam. Pri prvih vajah je želel, da pride k tabli kak študent tretjega letnika. Ker ni bilo prostovoljcev in ker sem sedel dovolj blizu, je izbral mene. Profesor Peterlin je pri nas študentih zbujal občutek, ki ga najbolje opišemo kot strahospoštovanje. Pozneje se je pokazalo, da to ni bilo omejeno samo na študente. Ti so o njegovi strogosti pri izpitih pripovedovali srhljive zgodbe. Po eni od njih naj bi pri izpitu iz Fizike I študent padel, ker je rekel „α delec“ namesto „delec α“. Čeprav mi je prizadeti to potrdil, danes vem, da pri tem študentom ne gre povsem zaupati. Pogosto ne povedo, kaj se je dogajalo prej.

Pri opisanih vajah iz Teoretične fizike je bilo treba obdelati Larmorjevo precesijo. Ker sem mislil, da o tem nekaj vem, sem poskusil to znanje uporabiti. Vendar ni šlo. Profesor je hotel stvar dognati po svoje. Tudi tako se je dobro izteklo. Vaje smo prestali in dobili podpis iz tretjega letnika trije, ki smo pozneje postali učitelji na Oddelku za fiziko.

Sledila je optika, potem pa en semester ni bilo predavanj, ker je bil profesor v Združenih državah. Po vrnitvi je izjavil, da bi se kazalo lotiti jedrskih reaktorjev, in tako smo poslušali reaktorsko fiziko in iz nje pri profesorju opravili seminar. Predavanje iz Teoretične fizike smo potem poslušali še v zimskem semestru petega letnika. Spominjam se le tega, da smo imeli izpite posamič v prostorih direktorja Instituta Jožef Stefan. Tedaj je bil profesor Peterlin zaposlen tudi z inštitutskimi zadevami in je bil večkrat odsoten. Spomin na dogodke pred več kot petdesetimi leti je zelo luknjičav. Brez dnevnika in drugega gradiva ni mogoče pisati spominov. Še ob tem previdni pisci opozorijo, da pišejo o svojem pogledu na dogodke.

V četrtem letniku me je Marjan Ribarič, ki je po diplomi delal na inštitutu, povabil k sodelovanju pri računih o difuziji nevtronov. Zagotovo je ravnal tako po dogovoru s profesorjem Peterlinom. Pritegnili so me tudi k začetnim načrtom, da bi v Ljubljani zgradili homogeni jedrski reaktor. Profesor mi je naročil, naj v revijah zbiram podatke o takih reaktorjih in me s to nalogo poslal v knjižnico v Vinči. S časom je sodelovanje z Ribaričem in profesorjem Peterlinom pripeljalo do člankov in diplomskega dela. Profesor Peterlin, drugače od nekaterih drugih profesorjev, ni poznal obotavljanja pri diplomah. Tako sem konec pomladi 1957 zagovarjal diplomsko delo. V komisiji sta bila poleg predsednika, ki ni bil fizik, profesor Peterlin in profesor Kuščer.

Pred koncem vojaščine so me povabili na asistentsko mesto na tedanji Fakulteti za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo. Opozorili so me, da so postopki za izvolitev dolgotrajni. Zato sem se najprej zaposlil na Institutu Jožef Stefan. O tem sem se posvetoval s profesorjem Peterlinom in ga tudi obvestil, da bom prešel na fakulteto. Zdelo se mi je, da je odločitev odobril. Tedaj, na začetku leta 1959, nisem vedel, in to je veljalo tudi za večino kolegov, da profesor Peterlin odhaja v tujino. Pozneje sem profesorja srečal ob njegovih obiskih v Ljubljani. Na enem od njih se je med pogovorom pokazalo, da ve za moje pisanje učbenikov za fiziko. Po njegovih izjavah je bilo mogoče sklepati, da se mu je zdelo to potrebno in koristno delo.

Pri večini začetnih diplomskih del na Oddelku za fiziko je bil mentor profesor Peterlin. Precej jih je bilo iz reaktorske fizike, ki je bila tedaj aktualna. Le malo diplomskih in doktorskih del je zadevalo velike molekule, ki so bile tedaj profesorjevo pravo delovno področje. Ni se mogoče otresti vtisa, da je profesor s tem, ko je sprejel mentorstvo pri delih z drugih področij, študentom pomagal do diplom in pozneje do doktoratov ter jim s tem odprl vrata do samostojnega raziskovanja. Tako je tudi po tej strani poskrbel, da se je pri nas razvilo raziskovalno delo v fiziki.

Velikokrat se s spoštovanjem in hvaležnostjo spomnim profesorja Antona Peterlina, ki je na začetku moje poklicne poti imel vlogo mentorja. Mislim, da jo je dobro opravil, kljub številnim drugim obveznostim.

Janez Strnad

O DVEH FUNKCIJSKIH ENAČBAH IN USTREZNIH NEENAČBAH

PETER ŠEMRL

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

Math. Subj. Class. (2000): 55M30, 55Q05

Pokazali bomo, da sta Cauchyjeva in Jensenova funkcijska enačba skoraj ekvivalentni (do translacij). Ko pa študiramo ustrezni neenačbi, dobimo povsem različne razrede rešitev.

ON TWO FUNCTIONAL EQUATIONS AND CORRESPONDING INEQUALITIES

We will show that the Cauchy and Jensen functional equations are equivalent up to translations. It is therefore somewhat surprising that the sets of solutions of the corresponding inequalities are quite unrelated.

Funkcija $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ je **aditivna**, če velja

$$f(x+y) = f(x) + f(y) \tag{1}$$

za vsak par realnih števil x, y. Enačbo (1) imenujemo Cauchyjeva funkcijska enačba. Zelo podobna je Jensenova funkcijska enačba

$$f\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{f(x)+f(y)}{2}\,. \tag{2}$$

Rešitve Jensenove funkcijske enačbe so vse tiste funkcije $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$, za katere je pogoj (2) izpolnjen za vsak par $x, y \in \mathbb{R}$.

Zaradi podobnosti bi pričakovali, da sta množici rešitev teh dveh funkcijskih enačb v tesni zvezi. In res je tako.

Naj bo f poljubna aditivna funkcija in c poljubna realna konstanta. Iz (1) sledi $f(2x) = 2f(x)$, $x \in \mathbb{R}$. Nadomestimo x z $\frac{1}{2}x$. Dobimo

$$f\left(\frac{1}{2}x\right) = \frac{1}{2}f(x)\,.$$

Zato za funkcijo $g(x) = f(x) + c$ velja

$$g\left(\frac{x+y}{2}\right) = f\left(\frac{x+y}{2}\right) + c = \frac{1}{2}\Big(f(x)+f(y)\Big) + \frac{1}{2}(2c) = \frac{g(x)+g(y)}{2}\,.$$

Privzemimo, da $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ reši Jensenovo funkcijsko enačbo. Naj bo c poljubna realna konstanta. Očitno tudi funkcija $x \mapsto f(x)+c$ reši Jensenovo enačbo. Posebej za funkcijo $g(x) = f(x) - f(0)$ velja

$$g\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{g(x)+g(y)}{2}, \quad x, y \in \mathbb{R}\,. \tag{3}$$

V to enakost vstavimo $y = 0$. Z upoštevanjem $g(0) = 0$ dobimo $g(x/2) = (1/2)g(x)$ za vsak $x \in \mathbb{R}$. Zato iz (3) sledi $g(x+y) = g(x) + g(y)$, $x, y \in \mathbb{R}$.

Ugotovili smo: če poljubni rešitvi Cauchyjeve funkcijske enačbe prištejemo poljubno konstantno funkcijo, dobimo rešitev Jensenove enačbe. In obratno: vsaka rešitev Jensenove enačbe je vsota aditivne funkcije in konstantne funkcije. Skratka, dovolj je študirati samo eno od teh dveh enačb, na primer, Cauchyjevo. Vsak izrek o rešitvah te enačbe implicira zaradi pravkar opisane zveze ustrezno trditev o rešitvah Jensenove enačbe.

Oglejmo si še ustrezni funkcijski neenačbi. Funkciji $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ rečemo **subaditivna funkcija**, če velja

$$f(x+y) \le f(x) + f(y)\,, \quad x, y \in \mathbb{R}\,. \tag{4}$$

Če funkcija $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ zadošča pogoju

$$f\left(\frac{x+y}{2}\right) \le \frac{f(x)+f(y)}{2}, \quad x, y \in \mathbb{R}\,, \tag{5}$$

pa rečemo, da je **J-konveksna** (Jensenovo konveksna). Spomnimo se še, da je funkcija f **konveksna**, če velja

$$f\Big(tx + (1-t)y\Big) \le tf(x) + (1-t)f(y) \tag{6}$$

za vsak par realnih števil x, y in vsak realen $t \in [0,1]$. Vsaka konveksna funkcija je J-konveksna (v posebnem primeru $t = 1/2$ se (6) ujema s (5)).

Po analogiji s Cauchyjevo in Jensenovo funkcijsko enačbo bi pričakovali, da se rešitve funkcijske neenačbe (4) obnašajo podobno kot rešitve funkcijske neenačbe (5). Vendar se to pričakovanje izkaže za povsem zmotno!

Zlahka se prepričamo, da je za vsako nenegativno J-konveksno funkcijo $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ tudi f^2 J-konveksna funkcija. Res, za poljubni realni števili a in b velja $2ab \le a^2 + b^2$ in zato

$$\left(f\left(\frac{x+y}{2}\right)\right)^2 \le \left(\frac{f(x)+f(y)}{2}\right)^2 = \frac{\Big(f(x)\Big)^2 + 2f(x)f(y) + \Big(f(y)\Big)^2}{4} \le$$

$$\le \frac{\Big(f(x)\Big)^2 + \Big(f(y)\Big)^2}{2}\,.$$

Nič podobnega ne velja za subaditivne funkcije. Za zgled vzemimo funkcijo $f(x) = |x|$, ki je J-konveksna in subaditivna. Njen kvadrat $x \mapsto x^2$ je po pravkar omenjeni trditvi J-konveksen, lastnost subaditivnosti pa se je pri kvadriranju izgubila.

Za subaditivne funkcije f velja $f(2x) \leq 2f(x)$, $f(3x) = f(x + 2x) \leq 3f(x)$, ... Indukcija pokaže veljavnost formule $f(nx) \leq nf(x)$, $n \in \mathbb{N}$, $x \in \mathbb{R}$. Če je subaditivna funkcija f zvezna, je na zaprtem intervalu $[0, 1]$ navzgor omejena, recimo s pozitivno konstanto M. Za $x > 1$ z $[x]$ označimo celi del števila x. Za vsa taka števila x velja

$$f(x) = f\left(\Big([x] + 1\Big)\frac{x}{[x] + 1}\right) \leq \Big([x] + 1\Big)M \leq (x + 1)M < 2Mx\,.$$

Na poltraku $(1, \infty)$ je množica kvocientov $f(x)/x$ navzgor omejena. Zvezne J-konveksne funkcije imajo lahko povsem drugačno obnašanje. Za zgled vzemimo konveksno funkcijo $g(x) = e^x$, ki narašča hitreje od vsake potence x^n, ko gre x proti ∞.

Preprosto je videti, da je zvezna J-konveksna funkcija g konveksna. Za poljubna realna x in y imamo

$$g\left(\frac{1}{4}x + \frac{3}{4}y\right) = g\left(\frac{\frac{x+y}{2} + y}{2}\right) \leq \frac{g\left(\frac{x+y}{2}\right) + g(y)}{2} \leq$$
$$\leq \frac{\frac{g(x)+g(y)}{2} + g(y)}{2} = \frac{1}{4}g(x) + \frac{3}{4}g(y)\,.$$

Bralec bo zlahka pokazal, da velja

$$g(tx + (1 - t)y) \leq tg(x) + (1 - t)g(y)$$

za vsak t oblike

$$t = \frac{k}{2^n}\,,$$

kjer je n naravno število in k naravno število $< 2^n$. Množica takih števil je gosta na intervalu $[0, 1]$. Zaradi zveznosti je g konveksna funkcija. Zvezna funkcija

$$f(x) = \begin{cases} 1\,; & x \leq 0 \\ e^{-x^2}; & x \geq 0 \end{cases}$$

je subaditivna. Res, če je $x \leq 0$ ali $y \leq 0$, je $f(x) = 1$ ali $f(y) = 1$, in ker je $0 < f(z) \leq 1$ za vsak realen z, v tem primeru zagotovo velja $f(x + y) \leq f(x) + f(y)$. Tudi v primeru $x, y > 0$ imamo

$$f(x + y) = e^{-(x+y)^2} < e^{-x^2} = f(x) < f(x) + f(y)\,.$$

V nasprotju z zveznimi J-konveksnimi funkcijami ta subaditivna funkcija ni konveksna. Ker na pozitivnem poltraku velja $f''(x) = 2e^{-x^2}(2x^2 - 1)$, je drugi odvod f'' na intervalu $\left(0, \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ negativen in je zato tam funkcija f celo konkavna!

Funkcija $f\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ je v točki x_0 lokalno omejena, če obstajata taki pozitivni števili δ in M, da velja $|f(x)| \leq M$ za vsak $x \in (x_0 - \delta, x_0 + \delta)$. Brez dokaza (le-ta je kar zahteven) povejmo, da je vsaka J-konveksna funkcija, ki je lokalno omejena v neki točki, zvezna na vsej realni osi. To trditev sta dokazala Bernstein in Doetsch [1]. Očitno je funkcija

$$f(x) = \begin{cases} 0\,; & x \in \mathbb{Q} \\ 1\,; & x \notin \mathbb{Q} \end{cases}$$

subaditivna. Ta funkcija je v vsaki točki lokalno omejena in hkrati v vsaki točki nezvezna. Obnašanje, ki je po Bernstein-Doetschevem izreku nemogoče za J-konveksne funkcije! Ta zgled nam dokončno pokoplje vsako upanje, da bi lahko poiskali kakšno preprosto zvezo med rešitvami funkcijske neenačbe (4) in rešitvami funkcijske neenačbe (5).

LITERATURA

[1] F. Bernstein in G. Doetsch, *Zur Theorie der konvexen Funktionen*, Math. Ann. **76** (1915), str. 514–526.

NOVE KNJIGE

ZBIRKA IZBRANIH POGLAVIJ IZ FIZIKE

O fizikalnih društvenih izdajah v Obzorniku za matematiko in fiziko že nekaj časa nismo pisali, zato si bomo tokrat ogledali nekaj novejših naslovov v „zeleni zbirki“. *Zbirko izbranih poglavij iz fizike* namreč hitro prepoznamo po značilni živozeleni barvi ovitkov. Prva knjiga v zbirki pa še ni bila takšna. Brošura velikega formata *Vaje iz fizike* je izšla davnega leta 1947. Vsebovala je navodila za 30 praktičnih fizikalnih vaj (poskusov). Kasneje so ji uredniki namenili številko 1 in s tem začetek omenjene zbirke.

Od takrat je v sodelovanju z Oddelkom za fiziko Fakultete za naravoslovje in tehnologijo in kasneje Fakultete za matematiko in fiziko izšlo veliko naslovov, tako da se danes zaporedno številčenje izdaj v zbirki bliža številki 50. Pri tem seveda niso všteti vsi ponatisi in popravljene izdaje, teh je bilo bistveno več. Vse trenutno razpoložljive knjige v zbirki in cenik izdaj lahko najdemo tudi na spletni strani http://www.dmfa-zaloznistvo.si/zipf/.

Irena Drevenšek–Olenik, Boštjan Golob in Igor Serša: NALOGE IZ FIZIKE ZA ŠTUDENTE TEHNIŠKIH FAKULTET, Zbirka izbranih poglavij iz fizike 38, DMFA–založništvo, Ljubljana 2008, 72 strani.

Prvi natis knjige je izšel leta 2003, letos pa je na voljo njen popravljeni ponatis. Med študenti tehniških študijskih smeri je ta zbirka nalog iz fizike zelo priljubljena. Avtorji so jo pripravili na podlagi večletnih izkušenj z vodenjem vaj iz fizike.

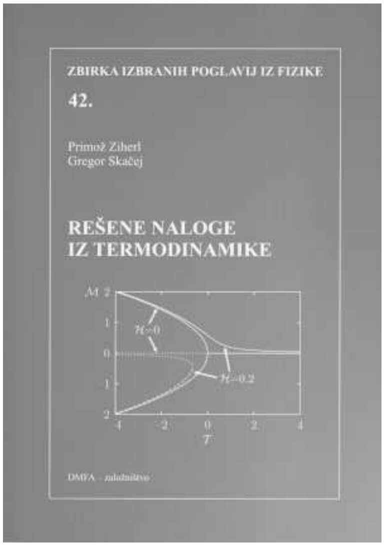
Knjiga je sestavljena iz dveh delov. V prvem so zbrane naloge po posameznih poglavjih učne snovi. Uvodu s temeljnimi podatki sledijo naloge iz *Matematičnih osnov*, *Mehanike*, *Termodinamike*, *Elektromagnetizma* in *Optike*. Drugi del pa obsega kolokvijske naloge, ki so jih študentje reševali v preteklih letih.

Naloge so večinoma izvirne, nekaj pa jih je prirejenih iz drugih podobnih zbirk. Vsem nalogam so dodane tudi številske rešitve, da jih lahko študentje hitro primerjajo s svojimi izračunanimi rezultati. Za lažje in hitrejše razumevanje nekatere naloge dopolnjuje tudi skica ali shema.

V skrbi za naše okolje je ta knjiga prvič natisnjena na ekološkem papirju. Naročite jo lahko pri DMFA–založništvo po članski ceni 5,59 EUR.

Primož Ziherl in Gregor Skačej: REŠENE NALOGE IZ TERMODINAMIKE, Zbirka izbranih poglavij iz fizike 42, DMFA–založništvo, Ljubljana 2007, 112 strani.

Tako kot prejšnja, je tudi ta knjiga že ponatisnjena. Prvič je izšla leta 2005. Avtorja sta na vajah pri predmetu Termodinamika na FMF naredila izbor zanimivejših računskih zgledov, s katerim poskušata v knjigi ilustrirati temeljne pojme te fizikalne vede. Veliko nalog izhaja iz učbenika *Toplota (Termodinamika, statistična mehanika, transportni pojavi)* Ivana Kuščerja



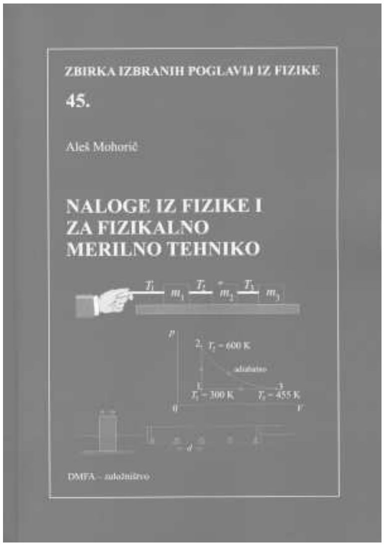
in Slobodana Žumra, nekaj pa jih je prirejenih iz druge literature ali povsem izvirnih. Te so študentje že krstili na kolokvijih in pisnih izpitih.

Naloge so razdeljene na poglavja, kot si sledijo na običajnem tečaju termodinamike: najprej *Enačba stanja*, *Energijski zakon*, *Entropijski zakon*, *Termodinamični potenciali*, pa *Fazne spremembe*, *Zmesi* in nazadnje še *Transportni pojavi*. Knjigo skleneta parna tabela za vodo in seznam priporočene študijske literature.

Vsaki nalogi sledi opis rešitve in ne zgolj njena številska vrednost. Tako lahko pri reševanju sledimo večini potrebnih premislekov na poti do prave rešitve. Naloge niso računsko prezahtevne in so večinoma analitično rešljive.

Knjigo lahko naročite pri DMFA–založništvo po članski ceni 9,59 EUR.

Aleš Mohorič: NALOGE IZ FIZIKE I ZA FIZIKALNO MERILNO TEHNIKO, Zbirka izbranih poglavij iz fizike 45, DMFA–založništvo, Ljubljana 2007, 118 strani.



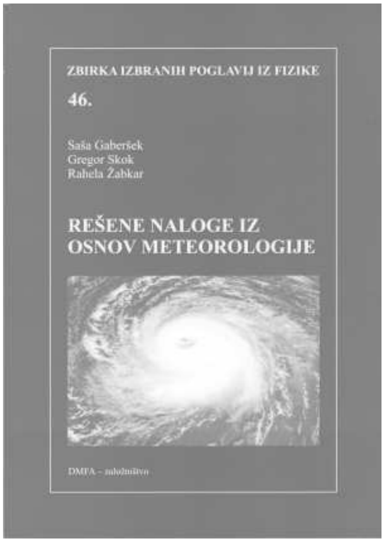
Avtor je med dolgoletnim vodenjem vaj za študente fizikalne merilne tehnike pripravil zbirko nalog iz fizike I.

Naloge so razporejene po poglavjih *Meritve*, *Gibanje v eni dimenziji*, *Gibanje v ravnini*, *Dinamika točkastih teles*, *Delo in energija*, *Ohranitev energije*, *Ohranitev gibalne količine*, *Trki*, *Vrtilna količina*, *Ravnovesje togih teles*, *Nihanje*, *Gravitacija*, *Mirujoče tekočine*, *Gibajoče se tekočine*, *Valovanje*, *Temperatura*, *Toplota*, *Kinetična teorija plinov* in *Entropija*, na koncu pa najdemo še pregled fizikalnih količin.

Nekatere naloge dopolnjujejo slike, ki jih je avtor še posebej skrbno narisal. Veliki večini nalog je dodana tudi številska rešitev, nekatere pa so vseeno prepuščene bralcem v premislek. Knjigi bo kmalu sledilo njeno nadaljevanje z nalogami iz fizike II, ki so že pripravljene.

Naročite jo lahko pri DMFA–založništvo po članski ceni 9,59 EUR.

Saša Gaberšek, Gregor Skok in Rahela Žabkar: REŠENE NALOGE IZ OSNOV METEOROLOGIJE, Zbirka izbranih poglavij iz fizike 46, DMFA–založništvo, Ljubljana 2007, 88 strani.



Avtorji so z zbiranjem primernih nalog iz meteorologije nadaljevali delo svojih predhodnikov: Zdravka Petkovška, Jožeta Rakovca, Tomaža Vrhovca, Neve Pristov in Gregorja Gregoriča. Nekatere njihove že zbrane stare naloge so opremili s skicami in rešitvami ter jih dopolnili z množico novih nalog. Vsebinsko se te navezujejo na učbenik *Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike* Jožeta Rakovca in Tomaža Vrhovca.

Tako se zbirka v sedanji obliki lepo pokriva z uvodnimi predavanji meteorologije. Sestavljajo jo naslednja poglavja: *Merske enote*, *Sestava in plasti ozračja*, *Hidrostatika*, *Osnovni zakoni*, *Vetrovi*, *Lokalne, individualne in advektivne spremembe*, *Vlažnost*, *Adiabatne spremembe*, *Emagrami*, *Sevanje*, *Fronte* ter *TAF in METAR depeše*. Knjigo po rešitvah sklene še dodatek z uporabljenimi simboli in oznakami.

Znotraj poglavij si naloge sledijo po zahtevnosti, tako da so na začetku vedno najprej preprostejše naloge. Njihova privlačnost je predvsem v praktični uporabnosti, saj se z vremenom srečujemo vsak dan. V ločenem poglavju so zbrane kratke rešitve večine objavljenih nalog. Nekaj značilnih nalog iz posameznih poglavij pa je zaradi lažjega razumevanja opremljenih tudi s podrobnim postopkom reševanja in slikovno ponazoritvijo.

Knjigo lahko naročite pri DMFA–založništvo po članski ceni 8,79 EUR.

Vladimir Bensa

NEKATERE NOVEJŠE METODE PRI SIMULACIJAH MONTE CARLO V STATISTIČNI FIZIKI

TOMAŽ MERTELJ

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

PACS: 05.10.-a, 05.10.Ln

V članku so na kratko opisane nekatere najbolj pogoste metode, ki jih uporabljamo pri simulacijah Monte Carlo v statistični fiziki. Najstarejši Metropolisov algoritem je osnova, iz katere izhajajo vsi novejši algoritmi. Med novejšimi algoritmi so opisani le tisti bolj univerzalni. Njihov cilj je izboljšati ergodičnost pri simulacijah v sistemih, kjer ima energija več lokalnih minimumov.

SOME NEW METHODS FOR MONTE CARLO SIMULATIONS IN STATISTICAL PHYSICS

Some most widespread methods which are used in Monte Carlo simulations in statistical physics are briefly described. The oldest Metropolis algorithm is a foundation for all newer algorithms. Here we present only the most universal ones. Their common goal is to improve ergodicity of simulations in systems where there are several local minima of the energy.

Uvod

Prodor računalniške tehnologije v vse pore našega življenja se kaže tudi v znanosti. Tako so računalniške simulacije postale pomembno orodje pri raziskavah tudi v fiziki, kemiji, biokemiji in na mnogih drugih področjih. Ena od družin simulacij, ki jih pogosto srečamo v statistični fiziki, temelji na uporabi zaporedij naključnih števil. Simulacije iz te družine se zato imenujejo po mestu Monte Carlo, ki je med drugim znano tudi po igrah na srečo.

Uporaba simulacij Monte Carlo v statistični fiziki sega že na sam začetek dobe digitalnih računalnikov, ko je Metropolis s sodelavci odkril učinkovit algoritem zanje [1]. Metropolisov algoritem, ki je zelo enostaven, a ima v nekaterih primerih težave z ergodičnostjo, so kasneje mnogi avtorji nadgradili na različne načine. Osnovne ideje nekaterih od teh nadgradenj bom predstavil v tem članku, za podrobnejši pregled z bolj popolnim seznamom literature pa priporočam pregledni članek [2].

Naključno vzorčenje (Monte Carlo)

V statistični fiziki navadno obravnavamo sisteme, ki imajo zelo veliko možnih konfiguracij. Posamezne konfiguracije se med seboj razlikujejo po energiji. V termodinamskem ravnovesju pri konstantni temperaturi je verjetnost, da najdemo sistem v dani konfiguraciji, Boltzmannova:

$$P(\mathbf{x}_i) \propto \mathrm{e}^{-\beta H(\mathbf{x}_i)}, \tag{1}$$

kjer je $H(\mathbf{x}_i)$ energija konfiguracije, $\mathbf{x}_i$ so konfiguracije sistema in $\beta = (k_B T)^{-1}$ inverzna temperatura. Termodinamska povprečna vrednost neke količine $A(\mathbf{x}_i)$, ki je odvisna od konfiguracije, je torej

$$\langle A \rangle_\beta = \frac{\sum A(\mathbf{x}_i)\mathrm{e}^{-\beta H(\mathbf{x}_i)}}{Z(\beta)}, \quad Z(\beta) = \sum \mathrm{e}^{-\beta H(\mathbf{x}_i)}, \tag{2}$$

kjer vsoti tečeta po vseh konfiguracijah. Vsoto v imenovalcu, $Z(\beta)$, imenujemo tudi statistična vsota.

Število konfiguracij zelo hitro narašča z velikostjo sistema. Poglejmo si na primer Isingov model, v katerem imamo sklopljenih N klasičnih spinov. Energija spinov je podana s $H = -J \sum_{\langle i,j \rangle} s_{z,i} s_{z,j}$, kjer vsota teče le po najbližjih sosedih $\langle i, j \rangle$. Posamezen spin lahko kaže dol, ($s_{z,i} = -\frac{1}{2}$), ali gor, ($s_{z,i} = \frac{1}{2}$). Če je sklopitev J pozitivna, je to klasičen model za feromagnet, ki ima v osnovnem stanju vse spine obrnjene v isto smer. V primeru negativnega J model ustreza antiferomagnetu. Vsak od spinov ima dve možni stanji, kar da 2^N konfiguracij. Če bi imeli računalnik, ki izračuna en člen v vsotah (2) v nanosekundi, potem v 24 urah lahko izračunamo vsoto za sistem velikosti $N \approx \log_2 \frac{24\,\mathrm{h}}{1\,\mathrm{ns}} \approx 46$. Vsoti (2) je torej praktično nemogoče izračunati za mezoskopske in makroskopske sisteme, saj potreben čas narašča eksponentno z velikostjo sistema.

Zatečemo se lahko k približnemu algoritmu. V vsotah (2) seštejemo samo obvladljivo število, $n \ll 2^N$, naključno izbranih konfiguracij $\mathbf{x}_i$. Tak algoritem, ki temelji na naključnem vzorčenju konfiguracij, je učinkovit pri dovolj visokih temperaturah, kjer je verjetnost (1) za vse konfiguracije podobna. Pri nizkih temperaturah pa je pri večini konfiguracij verjetnost (1) zelo majhna, zato tiste konfiguracije, ki znatno prispevajo k vsotama (2), večinoma zgrešimo in napaka močno naraste.

Metropolisov algoritem

Pri nizkih temperaturah bi bilo torej bolje izbirati konfiguracije sistematično. Če bi namesto popolnoma naključne izbire, kjer je verjetnost, da izžrebamo konfiguracijo, enaka za vse konfiguracije, žrebali konfiguracije z verjetnostjo (1), bi ustrezno vzorčili konfiguracije tudi pri nizkih temperaturah. Nicholas Metropolis s sodelavci [1] je že daljnega leta 1953 odkril učinkovit algoritem za žrebanje konfiguracij z verjetnostjo (1).

Algoritem temelji na posnemanju časovnega razvoja realnega sistema, ki ga v termostatu držimo pri konstantni temperaturi. Za ilustracijo si poglejmo en sam Isingov spin. Energiji konfiguracij naj bosta različni, $E_\uparrow = H(\uparrow) \neq E_\downarrow = H(\downarrow)$. Čas, ki ga spin preživi v posamezni konfiguraciji, je sorazmeren z verjetnostjo (1), da ga ob poljubnem času najdemo v tej konfiguraciji. Računalniška simulacija poteka po korakih. Mislimo si, da posamezen korak ustreza nekemu fiktivnemu času Δt. Poskrbeti moramo, da bo število korakov, ko bo spin v konfiguraciji $\uparrow$, sorazmerno z $\mathrm{e}^{-\beta E_\uparrow}$ in število korakov, ko bo spin v konfiguraciji $\downarrow$, sorazmerno z $\mathrm{e}^{-\beta E_\downarrow}$.

Postopek je sledeč: Recimo, da je $\Delta E = E_\uparrow - E_\downarrow \geq 0$. Če je v danem koraku spin v konfiguraciji z večjo energijo (v našem primeru $\uparrow$), ga obrnemo v konfiguracijo z manjšo energijo. Če pa je spin v konfiguraciji z nižjo energijo, ga obrnemo v konfiguracijo z večjo energijo le z verjetnostjo $w(\downarrow\rightarrow\uparrow) = \mathrm{e}^{-\beta\Delta E}$. Stohastično zaporedje konfiguracij, ki ga dobimo s tem postopkom, imenujemo veriga Markova.[1] Razmerje števila posameznih konfiguracij v verigi je:

$$\frac{n_\uparrow}{n_\downarrow} = \frac{\mathrm{e}^{-\beta\Delta E}}{1} = \mathrm{e}^{\beta(E_\downarrow - E_\uparrow)}, \tag{3}$$

in ustreza Boltzmannovi porazdelitvi po energiji konfiguracij. Postopek pravzaprav temelji na izbiri razmerja verjetnosti za prehod med dvema stanjema [1],

$$\frac{w(\downarrow\rightarrow\uparrow)}{w(\uparrow\rightarrow\downarrow)} = \frac{\mathrm{e}^{-\beta\Delta E}}{1} = \frac{n_\uparrow}{n_\downarrow}, \tag{4}$$

ki je enako razmerju (3).

Za sisteme z več kot dvema konfiguracijama tvorimo verigo Markova dolžine L, $\{\mathbf{x}_i\}_L$, podobno kot v gornjem primeru. Recimo, da je sistem v konfiguraciji $\mathbf{x}_i$. Izberemo neko novo poskusno konfiguracijo $\mathbf{x}'$. Sledečo konfiguracijo v verigi, $\mathbf{x}_{i+1}$, postavimo na $\mathbf{x}'$ z verjetnostjo

$$w(\mathbf{x}_i \rightarrow \mathbf{x}') = \min\Big\{1, \mathrm{e}^{-\beta\Delta E}\Big\}, \quad \Delta E = H(\mathbf{x}') - H(\mathbf{x}_i)\,, \tag{5}$$

oziroma na stari $\mathbf{x}_i$ z verjetnostjo $1 - w(\mathbf{x}_i \rightarrow \mathbf{x}')$. Očitno je, da sprejmemo vse poskusne konfiguracije, pri katerih je sprememba energije, ΔE, negativna, tiste s pozitivno spremembo pa le včasih.

Če ima način izbire novih konfiguracij lastnost, da lahko v končnem številu korakov pridemo iz poljubne konfiguracije v katero koli drugo konfiguracijo, potem velja, da se relativna pogostnost posamezne konfiguracije v

[1] Primer verige Markova, ki je najbrž bralcu bolj domač, je naključni sprehod po celih številih v eni dimenziji. V vsakem koraku se pomaknemo za ± 1 z enako verjetnostjo. Zaporedje dobljenih števil je tudi veriga Markova.

verigi Markova asimptotsko približuje Boltzmannovi porazdelitvi po energijah konfiguracij, ko se dolžina verige L povečuje čez vse meje [4]

$$P_L(\mathbf{x}) = \frac{n_\mathbf{x}}{L} \underset{L\to\infty}{\longrightarrow} P(\mathbf{x}) , \tag{6}$$

kjer $n_\mathbf{x}$ šteje, kolikokrat se ponovi neka konfiguracija $\mathbf{x}$ v dani verigi. Ker je relativna pogostnost posamezne konfiguracije približno Boltzmannova, lahko računanje termodinamskih povprečnih vrednosti (2) v približku nadomestimo kar z vsoto po verigi

$$\overline{A} = \frac{1}{L} \sum_{\{\mathbf{x}_i\}_L} A(\mathbf{x}_i) \underset{L\to\infty}{\longrightarrow} \langle A \rangle . \tag{7}$$

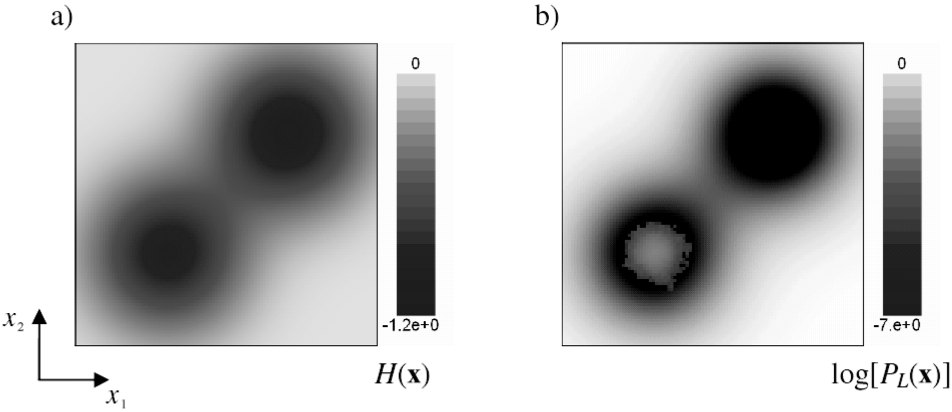
Za praktično uporabo je pomembno, kako hitro se z naraščajočim L vsota (7) približuje termodinamskemu povprečju. Izkaže se, da na hitrost konvergence zelo vpliva način izbire poskusnih konfiguracij $\mathbf{x}'$. Na primer, poskusne konfiguracije bi lahko izbirali popolnoma naključno. Pri nizkih temperaturah bi prej ali slej naleteli na neko konfiguracijo $\mathbf{x}$ s sorazmerno nizko energijo. Ker bi imela večina naključno izbranih konfiguracij, $\mathbf{x}'$, znatno višjo energijo, bi bila verjetnost za prehod v novo konfiguracijo (5) večinoma blizu 0 in bi potrebovali veliko korakov, da bi algoritem sploh zapustil konfiguracijo $\mathbf{x}$.

Navdih za učinkovit način izbire novih konfiguracij spet najdemo v časovnem razvoju realnega sistema. V originalnem članku [1], kjer so obravnavali delce v škatli s potencialom med njimi, so novo poskusno konfiguracijo določili tako, da so v trenutni konfiguraciji malo premaknili enega od delcev vzdolž naključno izbrane smeri. Pri Isingovem modelu z N spini pa lahko tvorimo novo poskusno konfiguracijo tako, da obrnemo samo enega od spinov v trenutni konfiguraciji. Energija nove konfiguracije se zato le malo razlikuje od energije trenutne konfiguracije, zato je verjetnost za prehod v novo konfiguracijo (5) tudi pri povečanju energije znatna in algoritem hitro preskakuje med konfiguracijami tudi pri nižjih temperaturah.

Težave z ergodičnostjo Metropolisovega algoritma

Metropolisov algoritem si torej lahko predstavljamo podobno kot naključni sprehod po prostoru konfiguracij. Izžrebane korake, ki peljejo k nižji energiji, vedno sprejmemo, korake k višji energiji pa le včasih. Tak sprehod vedno pripelje v bližino nekega minimuma energije $H_{\min}$. Algoritem se nato „sprehaja“ pretežno po konfiguracijah v okolici tega minimuma, katerih energija $H(\mathbf{x})$ ni večja od $H_{\min}$ za bistveno več kot termično energijo, $\beta^{-1} = k_B T$.

Kadar je sistem tak, da ima energija samo en minimum, lokalizacija „sprehajanja“ okoli minimuma ne povzroča težav. Le-te se pojavijo, kadar ima energija več minimumov. Pri Isingovem modelu z N spini prostor konfiguracij predstavljajo oglišča hiperkocke v N dimenzijah. Ker si je sprehod po takšnem prostoru težko predstavljati, se zato za ilustracijo zatečemo k preprostemu dvodimenzionalnemu primeru z dvema diskretnima prostostnima stopnjama x_1 in x_2. $H(\mathbf{x})$ si v tem primeru lahko predstavljamo kot pokrajino s kotlinami (slika 1a), med katerimi so hribi in prelazi. Za prehajanje med kotlinami mora algoritem zlesti čez neki prelaz oziroma energijsko zapreko. Kadar je razlika med energijama na prelazu in v kotlini veliko večja kot termična energija, je za prehod (zaradi majhne verjetnosti zaporednih korakov navzgor) treba veliko več korakov, kot jih je dejansko mogoče izvesti v razumnem času. Vsota (7) zato predstavlja termodinamsko povprečje le znotraj ene kotline, ki je poleg vsega lahko le lokalni minimum (slika 1b). Pravimo, da algoritem ni ergodičen, saj lahko zgreši vse konfiguracije v sosednjih kotlinah, kljub temu da imajo le-te večjo ali enako Boltzmannovo utež (1).



Slika 1. Ilustracija neergodičnosti Metropolisovega algoritma. V energijski pokrajini z dvema minimumoma (a) se pri nizkih temperaturah ($\beta = 40$) algoritem lahko „ujame“ v okolici plitvejšega minimuma (b). Konfiguracije iz globalnega minimuma zato manjkajo v verigi Markova.

Oblika energijske pokrajine z več kot enim minimumom je značilna za sisteme z nezveznimi faznimi prehodi, kot so na primer modeli realnih plinov, in za sisteme, ki imajo vgrajen nered, kot so na primer spinska stekla. Za simulacije v teh sistemih je treba Metropolisov algoritem nadgraditi.

V literaturi najdemo veliko različnih nadgradenj. Nekatere temeljijo na posebnih načinih izbire poskusnih konfiguracij. Tako so koraki v energijski pokrajini dovolj dolgi, da je možno preskočiti energijske zapreke. Način izbire je zato odvisen od detajlov funkcionala $H(\mathbf{x}_i)$. V nadaljevanju o teh ne bom več razpravljal. Bolj splošne so nadgradnje, ki ne temeljijo na posebnem načinu izbire poskusnih konfiguracij. Nekatere od teh bom orisal v nadaljevanju.

Izboljšave Metropolisovega algoritma

Simulirano hlajenje

Ena starejših metod, ki nekoliko zmanjša težave z neergodičnostjo, se imenuje simulirano hlajenje [3]. Standardno Metropolisovo simulacijo začnemo pri visoki temperaturi, nato pa v toku simulacije temperaturo znižujemo do končne temperature, pri kateri želimo izračunati termodinamske količine. Pri končni temperaturi nato izvedemo standardno simulacijo, pri kateri „izmerimo“ termodinamska povprečja. Počasno zniževanje temperature zmanjša možnost, da se ujamemo v lokalne minimume energije, do katerih pride pri visokih energijah, ne odpravi pa težav v primerih, kjer imamo v energijski pokrajini več termodinamsko enakovrednih kotlin. Simulacijo lahko sicer večkrat ponovimo in jo tako končamo v različnih kotlinah, vendar relativne teže konfiguracij, ki pripadajo različnim kotlinam, ne moremo določiti.

Kadar je končna temperatura dovolj nizka, je verjetnost, da simulacija konča v konfiguraciji z najnižjo energijo, zadosti velika, da to metodo lahko uporabimo za optimizacijo oziroma iskanje osnovnih stanj. Optimizacija je bila tudi osnovna motivacija za vpeljavo te metode [3].

Metoda razširjenih ensemblov

Metoda, ki jo imenujejo tudi simulirano temperiranje, je sorodna simuliranemu hlajenju. Ensemble konfiguracij razširimo tako, da inverzno temperaturo β (lahko tudi kak drug zunanji parameter) obravnavamo kot dodatno prostostno stopnjo [5]. Izberemo množico diskretnih vrednosti inverznih temperatur, ki je urejena po velikosti $\{\beta_j\}$. Konfiguracije v razširjenem sistemu so določene s parom: $(\mathbf{x}_i, \beta_j)$, energijo pa definiramo kot:

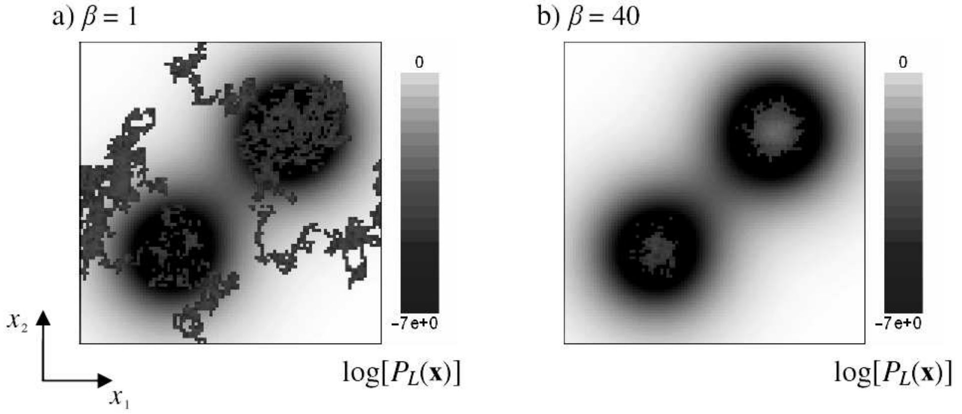
$$H_{RE}(\mathbf{x}_i, \beta_j) = \beta_j H(\mathbf{x}_i) + \eta_j \,, \tag{8}$$

kjer so η_j konstante, ki jih moramo še določiti. V razširjenem ensemblu definiramo še razširjeno statistično vsoto

$$Z_{RE} = \sum_j \sum_i \mathrm{e}^{-H_{RE}(\mathbf{x}_i, \beta_j)} = \sum_j \mathrm{e}^{-\eta_j} \sum_i \mathrm{e}^{-\beta_j H_{RE}(\mathbf{x}_i)} = \sum_j \mathrm{e}^{-\eta_j} Z(\beta_j) \,, \tag{9}$$

kjer je $Z(\beta_j)$ statistična vsota osnovnega sistema.

Na osnovi razširjene statistične vsote po standardnem Metropolisovem algoritmu tvorimo razširjeno verigo Markova, pri čemer razširjene poskusne



Slika 2. Ilustracija metod razširjenega ensembla in vzporednih verig. Veriga Markova pri višji temperaturi (a) poskrbi, da se preišče ves fazni prostor, zato pri nizkih temperaturah (b) algoritem pravilno vzorči konfiguracije v obeh minimumih.

konfiguracije vsebujejo ali novo konfiguracijo $\mathbf{x}'$ ali novo inverzno temperaturo β_j. Vidimo, da je razširjena statistična vsota sestavljena iz statističnih vsot osnovnega sistema pri različnih temperaturah $Z(\beta_j)$. Število konfiguracij v razširjeni verigi, ki pripadajo osnovni statistični vsoti z dano inverzno temperaturo β_j, bo torej za vsak β_j podobno, če izberemo

$$\eta_j = -\ln Z(\beta_j) = \beta_j F(\beta_j)\,, \tag{10}$$

kjer je $F(\beta_j)$ prosta energija osnovnega sistema. Pogostnost konfiguracije $\mathbf{x}_i$ z izbrano inverzno temperaturo β_j pa bo sorazmerna Boltzmannovi uteži pri danem β_j. Razširjeno verigo Markova torej lahko razstavimo na posamezne verige, ki ustrezajo osnovnim statističnim vsotam $Z(\beta_j)$ pri izbranih inverznih temperaturah β_j.

Prednost opisanega algoritma je očitna. Med simulacijo bodo zaporedne vrednosti inverznih temperatur difundirale po množici $\{\beta_j\}$. To efektivno pomeni stohastično segrevanje in ohlajanje sistema, ki podobno kot pri simuliranem hlajenju prepreči ujetje v posamezne kotline energijske pokrajine. Ker pa je segrevanje in ohlajanje stohastično s točno znano porazdelitvijo verjetnosti po različnih inverznih temperaturah, je tudi relativna teža konfiguracij določena.

Seveda tudi metoda razširjenih ensemblov ni vedno tako učinkovita, kot se mogoče zdi na prvi pogled. Centralni problem, ki ga je treba rešiti, je izbira ustreznih vrednosti $\{\beta_j\}$ in določitev konstant η_j. Sosednje vrednosti β_j ne smejo biti preveč različne, sicer je verjetnost za preskok $\beta_j \to \beta_{j\pm1}$ premajhna, da bi bilo v toku simulacije dovolj preskokov med inverznimi temperaturami. Konstante η_j pa lahko določimo le iterativno, saj izraz (10) vsebuje na desni strani prosto energijo, ki je ne poznamo. Preden izvedemo daljšo simulacijo, med katero zajemamo termodinamske povprečne vrednosti, moramo izvesti več krajših simulacij. Med posameznimi simulacijami popravljamo vrednosti η_j tako, da se pogostnost konfiguracij približuje enakomerni porazdelitvi po $\{\beta_j\}$. Konvergenca η_j k vrednostim v izrazu (10) pa ni vedno zagotovljena v dosegljivem procesorskem času. Kadar nam uspe določiti vrednosti η_j, lahko z zvezo (10) izračunamo tudi odvisnost proste energije od temperature, ki je s standardnim Metropolisovim algoritmom ne moremo.

Metoda vzporednih verig

Tudi metoda vzporednih verig [2] temelji na simultani simulaciji pri več različnih temperaturah. Tokrat ensemble sestavimo iz množice enakih sistemov pri različnih inverznih temperaturah β_j. V vsakem sistemu tvorimo verigo Markova s standardnim Metropolisovim algoritmom. Sisteme sklopimo med seboj z občasnimi zamenjavami konfiguracij med sistemi z bližnjimi temperaturami. Izmenjava konfiguracij poskrbi, da nizkotemperaturne simulacije ne obtičijo v posameznih kotlinah. Simulacije pri višjih temperaturah namreč poskrbijo za prehode čez prelaze v energijski pokrajini.

Poglejmo si primer dveh enakih sistemov pri različnih temperaturah β_1 in β_2. Verjetnost, da najdemo sistema v konfiguracijah $\{\mathbf{x}_{i_1}, \mathbf{x}_{i_2}\}$, je sorazmerna produktu posameznih verjetnosti (1):

$$\mathcal{P}(\{\mathbf{x}_{i_1}, \mathbf{x}_{i_2}\}) = P_1(\mathbf{x}_{i_1})\, P_2(\mathbf{x}_{i_2})\,. \tag{11}$$

Enako velja za verjetnost, kjer sta konfiguraciji zamenjani, zato je razmerje verjetnosti:

$$r = \frac{\mathcal{P}(\{\mathbf{x}_{i_2}, \mathbf{x}_{i_1}\})}{\mathcal{P}(\{\mathbf{x}_{i_1}, \mathbf{x}_{i_2}\})} = \frac{P_1(\mathbf{x}_{i_2})\, P_2(\mathbf{x}_{i_1})}{P_1(\mathbf{x}_{i_1})\, P_2(\mathbf{x}_{i_2})} = \mathrm{e}^{(\beta_1-\beta_2)\left(H(\mathbf{x}_{i_1})-H(\mathbf{x}_{i_2})\right)}. \tag{12}$$

Če v toku simulacije izmenjavo konfiguracij med sistemoma izvajamo z verjetnostjo r, bo porazdelitev po energijah konfiguracij znotraj posamezne verige Markova kjub izmenjavam ostala Boltzmannova tako kot pri standardnem Metropolisovem algoritmu.

Tudi pri tej metodi razlike med sosednjimi temperaturami ne smejo biti prevelike, sicer je verjetnost za izmenjavo konfiguracij premajhna. Veljati mora [2]:

$$\Delta\beta \approx \sqrt{\frac{k_B \beta^2}{c(\beta) N}}\,, \tag{13}$$

kjer je $c(\beta)$ specifična toplota, N velikost sistema in k_B Boltzmannova konstanta. Dobro je, da potreben razmik med inverznimi temperaturami pada le kot koren iz velikosti sistema, zato število potrebnih vzporednih verig ne raste prehitro s povečevanjem sistema. Ocena (13) tudi pove, da je v bližini zveznih faznih prehodov, kjer specifična toplota naraste, treba manjšati temperaturni razmik med sosednjimi verigami.

Lepa lastnost metode vzporednih verig v primerjavi z metodo razširjenih ensemblov je, da ni problemov s konvergenco, saj nima občutljivih prostih parametrov, ki bi jih morali določati iterativno. Izbira temperaturnega razmika (13) namreč ni tako kritična kot izbira konstant η_j pri metodi razširjenih ensemblov.

Metoda se zelo dobro obnese v neurejenih sistemih, kjer je v energijski pokrajini veliko kotlin s podobnimi energijami.

Multikanonične metode

Multikanonične metode so drugačne kot te, o katerih smo govorili do sedaj. Pri Metropolisovem algoritmu je težavno prehajanje prek sedel v energijskih pokrajinah pri nizkih temperaturah posledica hitrega padanja Boltzmannove porazdelitve z naraščajočo energijo. Prejšnje metode rešujejo to težavo s spreminjanjem inverzne temperature. Multikanonične metode pa temeljijo na zamenjavi Boltzmannove porazdelitve (1) s takšno, ki ne pada tako hitro.

Prva sta na to idejo prišla Berg in Neuhaus [6]. Namesto Boltzmannove verjetnosti (1) sta predlagala verjetnost, ki je sorazmerna z obratno vrednostjo gostote stanj,

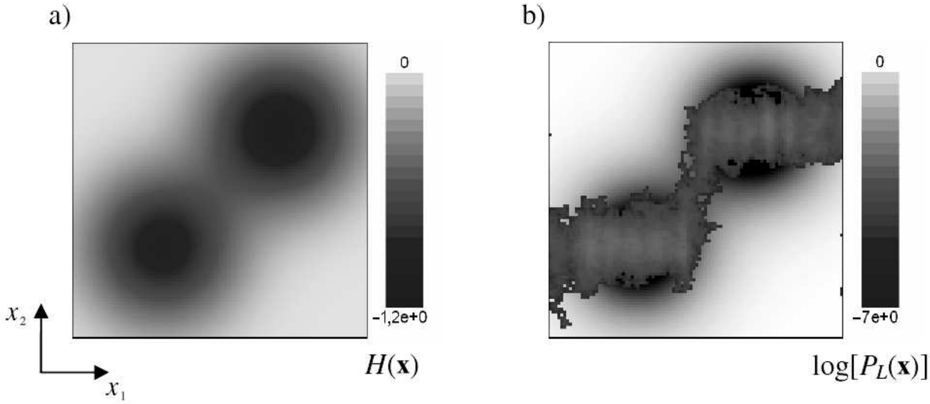
$$P_{MK}(\mathbf{x}_i) \propto \frac{1}{D(H(\mathbf{x}_i))}, \tag{14}$$

kjer je gostota stanj $D(E)$ določena kot število konfiguracij $\mathbf{x}$, za katere velja $E < H(\mathbf{x}) < E + dE$.

V multikanonični simulaciji uporabimo standardni Metropolisov algoritem, le da poskusno konfiguracijo sprejmemo z verjetnostjo, ki ustreza (14):

$$w(\mathbf{x}_i \to \mathbf{x}') = \min\left\{1, \frac{D(H(\mathbf{x}_i))}{D(H(\mathbf{x}'))}\right\}. \tag{15}$$

Relativna pogostnost posamezne konfiguracije v verigi Markova se zato asimptotsko približuje verjetnosti (14). Takšna porazdelitev ustreza enakomerni porazdelitvi po energijah konfiguracij, zato se algoritem ne ujame več v kotline v energijski pokrajini, saj so v verigi prisotna tudi stanja na prelazih.



Slika 3. Ilustracija ene od variant multikanoničnega algoritma. V energijski pokrajini z dvema minimumoma (a) generiramo verigo Markova z modificirano Boltzmannovo porazdelitvijo[2], ki zagotovi enakomerno porazdelitev po spremenljivki x_1. Algoritem zato „zleze“ tudi prek sedla med minimumi (b), kar zagotovi ustrezno prisotnost konfiguracij obeh minimumov v verigi Markova tudi pri nizkih temperaturah.

Osnovna težava pri multikanoničnem algoritmu je določitev gostote stanj $D(E)$, ki je ne poznamo. Približek za $D(E)$ zato izračunamo iterativno z več zaporednimi simulacijami. Začnemo s poskusno gostoto stanj $D_0(E)$, ki je lahko kar konstantna. Na koncu k-te simulacije izračunamo histogram $h_k(E)$, ki je določen kot število konfiguracij $\mathbf{x}_i$ v verigi Markova, za katere velja $E < H(\mathbf{x}_i) < E + dE$. Iz histograma in stare gostote stanj $D_k(E)$ izračunamo nov približek gostote stanj $D_{k+1}(E)$. Postopek ustavimo, ko je histogram zadovoljivo ploščat v območju energij, ki nas zanima.

S končnim približkom za gostoto stanj $\widetilde{D}(E)$ nato izvedemo daljšo simulacijo, v kateri zajemamo količine, ki nas zanimajo. Pri izračunu približkov termodinamskih povprečij moramo upoštevati uporabljeno verjetnost za posamezno konfiguracijo v verigi Markova $\{\mathbf{x}_i\}_L$:

$$\overline{A} = \frac{\sum\limits_{\{\mathbf{x}_i\}_L} A(\mathbf{x}_i)\widetilde{D}[H(\mathbf{x}_i)]\mathrm{e}^{-\beta H(\mathbf{x}_i)}}{\sum\limits_{\{\mathbf{x}_i\}_L} \widetilde{D}[H(\mathbf{x}_i)]\mathrm{e}^{-\beta H(\mathbf{x}_i)}} . \tag{16}$$

Vidimo, da iz ene same simulacije lahko izračunamo približke termodinamskih povprečij za več različnih temperatur. Pri tem moramo paziti, da se ob-

[2]Izberemo verjetnost: $P_{MK}(x,y) \propto \frac{\mathrm{e}^{-\beta H(x,y)}}{\int \mathrm{e}^{-\beta H(x,y)}}\, dy$. Ker integrala ne poznamo vnaprej, moramo $P_{MK}(x,y)$ določiti iterativno.

močje energij multikanonične simulacije prekriva z območjem energij ustrezne Boltzmannove porazdelitve.

Podobno kot pri metodi razširjenih ensemblov je tudi pri multikanonični metodi konvergenca pri določanju približka za gostoto stanj lahko resen problem. Metoda zato ne deluje dobro v vseh primerih. Izkazalo se je, da se zelo dobro obnese v sistemih, ki imajo nezvezne fazne prehode, kar pomeni le nekaj podobnih minimumov v energijski pokrajini, slabo pa v neurejenih sistemih, ki imajo v energijski pokrajini veliko kotlin s podobnimi energijami [2, 6].

Metodo se da posplošiti tudi na drugačne porazdelitve. Namesto enakomerne porazdelitve histograma po energiji lahko zahtevamo enakomerno porazdelitev po parametru urejenosti, gostoti ali kakšni drugi količini.

Sklep

Enostaven Metropolisov algoritem je še vedno temelj simulacij v statistični fiziki. Težave z ergodičnostjo algoritma se da delno odpraviti z nadgradnjami. Najbolj pogoste sem opisal v tem članku. Kljub temu da nobena od nadgradenj, opisanih v tem članku, ne temelji na posebnostih kakšnega izbranega problema, pa nobena ni univerzalna. Tako je za sisteme z nezveznimi faznimi prehodi najbolj primerna multikanonična metoda, za neurejene sisteme pa metoda paralelnih verig in simulirano temperiranje. Vse metode pa so sorazmerno uspešne pri iskanju konfiguracij, ki ustrezajo globalnemu minimumu energije, kar je še posebej zanimivo za računanje konformacij biološko zanimivih proteinov.

LITERATURA

[1] N. Metropolis, A. W. Rosenbluth, M. N. Rosenbluth, A. H. Teller in E. Teller, J. Chem. Phys. **21** (1953), 1087.

[2] Y. Iba, Int. J. Mod. Phys. C **12** (2001), 623.

[3] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt in M. P. Vecchi, Science **220** (1983), str. 671–680.

[4] K. Binder in D. W. Heerman, *Monte Carlo Simulation in Statistical Pysics*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1992.

[5] A. P. Lyubartsev, A. A. Martsinovski, S. V. Shevkunov in P. N. Vorontsov-Velyaminov, J. Chem. Phys **96** (1992), 1776.

[6] B. A. Berg in T. Neuhaus, Phys. Rev. Lett. **68** (1992), 9.

SPOMINJAMO SE PROFESORJA ANTONA MOLJKA

Mineva deset let, odkar smo se poslovili od profesorja dr. Antona Moljka (1916–1998). Brez njega bi bili siromašnejši za marsikaj. Pred šestdesetimi leti je spoznal, da je znanje fizike neobhodno potrebno za uspešen razvoj tehnike. Tako smo Slovenci med prvimi dobili študij fizike na inženirskem nivoju. Do danes je število inženirjev fizike naraslo na tisoč. Mnogi med njimi so se posvetili znanosti in poučevanju na domačih ali tujih univerzah.

Sredi preteklega stoletja je naglo napredovala jedrska fizika. Nova spoznanja so utrla pot novim raziskovalnim metodam. Ena od teh je bila določanje starosti organskih ostankov prek meritve radioaktivnosti ogljika. Kako izmeriti neznatno sevanje ogljika 14? Moljk je v Glasgowu s sodelavci našel rešitev. Rojen je bil brezstenski proporcionalni števec, ki je omogočal datiranje organskih ostankov tja do 40 tisoč let. Kasneje je bil tak števec nenadomestljiv pri meritvah fluorescenčnih pridelkov lupin K in L pri vrsti elementov.

Če smo hoteli slediti razvoju miroljubne uporabe jedrske energije, smo potrebovali jedrski reaktor. Brez Moljka, ki je tedaj užival velik ugled v Zvezni komisiji za jedrsko energijo, in brez Milana Čopiča, ki si je v Ameriki pridobil bogato znanje o reaktorjih, bi reaktorja v Podgorici ne bilo. Še danes tam potekajo tečaji o vodenju reaktorjev, ki jih prireja Mednarodna agencija za atomsko energijo, ena izmed specializiranih organizacij Združenih narodov.

Fiziko je treba spoznati, da jo vzljubiš. Naj ne ostane le zbirka zakonov, ampak naj nam pomaga razumevati dogajanja v svetu, ki nas obdaja. Vse pa je odvisno od predstavljavca. Naloge sta se lotila Kuščer in Moljk in leta 1958 dokončala učbenik fizike v treh delih. Učbenik, ki je doživel tri izdaje in četrto izpopolnjeno, ostaja živ še danes.

Spoznanja, zaklenjena v predalih, pa ostajajo mrtva. Da zažive, jih je treba povedati vsem. Vodilne fizikalne revije so nam bile tedaj težko dostopne. Objavo člankov je bilo treba plačevati v dolarjih. Moljk je bil pobudnik za izdajo revije Fizika, ki si je kmalu zagotovila svoje mesto med drugimi revijami.

Moljk je vztrajno poudarjal, da je razvoj naravoslovnih znanosti nujen pogoj za razvoj napredne in uspešne industrije. Kako o tem prepričati tedanje politične veljake? Prva industrijska revolucija je daleč za nami, zdaj je čas za drugo. Znanje je nova dobrina, ki pomaga obvladovati svet. Naj torej pri prepričevanju pomagajo združeni Rusi in Američani. Leta 1964 se je rodil niz konferenc z naslovom Znanost in družba. Udeleževali so se jih najvidnejši znanstveniki obeh blokov, pa tudi vrsta jugoslovanskih politikov. Znanost je počasi pridobivala ugled tudi pri nas.

Fizika naj ne živi le na papirju, ampak potrebuje laboratorije. Nove zamisli je treba preverjati, preden dozore za prenos v industrijo. Oddelek za fiziko Univerze v Ljubljani do leta 1968 ni imel svojih prostorov. Gostovali smo po sorodnih fakultetah, od leta 1953 pa nam je bila na razpolago tudi fizikalna predavalnica, zgrajena v sklopu Instituta Jožef Stefan. Prizadevanja fizikov, še posebej Moljka, so vodila do nove zgradbe Fakultete za matematiko in fiziko. Tam je našel svoj prostor poleg študentskih laboratorijev tudi Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko, krajše IMFM.

Znanja ni nikoli dovolj. Več ga premorejo profesorji, več ga lahko prelijejo v svoje učence. Kuščer in Moljk sta oktobra 1972 začela prvi podiplomski tečaj za profesorje fizike. Dveletni tečaj je tekel ob petkih in sobotah, povprečno po deset ur tedensko, s poudarkom študija na samostojnem delu in reševanju izbranih problemov ter na seminarskih referatih in razpravah. Po koncu predavanj leta 1974 si je večina slušateljev pridobila magistrske naslove.

Kako slediti naglemu razvoju znanosti in tehnologije? Znanje, pridobljeno do diplome ali doktorata, je v nekaj letih nezadostno. Treba ga je dopolnjevati. Moljk je na oddelku za fiziko uvedel tako imenovano permanentno izobraževanje in ga z vsem žarom vodil do trenutka, ko nas je nepričakovano zapustil.

Poglejmo, kako so ga videli nekateri izmed mnogih, ki so z njim delali ali pa se z njim pogosto srečevali.

Peter Prelog: *Za večino študentov matematike je bila fizika nebodijetreba, zame še tem bolj, ker sem zaradi neurejenih povojnih razmer prišel na fakulteto z zelo pomanjkljivim znanjem. Naučiti sem se moral tudi tisto, kar so sošolci že znali. Profesor Moljk zaradi mojega luknjičavega znanja ni obupal, opogumil me je, da sem vztrajal, se potrudil in premagal ovire. To je bilo moje prvo srečanje z Moljkom – prijaznim vzpodbujevalcem. Kasneje sem ga srečal še mnogokrat. Bil je eden izmed tistih dovolj redkih ljudi, ki jim je bilo mogoče, brez strahu pred zamero, povedati nasprotno mnenje.*

Drago Šulek: *Dr. Moljk je bil nemiren duh s svojevrstnim menedžerskim talentom, ki za akademsko sfero ni pogosta vrlina. Na svojih predavanjih je namesto resnic sejal dvome. Ko sem si ga izbral za mentorja, so me kolegi pomilovali, saj je moj izbor veljal za tveganega. Pa ni bilo tako. Zelo hitro sem diplomiral in brez njegove vzpodbude ne bi nikoli opravil magisterija. Dlje kot sem ga poznal, bolj sem razumel in cenil njegov, sicer na videz neodločen, pa vendar karizmatičen način vodenja, ki je od njegovih študentov in sodelavcev terjal samoiniciativnost in prevzemanje lastne odgovornosti. Nikogar ni nahranil, je pa mnoge naučil loviti ribe. In verjamem, da nisem edini, ki sem mu za to nadvse hvaležen.*

Davorin Tomažič: *S profesorjem Moljkom sem se prvič srečal med vojno, ko sva skupaj delala v servisni delavnici radija Philips na nekdanji Aleksandrovi cesti v Ljubljani. Ponovno sva se srečala povsem slučajno leta 1946. Med pogovorom sem mu zaupal, da končujem šolo in iščem zaposlitev. Ponudil mi je delovno mesto na Univerzi, na katedri za fiziko, kjer je delal kot docent. Povabila sem bil vesel. Od takrat je teklo najino sodelovanje neprekinjeno naslednjih 37 let. Začel sem v pripravljalnici fizikalnih poskusov, potrebnih pri predavanjih. V delo me je vpeljeval profesor Moljk. Delati z njim je bilo prijetno, ker mi je vselej vse razložil tako, da sem natanko vedel, kaj je moja naloga. Bili smo pionirji pri opremljanju fizikalnega praktikuma. Tedaj je bilo težko priti do vsega potrebnega materiala.*

Profesor Moljk ima tudi velike zasluge pri gradnji današnje stavbe za fiziko. Skupaj s profesorjem Kuščerjem smo pogosto pozno v noč premlevali načrte in razporeditev prostorov.

Profesor Moljk ni bil samo moj predstojnik, ampak tudi dober prijatelj, ki mi bo ostal v prijetnem spominu.

Miroslav Trampuš: *S profesorjem Moljkom sem se prvič srečal že kot osnovnošolec. Udeležil sem se natečaja o radioaktivnosti in zaključno srečanje je bilo v Ljubljani na Institutu Jožefa Stefana. Profesor Moljk nas je prijazno sprejel, pohvalil naše delo in nas navduševal za znanost. Zame je bil pravi čudež, ko sem bil iz podeželskega Velenja prišel v Ljubljano in poslušal univerzitetnega profesorja. Gotovo je bilo to doživetje eden od razlogov, da sem se kasneje vpisal na fiziko. Med študijem nisem imel veliko stikov z Moljkom, saj me kot bodočega pedagoga tehnične podrobnosti fizikalnih merjenj niso preveč zanimale. Precej let kasneje pa se mi je Moljk pokazal v vsej svoji moči. Več let smo ob sobotah z veseljem prihajali na srečanja, ki jih je organiziral. Bil je zelo neposreden. Večkrat me je poklical po telefonu in me spraševal, ali imam kakšne težave s predavanjem, ki sem ga pripravljal za srečanje, kakšni so moji predlogi in podobno. „Dober večer, Moljk tukaj ...“ še danes slišim, kadar se spomnim profesorja. Veliko nam je pomagal z nasveti, katere knjige naj beremo, kateri članki so zanimivi, kaj naj napišemo. Poleg fizike nas je usmerjal tudi v druga področja.*

Kar nekaj hudomušnih besed je imel o poslancih državnega zbora, o maturi in piscih učnih načrtov.

Jože Kotnik: *S profesorjem Moljkom sva prvič tesneje sodelovala pri organizaciji in izvedbi olimpijade v Portorožu pri tekmovanju v znanju fizike za dijake usmerjenega izobraževanja. Ob vseh srečanjih me je vzpodbujal k nadaljevanju študija. Ko je profesor Moljk izvedel, da se ukvarjam tudi z založništvom, mi je zaupal natise vabil in letakov za študijska srečanja, ki jih je soproga dr. Snegulka Detoni natančno zapisovala, takrat še na pisalni stroj. Vselej je bilo besedilo skrbno izpiljeno. Ob najmanjših napakah, ki smo jih sicer redko zagrešili, je bil prizanesljiv in je nanje le prijazno opozarjal, navadno še pred natisom. Večkrat nam je ob odmorih pri čaju povedal kaj zanimivega in pogosto predlagal: „Dajmo se zakajati.“ Postavljati vprašanja in probleme ter iskati odgovore nanje, preverjati hipoteze in raziskovati na-*

ravo na vseh energijskih skalah z izvirnimi, novimi prijemi in širiti izobrazbo učiteljev fizike so bila vodila enega zadnjih generalistov fizike na Slovenskem.

Bojan Golli: *S profesorjem Moljkom sva se prvič srečala pri predmetu Fizikalna merjenja. Ko mi je vrnil seminar iz literature, v katerem je bilo več rdečih popravkov in pripomb kot mojega teksta, je le rekel: „No, z vašim seminarjem sem bil kar zadovoljen.“ Rad se spominjam tudi fizikalne olimpijade v Portorožu 1985, kjer je profesor Moljk kot predsednik organizacijskega komiteja bistveno prispeval k njenemu ugledu v mednarodnem prostoru in dosegel veliko odmevnost v slovenski in tudi širši jugoslovanski javnosti.*

Stanislav Pirnat: *Profesorja Moljka smo spoznali študentje najprej po soavtorstvu učbenika Fizika. V najlepši luči pa nam bodo ostala njegova veliko kasnejša leta, ko je, za hip se zdi, vse profesorske sposobnosti in moči usmeril v svoj seminar stalnega strokovnega spopolnjevanja fizikov v srednjih in osnovnih šolah. Najbrž bo ostala Moljkova izvedba te oblike izobraževanja nepresežena, bodisi po zastavljenih ciljih bodisi po elanu in naporih, vloženih v organizacijo in uresničevanje zamišljenega.*

Ivo Kurnjek: *Bili smo skupina študentov ob delu, vpisanih na oddelek za fiziko Fakultete za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani. Profesorja Moljka sem spoznal v letu 1978 pri predavanjih iz razvoja fizike. Vedno si je vzel čas za posameznika in za skupino, kadarkoli je bilo to potrebno. Imel pa je tudi socialni čut. Z njegovo pomočjo smo pridobili možnosti, ob katerih je bilo mogoče izpeljati študij ob delu.*

Marjan Hribar: *S profesorjem Moljkom sva se pogosto pogovarjala o poučevanju fizike in o delu učiteljev fizike. Skrbelo ga je, da se s širjenjem fizikalnih spoznanj povečuje razkorak med šolsko in raziskovalno fiziko. Razmišljal je, kako omogočiti profesorjem fizike stik tako z živo fiziko kakor tudi z dogajanjem v pouku fizike drugod po svetu. Vzpodbujal je učitelje fizike, da bi poročali o svojem delu.*

Dušan Modic: *Znal je navdušiti. Znal je kritično presojati, ne da bi koga prizadel. Znal je tako vprašati, da je vsak mogel pokazati svoje znanje. Omahnil je sredi dela, ki ga je imel najraje: delati fiziko, delati za fiziko in širiti znanje o njej.*

Četudi nas je profesor Anton Moljk zapustil, je še vedno z nami.

Jože Pahor

Prve dni septembra 1998 je imel profesor Moljk predavanje in elektronsko delavnico. Bil je srečen, da so mu dovolili še eno leto voditi permanentno izobraževanje nove fizike.

5. septembra zvečer je med pogovorom za vedno zatisnil oči. Žalne seje na fakulteti ni bilo. Vsi, ki so cenili njegovo znanje, ideje in navdušenje za fiziko, ga spoštovali kot velikega eksperimentalnega fizika, humanista, intelektualca, modrega moža in ga imeli radi, so prišli na pogreb v Begunje, kjer so v čudovitih govorih to povedali in se poslovili od njega.

Snegulka Detoni

STROKOVNO SREČANJE IN OBČNI ZBOR DMFA
Podčetrtek, 7. in 8. 11. 2008

Lansko leto smo se v Podčetrtku dobro počutili, zato smo se tja vrnili tudi letos. Vreme nam sicer ni bilo naklonjeno, zato pa je bil obisk nad pričakovanji, kar nas seveda veseli.

Strokovni del za učitelje je potekal v sekcijah: matematika osnovna šola, matematika srednja šola in fizika. Vodilna tema je bila preverjanje znanja.

Vzporedno je potekala 6. konferenca fizikov v osnovnih raziskavah in 2. slovensko srečanje matematikov raziskovalcev. Na društvenem strežniku, kjer se prijavljajo učitelji, je bilo uradno prijavljenih 215 udeležencev, vseh skupaj (z raziskovalci fiziki in matematiki) pa nas je bilo okoli 400.

Povzetke predavanj smo že pred srečanjem objavili na domači strani društva. Na branje domačih strani društva so se člani že navadili, kljub temu pa opažamo, da je obveščanje po klasični pošti še vedno potrebno. Vsi udeleženci so letos poleg biltena s povzetki prejeli še vrečke iz blaga in društvene koledarje za leto 2009, v katerih smo slikovno predstavili dejavnosti društva, pozornost posvetili Mednarodnemu letu astronomije (2009) in se že pripravili na šestdeseto obletnico društva.

Ker so bili povzetki že objavljeni tako na spletni strani kot v biltenu, naj navedem le predavatelje in naslove predavanj:

Petek, 7. novembra 2008

Matematika – osnovna šola:

- Mara Cotič in Darjo Felda: Vrednotenje znanja pri pouku matematike v zadnjem triletju osnovne šole
- Nada Razpet: *Stara snov?*
- Damjan Kobal: *Preverjanje, vrednotenje, merjenje ali ocenjevanje znanja*
- Jožef Senekovič: *Nacionalni preizkus je proces, ne dejanje*
- Iztok Kavkler, Matija Lokar, Alen Orbanić in Aljoša Peperko: *Domače naloge in tehnologija*
- Zlatan Magajna: *O smislu in nesmislu ocenjevanja*
- Iris Valantič: *Matematični problemi s preveč in premalo podatki*
- Izidor Hafner: *Sestavljanje poliedrov*

Matematika – srednja šola:

- Marko Razpet: *Izračunajte, dokažite, povejte, . . .*
- Gregor Dolinar: *Poklicna matura iz matematike*
- Matija Lokar: *MateMaturaWiki*
- Matija Lokar, Primož Lukšič, Aljoša Peperko in Mojca Preložnik: *Avtomatsko preverjanje matematičnega znanja*
- Zlatan Magajna: *O smislu in nesmislu ocenjevanja*
- Nada Razpet: *To je pa še stara snov*

- Damjan Kobal: *Preverjanje, vrednotenje, merjenje ali ocenjevanje znanja*
- Marjan Jerman in Samo Repolusk: *O zakonskih omejitvah pri preverjanju znanja*
- Iztok Kavkler, Matija Lokar, Alen Orbanić in Aljoša Peperko: *Domače naloge in tehnologija*

Fizika:

- Nada Razpet: *Kaj smo se naučili pri eksperimentiranju?*
- Jure Bajc: *Sestavljanje, izbiranje, prevajanje in ocenjevanje tekmovalnih nalog na mednarodnih fizikalnih olimpijadah*
- Aleš Mohorič: *Preverjanje vstopnega znanja študentov fizike*
- Marjan Jerman in Samo Repolusk: *O zakonskih omejitvah pri preverjanju znanja*
- Damjan Kobal: *Preverjanje, vrednotenje, merjenje ali ocenjevanje znanja*
- Mitja Rosina: *Nekaj domislic za zanimive in vzpodbudne teste iz fizike*
- Tomaž Kranjc: *Še o učenju fizike*
- Janez Strnad: *Po Galilejevih in Huygensovih stopinjah*
- Gorazd Planinšič: *Alternativne predstave študentov*

V preddverju dvoran so si obiskovalci lahko ogledali plakat o spominskih obeležjih slovenskih matematikov in fizikov, predstavitveni plakat za februarski seminar O podnebnih spremembah ter nekaj slikovnega gradiva o dejavnostih v okviru Mednarodnega leta astronomije 2009. Franc Savnik je razstavil lično in natančno izdelane zanimive matematične skulpture.

Matematiki raziskovalci:

- Iztok Kavkler, Matija Lokar, Primož Lukšič in Aljoša Peperko: *Uporaba tehnologije pri preverjanju znanja v matematiki*
- Tomaž Kosem, Matija Lokar, Alen Orbanić in Aljoša Peperko: *Projekt Aktivna matematika*
- Marko Razpet: *Eulerjeva števila v analizi*
- Primož Lukšič: *Matematika in volilni sistemi – mandatni pragovi*
- Boris Horvat: *Predstavitve grafov z enotsko razdaljo*
- Mateja Grašič: *Matrične algebre, določene z ničelnim produktom*

Predstavitve novih doktorskih del:

- Melita Hajdinjak: *Dialog človek–stroj*
- Matjaž Kovše: *Delne kocke in njihovi izpeljani grafi*
- Marjetka Krajnc: *Geometrijska interpolacija z ravninskimi parametričnimi polinomskimi krivuljami*
- Janko Marovt: *Ohranjevalci na komutativnih efektnih algebrah*
- Polona Oblak: *O komutirajočih nilpotentnih matrikah*

* Klavdija Kutnar: *Strukturne lastnosti simetričnih grafov*

* Matjaž Konvalinka: *Combinatorics of determinantal identities*
* Martin Milanič: *O iskanju maksimalnih neodvisnih množic grafa*
* Mitja Pirc: *Determinants, contexts and measurement of customer loyalty*
* Jernej Barbič: *On real-time Reduced Large-Deformation Models*

Avtorji, označeni z *, so se v program vključili v živo iz tujine po internetni povezavi.

Matematika v industriji:

- Jernej Krmelj, Bojan Orel in Boris Turk: *Konstrukcija progresivne leče*
- Damjan Vrenčur, Gregor Dolinar, Melita Hajdinjak, Jure Lakovič, Kristjan Cafuta in Neža Mramor - Kosta: *Simulacija hidrodinamičnih lastnosti plovil*

Predstavitve novih mednarodnih publikacij slovenskih avtorjev:

- Sandi Klavžar: *Predstavitev nove znanstvene monografije Topics in Graph Theory*
- Aljaž Ule: *Predstavitev nove znanstvene monografije Partner Choice and Cooperation in Networks*
- Ted Dobson: *Ars Mathematica Contemporanea – a new Slovenian international math journal*

Matematiki raziskovalci so imeli po končanih predstavitvah še letno sejo Slovenskega odbora za matematiko, pripravili so tudi razstavo mednarodnih monografij slovenskih matematikov.

Pester večer se je končal še z ogledom filma: J. Leys, É. Ghys in A. Alvarez: *Dimenzije* (animirani dokumentarni film). Slovenske podnapise je uredil Boštjan Kuzman.

Sobota, 8. novembra 2008

Dopoldne sta bili na sporedu vabljeni predavanji. Zoisov nagrajenec za vrhunske znanstvene in razvojne dosežke na področju matematike prof. dr. Sandi Klavžar je imel predavanje z naslovom *Problemi Hanojskega stolpa*. Zoisova nagrajenka za vrhunske znanstvene in razvojne dosežke na področju fizike osnovnih delcev prof. dr. Svjetlana Fajfer pa je imela predavanje z naslovom: *Kvantna kromodinamika glavna igralka in njene stranske vloge*. Po občnem zboru smo nadaljevali program v dveh sekcijah.

Matematika:

- Olga Arnuš: *Ocenjevanje in preverjanje znanja v programu mednarodne mature*
- Marija Vencelj: *Optimalnost Strählejeve postavitve prijemov pri kitari*
- Majda Švagan: *Preverjanje in ocenjevanje znanja matematično nadarjenih učencev*

Fizika:

- Tine Golež: *Ocenjevanje fizikalnih poskusov dijakov*
- Tilka Jakob: *Preverjanje znanja pri konceptualnem pouku fizike v osnovni šoli*
- Boris Kham: *Kako oceniti opazovanje (dogajanje v naravi)?*
- Jože Pernar: *Preverjanje znanja fizike na terenu.* Predstavil nam je tudi zanimiv poster Fizika v naravi.

60. občni zbor DMFA

Ker je bilo ob 10. uri navzočih manj kot polovica članov DMFA Slovenije, se je občni zbor v skladu s 16. členom Pravil DMFA Slovenije pričel ob 10.30. Med premorom je Mitja Rosina obudil spomine na prof. Antona Peterlina ob stoletnici njegovega rojstva. Nekaj spominov je dodal tudi Franc Cvelbar.

V delovno predsedstvo so izvoljeni: predsednik Mitja Rosina, člana Franc Cvelbar in Emil Žagar, zapisnikar Janez Krušič. Overovatelja zapisnika sta Marko Razpet in Zvonko Trontelj.

Z minuto molka se je občni zbor pokloni spominu na člane, preminule v preteklem letu: Aleksandra Potočnika, Aleša Moharja, Vekoslava Ramšaka in Janeza Rakovca. O dolgoletnem članu upravnega odbora DMFA in predanem sodelavcu Aleksandru Potočniku je spregovoril Darjo Felda.

Društvena priznanja so prejeli:

- **Lidija Gornik**, predmetna učiteljica matematike in fizike na OŠ Zbora odposlancev v Kočevju, za uspešno delo z mladimi matematiki ter za strokovno delo na pedagoških delavnicah.
- **dr. Zvonko Jagličić**, docent za fiziko na FGG Univerze v Ljubljani, za uspešno dolgoletno vodenje raziskovalnih delavnic za najboljše slovenske mlade fizike.
- **dr. Peter Legiša**, izredni profesor matematike na FMF Univerze v Ljubljani, za uspešno delo na področju matematičnega izobraževanja in publicistične dejavnosti ter za dolgoletno vodenje nacionalnega komiteja za matematiko.
- **Marko Munih**, profesor fizke na Srednji tehniški šoli v Kopru, za uspešno delo z mladimi fiziki v šoli in zunaj nje ter za posodabljanje pouka fizike v srednji šoli.

Utemeljitve je prebrala Zvonka Alt.

Soglasno je bil sprejet predlog predsednika DMFA Slovenije Milana Hladnika, da ob jubilejnem 60. občnem zboru DMFA Slovenije jubilejna priznanja v znak zahvale za opravljeno delo in za zasluge na področju društvenih dejavnosti prejmejo:

- **Vladimir Bensa**, za dolgoletno skrbno delo tehničnega urednika pri izdajanju strokovne literature in pomoč pri izdajanju društvenih publikacij.
- **dr. Mirko Dobovišek**, za dolgoletno uspešno vodenje komisije za tisk oziroma društva DMFA–založništvo.

- **mag. Ciril Dominko**, za dolgoletno vodstvo komisije za popularizacijo fizike v srednji šoli in zlasti za vsakoletno pripravo in spremljanje slovenske fizikalne olimpijske ekipe na tekmovanjih.
- **mag. Darjo Felda**, za dolgoletno vodstvo komisije za popularizacijo matematike v srednji šoli.
- **dr. Izidor Hafner**, za dolgoletno vodenje komisije za razvedrilno matematiko, za organizacijo tekmovanj iz razvedrilne matematike, logike in prostorske predstavljivosti ter za uspehe na področju izdajanja strokovne literature.
- **Andreja Jaklič**, za dolgoletno vestno in natančno vodenje društvenega računovodstva.
- **mag. Lucijana Kračun Berc**, za uspešno vodenje celjske podružnice, komisije za pedagoško dejavnost v matematiki in za organizacijo društvenih seminarjev.
- **Janez Krušič**, za dolgoletno vestno, natančno in nepogrešljivo delo tajnika društva.
- **dr. Matjaž Omladič**, za dolgoletno uspešno izdajanje strokovne matematične literature, predvsem v vlogi odgovornega urednika Knjižnice Sigma.
- **dr. Tomaž Pisanski**, za prispevek k obujanju zanimanja za zgodovino slovenske matematike, posebej za pripravo in izvedbo prireditev in proslav v sklopu Vegovih dni 2002 in 2004, ter za vodenje nacionalnega komiteja za matematiko.
- **mag. Nada Razpet**, za dolgoletno zavzeto delo na mestu podpredsednice društva, za organizacijo številnih seminarjev in srečanj ter za urejanje društvenih publikacij.
- **dr. Matjaž Željko**, za pripravljanje in spremljanje slovenske matematične olimpijske ekipe na tekmovanjih v minulih letih ter za uvedbo in vzdrževanje informacijsko-tehnološke podpore tekmovanjem in društvu v celoti.

Poročila o delu društva, ki so bila objavljena v biltenu 60. občnega zbora, so bila sprejeta brez razprave. O usklajevanju društvenih pravilnikov za tekmovanja v znanju s krovnim pravilnikom je poročal Matjaž Željko. Po novem morajo biti tekmovanja razpisana do konca junija za naslednje šolsko leto, število zlatih priznanj za določeno kategorijo ne sme preseči 65.

Tekmovanje za Stefanova priznanja bo do preklica potekalo po starem. Za udeležence s fleksibilnim urnikom bo prilagojen le katalog zahtevanih znanj za šolska tekmovanja.

Prijavnina na prvi stopnji tekmovanj iz matematike in fizike ostaja nespremenjena: 1,20 EUR za udeleženca.

Mitja Rosina je predlagal, da bi za prihodnja srečanja veljalo sestaviti urnik tako, da se bo časovno prekrivalo kar najmanj različnih predavanj.

Tomaž Podobnik pa je izrazil željo, da vabljeni predavanji ne bi bili istočasno. O tem smo že razmišljali, mnenja članov društva so bila deljena, zato smo imeli včasih vabljena predavanja ločeno, včasih pa istočasno. Potrudili se bomo in pripravili naslednje leto predavanja ločeno.

Računovodsko in poslovno poročilo DMFA Slovenije za leto 2007 je soglasno sprejeto brez razprave.

O sklepih nadzornega odbora je poročal Mitja Rosina. Pravilnost finančnega poslovanja za leto 2007 je nadzorni odbor ugotovil na svoji seji 11. 3. 2008. Z delom upravnega odbora je nadzorni odbor vseskozi seznanjen bodisi z navzočnostjo na sejah bodisi z zapisniki sej upravnega odbora. V delu upravnega odbora do občnega zbora ni ugotovljenih nepravilnosti. Na predlog Mitje Rosine je občni zbor razrešil dosedanji upravni odbor in z javnim glasovanjem v okviru pristojnosti (18. člen Pravil DMFA Slovenije) soglasno izvolil nove organe Društva matematikov, fizikov in atronomov Slovenije za obdobje dveh let. Nova sestava je objavljena na spletni strani društva.

Dosedanjemu predsedniku Milanu Hladniku se je v imenu DMFA Slovenije zahvalila podpredsednica Nada Razpet.

O pripravah in načrtovanih aktivnosti v okviru Mednarodnega leta astronomije je poročala Sonja Jejčič. O dejavnostih so bili udeleženci srečanja obveščeni tudi s promocijskim gradivom (zloženke) in plakati, ki so jih lahko dobili na razstavnem prostoru.

O ostalih aktivnostih v zvezi s programom **Znanost zdaj! – Promocija znanosti skozi astronomijo, fiziko in matematiko**, ki ga prek Programa promocije znanosti sofinancira Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, sestavljajo pa ga trije sklopi aktivnosti, ki izhajajo iz astronomije, fizike in matematike, hkrati pa se interdisciplinarno povezujejo med seboj ter z drugimi znanstvenimi vedami, so poročali Jure Bajc, Matjaž Željko in Boštjan Kuzman.

Strokovno srečanje in 61. občni zbor bosta ob 60-letnici DMFA Slovenije v prvi polovici novembra 2009 na Bledu (Hotel Golf). Ob Mednarodnem letu astronomije bo tej vedi tudi na strokovnem srečanju DMFA odmerjen primeren delež.

Vsem nagrajencem čestitamo. Zahvaljujemo se vsem predavateljem, študentoma Maji Pečar in Urošu Kalarju, ki sta sprejemala udeležence, nepogrešljivima soprogama naših dveh članov: Boži Krušič in Jelki Hladnik za pripravo in delitev društvenih gradiv in koledarjev ter vsem drugim sodelavcem, ki so skrbeli za izvedbo srečanja in občnega zbora.

Pripravila Nada Razpet in Janez Krušič

PREJEMNIKI DRUŠTVENIH PRIZNANJ ZA LETO 2008

Dr. Peter Legiša

Prof. dr. Peter Legiša je eden najbolj znanih slovenskih profesorjev matematike. S svojimi učbeniki matematike za gimnazije, ki so doživeli mnogo izdaj in so v veljavi še danes, se uvršča na ugledno mesto med velike slovenske pisce učbenikov od Močnika do Križaniča. Sodeloval je pri evalvaciji srednješolskega izobraževanja, uvajanju enotne mature, od leta 1992 do 1997 je bil predsednik predmetne maturitetne komisije za matematiko, kasneje je sodeloval v kurikularnem svetu in v različnih javnih razpravah na domačih in tudi mednarodnih srečanjih o pouku matematike. Leta 1993 je dosegel uvedbo specialističnega podiplomskega študija učiteljev matematike na ljubljanski univerzi. Zadnjih petnajst let je nosilec predmeta Sodobne metode poučevanja matematike, pri katerem uvaja študente podiplomskega študija izobraževalne smeri matematike v kritično presojo domačih in tujih učbenikov. Pogosto je tudi recenzent učnih načrtov in učbenikov za matematiko. Leta 2000 je za to svoje delo prejel nagrado Republike Slovenije na področju šolstva.

Pri društvu je profesor Legiša vrsto let pomagal pri organizaciji strokovnih srečanj, zlasti s področja pouka matematike, tako z nasveti kot z aktivnim sodelovanjem, iskanjem predavateljev, zbiranjem prispevkov in lastnimi predavanji. V okviru svetovnega leta matematike 2000 je organiziral tekmovanje v izdelavi najboljšega matematičnega plakata. Kot predsednik Nacionalnega komiteja za matematiko je aktivno delal na področju mednarodnih stikov društva (sklenjena sta bila sporazuma o recipročnosti z Ameriškim matematičnim društvom AMS in s Španskim kraljevim matematičnim društvom RSME), se udeleževal sestankov Evropskega matematičnega društva ter o njih poročal v Obzorniku za matematiko in fiziko.

V Obzorniku za matematiko in fiziko je priobčil okrog 40 recenzij najrazličnejših matematičnih knjig, številne strokovne prispevke in prevode o pouku matematike nekoč in o starih matematičnih učbenikih ter priložnostne članke o piscih teh učbenikov. Pisal je tudi članke za Presek in za Naše razglede ter prispevke za Enciklopedijo Slovenije. V zadnjih letih kot član uredniškega odbora pri Obzorniku skrbi za rubriko matematične novice, kjer objavlja vesti iz sveta matematike, zlasti tiste, ki so povezane s slovenskimi raziskovalci in so zanimive za naše bralce. Je eden redkih slovenskih matematikov, ki tudi javno nastopa (za 3. program Radia Slovenije je pripravil več poljudnoznanstvenih oddaj o matematiki). Poleg matematike se ljubiteljsko ukvarja tudi s fotografijo in je zato nepogrešljiv vir slikovnega gradiva, ki ga člani društva potrebujemo za objavo v društvenih glasilih ali za priložnostne plakate in razstave v okviru DMFA Slovenije.

Marko Munih

Marko Munih je učitelj fizike v gimnazijskih in tehničnih programih na Obali. Svojo poklicno pot je začel na Srednji tehnični, kovinarski in prometni šoli v Kopru, pedagoške izkušnje si je pridobival tudi na Gimnaziji Koper in v Šolskem centru Srečka Kosovela v Sežani, nekaj časa je bil zaposlen v tovarni Tomos in deset let kot svetovalec na Zavodu za šolstvo Republike Slovenije.

Pedagoško delo Marka Muniha je vseskozi zaznamovano s prizadevanjem za izboljšanje in posodabljanje pouka fizike tako v šoli kot zunaj nje. Svoje znanje in svoje navdušenje zna prenašati na svoje učence, ki jih ne uči le obvezne snovi, ampak predvsem analitičnega razmišljanja in sistematičnega reševanja problemov. Pripravlja izvirne demonstracijske in eksperimentalne vaje iz fizike, zagovarja uporabo računalnika pri pouku in sestavlja računalniške programe za fizikalne meritve. Na šolah, kjer je poučeval, je vodil krožke iz fizike in z raziskovalnimi nalogami uvajal dijake v raziskovalno delo. Poleg tega je stalno pripravljal dijake na tekmovanja iz fizike, kjer njegovi varovanci dosegajo vidne uspehe na regijskih in državnih tekmovanjih, vključno s prvimi in drugimi nagradami.

Marko Munih je aktiven tudi pri neformalnih oblikah učenja zunaj šole. Sodeloval je pri postavitvi Centra eksperimentov Koper, kjer je eden glavnih načrtovalcev fizikalnih poskusov, demonstrator, predavatelj in mentor. Vsako leto prispeva eksperimente k prireditvi Oživela ulica, ki jo organizira Klub študentov obalnih občin in Krasa. V reviji Fizika v šoli je objavil osem člankov o eksperimentalnem pouku fizike, ob svetovnem letu fizike je predstavil Verižni eksperiment v Kopru, pri založbi Zavoda za šolstvo je izdal priročnik Interaktivna fizika in zbirko nalog za srednje šole.

S svojim delom, prizadevnostjo in prepoznavnostjo prof. Marko Munih izdatno prispeva tako k izboljšanju in posodobitvi pouka fizike kot k popularizaciji fizike med mladimi in širše v javnosti.

Lidija Gornik

Lidija Gornik je že več kot 30 let predmetna učiteljica matematike in fizike na Osnovni šoli Zbora odposlancev v Kočevju. Poleg uspešnega poučevanja vsa leta izvaja za svoje učence dodatni pouk matematike in jih pripravlja na tekmovanja. Njeni učenci so pogosto prejemali bronasta, srebrna in zlata priznanja na šolskih in regijskih tekmovanjih. V preteklih letih je vodila krožke iz razvedrilne matematike in logike, kjer so njeni učenci prav tako dosegali vidne uspehe, sama pa je večkrat sodelovala pri delu ocenjevalnih komisij. Leta 2001 je organizirala regijsko tekmovanje iz logike. Svoje učence je pošiljala tudi na predstavitve projektov in tekmovanja v okviru Vesele šole. Za ta tekmovanja je sestavljala naloge iz logike in razvedrilne matematike; v reviji Pil je objavila 34 samostojnih strokovnih prispevkov s tega področja.

Svoje bogate pedagoške izkušnje prenaša tako na mlajše sodelavce in na kolege v študijskih skupinah, pa tudi na študente matematike in fizike, ki si pri njej pridobivajo prve pedagoške izkušnje. Sodelovala je z različnimi ustanovami na področju šolstva, med drugimi s Pedagoškim inštitutom pri mednarodni raziskavi TIMSS. V okviru evropskega programa Leonardo da Vinci se je marca leta 1999 udeležila strokovnega šolanja za vodje raziskovalnih delavnic v Veliki Britaniji in potem svoje znanje predstavila kolegom na pedagoških delavnicah na regijskih posvetih za osnovnošolske mentorje na področju znanosti. V letih od 2000 do 2007 je pod okriljem Slovenske znanstvene fundacije vodila delavnice Veselje z znanostjo na slovenskih festivalih znanosti v Ljubljani.

Dr. Zvonko Jagličić

Docent dr. Zvonko Jagličić uči osnovni tečaj fizike na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kjer študentje zelo cenijo njegovo pedagoško delo. Raziskovalno deluje na področju eksperimentalne fizike trdne snovi pri študiju magnetizma v kovinskih zlitinah, kvazikristalih itd. Vodi medinštitutski center za magnetna merjenja Cmag, na Inštitutu za matematiko, fiziko in mehaniko pa sodeluje v skupini prof. Zvonka Trontlja. Je mentor dvema mladima raziskovalcema, od katerih je eden iz industrije. Za obdobje 2009–2012 je dobil raziskovalni program in je nosilec več bilateralnih raziskovalnih projektov. V Prekmurju, od koder prihaja, je vključen tudi v delo z mladimi v okviru raziskovalnih dnevov za srednješolce in njihovih raziskovalnih nalog.

Z Društvom matematikov, fizikov in astronomov Slovenije je ves čas tesno povezan. V preteklih letih je društvu pogosto pomagal pri različnih aktivnostih. Prav gotovo pa najbolj izstopajo vsakoletne enotedenske delavnice za najboljše slovenske mlade fizike, ki potekajo pod njegovim vodstvom v Plemljevi vili na Bledu. V zadnjih desetih letih je vedno znova poskrbel za vse, kar je potrebno, da te delavnice dobro potekajo: od pisanja vlog za sredstva, zaključnih poročil, izbire predavateljev, priprave poskusov in dodatnih predavanj, do organizacije primernih ekskurzij. Njegova zasluga je, da zvedo mladi srednješolci na prijeten način precej več, kot jim lahko ponudi pouk fizike v okviru rednega šolskega programa. Veliko teh dijakov se pozneje odloči za študij fizike ali matematike, saj jih zna pritegniti k delu in jih navdušiti za nadaljnji študij.

Pripravila Milan Hladnik in Nada Razpet

LETNO KAZALO

Obzornik za matematiko in fiziko 55 (2008)
številke 1–6, strani 1–240

Članki — Articles

Magnetoelektriki — Magnetoelectrics (Robert Blinc) 25–28
Integrali elementarnih funkcij — Integrals of Elementary Functions (Marko Slapar) 41–53

Sodobne meritve elektromagnetnih lastnosti protonov — Modern measurements of electro-magnetic properties of protons (Simon Širca) .. 54–63
Tri skulpture — Three sculptures (Franc Savnik) 81–90
Energetika dogajanj v ozračju – I. del: Izmerjene in modelske vrednosti — Energetics of atmospheric processes – Part I.: The measured and the modelled values (Jože Rakovec) 91–101
Nekaj primerov dvojnega štetja — Some examples of double counting (Sandi Klavžar) 121–128
Energetika dogajanj v ozračju – II. del: Energijske pretvorbe — Energetics of atmospheric processes – Part II.: Energy transforms (Jože Rakovec) 129–138
Huygensova naloga — The Huygens problem (Marko Razpet) 161–167
Negativni lomni količnik — Negative index of refraction (Janez Strnad) 176–184
O dveh funkcijskih enačbah in ustreznih neenačbah — On two functional equations and corresponding inequalities (Peter Šemrl) 209–212
Nekatere novejše metode pri simulacijah Monte Carlo v statistični fiziki — Some new methods for Monte Carlo simulations in statistical physics (Tomaž Mertelj) 216–226

Šola — School

O realnih številih — On real numbers (Peter Šemrl) 64–76
Ob sprejetju prenovljenega učnega načrta gimnazijskega programa matematike — Reform of the mathematics curriculum for general upper-secondary schools (Marjan Jerman) 102–108
Malo drugačna tekmovanja iz fizike (Irena Drevenšek Olenik) 108–112
Omejitve pri ocenjevanju znanja matematike v gimnazijah — Limitations on the assessment of mathematics in secondary schools (Marjan Jerman in Samo Repolusk) 185–197

Intervju — Interview

Gospod Janez Golja, vodja Centra za forenzične preiskave (pripravil Damjan Kobal) 140–160

Nove knjige — New books

Kratka zgodovina skoraj vsega (Petar Pavešić) 29–30
Raziskujmo ozvezdja z daljnogledom 10×50 (Aleš Mohorič) 30–31
Jubilejni zbornik: Ivan Vidav – 90 let (Peter Legiša) 112–114
Quetzalcóatlova zvezda: Planet Venera v Mezoameriki (Janez Strnad) . 115–116
Kreisgeometrie – gestern und heute: Von der Anschauung zur Abstraktion (Leila Marek – Crnjac) 116–118
Dve knjigi za popularizacijo matematike (Peter Legiša) 118–120
Pismo uredništvu o Brysonovi knjigi (Janez Strnad) 138–139
Zbirka izbranih poglavij iz fizike (Vladimir Bensa) 212–215

Vesti — News

Devetdeset let profesorja Ivana Vidava (Milan Hladnik) 1
Doktorandi o profesorju Vidavu (Jože Grasselli, Anton Suhadolc, Zvonimir Bohte, Josip Globevnik in Matjaž Omladič) 2–13
Profesor Vidav in Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije (Darjo Felda in Milan Hladnik) 14–21
Prispevki pofesorja Ivana Vidava v Obzorniku za matematiko in fiziko v letih od 1951 do 2006 (Janko Bračič) 21–22
Nekaj besed o raziskovalnem delu profesorja Vidava (Josip Globevnik) 22–24
Zoisove nagrade in priznanja za znanstvenoraziskovalno delo v letu 2007 31–34
Strokovno srečanje in občni zbor DMFA (Nada Razpet in Janez Krušič) 35–38
Priznanja DMFA Slovenije (Mitja Rosina in Lucijana Kračun–Berc) ... 39–III
Štirinajsto mednarodno tekmovanje študentov matematike (Marjan Jerman) 77–VII
Strokovna ekskurzija DMFA v Idrijo (Mitja Rosina) VII
Opravičilo 90
Obvestilo (Milan Hladnik) 101
Vabilo (Milan Hladnik) 120–XI
2. slovensko srečanje matematikov raziskovalcev (Tomaž Pisanski, Emil Žagar in Boštjan Kuzman) XI
Novi člani društva v letu 2007 (Vladimir Bensa) 128
Uspehi in priznanja našim tekmovalcem in vodjem ekip (Nada Razpet) 160–XV
Strokovno srečanje in 60. občni zbor DMFA Slovenije XV
Ob 80. obletnici rojstva Franceta Križaniča (Matjaž Omladič) 167–171
Nekaj spominov na Franceta Križaniča (Peter Legiša) 171–175
Matematične novice (Peter Legiša) 198–200
58. tradicionalno srečanje Nobelovih nagrajencev (Maja Fošner) 200–XIX
Nagovor na proslavi stoletnice rojstva Antona Peterlina (Franc Forstnerič) 201
Ob stoletnici rojstva Antona Peterlina: ustanovitev in pionirska leta IJS (Tanja Peterlin - Neumaier) 202–205
Profesor Anton Peterlin iz študentskih klopi (Janez Strnad) 206–208
Spominjamo se profesorja Antona Moljka (Jože Pahor in Snegulka Detoni) 227–230
Strokovno srečanje in občni zbor DMFA (pripravila Nada Razpet in Janez Krušič) 231–236
Prejemniki društvenih priznanj za leto 2008 (pripravila Milan Hladnik in Nada Razpet) 236–239

http://www.obzornik.si/

OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO
LJUBLJANA, NOVEMBER 2008
Letnik 55, številka 6
ISSN 0473-7466, UDK 51 + 52 + 53

VSEBINA

Članki **Strani**

O dveh funkcijskih enačbah in ustreznih neenačbah, Peter Šemrl 209–212
Nekatere novejše metode pri simulacijah Monte Carlo v statistični fiziki, Tomaž Mertelj 216–226

Nove knjige

Zbirka izbranih poglavij iz fizike, Vladimir Bensa 212–215

Vesti

Nagovor na proslavi stoletnice rojstva Antona Peterlina, Franc Forstnerič 201
Ob stoletnici rojstva Antona Peterlina: ustanovitev in pionirska leta IJS, Tanja Peterlin - Neumaier 202–205
Profesor Anton Peterlin iz študentskih klopi, Janez Strnad 206–208
Spominjamo se profesorja Antona Moljka, Jože Pahor in Snegulka Detoni 227–230
Strokovno srečanje in občni zbor DMFA, pripravila Nada Razpet in Janez Krušič 231–236
Prejemniki društvenih priznanj za leto 2008, pripravila Milan Hladnik in Nada Razpet 236–239
Letno kazalo 239–XXIII

CONTENTS

Articles **Pages**

On two functional equations and corresponding inequalities, Peter Šemrl 209–212
Some new methods for Monte Carlo simulations in statistical physics, Tomaž Mertelj 216–226
New books 212–215
News 201–XXIII

Na naslovnici je posnetek Instituta Jožef Stefan iz leta 1958 (glej prispevke v prvem delu Obzornika).