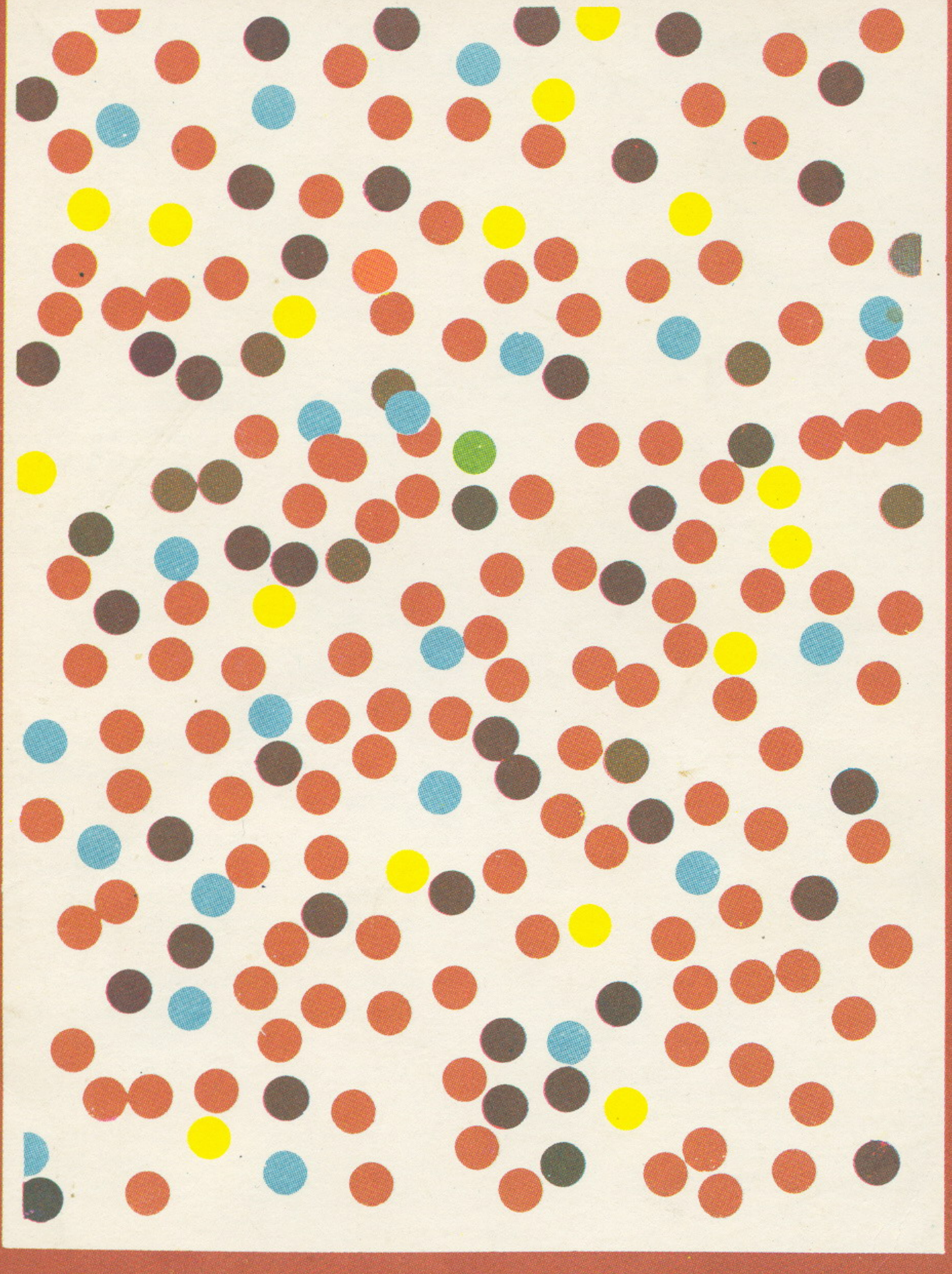


ČASOPIS
ZA UČENIKE
OSNOVNE ŠKOLE

# MLADI FIZIČAR

14

BEOGRAD 1979

*DRUŠTVO MATEMATIČARA, FIZIČARA I ASTRONOMA SR SRBIJE*

**MLADI FIZIČAR**

*časopis*
*za učenike*
*osnovne škole*
godina IV
broj 14
(1979/80)

*IZDAJE*
*DRUŠTVO MATEMATIČARA,*
*FIZIČARA I ASTRONOMA*
*SR SRBIJE*
*Beograd*
*Knez Mihailova* 35/*IV*
*p.p.* 791

Ljubo RISTOVSKI,
*glavni i odgovorni*
*urednik*
Dušan KOLEDIN,
*urednik*

*Uređivački odbor*
Jadranka BOGOVAC
Svetozar BOŽIN
Draško GRUJIĆ
Dragan HAJDUKOVIĆ
Tomislav PETROVIĆ
Dragana POPOVIĆ
Zoran RADOVIĆ

SADRŽAJ:

Pismo urednika ..... 1
D. Koledin: Ludvig Bolcman 2
Lj. Ristovski: Entropija .... 5
V. Maksimović: Vrste lasera i njihova primena .... 8
M. Dimitrijević: Šta se dogodilo u fizici tokom poslednje decenije (II) 10
S. Vuković: Kontrolisana fuzija ..... 13
Lj. Ristovski: Saturnovi prstenovi i statistička fizika.. 16
Nikola Miljković ..... 17
D. Popović: Ultrazvuk .... 20
B. Iričanin: Iluzija gledanja 22
Zadaci ..... Z17
Test ..... Z22
Zadaci pitanja i odgovori .. Z24
Rešenja zadataka..... Z27
Izveštaj sa takmičenja ..... Z31

Vinjete: N. Ubović
Ilustracije: Lj. Ristovski

Sva prava umnožavanja, preštampavanja i prevođenja zadržava Društvo matematičara, fizičara i astronoma SR Srbije
Oslobođeno plaćanja poreza na promet na osnovu rešenja Republičkog sekretarijata za kulturu SR Srbije, br. 329, od 29. XI 1976. godine,
Štampa: BIGZ — Beograd, Bulevar vojvode Mišića 17



# *PISMO UREDNIKA*

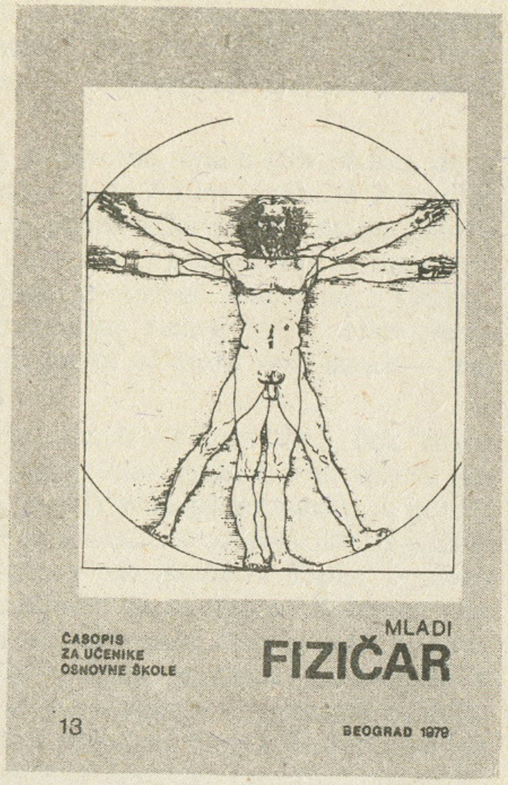
## MLADOST »MLADOG FIZIČARA«

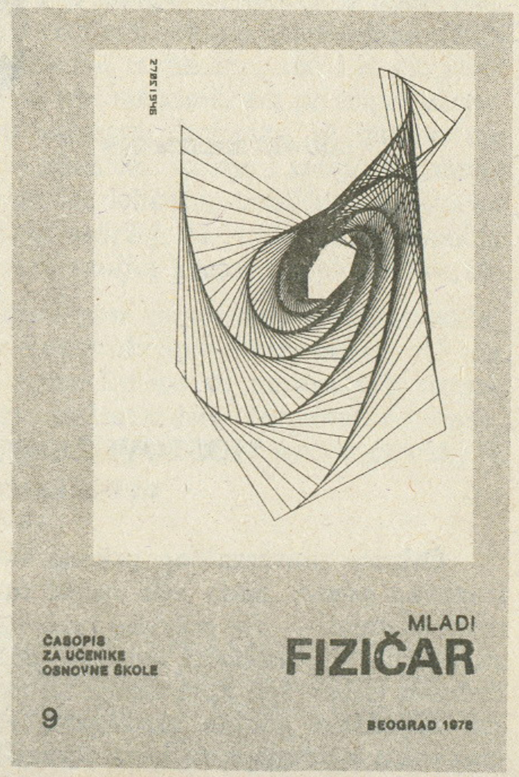
*Kudili su nas i hvalili, a mi smo sa podjednakim rezervama primali i prvo i drugo. Uopšte, manje smo slušali, a više voleli i učili da pravimo časopis. Tako smo se branili. izbora, doduše, nismo ni imali: bili smo sami. Bez moćne institucije u zaglavlju časopisa i bez finansijera, a otuda — sa samo nekoliko prijateljski raspoloženih saradnika. To verovatno i jeste pravi put. Jer, delo sebe od zaborava brani: sada je iza nas šest brojeva,* 180 *hiljada vas, naših čitalaca i rukopisa više no što je među ovim koricama moguće složiti.*

*Delo sebe od zaborava brani, ali i preti.*

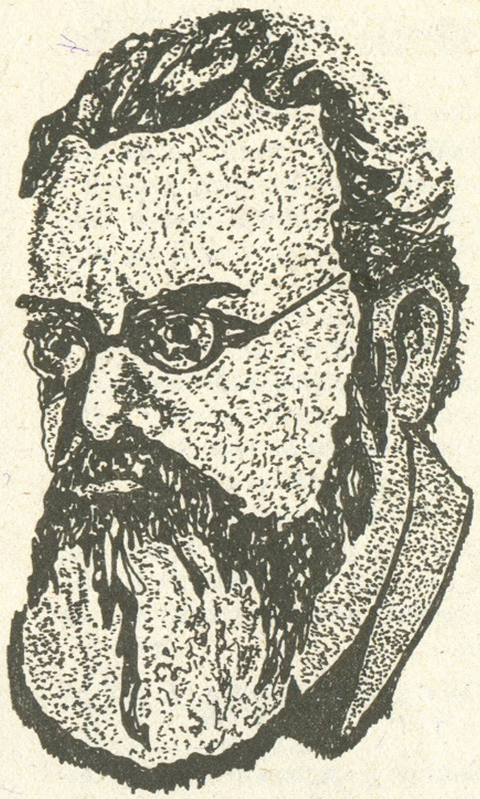
*Starost je plemenita, a samozadovoljstvo i navika su neplodne. Sve se to često zamenjuje, i to nas plaši i obavezuje — negovati mladost u starom »Mladom fizičaru«. Pozvani ste i prozvani: pravimo zajedno »Mladi fizičar«. Pišite nam o fizici koju učite, ali i ne samo tako, već i kako nam je pisao Saša Nikolov, učenik VIII/*4 *osnovne škole »Braca Petrov«:*

*»Članovi sekcije fizičara u našoj školi obeležili su prigodnom akademijom* 125 *godina od rođenja Mihajla Pupina. Snežana Aleksić čitala je referat o njegovom životu i radu. Olivera Marković napisala je i recitovala pesmu o Pupinu...«*



## *ŽIVOT I DELO*



LUDWIG BOLTZMANN

»Ništa nije praktičnije od teorije.«
Bolcman

### MOSTOVI LUDVIGA BOLCMANA*

DUŠAN KOLEDIN (Beograd)

Otkriće univerzalnog zakona — oholost i ambicija fizičara, opako je izazovan posao. Sada više nema sumnje: osnovna odlika istorije fizike je ujedinjavanje — *dve prividno različite oblasti iskustva otkrivaju se, sa dubljeg stanovišta, kao različiti teorijski doživljaji iste stvari.* Tako, Njutn uvodi čudesan pojam sile koja deluje na rastojanju, a nebeska i zemaljska mehanika, hiljadama godina razdvojene nauke, postaju jedno; termodinamika i mehanika ujedinjuju se kroz statističku mehaniku; optika i elektromagnetizam pokazuju se, moćnim zahvatom Maksvelove teorije, kao dva pristupa u osnovi istim pojavama; hemija i atomska fizika ujedinjuju se programom kvantne mehanike po veoma visokoj ceni — odricanjem idealne uzročnosti u prostoru i vremenu.



Ova poslednja visoka cena konačno je plaćena dvadesetih godina ovog veka, ali je račun počeo da se pravi mnogo pre. Naime, kada je Klauzijus počeo razvoj statističke fizike, Maksvel je povezao kinetičku teoriju gasova sa matematičkom teorijom verovatnoće, formulišući poznati zakon raspodele brzina molekula idealnog gasa. Nastavljaju se radovi Bolcmana i Džibsa, kojima svesrdno pomaže francuski matematičar Lebeg i — pojam verovatnoće suverenije ulazi u fiziku. Do tada *čvrsta njutnova veza uzrok — posledica je olabavila.*

Biografski podaci su, nasuprot delu, sasvim jednostavni, čak šturi: Ludvig Bolcman se rodio u Beču, što je tada, 1844. godine, bila veoma povoljna okolnost. Jer, u tom Beču završio je najklasičniju gimnaziju, a potom studije matematike i fizike, ili obrnuto. Već u našim srednjoškolskim udžbenicima, u odeljku o zračenju apsolutno crnog tela, sreće se *Štefan — Bolcmanov zakon* iz čega se slobodno može zaključiti da je student Bolcman vrlo pažljivo slušao predavanja profesora Štefana, Slovenca, rodom od Celovca. Nastavničku karijeru započeo je i završio u Beču, gostujući povremeno u Gracu, Lajpcigu i Minhenu. Kako mu se sve događalo uglavnom u Beču, a u drugoj polovini prošlog veka, ne začuđuje podataka da je tokom poslednjih godina rada Bolcman češće posećivao filozofske sastanke od prirodonaučnih.

I pre Bolcmana, pa i pre formulacije drugog principa, termodinamike, bilo je nesumnjivo iskustvo — stavimo li ruku na šporet, šporet će opeći nas, nikako obrnuto. Ta stroga nepovratnost (ireverzibilnost) termo-dinamičkih procesa grubo je narušavala ne samo Njutnovu mehaniku, već i iz nje izvedenu pretencioznu sliku sveta zasnovanu na tzv. mehaničkom principu uzročnosti. Pomirujući ove razdvojene oblasti iskustva, Bolcman se nadovezuje na već osvedočene radove molekularno — kinetičke teorije i *stanjima sistema pripisuje manje ili više verovatnoće.* Matematički delikatno uobličena *statistička verovatnoća* još nije imala kvantnomehanički sadržaj, pa je klasični mehanički doživljaj sveta očuvan, mada ne u njegovoj ranijoj krutoj nepokolebljivosti.

Da bismo saznali kolika je temperatura gasa zatvorenog u nekom sudu, omogućio nam je još staklar Farenhajt konstrukcijom termometra. Ali da bičmo procenili našu neobaveštenost o tome koliko će unutrašnjih rasporeda — stanja molekula posmatranog gasa pokazati istu temperaturu, omogućio nam je Bolcman vezujuću *entropiju*, S, (pročitaj naredni članak) i statističku verovatnoću, W:

$$\boxed{S = k \ln W}$$

(Nije bez osnova konstanta k dobila Bolcmanovo ime.) Ova kondenzovana, bogata formula izdržala je i nalet kvantne mehanike. Ona se sreće ne samo u udžbenicima statičke fizike i termodinamike, već i u kamenu uklesana na nadgrobnoj ploči Ludviga Bolcmana.

Pošto je drugi princip termodinamike preveo na jezik statističke fizike, Bolcman nas je statističkim odstupanjima od »najverovatnijeg« stanja, o kojem su govorili Klauzijus i Viljam Tomson, umirio: *toplotna smrt vasione nije moguća*!

Stoji podatak da je Bolcmanu pod kraj života drastično oslabio vid. Stoji i da je otkriće univerzalnog zakona — oholost i ambicija fizičara, opako izazovan posao. Tek, šestog septembra 1906. godine, u jednom opatijskom hotelu, Ludvig Bolcman je izvršio samoubistvo.

---

*** Tradicija tehničke redakcije ovog časopisa nalaže da rubrika »Život i delo«, a otuda i ovaj članak, ide pre rubrike »Šta je« i napisa o entropiji. To naravno nije razlog da se pri čitanju redosled ne obrne.**

*Za* **Bolcmana** *reč »mehanički« nema prvi, uski smisao: »Ako me upitate kako sadašnji vek nazvati, vekom gvožđa ili vekom pare i elektriciteta, bez razmišljanja ću odgovoriti da će se naš vek nazvati vekom mehanističkog pogleda na prirodu, vekom Darvina.«*

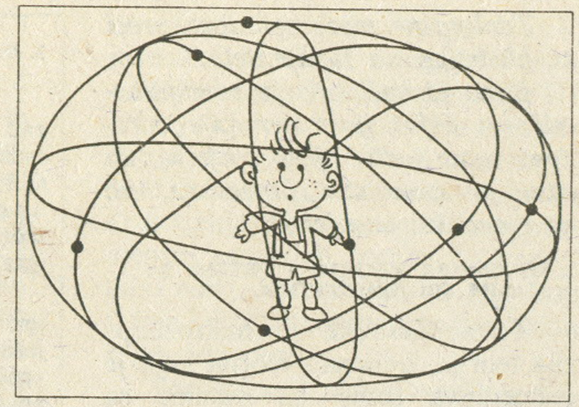
*D.K.*

*Svedoci smo* **Bolcmanovih** *vizija i izvan statističke fizike: »Teorijske formule vode brodove, omogućavaju izgradnju Bruklinskog mosta, Ajfelove kule . . . Teoretičari — hemičari su se obogatili praktičnom upotrebom njihovih sinteza . . . Možda nije daleko vreme u kome će svako domaćinstvo veličati Oma, Ampera i dr. Sledećeg stoleća će možda svaka kuvarica znati koliko je vati potrebno da se skuva ručak.«*

*D.K.*



*ŠTA JE...*



## ENTROPIJA

LJ. RISTOVSKI (Beograd)

Ono što se proglasi naučno istinitim ne bi smelo da bude nejasno i nedorečeno, nego temeljito, potpuno spoznato. To pogotovu važi za osnovne naučne pojmove. Međutim, pojam entropije, koji se smatra osnovnim i u klasičnoj i u savremenoj fizici, je i pored toga za mnoge bio i ostao pomalo »neuhvatljiv«, mističan. Postao je takav više zbog niza čudnih naučnih teorija i hipoteza, kojima je na neki način kumovao, nego zbog svog užeg sadržaja i značenja. Mističnosti pojma entropije sigurno doprinosi i činjenica da nije ni malo jednostavno objasniti ga tako da bude jasan i onima čije se znanje fizike može nazvati skromnim, ali to nije razlog da se takvi pokušaji ne čine.

### 1. DOPUŠTENI I ZABRANJENI FIZIČKI PROCESI.

Kad kamen sa neke visine padne na tlo, on se, predavši svoju mehaničku (kinetičku) energiju u vidu toplote tlu, zaustavlja. Obrnut proces nikad nije uočen. Nije primećeno da kamen, »uzevši« toplotu od tla i pretvorivši je u mehaničku energiju, poleće spontano (sam od sebe) u vis. Ako se tako nešto ne događa, onda, po svemu sudeći, postoji »nešto« što jedan smer spontanih fizičkih procesa (padanje kamena) pretpostavlja drugom (»poletanje« kamena). Nije neumesno ovako postaviti problem, jer proces »poletanja« kamena u vis, kao i proces padanja kamena, ne protivreči osnovnom fizičkom zakonu-zakonu održanja energije, odnosno I zakonu termodinamike, koji je zakon održanja energije u procesima u kojima dolazi do pretvaranja mehaničke energije u toplotu.

Klasifikacija spontanih fizičkih procesa na dozvoljene i zabranjene proističe iz II zakona termodinamike, a ono »nešto« što jedan smer procesa pretpostavlja drugom je entropija. Do sada smo dovoljno rekli da bismo mogli da navedemo termodinamičku definiciju entropije, koju je 1850. god. dao Klauzius.

*Entropija je funkcija stanja sistema (u svakom stanju sistema ima određenu vrednost), koja u spontanim procesima raste.*

Prema tome, svi spontani fizički procesi se odvijaju tako da entropija raste. Recimo i to, ma koliko to čudno izgledalo, da gornja definicija entropije sledi iz II zakona termodinamike koji glasi (jedna od mogućih formulacija):

*Toplota ne može spontano preći sa hladnijeg na toplije telo.*

*Bitno je uočiti da je termodinamičkom definicijom entropije određeno samo jedno njeno svojstvo, da raste u sponatnim procesima, ali ne i ono što ona jeste.*

## 2. SISTEMI SA VELIKIM I SISTEMI SA MALIM BROJEM ČESTICA.

Termodinamika je makroskopska teorija, odnosno teorija koja je primenljiva samo na sisteme sa velikim brojem čestica, tačnije dovoljno velikim brojem čestica. Naravno, to isto važi i za dva osnovna zakona termodinamike. Jedno bitno svojstvo ovakvih sistema smo već pomenuli. Kod njih se može govoriti o fizičkim procesima koji ne protivreče zakonu održanja energije (I zakon termodinamike), ali protivreče II zakonu termodinamike, pa zato nisu dopušteni. Sa druge strane, kod sistema sa malim brojem čestica dopušteni su svi fizički procesi koji ne protivreče zakonu održanja energije. Očigledno, umesno je postaviti sledeće pitanje: *Zašto su kod sistema sa malim brojem čestica dopušteni svi procesi koji ne protivreče zakonu održanja energije, a kod sistema sa velikim brojem čestica to nije slučaj, nego se uvodi II zakon termodinamike, kojim se spontani fizički procesi klasifikuju na dopuštene i zabranjene.*

U odgovoru na postavljeno pitanje krije se suština pojma entropije i termodinamičkih zakona. Do tog odgovora nije lako doći i potrebno je prethodno uvesti neke od pojmova sa kojima se operiše u statističkoj fizici. To je neophodno, jer jedino statistička fizika, koju možemo definisati kao mikroskopsku fiziku sistema sa velikim brojem čestica, može da da odgovor na postavljeno pitanje.

## 3. DOGAĐAJ I VEROVATNOĆA DOGAĐAJA

Ako je, kako neki fizičari pretenciozno kažu, matematika sluškinja fizike, onda je matematička teorija verovatnoće sluškinja statističke fizike. Ovde je potrebno da definišemo samo par pojmova iz te teorije, a za to može dobro da posluži i igra »Ne ljuti se čoveče«.

Ako se baci kocka, koja se koristi u igri »Ne ljuti se čoveče«, može da se desi jedan od šest sledećih osnovnih događaja: »palo je 1«, »palo je 2« i tako redom do »palo je 6«. U jednom bacanju bocke može da se desi samo jedan osnovni d gađaj, tj. može da padne samo jedan broj.

Razmotrimo sada osnovne događaje koji mogu da se dese pri istovremenom bacanju dve kocke. Ima ih ukupno 21 : (11), (12), (13), (14), (15), (16), (22), (23), (24), (25), (26), (33), (34), (35), (36), (44), (45), (46), (55), (56) i (66), gde se pod osnovnim događajem, na primer, (26) podrazumeva da je na jednoj kocki palo 2, a na drugoj 6. Iz ovog skupa osnovnih događaja moguće je izdvojiti određene podskupove događaja. Na primer, jedan takav podskup čine oni osnovni događaji kod kojih je zbir cifara na kockama jednak 8. Taj podskup čine osnovni događaji (26), (35) i (44). Prema tome, događaj »pao je zbir 8« ostvaruje se ako se desi jedan od tri pomenuta osnovna događaja, a to znači na tri načina. Međutim, događaj »pao je zbir 12« ostvaruje se na samo jedan način, odnosno samo ako se desi osnovni događaj (66). To znači da je verovatnije da će se pri bacanju dve kocke desiti događaj »pao je zbir 8«, nego događaj »pao je zbir 12«. Mera verovatnosti je verovatnoća, koja se definiše kao odnos broja povoljnih događaja i ukupnog broja događaja. Broj povoljnih događaja jednak je brojui načina na koji se može ostvariti željen događaj. Tako su za događaj »pao je zbir 8« povoljni osnovni događaji (26), (35), i (44), pa je verovatnoća tog događaja jednaka $W(8)=3/21=1/7$, jer ima ukupno 21 osnovni događaj. Verovatnoća događaja »pao je zbir 12« jednaka je $W(12)=1/21$, jer u ovom slučaju postoji samo jedna povoljan događaj.

Verovatnoća određenog događaja je utoliko veća ukoliko je veći broj povoljnih događaja, odnosno ukoliko je veći broj načina na koji se može ostvariti taj događaj.



## 4. STANJE FIZIČKOG SISTEMA I NJEGOVA VEROVATNOĆA

Posmatraćemo »gas« od samo 4 jednake čestice. Sud u kome se »gas« nalazi podelićemo u mislima na dva jednaka dela. Pošto se čestice haotično kreću po celoj zapremini suda, one će neprestano i nesmetano prelaziti iz jedne u drugu polovinu. Različitim raspodelama čestica po zapremini suda definisana su, uže gledano, različita fizička stanja »gasa«. Smatraćemo, što je dopušteno samo u ovako uprošćenoj analizi, da se fizička stanja međusobno razlikuju samo po broju čestica koje se nalaze u jednoj, odnosno drugoj polovini suda. U tom slučaju možemo definisati pet različitih fizičkih stanja. U stanju I sve čestice se nalaze u levoj polovini suda i ono se može ostvariti na samo jedan način. U stanju II tri čestice su u levoj, a jedna u desnoj polovini suda. Ovo stanje se može ostvariti na 4 načina: $L(123)+D(4), L(124)+D(3)$, $L(134)+D(2)$ i $L(234)+D(1)$, gde, naprimer, $L(134)+D(3)$ znači da su prva, druga i četvrta čestica u levoj, a treća čestica u desnoj polovini suda. Stanje III odgovara ravnomernoj raspodeli čestica, kada se po dve čestice nalaze u svakoj polovini suda. Može se lako pokazati da se ono realizuje na 6 načina. U stanju IV tri čestice su u desnoj, a jedna u levoj polovini suda (ostvaruje se kao i stanje II na 4 načina), a u stanju V sve čestice se nalaze u desnoj polovini suda.

Svako od gore pobrojanih stanja »gasa«, matematički gledano, je događaj, a svaki od načina ostvarenja tih stanja je osnovni događaj. Broj načina na koje se ostvaruje određeno stanje je broj povoljnih događaja za to stanje. Tako je broj povoljnih događaja stanja I i V jednak 1, stanja II i stanja IV je 4, a broj povoljnih događaja stanja III je najveći i jednak 6. Na osnovu onoga što je bilo rečeno u prethodnom paragrafu, možemo zaključiti da je stanje III, koje odgovara ravnomernoj raspodeli čestica po zapremini suda, verovatnije od bilo kog stanja kome odgovara neravnomerna raspodela čestica.

Verovatnoća najverovatnijeg stanja posmatranog gasa od 4 čestice se ne razlikuje mnogo od verovatnoće najmanje verovatnog stanja. Prva je jednaka $\frac{6}{16}$ a druga $\frac{1}{16}$. Stvar se bitno menja ako se poveća broj čestica gasa. Tako, ako se posmatra gas koji se pod normalnim pritiskom nalazi u sudu zapremine od 1 $cm^3$, onda je verovatnoća stanja u kome se sve čestice nalaze u jednoj polovini suda, odgovara prethodno opisanim stanjima I i V, jednaka $1/10^{30000000000000000000}$. Stanje čija je verovatnoća ovako mala možemo slobodno nazvati neostavrljivim, nemogućim. *Kod sistema sa velikim brojem čestica postoje i stanja koja se praktično nikada ne mogu ostvariti.*

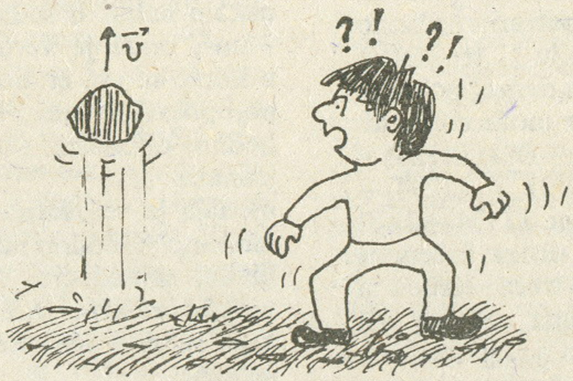
## 5. SMER SPONTANIH FIZIČKIH PROCESA RAVNOTEŽNO STANJE I ENTROPIJA.

Iz iskustva je poznato da gas teži da ispuni svu zapreminu suda u kome se nalazi. Ako ga sabijemo u jednu polovinu suda, on će se spontano raširiti ravnomerno po celoj zapremini. Pošto ravnomernoj raspodeli odgovara najveća verovatnoća, to sledi da gas sponatno prelazi iz manje verovatnih stanja u verovatnija, sve dok ne dođe u stanje sa najvećom verovatnoćom. Stanje kome odgovara najveća verovatnoća zove se ravnotežno i

njemu odgovara ravnomerna raspodela čestica. Nije nemoguće da sistem pređe iz verovatnijeg u manje verovatno stanje, ali ako je verovatnoća ovog drugog previše mala, to se praktično nikada neće desiti. Zato, kada se sistem nađe u ravnotežnom stanju, on može da pređe u neka manje verovatna ali bliska stanja, toliko bliska da ih praktično ne možemo razlikovati od ravnotežnog.

Sva dosadašnja priča o verovatnoćama stanja je tesno povezana sa entropijom, jer je entropija srazmerna verovatnoći stanja, tačnije statističkoj verovatnoći stanja, koja je jednaka broju načina na koje se može ostvariti posmatrano stanje. Što je veća verovatnoća stanja veća je i entropija. Entropija u spontanim procesima raste zato što u takvim procesima sistem prelazi iz manje verovatnih u verovatnija stanja, dok se procesi u obrnutom smeru praktično nikada ne ostvaruju. Podvlačimo da ti obrnuti procesi nisu bukvalno, nego praktično nemogući, jer su zanemarljivo malo verovatni.

Sve ovo važi za sisteme sa velikim brojem čestica. Kod sistema sa malim brojem čestica verovatnoće mogućih stanja se ne razlikuju tako mnogo da bismo mogli da neka od njih proglasimo za nemoguća. Zato kod sistema sa malim brojem čestica ne postoje zabranjeni smerovi spontanih fizičkih procesa i za njih ne važe ni termodinamički zakoni.




## VRSTE LASERA I NJIHOVA PRIMENA

V. MAKSIMOVIĆ (Zrenjanin)

H. Mejmen je prvi konstruisao laser, koji je uspešno radio. Bio je to kristalni laser sa kristalom rubina, a emitovao je stimulisano vidljivu svetlost crvene boje, relativno male snage. Svetlost je emitovana u impulsima sa trajanjem od $10^{-4}s$, a snaga emitovanja je iznosila nekoliko desetina kilovata (KW). Bilo je to 1960. god. Samo godinu dana kasnije konstruisani su rubinski laseri sa »džinovskim« impulsima snage oko 10 megavata, a neki čak i 150 megavata. Snaga ovih lasera može da se poveća do milijardu vati ako se na put laserske svetlosti postavi još jedan kristal rubina.

Pored kristalnih, konstruisani su i gasni laseri u kojima se stimulisana emisija dobija iz gasnih cevi sa električnim pražnjenjem. Prvo gasni laser izrađen je u Bel laboratoriji u SAD 1961. godien. Ovaj laser je bio ispunjen smešom helijuma i neona, a emitovao je infracrvenu i vidljivu svetlost. Pokazano je da gotovo svi inertni gasovi mogu da posluže kao aktivna sredina u gasnom laseru.



Posebno interesantni su jonski laseri u kojima aktivnu sredinu čine joni gasova. Ovaj tip lasera pojavio se po prvi put 1964. godine i pretstavlja veliki korak u razvoju laserske tehnike. Pomoću njega je moguće postići lasersku emisiju u bliskom ultraljubičastom talasnom području.

Rad na laserima kod nas je počeo 1964. godine. Od tada se intenzivno prati razvoj ove discipline u svetu, i čini se onoliko koliko je to moguće u našim uslovima. U istraživanjima učestvuju grupe naučnika iz Instituta za fiziku u Beogradu, Zavoda za automatizaciju u Ljubljani i instituta za fiziku Sveučilišta u Zagrebu. Danas se gasni laseri sa smešom helijuma, neona i ugljen-dioksida komercijalno proizvode u Zavodu za automatizaciju »Iskra« u Ljubljani.

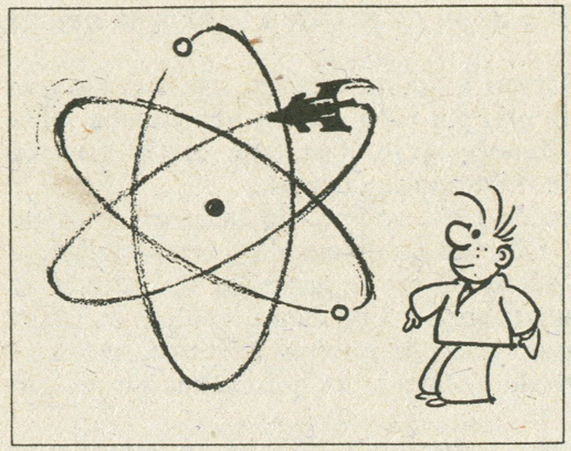
Laseri imaju primenu u razmeni informacija. Njihovo korišćenje u tu svrhu je veoma rentabilno. Za sada se u ove svrhe koriste samo u velikim kompanijama (komuniciranje između biroa, bolnica, univerziteta) i to na manjim rastojanjima. Elektrotehnička laboratorija »Miti« uspela je već nekoliko puta da uspostavi lasersku vezu između dve zgrade u Tokiju. U budućnosti laserima će se ostvarivati veza između Marsa i Zemlje, sa Marsa će prenositi televizijske emisije istog kvaliteta kao i sa Meseca.

Koliko je rastojanje od Zemlje do Meseca? Na to pitanje naučnici su tačno odgovorili poslavši zrak lasera koji se odbio od reflektora kojeg su tamo ostavili kosmonauti »Apola 11« i na osnovu vremena za koje laserski zrak ode i vrati se i brzine prostiranja, određeno je rastojanje zZemlja—Mesec koje tačno iznosi 363.153.440. metara.

Laseri se koriste za zavarivanje metala. Pomoću lasera se može zavariti zlato i silicijum, zlato i germanijum, aluminijum i nikal, tantal i bakar, a osim toga on je veoma podesan za precizna zavarivanja.

Sve do skora rupice u rubinskim kamenčićima za časovnike pravljene su na specijalnim strugovima za minijaturnim svrdlima. Da bi se načinila jedna rupica trebalo je utrošiti 9—12 minuta. Sada tu operaciju obavljaju laseri za 1 sekundu. Tri laserska automata u Petro-dvorcu kod Lenjingrada zamenjuju 250 strugova, a rade nečujno.

Hirurzi polažu velike nade u primenu lasera kao beskrvnog skalpela, naročito u operaciji zloćudnih tumora. Neke osetljive operacije oka, kao na primer: spajanje mrežnjače sa ostalim delom oka, uspešno se obavljaju uz primenu lasera. Ukrajinska Akademija nauka 1973. g. prvi put je upotrebila »lasero terapiju« u lečenju jednog mladog Ukrajinca, kome je tumor zahvatio pola lica. Rostislav Kovetski, član Akademije nauka, i Nikolaj Gamaleja, načelnik odeljenja za upotrebu lasera u biološke svrhe, objavili su rezultate ovog eksperimenta. Rezultati su bili veoma uspešni. Od tada mnogi bolesnici prihvataju ovakav način lečenja. Koje su prednosti laserske hirurgije? Nema više anestezije, pokretnih stolova, hirurških instrumenata. Pacijent je sam u sobi, udobno je smešten u specijalnu naslonjaču i sedi potpuno opušten. Iznad obolelog tumora polako se kreće mali instrument sa laser zracima, povezan cevima sa susednom prostorijom u kojoj se nalaze glavni uređaji. Hirurg je u trećoj prostoriji pred kontrolnom tablom sa TV ekranom, na kome se u prvom planu vidi tumor i instrument sa laserom.



## ŠTA SE DOGODILO U FIZICI TOKOM POSLEDNJE DECENIJE (II)

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ (Beograd)

*Istraživači koji se bave fizikom često su izloženi pritisku finansijera koji žele da iz novca uloženog u istraživanja izvuku u kratkom roku što veći profit. Mnogi, povedeni primamljivom perspektivnom materijalnog blagostanja, napuštaju fundamentalna istraživanja i nestaju sa burne pozornice svetske nauke, povlačeći se u spokoj kakvog vojnog ili industrijskog biroa. Fundamentalna istraživanja su često izložena i prigovorima ljudi koji smatraju da je luksuz vršiti istraživanja od kojih nema neposredne koristi u svetu u kome još vlada glad. Ipak, bez fundamentalnih istraživanja ne bi bilo napretka ni fizike, ni ljudskog društva u celini.*

*U prošlom broju »Mladog fizičara« opisana su neka od najvećih dostignuća u protekloj deceniji u fizici elementarnih čestica i polja, čisto fundamentalnoj naučnoj disciplini. Da bi se zadovoljili i oni koji žele da saznaju na koji je način razvoj fizike u poslednjoj deceniji direktno uticao na porast blagostanja ljudskog društva, u ovom i sledećem broju pažnja će biti posvećena novostima u razvoju mirnodopske primene nuklearne energije i perspektivama za ostvarenje termonuklearne fuzije, kao i razvoju industrijske fizike, kompjutera i lasera.*

### II) NUKLEARNA ENERGIJA ULAZI U SVAKODNEVNI ŽIVOT

Pre dvadeset i pet godina, 27. VI 1954. godine, proradila je u Sovjetskom Savezu prva u svetu nuklearna centrala. Ona je dnevno trošila samo 30 grama »goriva«. U toku poslednje decenije, nuklearne centrale su prihvaćene kao ekonomičan izvor električne energije u mnogim zemljama. *Termalni reaktori*, tj. reaktori u kojima se brzi neutroni usporavaju do termalnih brzina, osnovna su pogonska snaga u 215 nuklearnih elektrana koje danas rade. Njihova ukupna snaga dostiže 100000 MW. Ove centrale su bez svake sumnje dokazale da su daleko ekonomičnije od termoelektrana koje rade na ugalj ili naftu. Na primer, 1977. godine proizvodni troškovi za kilovat-čas električne energije, dobijene u nuklearnoj centrali, bili su oko četiri puta manji nego u slučaju elektrane čije je gorivo nafta. S obzirom da se nuklearna tehnologija stalno usavršava, a cena nafte raste, ovaj je odnos danas svakako veći. Još je veliki ruski naučnik Mendeljejev, navodeći podatke o ceni proizvoda koji se dobijaju iz nafte, rekao da je upotreba nafte kao goriva ravnopravna loženju peći vrednosnim papirima.

Sa povećanjem broja nuklearnih centrala sve je aktuelnije pitanje da li je upotreba nuklearne energije bez opasnosti i koliko ovakve centrale zagađuju okolinu. Mora se priznati da svi savremeni industrijski načini dobijanja energije u manjoj ili većoj meri utiču na čovekovu okolinu i kriju određene opasnosti. Ogromne količine sumpordioksida, ugljendioksida i čađi koje svakodnevno ispuštaju u vazduh centrale koje rade na ugalj ili naftu, moraju se uporediti sa opasnošću od nesreće koja bi dovela do širenja radioaktivnosti u okolinu. U tom smislu je aktuelan i problem uklanjanja radioaktivnih otpadaka. Dvadesetpetogodišnje iskustvo sa nuklearnim centralama ohrabruje, mada pesimisti postavljaju pitanja kada će ljudsko društvo rešiti problem bezbednog otklanjanja radioaktivnih otpadaka i da li nuklearne centrale mogu imati udela u nekontrolisanom širenju nuklearnog oružja.

S obzirom na svetske rezerve urana, današnje nuklearne centrale ne pretstavljaju trajno rešenje problema dobijanja energije, ali u protekloj deceniji naučnici su dosegli granice fantastičnog. Šta biste odgovorili na pitanje: Može li se neko gorivo utrošiti za dobijanje energije, dobijena energija iskoristiti, a istovremeno dobiti nazad svo gorivo, čak i više goriva nego što je utrošeno? Verovatno biste odgovorili: To je u suprotnosti sa zakonom održanja energije, to bi bio *perpetum mobile*. Ipak, naučnici su se dosetili, ne da naprave *perpetum mobile*, ali da u reaktoru pored nuklearne energije dobiju i više goriva nego što ga utroše. Savremeni komercijalni reaktori ne mogu da koriste svaki uran kao »gorivo«. Atom običnog urana. težak je 238 atomskih jedinica mase Međutim, postoje atomi urana koji su teški samo 235 atomskih jedinica mase. Ovakve dve vrste istog atoma nazivaju se izotopi. Savremeni reaktori mogu kao gorivo da koriste samo uran 235, koga u prirodnom uranu ima svega 0.7%. Ostalih 99.3% se ne može upotrebiti, ali reaktori mogu kao gorivo da koriste i plutonijum, koga u prirodi nema ali se može dobiti ako uran 238 bombardujemo brzim neutronima. U protekloj deceniji konstruisani su reaktori kod kojih se u centru nalazi šipka čistog urana 235 koji je okružen omotačem od urana 238. Brzi neutroni koji izleću iz urana 235 izazivaju nuklearnu reakciju koja pretvara uran 238 u plutonijum. Kada se sav uran 235 u centru reaktora raspadne, iz omotača od urana 238 odvaja se oslobođeni plutonijum i u centar reaktora se sada stavlja šipka od plutonijuma. U takvim reaktorima se na svakih 100 grama urana 235 dobija do 120 grama plutonijuma, a iskorišćenjem šipke od 100 grama plutonijuma stvara se u omotaču od urana 238 čitavih 150 i više grama novog plutonijuma. Kako se u takvim reaktorima umnožava plutonijum, oni se nazivaju *umnožavajući reaktori* ili *brideri*. Oni uran koriste najmcnje 50 puta efikasnije od običnih reaktora. Danas se u desetak zemalja radi na usavršavanju ovakvih reak-

tora. Smatra se da će nuklearne centrale koje koriste umnožavajuće reaktore ući u široku upotrebu oko 1990. godine. Planira se da prva takva komercijalna centrala u Evropi proradi u Francuskoj 1983. godine. Njeno radno ime je Super Feniks po ptici iz bajke koja nanovo ustaje iz svog pepela.

Nuklearne centrale imaju još jednu značajnu prednost. Gorivo koje one troše meri se gramima, tako da za njegovo dovoženje nije potrebna razvijena mreža puteva, pruga... U Sovjetskom Savezu razvijena je samohodna nuklearna centrala koja se sastoji od četiri transportera sa gusenicama. Ona može da radi i tamo gde nema nikakvih saobraćajnih veza, a potrebna je struja. Kada četiri vozila stignu na odredište, potrebno je samo uspostaviti komunikacije između njih i nuklearna centrala može da radi. Za njeno obsluživanje potrebna su tri čoveka, a troši 14 grama urana 235 dnevno.

Dok 1 kilogram najboljeg uglja daje 8.14 kWh energije, 1 kilogram urana daje skoro tri miliona. puta više energije: 22.9 miliona kWh Uran je teško dobiti a i njegove rezerve nisu neiscrpne. Svuda oko nas postoji u ogromnim količinama još bolji izvor energije — vodonik. Prilikom pretvaranja jednog kilograma vodonika u helijum dobija se oko 8 puta više energije nego pr raspadu iste količine urana. Pretvaranje vodonika u helijum odigrava se u procesu koji se zove *termonuklearna fuzija*. Ovladavanje ovih procesom i njegovo korišćenje za dobrobit čovečanstva, jedan je od velikih snova današnjice na čijem se ostvarivanju intenzivno radi u mnogim laboratorijama.

Postoji više načina kako da se stvori i održi plazma u kojoj treba da se odigra termonuklearna fuzija. Najspektakularniji napredak u fizici plazme tokom protekle decenije je povećanje gornje granic gustine plazme koja se može dobiti u laboratoriji metodom kompresije kuglice (*pallet compression*). Ova tehnika se sastoji u tome da se delić specijalno pripremljenog termo-nu klearnog goriva ozrači laserom, tako da ispravanje sa cele površine kuglice stvori udarni talas premacentru koji će zagrejanu materiju kuglice sabiti do ogromne gustine i stvoriti uslove za otpočinjanje termonuklearnog procesa. Ovakav eksplozivan proces prema centru kuglice naziva se implozija. Kao njegovi pokretači sem lasera mogu poslužiti i elektron ski i jonski snopovi. Razvijanje tehnike pokretanja kompresije i proučavanje plazme stvorene u ovom procesu biće veoma aktivno polje istraživanja u godinama koje dolaze, u kojima će čovek možda ovladati termonuklearnom fuzijom — procesom u kome nastaje energija zvezda.

*I danas se u nekim jednostavnim razmišljanjima o razvoju nauke srećemo sa idejom da je naučni napredak gotovo isključivo stimulisan praksom, neposrednom primenom.* **Bolcman** *je, međutim, o tome pisao:* » . . . *Motivi istraživanja Kolumba, Majera, Faradeja i mnogih drugih nisu ležali u praktičnoj koristi, već su bili okupirani idejom da što realnije odraze prirodu.*«

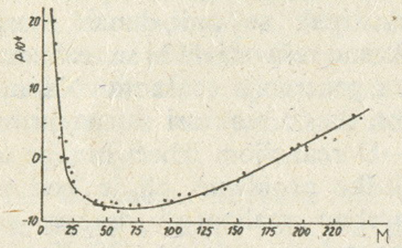
*D.K.*



## KONTROLISANA TERMONUKLEARNA FUZIJA

SLOBODAN VUKOVIĆ (Beograd)

Svi današnji nuklearni reaktori i atomske centrale koriste kao osnovni fizički proces, nuklearnu fisiju. U ovom procesu se atomska jezgra teških elemenata, kao što su uran, torijum ili plutonijum, pod dejstvom neutrona dele na jezgra elemenata iz sredine periodnog sistema Mendeljejeva. Na taj način se oslobađa velika količina energije, koja je vezivala protone i neutrone u jezgrima i koja se pogodnim tehnološkim postupcima može pretvarati u električnu energiju. Protoni i neutroni su u jezgru vezani tzv. silama jake interakcije, koje deluju na rastojanjima do $10^{-13}$ cm i koje imaju drugačiju prirodu od gravi-




tacionih i elektromagnetnih sila. Kao mera srednje energije vezivanja protona i neutrona u jezgru uvodi se tzv. koeficijent pakovanja, čija je zavisnost od masenog broja, tj. od ukupnog broja protona i neutrona u jezgru prikazana na slici.

Nije teško razumeti da do izdvajanja energije dolazi u svim nuklearnim reakcijama kod kojih se koeficijent pakovanja smanjuje. Sa slike se vidi, da pored reakcije deljenja teških jezgara, takvu osobinu imaju i reakcije spajanja lakih jezgara ili fuzioni procesi, kako se obično nazivaju. Šta više, ovi procesi imaju povoljniji energetski bicans od fisionih. Fuzioni procesi se odigrava u u jezgrima zvezda, koja tako predstavljaju svojevrsne prirodne nuklearne reaktore, stabilisane jakim gravitacionim silama. Ostvarenje nuklearne fuzije na Zemlji, dovelo je do stvaranja najrazorjeg oružja, tzv. termonuklearne ili hidrogenske bombe. Još u procesu stvaranja termonuklearne bombe, naučnici su razmišljali o tome kako kontrolisati fuziju i tako veliku energiju iskoristiti u mirnodopske svrhe, kao novi izvor energije.

Od svih reakcija koje se u principu mogu koristiti za budući fuzioni reaktor najlakše je realizovati sledeću:

$$D+T+{}^4He(3.5\ MeV)+n(14.1\ MeV)$$

gde su sa D i T označena jezgra vodonikovih izotopa deuterijuma i tricijuma, $^4He$ je $\alpha$-čestica, a sa $n$ je označen neutron. U zagradama su date kinetičke energije ovih čestica u megaelektrovoltima. Jezgra deuterijuma i tricijuma se moraju ubrzati do znatnih energija, da bi se reakcija mogla odigrati. D—T reakcija ima prag na oko 50 KeV, a maksimum na oko 100 KeV. Snop brzih deuterona koji bombarduju metu od tricijuma nije moguće koristiti, jer se pokazuje da u tom slučaju najveći deo energije odlazi na zagrevanje mete i jonizaciju. Snopovi koji se sudaraju takođe ne mogu biti od koristi, jer, kako je pokazano, ne mogu se ostvariti dovoljno gusti snopovi, da bi dobijena energija bila veća od

energije koja se troši na njihovo ubrzavanje.

Rešenje za dobijanje pozitivnog energetskog bilansa sastoji se u stvaranju visokotemperaturske plazme sa tzv. Maksvelovom funkcijom raspodele čestica po brzinama, tako da visokoenergetske čestice mogu da ostvaruju fuziju. Međutim čak i u idealnom slučaju ovde postoje veliki energetski gubici usled tzv. »zakočnog« zračenja naelektrisanih čestica. Energija koja se oslobađa u fuzionim reakcijama mnogo brže raste sa temperaturom od gubitaka na zakočnom zračenju, pa se može naći neka kritična temperatura, tzv. temperatura paljenja, posle koje energija dobijena fuzionim procesima postaje veća od gubitaka na zračenju. Može se pokazati da je za D—T reakcije temperatura paljenja oko 4.4 KeV (1 eV ekvivalentan je temperaturi od 11600 °K). Ipak, za dobijanje pozitivnog ukupnog energetskog bilansa, nije do voljno postići samo temperaturu paljenja, jer treba nadoknaditi i energiju koja je utrošena na samo zagrevanje plazme. Da bi se to postiglo, neophodno je postići veliku gustinu plazme i konfinirati je (držati) dovoljno dugo vremena:

$$N t > 10^{14}\,\mathrm{cm}^{-3} s$$

gde je sa $N$ označena koncentracija čestica u plazmi, a sa $t$ vreme konfiniranja. Ona relacija poznata je kao Lousonov kriterijum.

Dakle, da bi se uspešno rešio problem kontrolisanja termonuklearne fuzije i dobio pozitivan energetski bilans, neophodno je konstruisati takav uređaj u kome će plazma biti zagrejana iznad temperature paljenja (oko 50 miliona stepeni) i pri tome zadovoljiti Lousonov kriterijum. Pored ova dva osnovna zahteva, konstrukcija buduće termonuklearne centrale postavlja dodatne zahteve vezane za ekonomičnost (cenu) dobijene energije. Procenjuje se da će prve generacije reaktora morati, zbog toga, da imaju plazmu deuterijuma i tricijuma na oko 100 miliona stepeni, a da će Lousonov kriterijum morati da bude prevaziđen nekoliko puta. Pošto tricijum ne postoji u prirodi, on se mora efikasno izdvajat pomoću reakcije:

$$n + {}^{6}Li \rightarrow He(2.1\ \mathrm{MeV}) + \mathrm{T}(2.7\,\mathrm{MeV})$$

iz litijuma, koji okružuje plazmu. Najveći deo energije odnose neutroni energije od 14 MeV i ona se mora dobiti nazad u toplotnom ciklusu čija termodinamička efikasnost ne prelazi 40%. Osim toga neutroni izazivaju radioaktivnost reaktorskih zidova itd.. Iako će mnogi od ovih problema biti izbegnuti u kasnijim generacijama reaktora, ipak se oni danas moraju efikasno rešavati da bi se realizovala prva generacija reaktora. Napomenimo da će reaktori sa, na primer, D—D reakcijom izbeći mnoge tehnološke probleme, ali je kod njih potrebno realizovati mnogo veću temperaturu paljenja (35 KeV), a Lousonov kriterijum kod njih ima mnogo veće zahteve ($Nt$—$10^{16}\mathrm{cm}^{-3}$s.

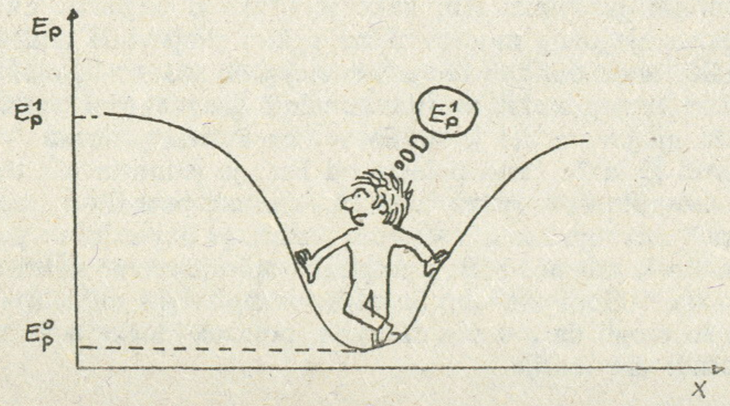
Ideja Tama i Saharova o tzv. magnetnom konfiniranju (držanju) visokotemperaturske plazme izneta 1950. dobila je svoju punu afirmaciju konstrukcijom uređaja tokamak. Ovaj uređaj je konstruisala grupa naučnika iz instituta »Kurčatov« u Moskvi, na čelu sa L.A. Arcimovičem i on se danas smatra u svim razvijenim zemljama za uređaj na kome će se najpre demonstrirati kontrolisana termo-nuklearna fuzija. Prošle godine je na



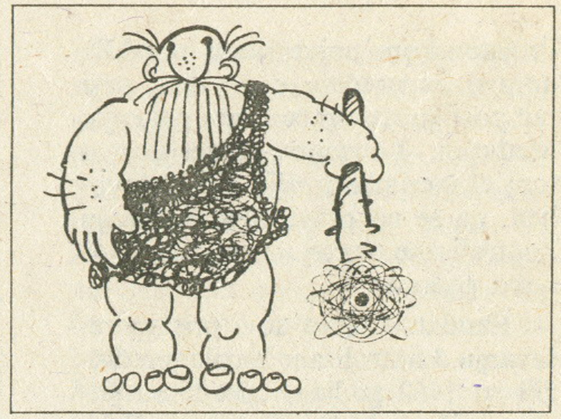
Prinstonskom univerzitetu u SAD, upravo na uređaju ovog tipa, prvi put postignuta temperatura paljenja. Međutim, Lousonov kriterijum u tom eksperimentu nije bio zadovoljen, pa se na pravu demonstraciju kontrolisane fuzije mora čekati još neku godinu.

Fundamentalno novi pristup rešavanju kontrolisane fuzije predložili su 1962 godine, takođe sovjetski fizičari N.G. Basov i O.N. Krohin. Ideja se sastojala u stvaranju visokotemperaturske plazme pomoću jakog laserskog zračenja, pri čemu dolazi do tzv. inercijalnog konfiniranja plazme. Privlačnost ove ideje sastoji se u tome što se postižu veoma velike gustine plazme, pa se Lousonov kriterijum može zadovoljiti za veoma kratka vremena konfiniranja. Već ove godine su u Livermoru (SAD) i u institutu »Lebedev« u Moskvi uspešno realizovani eksperimenti u kojima je Lousonov kriterijum bio zadovoljen. Međutim, temperatura paljenja je u ovim eksperimentima još uvek, ne samo ne dostignuta, već prilično daleko od realizacije.

Na taj način, možemo reći, da su se danas u svetu izdvojila dva glavna prilaza rešavanju problema kontrolisane termonuklearne fuzije: magnetno i inercijalno konfiniranje plazme. Inercijalno konfiniranje, pored snažnih lasera, danas koristi i relativističke elektronske snopove, a takođe su počela istraživanja sa jonskim snopovima. Situacija u istraživanjima je u neku ruku oprečna, jer je kod magnetnog konfiniranja postignuta temperatura paljenja, a kod inercijalnog konfiniranja zadovoljen Lousonov kriterijum. Ni na jednom uređaju u svetu međutim, nisu oba uslova zadovoljena istovremeno. Očekuje se, da će naredna decenija doneti svetu novi kolosalan rezultat fizičkih istraživanja-kontrolisanu termonuklearnu fuziju. Jedino gorivo koje će koristiti budue termonuklearne centrale je teški vodonik, koji se lako i jevtino izdvaja iz morske vode, a najgrublji proračuni pokazuju da rezervi ima za milione godina. Na kraju, pomenimo reči jednog od vodećih američkih fizičara u oblasti plazme Frensisa Čena: »Ogromni uticaj koji će ovo otkriće imati na našu civilizaciju čini kontrolisanu fuziju najvećim naučnim izazovom koji je ikada stajao pred čovekom«.



## *IZ ISTORIJE*



### SATURNOVI PRSTENOVI I STATISTIČKA FIZIKA

LJ. RISTOVSKI (Beograd)

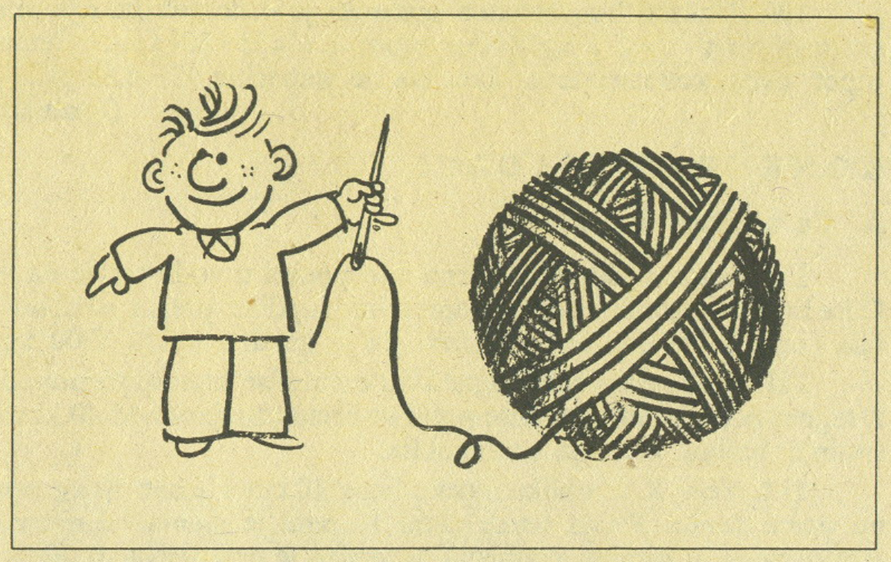
Statistička fizika je mikroskopska fizika sistema sa velikim brojem čestica, a Saturn sa njegovim prstenovima je makroskopski astronomski objekt. Da nije bilo Džemsa Klarka Maksvela, verovatno, niko i nikad ne bi povezao Saturnove prstenove i statističku fiziku. Ovako, oni mogu da posluže kao pogodan primer za davno poznatu istinu da veliki naučnici uspevaju da u na izgled nepovezanim oblastima nauke nađu nešto zajedničko i da tako proučavanjem jedne od njih saznaju i nešto o drugoj, ili da nađu način da je lakše ispitaju.

Dž.K. Maksvel spada među one velikane fizike koji imaju neprocenjive zasluge u stvaranju statističke fizike. Interesantno je da je jednom od njegovih najvećih radova, u kome je uveo po njemu nazvanu Maksvelovu funkcije raspodele molekula po brzinama, prethodilo ispitivanje Saturnovih prstenova. Ova činjenica je samo na prvi pogled neobična, jer se odmah ne vidi kakve to veze mogu imati Saturnovi prstenovi sa molekulima. Ipak imaju, jer Maksvel je pretpostavio da se Saturnovi prstenovi sastoje od mnoštva malih čestica, koje kruže oko planete sa brzinama srazmernim rastojanju od površine planete. Ovaj teorijski model Saturnovih prstenova se malo razlikuje od teorijskog modela idealnog gasa, kojeg je Maksvel koristio u već pomenutom radu. On je pretpostavio da se idealni jednoatomski gas može shvatiti kao gas čestica koje se međusobno sudaraju, pri čemu je to jedini oblik interakcije između njih. Izgledalo je da ovaj model nema nikakve veze sa realnim gasovima. Ali, kako je Maksvel naglasio, ako se pokaže da su svojstva njegovog modela slična nekim svojstvima realnih gasova, a tako je i bilo, onda on, zahvaljujući svojoj jednostavnosti, može korisno da posluži pri ispitivanju nekih svojstava realnih gasova. Maksvel nije pogrešio, čak šta više njegov model je našao veoma široku primenu.

Maksvel je inače često polazio od krajnje jednostavnih teorijskih modela, ispitivao njihova svojstva, a zatim rezultate poredio sa rezultatima dobijenim pri ispitivanju realnih sistema. Zatim je dopunjavao polazni model, tako da on što je moguće bolje i potpunije opisuje realne sisteme. Po pravilu je uspevao da otkloni sve neprihvatljive mane svojih modela, i da ih tako usavrši da su mogli da mu posluže kao polazna tačka u stvaranju strogo naučno zasnovane teorije.



## *ZADACI*



### ODABRANI ZADACI

**A/ Za učenike VI razreda**

**104.** Koliki pritisak vrši na horizontalnu podlogu drvena kocka gustine 460 kg/m$^3$ ako je njena ivica dužine 10 cm?

(Rezultat: 471 N/m$^2$)

**105.** Telo težine 500 N nalazi se na strmoj ravni, čija je dužina 5 puta veća od visine. Kolika je sila kojom telo deluje na strmu ravan? Odrediti silu kojom treba delovati na telo da bi se sprečilo njegovo kretanje. Zanemariti sile trenja.

(Rezultat: 49 N i 100 N)

**B/ Za učenike VII razreda**

**106.** Odjek sa druge strane reke čuje se posle vremena t=3 s. Kolika je širina reke, ako se pretpostavi da se zvuk odbio od suprotne obale? Uzeti da je brzina prostiranja zvuka C=340 m/s.

(Rezultat: 510 m)

**107.** Pod dejstvom sile stalnog intenziteta telo se kreće po horizontalnoj podlozi stalnom brzinom. Međutim, na drugom delu puta, gde se trenje tela o podlogu može zanemariti, pod dejstvom iste sile telo se kreće stalnim ubrzanjem od 0,981 m/s$^2$. Odrediti vrednost koeficijenta trenja tela o podlogu na prvom delu puta.

(Rezultat: 0,10)

### C/ Za učenike VIII razreda

**108.** Odrediti jačinu struje u provodniku, ako kroz njegov poprečni presek prolazi u svakoj sekundi $5 \cdot 10^{11}$ elektrona.

(Rezultat: 8 A)

**109.** Pločasti kondenzator napunjen je dielektrikom čija je dielektrična propustljivost $\varepsilon = 2$ i specifični otpor $\rho = 4{,}25 \cdot 10^2\ \Omega$m. Čemu je jednak otpor ovog kondenzatora, ako mu je kapacitet $C = 8{,}85$ pF?

(Rezultat: 850 MΩ)

## KONKURSNI ZADACI

### A/ Za učenike VI razreda

**110.** Kada se šuplje bakarno telo potopi u vodu ostaje da lebdi u njoj. Odrediti procentualni odnos zapremine šupljine prema ukupnoj zapremini, tela (zajedno sa šupljinom). Uzeti da je gustina bakra 8900 kg/m$^3$.

**111.** Duž prve polovine puta automobil se kretao brzinom od 80 km/h. Drugom polovinom puta automobil se kretao brzinom od 40 km/h. Odrediti srednju brzinu kretanja automobila.

**112.** Telo K u obliku kocke ivice 10 cm i mase 10 kg postavljeno je na strmu ravan. Visina strme ravni 10 puta je manja od njene dužine. Na strmoj ravni, u njenom podnožju, učvršćen je ograničivač 0 (Slika I), s ciljem da spreči kretanje kocke niz strmu ravan. Dodirna površina ograničivača s kockom je veća od površine stranice kocke. Odrediti vrednost pritiska kojim kocka deluje na ograničivač.

### B/ Za učenike VII razreda

**113.** Čovek visine h = 2 m prolazi stalnom brzinom v = 1 m/s ispod ulične sijalice koja je na visini H = 4 m iznad zemlje. Kolika je brzina vrha čovekove senke po zemlji?

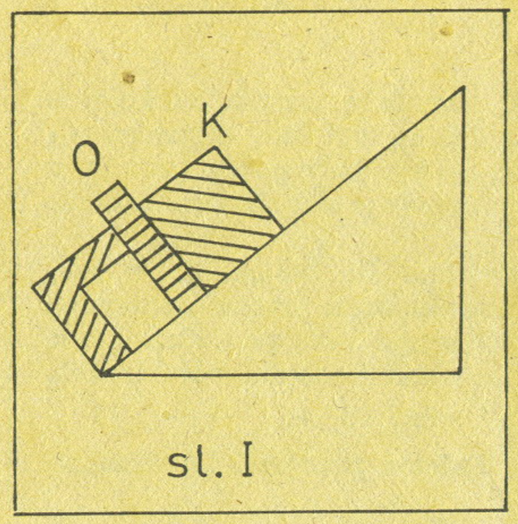
**114.** Kolika je težina automobila, ako se zna da pri konstantnoj sili vuče njegovog motora od 200 N automobil, polazeći iz mira, za vreme od 5 s postiže brzinu od 72 km/h?

**115.** Na dve kugle, od kojih je jedna od aluminijuma, deluje u horizontalnom pravcu jednaka sila saopštavajući im različita ubrzanja. Kugla od aluminijuma, čija je zapremina 192,6 cm$^3$, dobija ubrzanja 1,5 m/s$^2$, a kugla od nepoznatog materijala, čija je zapremina 100,0 cm$^3$, dobija ubrzanje 1,0 m/s$^2$. Odrediti od kakvog materijala je napravljena druga kugla ako znamo da je gustina aluminijuma 2700 kg/m$^3$.

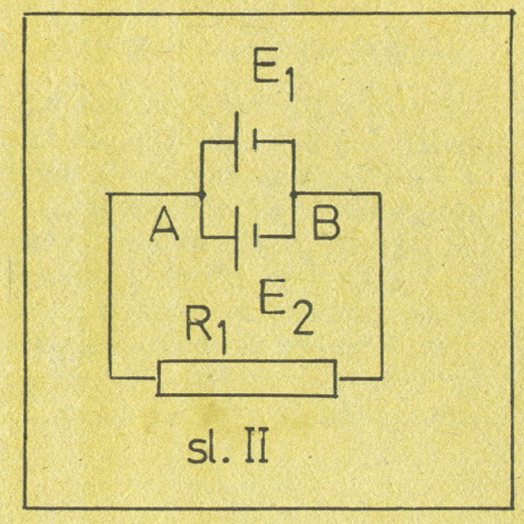
### C/ Za učenike VIII razreda

**116.** Električni provodnik sastavljen je od četiri žice iste dužine napravljene od istog materijala, koje su spojene redno. Poprečni presek sve četiri žice je različit: $S_1 = 1$ mm$^2$; $S_2 = 2$ mm$^2$; $S_3 = 3$ mm$^2$ i $S_4 = 4$ mm$^2$. Razlika potencijala na krajevima provodnika je $U = 100$ V. Odrediti pad napona na svakoj žici.





sl. I



sl. II

**117.** Od jednakih otpornika $R = 5\ \Omega$, treba dobiti otpornik čiji je otpor $R_0 = 3\Omega$. Kako treba povezati otpornike da bi se pri tome upotrebio najmanji broj njih?

**118.** Akumulator daje, kroz kolo sa spoljašnjim otporom $R_1 = 9{,}9\ \Omega$ struju jačine $I_1 = 0{,}2$ A. Ako se umesto otpora $R_1$ stavi otpor $R_2 = 4{,}9\ \Omega$, akumulator će davati struju $I_2 = 0{,}4$ A. Kolika će struja teći kroz akumulator ako se njegovi polovi kratko spoje?

**119.** Na šemi, prikazanoj na slici II, otpor $R_1 = 1{,}4\ \Omega$, EJSM izvora. su jednake $E_1 = E_2 = 2$ V a njihovi unutrašnji otpori su: $r_1 = 1\ \Omega$ i $r_2 = 1{,}5\ \Omega$. Naći jačinu struje koja prolazi kroz izvore EMS-a, kao i kroz otpor $R_1$.

Zadatke pripremio
*Aleksandar Srećković*

### UPUTSTVA ZA REŠENJE KONKURSNIH ZADATAKA

Rešite konkursne zadatke iz ovog broja *Mladog fizičara* i rešenja pošaljite *Društvu matematičara, fizičara i astronoma SR Srbije*. Interesantna rešenja i imena svih učesnika koji su sve zadatke (ili neke od njih) tačno rešili objavićemo u sledećem broju *Mladog*. Najuspešnijim rešavačima za svaki razred dodelićemo prigodne nagrade na kraju školske godine.

Svako rešenje (s rednim brojem zadataka i tekstom) treba obraz ožiti na jednoj strani lista hartije. Rešenje treba čitko potpisati punim prezimenom i imenom navodeći razred, školu, mesto i svoju adresu. Navedite i ime i prezime svog nastavnika fizike.

Zadatke rešavajte samostalno. Slike crtajte precizno. Nečitljiva i neobrazložena rešenja nećemo uzimati u obzir.

Rešenja zadataka iz ovog broja pošaljite običnom poštom najkasnije 15. II. 1980. godine na sledeću adresu:

Društvo matematičara, fizičara
i astronoma SR Srbije
(Konkursni zadaci iz fizike)
p.p. 791
11001 Beograd

## NAGRADNI ZADATAK BROJ 11

Na slici vidite tanku staklenu ampulu poprečnog preseka $S$ u kojoj se nalazi kapljica žive. Kapljica ampulu deli na dva dela zapremina $V_1$ i $V_2$. U delu zapremine $V_1$ nalazi se $n_1$ molekula nekog gasa, a u drugom delu $n_2$ molekula istog gasa. Ampula je izgraduisana, tako da se lako mogu očitati zapremine.

Ako tmometrom nazovemo sve ono što omogućuje određivanje temperature, onda se i ova »spravica« može nazvati termometrom. Pokažite da je to zaista tako. Objasnite kako se s njom može izmeriti temperatura sredine u kojoj se nalazi i odredite vezu između te temperature i datih veličina $S, V_1, V_2, n_1$ i $n_2$.

Zadatak pripremio *Lj. Ristovski*

## ZADACI — PITANJA

**43.** Teg od 2 kg obešen je o tanku končanu nit, kao što to pokazuje slika 1. Za teg je istom takvom niti obešen drveni ili metalni štapić, preko koga se vučnom silom može delovati na teg.

Šta će se desiti kada uhvatimo štapić i povučemo naniže: a) naglo, b) lagano povećavajući silu.

Objasnite zapažene činjenice.

(Pri obavljanju eksperimenta upotrebite pomoćnu vezu koja će sprečiti da teg padne na sto, ošteti ga ili vas povredi pri otkidanju niti.)

**44.** Ako ste posmatrali kretanje bicikla ili automobila, koji na obodu točka ima neku oznaku, na primer, neku mrlju, mogli ste zapaziti jednu dosta čudnu pojavu. Naime, kada mrlja prolazi pored tla (najniži položaj) jasno se vidi, a kada je u gornjem položaju, tj. najudaljenija od staze, tada se teško uočava. Zbog toga se ima utisak da se točak ne obrće ravnomerno, već sa zaletima.

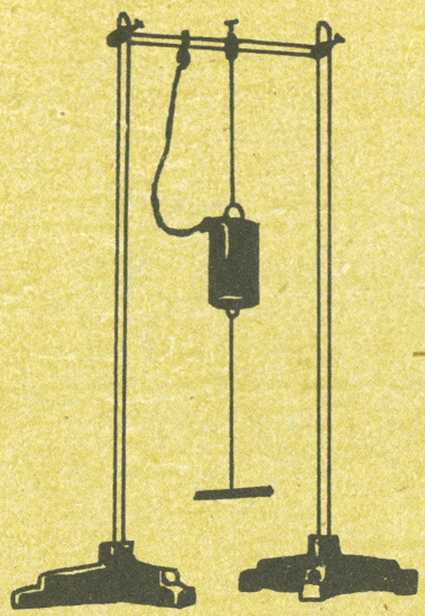
Kako se takva pojava objašnjava?

**45.** Poznato je da je živa (Hg) jedini tečni metal, čija gustina iznosi 13 590 kg/m$^3$. Zbog takve velike gustine čelična kuglica pliva u sudu sa živom. Drugim rečima, jedan deo zapremine kuglice je u vodi, a drugi je slobodan.

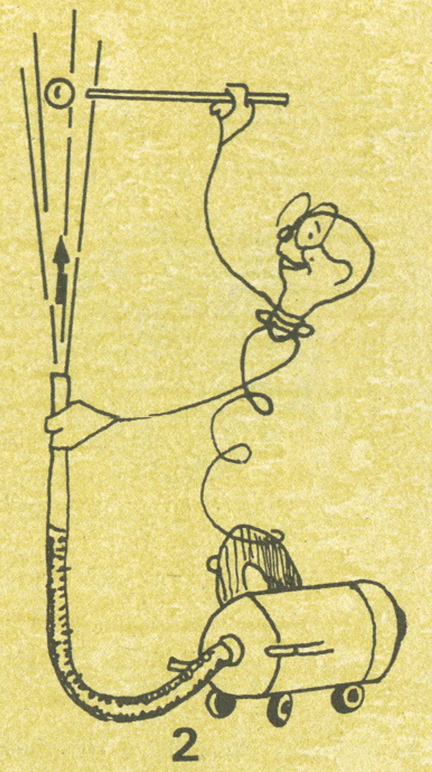
Da li će kuglica više ili manje uroniti u živu ako se iznad kuglice i žive sipa voda?

**46.** Na usisivaču za prašinu postoje dva priključna otvora. Cev usisivača prebacite sa »ulaza« na »izlaz« da bi se aparatom umesto usisivanja vršilo duvanje (Sl. 2). U struju vazduha ubacite celuloidnu ping-pong lopticu. Jednim štapićem lagano udarajte u lopticu, posmatrajte pojavu i objasnite je.





1



2

Šta se dešava kada cev usisivača pomeramo u horizontalnom pravcu levo-desno ne narušavajući vertikalnost?

Šta se dešava kada lopticu, koja lebdi, pažljivo dodirujemo vertikalno postavljenim dlanom, čašom ili nekim drugim predmetom? Objasnite pojavu.

**47.** Grupa alpinista popela se na visoku planinu i za jelo su stavili da skuvaju jaja. Pošto je voda proključala, sačekali su oko 5 minuta, koliko je obično potrebno da se jaja obare. Međutim, iznenadili su se kad su videli da su jaja ostala sasvim rovita.

Zašto se jaja nisu skuvala?

**48.** Retko ko od nas da nije video na nebu beličastu traku, trag koji iza sebe ostavlja avion i »ispisuje« nam svoju putanju.

Kako nastaje svetli trag?

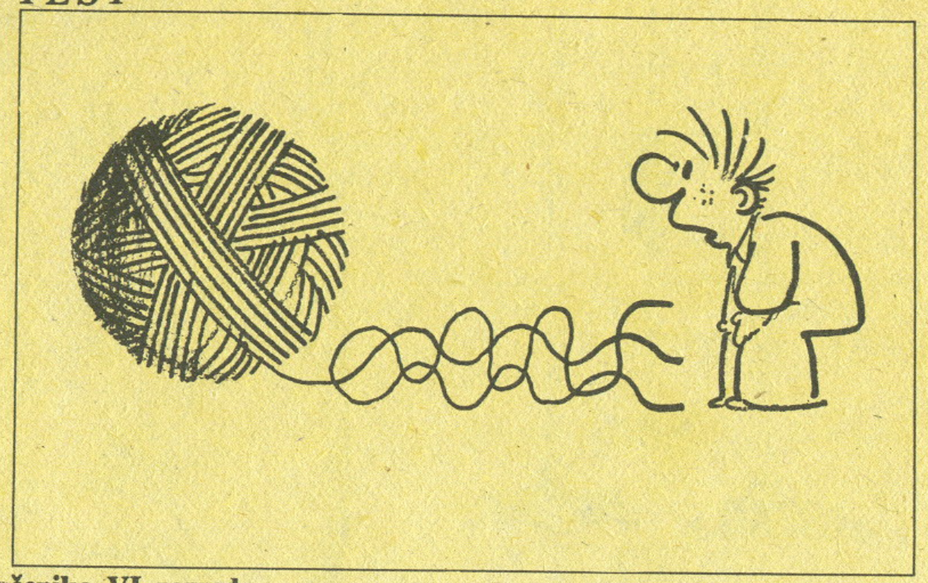
Pripremio *T. Petrović*

**Napomena:** Odgovore na ZADATKE—PITANJA šaljite na adresu časopisa »Mladi fizičar«, sa naznakom »Zadaci pitanja«.

Hemičari su u XVIII veku izgradili tzv. *supstancijalnu teoriju toplote*. Prema toj teoriji toplota je smatrana nekakvom supstancom koja, u manjoj ili većoj meri, prožima sva tela. *M. V. Lomonosov* nije prihvatio ovo gledište i 1740. godine je pisao: »Toplota tela se sastoj u unutrašnjem kretanju. Dokaz je da se nikakva promena tela ne događa bez kretanja. Kad telo primi toplotu, promeni se. Neophodno je dakle da se toplota sastoji u kretanju koje je vrlo često neprimetno za naša čula.«

D. K.

## *TEST*



**A/ Za učenike VI razreda**

**1.** Jedinica za silu u Međunarodnom sistemu je
a) pond. b) kilopond. c) njutn. d) atmosfera.

**2.** Masa tela je
a) merilo njegove inertnosti.
b) uzrok promene njegovog stanja.
c) mera njegove zapremine.

**3.** Težina tela je
a) masa. b) sila. c) pritisak.

**4.** Dejstvo sile elastičnosti iskorišćeno je pri konstrukciji
a) terazija. b) dinamometra. c) nonijusa.

**5.** Trajna karakteristika nekog tela je njegova
a) masa. b) specifična težina. c) površina.

**6.** Ako dve sile različitih intenziteta, napadajući istu tačku, zaklapaju oštar ugao, njihova je rezultanta
a) veća od obe komponente.
b) manja od veće, a veća od manje komponente.
c) manja od obe komponente.

**7.** Ako dve sile napadaju istu tačku, a intenzitet njihovog zbira jednak je intenzitetu njihove razlike, ugao među njima je
a) manji od 90°. b) 90°. c) veći od 90°.

**8.** Ako dve sile jednakih intenziteta napadaju istu tačku, a intenzitet njihove razlike je jednak jačini svake od njih, ugao među njima je
a) 60°. b) 90°. c) 120°.

**9.** Poluga je korisna ako je krak sile
a) veći od kraka tereta.
b) jednak kraku tereta.
c) manji od kraka tereta.



**10.** Ako su pravci dejstva sile na telo i rastojanja između napadne tačke sile i tačke oslonca tela međusobno normalni, jačina momenta sile je jednaka
a) količniku intenziteta sile i rastojanja između napadne tačke i tačke oslonca.
b) proizvodu intenziteta sile i rastojanja između napadne tačke i tačke oslonca.
c) količniku rastojanja između napadne tačke i tačke oslonca i intenziteta sile.

**B/ Za učenike VII razreda**

**1.** Koso ispaljen hitac imaće najveći domet ako njegova početna brzina zaklapa sa horizontom ugao od
a) 30°. b) 45°. c) 60°.

**2.** Pri kružnom kretanju tela sa stalnom uglovnom brzinom, centrifugalno ubrzanje
a) opada sa kvadratom rastojanja od ose obrtanja.
b) raste sa kvadratom rastojanja od ose obrtanja.
c) opada sa rastojanjem od ose obrtanja.
d) raste sa rastojanjem od ose obrtanja.

**3.** Ultrazvučne frekvence su
a) ispod 20 Hz.
b) između 20 i 20 000 Hz.
c) iznad 20 000 Hz.

**4.** Brzina zvuka u vazduhu sa porastom temperature
a) raste. b) se ne menja. c) opada.

**5.** Visina čistog tona određena je
a) masom zvučnog izvora.
b) njegovom frekvencom.
c) oblikom zvučnog izvora.

**6.** U Međunarodnom sistemu energija se izražava jedinicom džul koji se pomoću osnovnih jedinica tog sistema pretstavlja na sledeći način
a) $kg^2ms^{-2}$. b) $kg^2m^2s^{-1}$. c) $kgm^2s^{-2}$.

**7.** Matematičko klatno ima najveću kinetičku energiju u
a) amplitudnom položaju. b) ravnotežnom položaju.

**8.** Prostim mašinama se postiže ušteda
a) rada. b) sile. c) energije.

**9.** Jedinica za snagu u Međunarodnom sistemu je
a) erg. b) vat. c) konjska snaga.

**10.** Rad sile na nekom putu je najveći ako sila i put zaklapaju ugao od
a) 0°. b) 30°. c) 60°, d) 90°.

**B/ Za učenike VIII razreda**

**1.** Trajno se mogu namagnetisati
a) gvožđe, kobalt i bakar.
b) gvožđe, nikl i zlato.
c) zlato, nikl i bakar.
d) gvožđe, kobalt i nikl.

**2.** U odnosu na kružni provodnik električne struje magnetna igla će je postaviti

a) paralelno u odnosu na ravan provodnika.
b) koso u odnosu na ravan provodnika.
c) normalno u odnosu na ravan provodnika.

**3.** Dodatni otpor (šant) se u kolo ampermetra vezuje
a) paralelno kalemu ampermetra.
b) serijski sa kalemom ampermetra.

**4.** Pri elektromagnetnoj indukciji indukovani napon je najmanji ako se ugao pod kojim provodnik seče magnetno linije sila
a) 0°. b) 30°. c) 60°. d) 90°.

**5.** Ako je vrednost naizmeničnog napona u jednom trenutku 1 V, po isteku poluperioda napon će iznositi
a) —2 V. b) —1 V. c) —0,5 V. d) 0.5 V. e) 1 V.

**6.** Pozitivno dejstvo vrtložnih struja iskorišćeno je pri konstrukciji
a) transformatora.
b) peći za topljene metala.
c) dalekovoda.

**7.** Elektrolitička disocijacija je
a) spontano razlaganje molekula baza, kiselina i soli na jone u vodenom rastvoru.
b) razlaganje molekula baza, kiselina i soli na jone u vodenom rastvoru pod dejstvom električne struje.

**8.** Sa porastom temperature otpor provodnika drugog reda
a) raste. b) se ne menja. c) opada.

**9.** U električnom polju ne skreću
a) katodni zraci.
b) anodni zraci.
c) rentgenski zraci.

**10.** Emitor tranzistora dejstvuje slično
a) katodi triode.
b) rešetki triode.
c) anodi triode.

Testove pripremio DUŠAN *KOLEDIN*

## VEŽBAJTE OBRAZOVANJE STRUJNIH KOLA

Ako želite da postanete fizičar-eksperimentator, inženjer elektrostruke ili vas jednostavno interesuje elektrotehnika, veoma će vam koristiti da što pre naučite crtanje i čitanje električnih shema, obrazovanje strujnih električnih kola na osnovu date sheme i naravno, izvođenje eksperimenata i merenja.

U našem časopisu davaćemo vam zadatke koji će vam u tome pomoći. Na nekoj od stranica istog broja u kome je i zadatak, naći ćete rečenje. Budite pametni pa prvo uradite zadatak, a potom potražite rešenje. Tako ćete najbolje proveriti koliko znate, a ono što niste znali najlakše ćete naučiti. Ako još možete u vašoj specijalizovanoj učionici za fiziku (fizičkom kabinetu) da date strujno kolo i praktično ostvarite, za vas u srednjoj školi ili kasnije u praksi i na fakultetu, laboratorijski rad(električna merenja) neće predstavljati nikakvu teškoću.

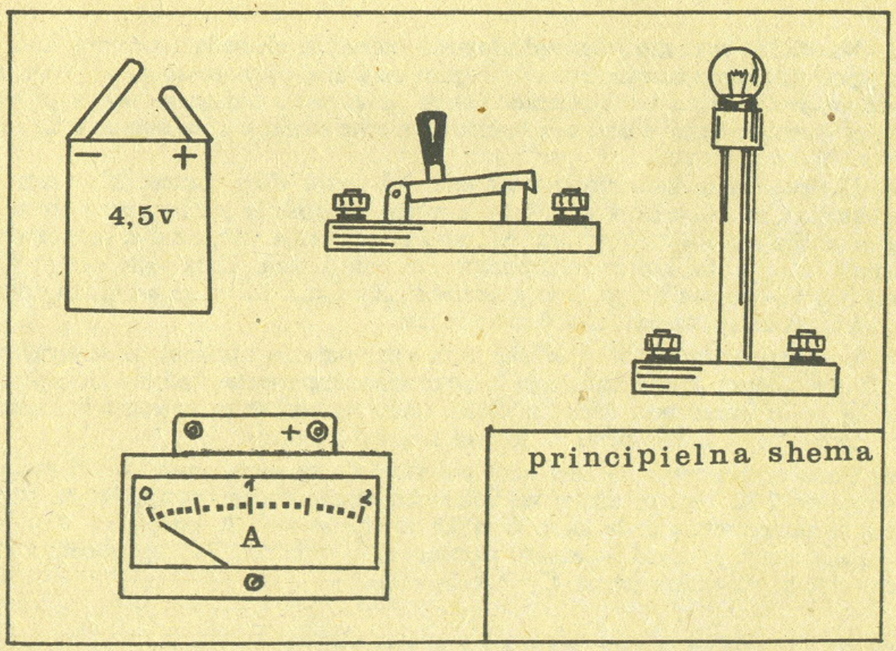
*T. Petrović*



## ZADATAK 1E

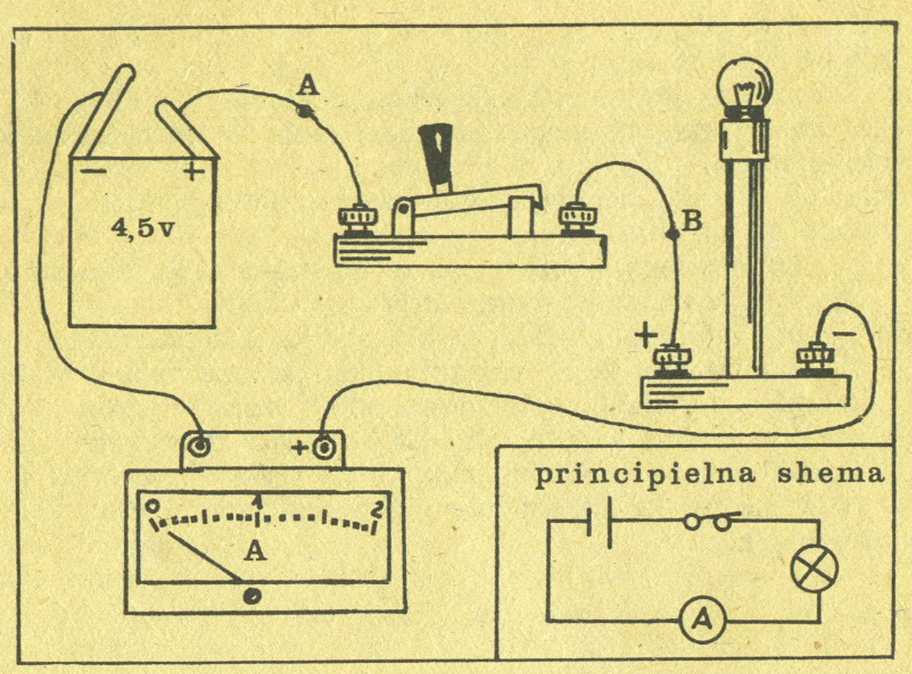
Na donjoj slici nalaze se:
1 — jednosmerni izvor struje, čija je elektromotorna sila (EMS) 4,5 V,
2 — električni instrument, ampermetar koji može da meri jačinu jednosmerne struje.
3 — potrošač (sijalica) na nosaču sa držačem (fasungom).
4 — prekidač sa ručicom.

a) prikazane delove povežite i obrazujte strujno kolo s namerom da izmerite jačinu struje kroz potrošač (sijalicu).
b) Na priključnicama sijalice označite polaritet znacima »+« i »—«.
c) Na linijama koje ste povukli pri crtanju strujnog kola, a koje označavaju — gajtane (žice) za prolaz struje, označite slovima A,B,C... mesta u kojima takođe može da se nalazi ampermetar.
d) Odredite vrednost jednog podeljka na skali ampermetra: $C_A$ ...
e) Nacrtajte na označenom mestu date slike principijelnu shemu željenog strujnog kola.




Pošto je pod mikroskopom posmatrao *Braunovo kretanje*, *Maks Plank* ga je veoma plastično opisao: »To jepogled u nov svet. Umesto očekivanog smrtnog mira, vidi se živahan i veseo ples sitnih čestica pri kome su one najsitnije i najluđe. Nekom otporu tečnosti ni traga! Čovek se nehotice seti užurbanosti u mravinjaku kad ga neko dotakne štapom. Ali dok se razdražene životinjice primire, čestice pod mikroskopom ne pokazuju nikakve znake umora.«

D. K.




**a)** Na slici je pokazan jedan od mogućih redosleda elemenata strujnog kola (izvor, prekidač, potrošač, ampermetar, izvor). Moguće su i druge kombinacije, ali uvek tako da struja redom prolazi kroz sve elemente. Takvo povezivanje naziva se vezivanje »na red« ili »serijska veza«. Zapamtite da kada hoćete da merite struju u kolu ampermetar se vezuje na red.

**b)** U električnom kolu struja uvek teče od mesta višeg potencijala prema mestu nižeg potencijala, isto kao što i voda teče sa mesta višeg nivoa prema nižem nivou. Mesto najvišeg potencijala je »+« pol izvora. Na putu kojim struja teče, od dva položaja viši potencijal ima onaj položaj koji je bliži pozitivnom polu izvora. Zbog toga leva priključnica potrošača ima viši potencijal, pa smo je označili sa »+«, a desnu sa »—«, što onda znači da struja ima smer s leva na desno kroz sijalicu.

**c)** U nerazgranatom kolu (serijska veza elemenata), s obzirom da se struja ponaša kao nestišljiva tečnost, istu jačinu struja bi pokazivao ampermetar kada bi bio ispred prekidača (tačka A) ili ispred potrošača (tačka B). (Ako realizujete ovo strujno kolo, uverićete se u to, premeštajući ampermetar iz jednog u drugi položaj).

**d)** Skala ampermetra na slici nam pokazuje da se njime može meriti maksimalna jačina struje od 2 A, koja se naziva **maksimalnim opsegom ampermetra.** Tolika struja teče kroz kolo (i ampermetar) onda kada kazaljka skrene za svih 20 podeljaka. Kod merenje manjih jačina struje je znati **konstantu parametra,** tj. vrednost jednog podeljka skale. ) U našem slučaju C=0,1A jer je $C=2\,\mathrm{A}/20=0{,}1\,\mathrm{A}$.

## REŠENJE NAGRADNOG ZADATKA BROJ 10

Prvo pismo, a u skladu sa obećanjem, avanturista šalje 2 sata nakon polaska sa rastojanja $L_1=10\,\mathrm{km/h}\cdot 2\mathrm{h}=20\,\mathrm{km}$ od mesta polaska. To rastojanje golub pismonoša preleti za vreme $t_1=20\,\mathrm{km}/50\,\mathrm{km/h}=0{,}4\,\mathrm{h}=24\,\mathrm{min}$. Prema tome, prvo pismo prijatelj dobija posle 2 sata i 24 minuta; znači sa zakašnjenjem. Drugo pismo avanturista šalje nakon 4 sata putovanja sa rastojanja $l_2=40$ km. To rastojanje golub pismonoša preleti za vreme $t_2=0{,}8\,\mathrm{h}=48$ min. Prijatelj ovo pismo dobija 4 sata i 48 minuta nakon polaska avanturiste. Svako naredno pismo dobijaće sa sve većim zakašnjenjem; treće nakon 7 sati i 12 minuta, četvrto nakon 9 sati i 36 minuta itd.

IMENA UČENIKA KOJI SU TAČNO REŠILI NAGRADNI ZADATAK I KONKURSNE ZADATKE BIĆE OBJAVLJENA U SLEDEĆEM BROJU.



# REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA

**95.** Na komad livenog gvožđa kada se potopi u vodu deluje sila potiska $F_p$, koja je jednaka razlici u težini tela u vazduhu $Q_1$ i težini tela kada je potopljeno u vodu $Q_2$: $F_p=Q_1-Q_2=191{,}30\,\mathrm{N}-165{,}54\,N=25{,}76\,N$. S druge strane, na osnovu Arhimedovog zakona sledi da je sila potiska jednaka težini istisnuta vode:

$$F_p=\mathrm{g}m_v=\mathrm{g}\,\rho_v V_a=9{,}81\cdot 1000 V_a\,\mathrm{N/m^3}$$

gde je $\rho_v$—gustina vode, $m_v$—masa vode istisnuta telom a $V_a$ - ukupna zapremina komada gvožđa (uračunavajući i šupljinu). Na osnovu predhodnog sledi da je $9810\,V_a\,\mathrm{N/m^3}=25{,}76\,\mathrm{N}$, pa dobijamo da je ukupna zapremina komada livenog gvožđa

$$V_a=\frac{25{,}76}{9810}\,\mathrm{m^3}=0{,}002626\,\mathrm{m^3}.$$

Zapremina $V_m$ ispunjena metalom (gvožđem) lako se dobija znajući vrednost za gustinu gvožđa $\rho_m=7800\,\mathrm{kg/m^3}$:

$$\mathrm{V}_m=\frac{Q_1}{\rho_m \mathrm{g}}=\frac{191{,}30}{76517}\,\mathrm{m^3}=0{,}002500\,\mathrm{m^3}$$

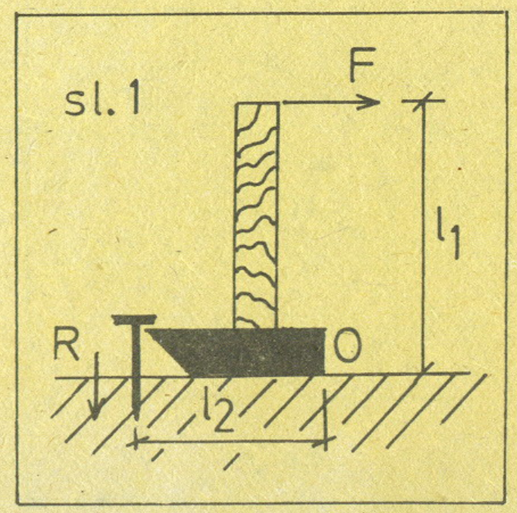
Zapremina šupljine u telu $V_0$ jednaka je razlici ukupne zapremine tela i zapremine popunjene metalom: $V_0=V_a-V_m=0{,}000126\,\mathrm{m^3}$. Konačno, procentualni odnos zapremine šupljine prema zapremini ispunjenoj metalom iznosi

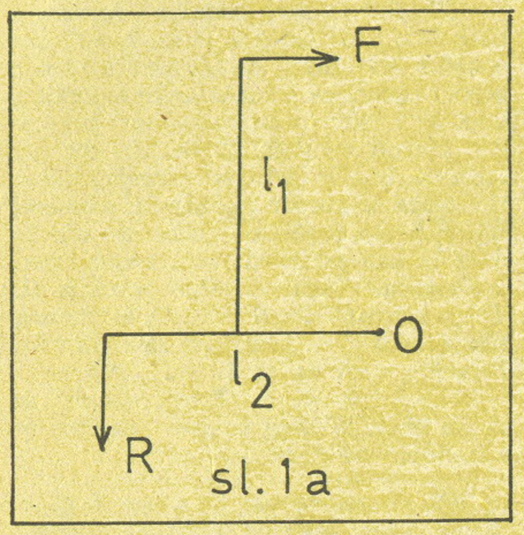
$$\frac{\mathrm{V}_0}{\mathrm{V}_m}100=\frac{0{,}000126}{0{,}002500}100=5{,}0\%.$$

**96.** U prvoj polovini vremena svog kretanja automobil, krećući se brzinom $v_1=80\,\mathrm{km/h}$, pređe put $s_1=v_1t/2$. Ovde smo sa $t$ označili vreme potrebno da automobil pređe obe polovine puta. U drugoj polovini vremena automobil se kretao brzinom $v_2=40\,\mathrm{km/h}$ i prešao put $s_2=v_2t/2$. Ukupan pređeni put za vreme $t$ iznosi: $s=s_1+s_2=v_1t/2=(v_1+v_2)\cdot t/2$. Kako se srednja brzina kod promenljivog kretanja definiše kao odnos pređenog puta i odgovarajućeg proteklog vremena $v_{sr}=s/t$, sledi da je, u ovom slučaju $v_{sr}=(v_1+v_2)/2=(80+40)/2\,\mathrm{km/h}=60\,\mathrm{km/h}$. Interesantno je da se uporedi rešenje ovog zadatka sa rešenjem zadatka br. 111.

**97.** Tekstu ovog zadatka odgovaraju slike Sl. 1 i Sl. 1a, gde je sa $l_1=32$ cm označen krak sile $F$, sa $l_2=8$ cm krak sile otpora eksera, sa 0 tačka oslonca čekića, koja je u isto vreme tačka oko koje se vrši obrtno kretanje. U slučaju obrtnog kretanja, koje se javlja pri vađenju eksera, ravnoteža se postiže ukoliko su momenti sile $F$ i sile $R$ jednaki. Moment sile se definiše kao proizvod sile i njenog normalnog rastojanja od tačke obrtanja $O$. Tako, moment sile $R$ biće $Rl_2$ a moment sile $F$ biće $F\cdot l_1$. Iz uslova za ravnotežu $Fl_1=Rl_2$ sledi da je $F=R(l_2/l_1)=160(8/32)\,N=40\,N$. Znači, da bi se datim čekićem ekser izvadio potrebna je sila $F$ veća od 40 N.

**98.** Označimo sa $Q_1=m_1g$ i $Q_2=m_2g$ težine bakarne, odnosno aluminijumske kugle u vazduhu; sa $l_1$ i $l_2$ označimo odgovarajuće krake poluge o koju su okačene kugle. Iz uslova ravnoteže poluge u vazduhu: $Q_1l_1=Q_2l_2$, jednostavno sledi da je $m_1l_1=m_2l_2$. Kada se kugle potope u vodu, na njih deluju sile potiska $P_1=\rho_0V_1g$ i $P_2=\rho_0V_2g$, gde je $\rho_0$ - gustina vode, a $V_1$ i $V_2$ odgovarajuće zapremine kugli (uračunavajući i prisutne šupljine). U ovom slučaju uslov ravnoteže poluge: $(Q_1-P_1)=(Q_2-P_2)\,l_2$ daje, obzirom da je $Q_1l_1=Q_2l_2$, sledeći rezultat $P_1l_1=P_2l_2$. Smenjujući izraze za sile potiska $P_1$ i $P_2$ u zadnju jednakost dobijamo da je i $V_1l_1=V_2l_2$. Ako podelimo jednakost $k_1l_1=m_2l_2$ sa zadnjom jednakošću, dobijamo da je $m_1/V_1=m_2/V_2$. Leva i desna strana dobijene jednakosti označavaju da su srednje gustine (usled prisustva šupljine u jednoj od njih) obeju

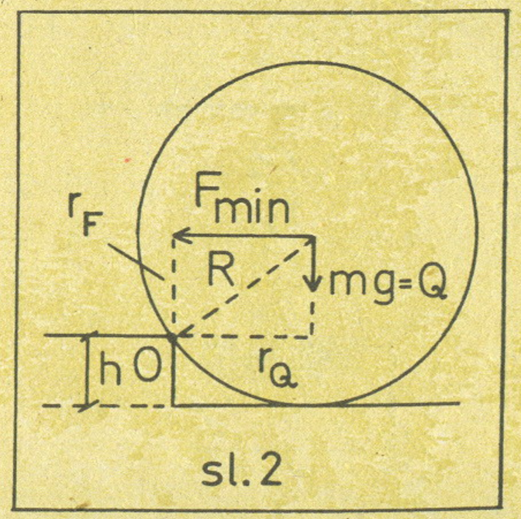




sl. 1a

kugli jednake: $\rho_1=\rho_2$. Ovo znači, pošto je gustina bakra $\rho_1=8600$ kg/m³ veća od gustine aluminijuma $\rho_2=2600$ kg/m³, da bakarna kugla mora biti delimično šuplja, a u isto vreme da je srednja gustina aluminijumske kugle jednaka gustini aluminijuma $\overline{\rho_2}=\rho_2$. Znači $\overline{\rho_1}=\rho_2$, odnosno $m_1/V_1=\rho_2$, odakle sledi da je ukupna zapremina bakarne kugle $v_1=m_1/\rho_2=$ $=0{,}4/2600$ m³$=153{,}8$ cm³. Obzirom da je zapremina koju ispunjava samo bakar jednaka $V_{11}=m_1/\rho_1=0{,}4/8600$ m³$=46{,}5$ cm³, konačno dobijamo da je zapremina šupljine jednaka $V_{10}=V_1-V_{11}=$ $=153{,}8-46{,}6$ cm³$=107$ cm³.

**99.** Na valjak mase $m=100$ kg deluje sila Zemljine teže $Q=$mg. U pravcu normalnom na pravac dejstva sile Zemljine teže delujemo silom $F_{min}$. Pri prevlačenju preko ivičnjaka valjak se obrće oko



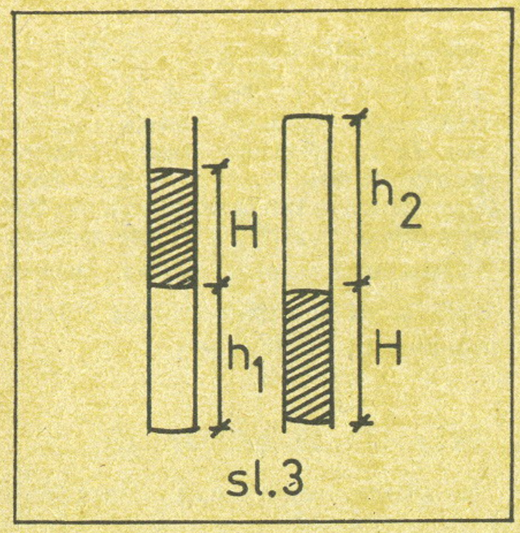
sl. 2

tačke 0, tj. linije koja prolazi kroz tačku $O$ a normalna je na poprečan presek valjka (Slika 2.). Momenti sile vuče i sile Zemljine teže moraju biti jednak: $F_{min}\cdot r_F=Qr_Q$, gde su $r_F$ i $r_Q$ odgovarajući kraci sila $F$ odnosno $Q$ (normalna rastojanja sila od ose obrtanja). Iz priložene slike se može lako uočiti da je $r_F=R-h$, gde je $R=0{,}5$ m poluprečnik osnove valjka, a $h=0{,}30$ m visina ivičnjaka. Odavde sledi da je $r_f=0{,}5$ m$-0{,}30\ m=0{,}2$ m. S druge strane, na osnovu Pitagorine teoreme primenjene na odgovarajući pravougli trougao (Sl. 2), sledi da je $r_Q^2=R^2-r^2_F=0{,}5^2-0{,}2^2=0{,}21$ m², pa je $r_Q=$ $=0{,}458$ m. Zamenjujući izračunate vrednosti za $r_F$ i $r_Q$ u uslov za ravnotežu odgovarajućih momenata sila konačno dobijamo: $F_{min}=mg\,(r_Q/r_F)=100\cdot 9{,}81$ $0{,}21/0{,}2$ $N=2248$ $N\cong 2{,}25\cdot 10^3$ $N$.

**100.** Tekstu ovog zadatka odgovara slika 3., gde su sa $h_1=20{,}0$ cm i $h_2=21$ cm označene odgovarajuće visine stuba zatvorenog vazduha, a sa $H=1{,}8$ cm visina stuba žive. U nivou granične površine živa — zatvoreni gas (Sl. 3a) može se postaviti uslov jednakosti pritiska zatvorenog gasa $p_1$ i zbira hidrostatičkog pritiska stuba žive $p_H$ i trenutnog atmosferskog pritiska $p_0$: $p_1=p_H+p_0$. U drugom slučaju (Sl. 3b), u nivou granične površine spoljašnja atmosfera-živa, slično prethodnom, može se napisati uslov jednakosti zbira pritiska zatvorenog gasa $p_2$ i hidrostatičkog pritiska stuba žive $p_H$ sa trenutnim atmosferskim pritiskom $p_0$: $p_2+p_H=p_0$, odakle je $p_2=p_0-p_H$. Kako je u oba slučaja temperatura gasa stalna, na osnovu Bojl-Mariot-ovog zakona sledi: $p_1V_1=p_2V_2$, gde su $V_1$ i $V_2$ zapremine gasa pre i posle obrtanja cevi. Predpostavljajući da je površina poprečnog preseka cevi stalna, sledi da je: $p_1h_1=p_2h_2$. Ako u zadnju jednakost smenimo izraze za pritisak gasa $p_1$ i $p_2$ dobijamo sledeću jednakost:

$(p_0+p_Q)h_1=(p_0-p_Q)h_2$, odakle sledi da je trenutni atmosferski pritisak $p_0=p_Q$ $(h_1+h_2)/(h_2-h_1)$. Dalje je $p_Q=\rho gH=$ $=13600\cdot 9{,}81\cdot 0{,}018$ $B/m=2400$ $Pa$. S druge strane $h_f+h_2/h_2-h_1=(0{,}200+$ $+0{,}21)$ $m/(0{,}21-0{,}200)$ $m=41$. Konačno dobijamo da je $p_0=2400\cdot 41$ $Pa=0{,}98\cdot$ $10^5$ $Pa=0{,}098$ $MPa$, što je manje od normalnog atmosferskog pritiska koji iznosi 0,101 $MPa$..





sl. 3

**101.** Između ploča ravnog kondenzatora, pri naponu $U_1$ i rastojanju $d$ između ploča, deluje električno polje jačine $E_1=$ $=U_1/d$. Pri naponu $U_2$ i nepromenjenom rastojanju $d$, električno polje ima vrednost $E_2=U_2/d$. Ako se $q_1$ označimo naelektrisanje čestice mase $m$ pre ozračivanja, sila kojom električno polje deluje na česticu iznosi $F_1=q_1E_1=q_1U_1/d$, koja je, obzirom da čestica lebdi, jednaka težini čestice $mg$: $q_1U_1/d=mg$. Odavde je naelektrisanje čestice pre ozračivanja jednako $q_1=$ $=mg\,d_1/U_1$. Po ozračivanju naelektrisanje čestice se smanji za $q=q_1-q_2$. Sila kojom električno polje $E_2$ deluje na česticu po ozračivanju iznosi $C_2=q_2E_2=(q_1-q)U_2/d$. Kako i u ovom slučaju čestica lebdi, sledi da je $(q_1-q)$ $U_2/d=mg$ (ovde smo zanemarili promenu mase čestice usled gubitka odgovarajućeg naelektrisanja). Iz zadnje jednakosti lako dobijamo da je naelektrisanje čestice po ozračivanju jednako $q_1-q=mgd/U_2$. Konačno, ako oduzmemo odgovarajuće izraze za naelektrisanje čestice pre i posle ozračivanja, dobijamo:

$$q=mgd\left(\frac{1}{U_1}-\frac{1}{U_2}\right)=mgd\left(\frac{U_2-U_2}{U_1U_2}\right)=$$

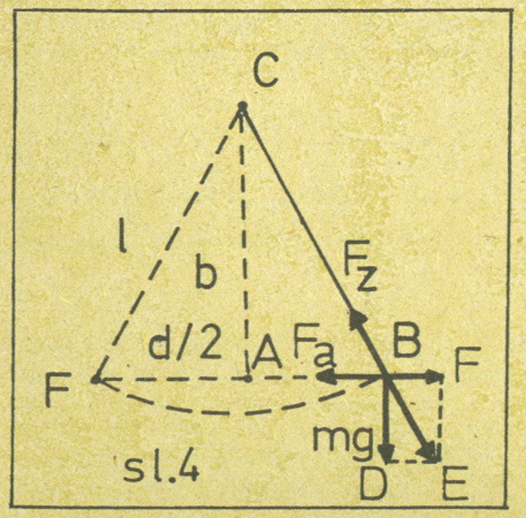
$$=10^{-14}\,\text{kg}\cdot 9{,}81\,\text{m/s}\cdot 5\cdot 10^{-3}\,\text{m}\cdot$$

$$\cdot\frac{162\,\text{V}-154\,\text{V}}{162\,\text{V}\;154\,\text{V}}=1{,}57\cdot 10^{-19}\,\text{C}=$$

$$=1{,}6\cdot 10^{-19}\,\text{C}.$$

Znači pri ozračivanju naelektrisanje čestice se promenio za vrednost naelektrisanja jednog elektrona.

**102.** Na kondenzatoru kapaciteta $C_1=6\mu F$ i napona $U_1=400$ V nalazi se količina elektriciteta $q_{10}=C_1U_1=6\,\mu F\cdot$ $400$ V$=24\cdot 10^{-4}$C. Pri paralelnom vezivanju kondenzatora kapaciteta $C_1$ i kondenzatora kapaciteta $C_2=10\,\mu F$, dobija se ekvivalentni kapacitet $C=C_1+C_2=$ $=6\mu F+10\mu F=16\mu F$. Pri tome se na ekvivalentnom kondenzatoru nalazi količina elektriciteta jednaka zbiru količina elektriciteta na kondenzatorima pre njihovog vezivanja: $q=q_1+q_2=q_{10}+q_{20}=$ $=q_{10}+0=q_{10}=24\cdot 10^{-4}C$. Napon na kondenzatoru ekvivalentnog kapaciteta, obzirom na paralelnu vezu, jednak je naponu na svakom kondenzatoru pojedinačno $U=U_1=U_2=q/c=24\cdot 10^{-4}$ $C/16\mu F=$ $=150$ V. Količina elektriciteta $q_1$ na kondenzatoru $C_1$ posle vezivanja iznosi $q_1=U_1C_1=UC_1=150$ V $6\mu F=9.10^{-4}C$, a na kondenzatoru $C_2$ nalaziće se količina elektriciteta $q_2=q-q_1=(24-9)\,10^{-4}C=$ $=15\cdot 10^{-4}C$.



sl. 4

**103.** Tekstu ovog zadatka odgovara slika 4. Posle naelektrisavanja jedne od kuglica, obzirom na njihov međusobni kontakt, dolazi do raspodele naelektrisanja $q$ među kuglicama tako da se na kraju na svakoj kuglici nalazi količina elektriciteta $q/2$. Kuglice se odbiju na rastojanje $d=FB=l/6$. Da bi kuglice bile u miru na datom rastojanju $d$ moraju biti jednake sila elektrostatičkog odbijanja $F_q$ i aktivna komponenta sile teže $F_a$: $F_q=F_a$. Sila elektrostatičkog odbijanja, na osnovu Kulonovog zakona, jednaka je

$F_q=k\,\frac{(q/2)^2}{d^2}$, gde je $k=9\cdot 10^9$ m² N/C²,

Kako je $F_q = F_a$ sledi, $q = 2d\,V\,F_a/k = l/3\,V\,FI/k$. Odredimo vrednost aktivne komponente sile teže $F_a$. Iz sličnosti trouglova DBE i ANC sledi da je $DE/DB = AB/CA$ odnosno $F_a/mg = (d/2)/b$. Kako je $d/2 < 1$, a pogotovu $\frac{d^2}{4} \ll l^2$, iz Pitagorine teoreme primenjene ne pravougli trougao ACB sledi da $b = l$. Na osnovu predhodnog dobijamo $F_a = mgd/2l = mg/12 = 0{,}5 \cdot 10^{-3}\,9{,}81/12\,N \cong 4{,}1 \cdot 10^{-4} N$. Konačno dobijamo da je tražena količina elektriciteta $q = \frac{1}{3}\sqrt{F_a/k} = 7{,}1 \cdot 10^{-2} l\,C/m$. Podatak $1 = 0{,}6$ m omaškom je ispušten iz teksta zadatka, tako da do vrednosti tražene količine elektriciteta niste mogli da dođete. Zbog toga priznaće se kao tačna rešenja ukoliko ste uspeli da pravilno postavite zadatak. Ukoliko za $l$ uzmemo gornju vrednost dobija se da je tražena količina elektrici teta $q = 4{,}26 \cdot 10^{-2} C$.

## ODGOVORI NA ZADATKE — PITANJA IZ BROJA 13

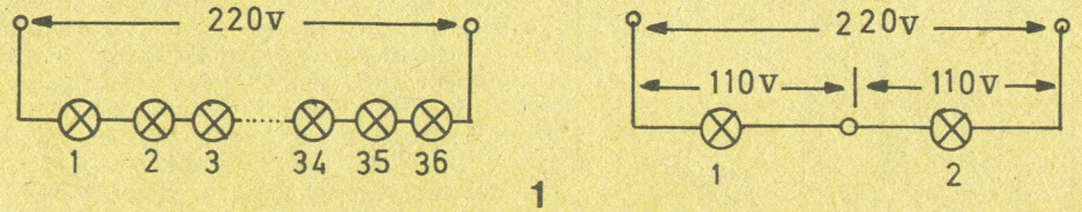
**37.** Merenje atmosferskog pritiska živinim manometrom zasniva se na uravnoteženju težine vazdušnog stuba sa težinom živinog stuba u manometarskoj cevi. Ovi »stubovi« su u direktnom kontaktu i čim se iz bilo kog razloga težina vazdušnog stuba promeni, nivo živinog stuba se ili spušta ili podiže. Položaj nivoa žive na kalibrisanoj skali pokazuje koliki je atmosferski pritisak u datom momentu. Tako će biti samo kada sprava za merenje atmosferskog pritiska (živin manometar) miruje. Međutim, ako manometar slobodno pada, za merenje on više nije upotrebljiv. Pri slobodnom padanju sva tela se nalaze u bezteži nskom stanju. Zbog toga će delovanjem atmosferskog pritiska živa ispuniti svu prazninu manometarske cevi.

**38.** Težina datog tela je mera sile kojom ga Zemlja privlači. Privlačna sila zavisi od udaljenosti tela od centra Zemlje, što je veća udaljenost slabije je privlačenje, tj. manja je težina. Zbog toga je težina jednog istog broda manja u Crnom moru nego u Belom moru koje je na severu i blizu Zemljinog pola.

U pogledu uronuća čini nam se logičnim da zaključimo da će brod na onoj geografskoj širini na kojoj je teži, više uronuti. Prema Arhimedovom zakonu, sila potiska je jednaka težini telom istisnute vode. Pošto i ista zapremina vode ima veću težinu, to tamo gde je veća težina tela, veća je i sila potiska pa se gaz broda neće promeniti pri prolazu iz iz jednog u drugo more.

**39.** Svako vozilo ima određenu snagu motora, izraženu u konjskim snagama. Snaga vozila ne može se menjati. Menja se samo vučna sila. Učili smo da je po definiciji *snaga* **izvršen rad u jedinici vremena** ($P = A/t$). S druge strane, znamo da je rad jednak proizvodu sile i pređenog puta ($A = F \cdot t$) Matematički izraz za snagu P može da se napiše u obliku: $P = F \cdot s/t$. Kako $s/t$ predstavlja brzinu v, to možemo pisati $P = F \cdot v$, odakle je $F = P/v$.

Poslednja jednakost nam kazuje sledeće: Pošto je snagu automobila konstantna ($P = \text{const}$), vučna sila F je obrnuto proporcionalna brzini vozila v, tj. što je brzina kretanja vozila manja, to je vučna sila veća. Prema tome, nepravilno je kad se kaže da pri manjoj brzini vozilo ima veću vučnu snagu.

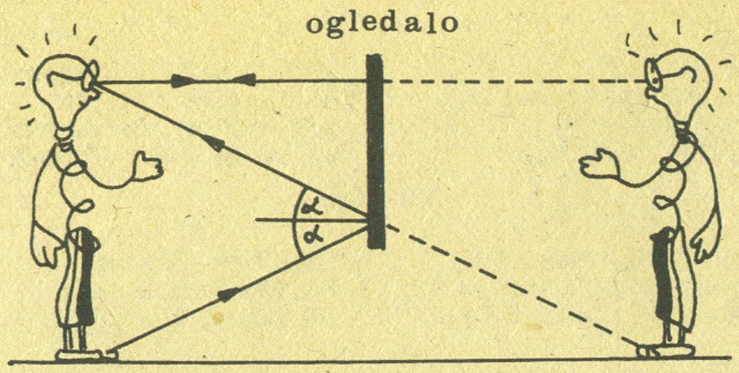



1

**40.** Prvi dečak može jelku da ukrasi sa 36 sijalica od 6 V, a drugi samo sa dve sijalice od po 110 V. Za normalan rad sijalica neophodno je da svaka od njih bude napajana nominalnim naponom od 6 odnosno 110 V. Takav napon sijalice će dobiti ako su povezane međusobno na red (serijski), jer se tada mrežni napon od 220 V ravnomerno raspodeli. Broj sijalica 36 odnosno 2, dobijen je deljenjem mrežnog napona sa nominalnim naponom (220:6 i 220:110) (sl. 1).

**41.** Grejanje električnom grejalicom zasniva se na Džul-ovom efektu (proizvodnje toplote u provodniku kroz koji teče struja). Ako je jačina struje kroz provodnik I konstantna, proizvedena količina toplote Q srazmerna je otporu provodnika $R$ i vremenu proticanja






struje $t$ ($Q = RI^2t$). Kako je po Ohm-ovom zakonu $I = U/R$, gde je $U$ napon napajanja (gradska mreža, 220 V) to izraz za količinu toplote $Q$ ima oblik $Q = U^2t/R$. Iz izraza se vidi da će proizvedena količina toplote biti utoliko veća ukoliko je manji otpor provodnika.

Kod električnih grejalica grejače treba povezati tako da ukupni otpor bude što je moguće manji. Dva grejača mogu se povezati ili serijski (na red) ili paralelno. U prvom slučaju ukupni otpor grejača jednak je zbiru otpora oba grejača, a u drugom slučaju polovini otpora jednog grejača ($Re = R_1R_2/R_1R_2 = R/2$, jer je $R_1 = R_2 = R$).

**42.** Da bi čovek mogao u ogledalu da vidi sebe celoga, potrebno je da ogledalo ima visinu veću od polovine njegove visine. Do ovog trvđenja došlo se posle primene pravila za konstrukciju likova kod ravnih ogledala na način koji pokazuje slika 2.

DRUŠTVO MATEMATIČARAi FIZIČARA I ASTRONOMA SR SRBIJE
ČASOPIS ZA UČENIKE OSNOVNE ŠKOLE »MLADI FIZIČAR«
KATEDRA ZA FIZIKU VIŠE PEDAGOŠKE ŠKOLE — BEOGRAD

## IZVEŠTAJ

sa II Republičkog takmičenja iz fizike učenika osnovne škole sa uže teritorije Srbije održanog 13 maja 1979. god. na Višoj pedagoškoj školi u Beogradu.

Upravni odbor Društva poverio je organizovanje i sprovođenje ovog takmičenja Katedri za fiziku Više pedagoške škole.

Na takmičenju je učestvovalo 232 učenika, od toga 63 učenika VII razreda i 169 učenika VIII razreda.

Učenici VII i VIII razreda rešavali su po pet računskih zadataka, a po propozicijama takmičenja svaki učenik je mogao osvojiti najviše 100 poena. Pored imena učenika u zagradama je naznačen broj poena koje je učenik svojio, i imena predmetnih nastavnika.

Za ovo takmičenje uzeta su dva zadatka iz časopisa za učenike osnovne škole »Mladi fizičar«, jedan zadatak za VII i jedan zadatak za VIII razred.

Fond za nagrade učenicima obezbeđen je iz sredstava časopisa »Mladi fizičar«.

VII razred

**I mesto**

| | |
|---|---|
| Vasović Dejan (90, *(S. Kovačević)* | »R. Mitrović«, N. Beograd |
| Stanišić Momir (80, *(Krunić A)* | »J. Veselinović«, Beograd |
| Dimitrijević Saša (80), *(Milić M)* | »17 oktobar«, Kruševac |

**II mesto**

| | |
|---|---|
| Vučić Tatjana (75), *(Milivojević M.)* | »M. I. Čiča«, Aranđelovac |

**III mesto**

| | |
|---|---|
| Petrović Miroslav (60), *(Milanović D.)* | »Heroj I. Muker«, Smed. Palanka |
| Ilić Kosta (60), *(Kozarac I.)* | »V. Ribnikar«, Beograd |
| Popović Ljiljana (60) *(Čukuranović A.)* | »J. Jovanović«, Brus |

**Pohvale**

Barac Vladimir (50) »Vuk Karadžić« Kladovo
Veljković Elena (50) *(Marjanović M.)* »J. Popović«, Kruševac
Ilić Slobodan (50) *(Mikić M.)* »17 oktobar«, Svetozarevo
Lazarević Saša (55) *(Savić M.)* »Ž. Apostolović«, Trstenik

VIII razred

**I. mesto**

Miljković Nikola (100), *(Nahtigal B.)* »B. Ribar«, Beograd
Veselinović Petar (100), *(Kozarac I.)* »V. Ribnikar«, Beograd
Radović Vladan (100), *(Nahtigal B.)* »B. Ribar«, Beograd

**II mesto**

Aleksić Časlav (90), *(Simović R.)* »M. Mijalković«, Svetozarevo
Basarić Bojan (90), *(Krunić A.)* »J. Veselinović«, Beograd
Đorđević Kosta (90), *(Božović Lj.)* »V. Karadžić«, Beograd
Marković Saša (90), *(Lazarević V.)* »M. Čajetinac-Čajka«, Trstenik
Panić Goran (90), *(Janković B.)* »V. Radosavljević«, Negotin
Panić Vojislav (90), *Nikodijević M.)* »V. Ribnikar«, Beograd
Miloradović Dejan (88), *(Nidžović D.)* »Dr. M. Mišović«, Čačak

**III mesto**

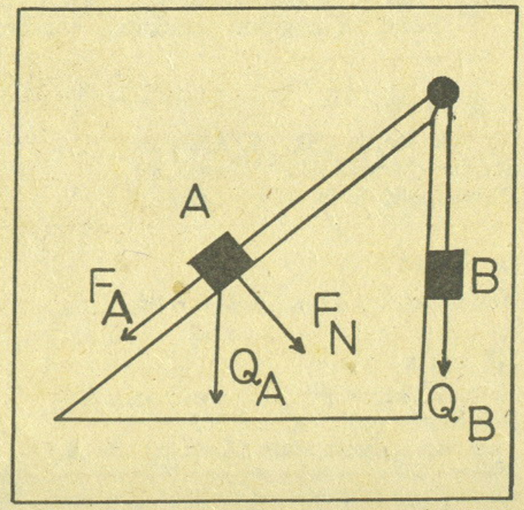
Floranović Nebojša (80), *(Panić J.)* »B. Radičević«, Bor
Marjanović Zoran (80), *(Radić V.)* »B. Radičević«, N. Beograd
Matić Nela ·80), *(Panić J.)* »B. Radičević«, Bor
Đorđević Goran (78), *(Mladenović M.)* »Karađorđe«, Topola
Petrović Vladimir (78), *(Smiljević D.)* »S. Kovačević«, Beograd
Vasiljević Milica(76), *(Tanasukjić M.)* »M. Pavlović«, Beograd
Čepić Vojka (75), *(Nidžović D.)* »Dr. D. Mišović«, Čačak
Lazarević Mihajlo (75), *(Milivojević M.)* »M.I. Čiča«, Aranđelovac

**Pohvala**

Radević Milica (73), *(Bratić I.)* »R. Končar«, Zemun
Radenković Marina (73), *(Popović A.)* »V. Karadžić«, Kladovo
Urošević Vladimir (73), *(Nikodijević M.)* »V. Ribnikar«, Beograd
Džonić Andrija (72), *(Božović Lj.)* »V. Karadžić«, Beograd
Panajotović Radmila (71), *(Radić V.)* »B. Radičević«, N. Beograd
Branković Veselin (70), *(Krunić A.)* »J. Veselinović«, Beograd
Romanić Branislav (70), *(Jovanović B.)* »S. Miletić«, Zemun
Stakić Katarina (70), *(Mikić M.)* »17 oktobar«, Svetozarevo
Todorović Boško (70), *(Harizanov S.)* «S. Sinđelić«, Beograd
Šarenac Ljiljana (70), *(Pavelkić D.)* »D. Strugar«, N. Beograd

**Zadaci za VII razred**

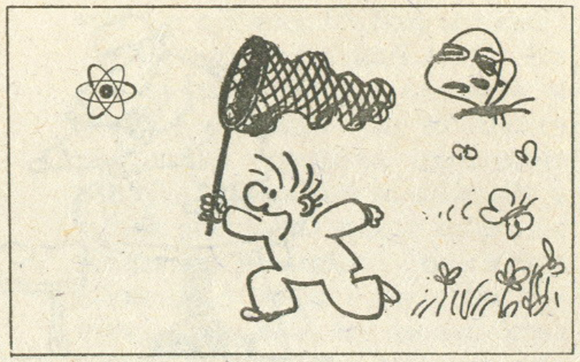
**1.** Na strmoj ravni nalazi se telo *A* koje je, kao na slici, uravnoteženo telom *B*. Normalna (pasivna) komponenta težine tela *A* je tri puta veća od paralelne (aktivne) komponente. Koliko je puta masa tela *A* veća od mase tela *B*.




Nastavak na str. 24.



*FIZIKA I...*

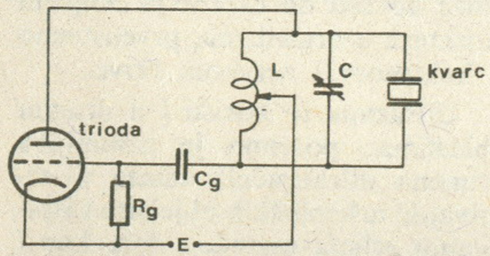


## ULTRAZVUK

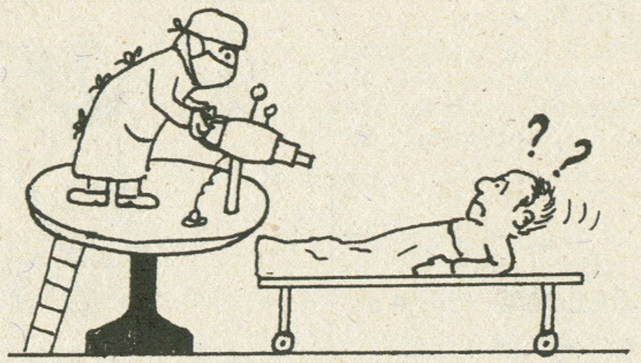
DRAGANA POPOVIĆ (Beograd)

Čovek je ograničen svojim čulima. Od bogatstva i raznovrsnosti makro i mikro sveta koji ga okružuje njemu je dostupan samo mali deo, koji saznaje neposredno — to je ono što čuje, vidi, oseća. O svemu ostalom on doznaje posredno — preko svojih »produženih organa«, manje ili više komplikovanih fizičkih instrumenata. Ipak mu to ne smeta da efekte mnogih fizičkih pojava koje ne vidi, ne čuje i ne oseća, vrlo praktično iskoristi.

U takve pojave spada i fenomen *ultrazvučnih* talasa (lat. ultra = nad, više, preko), mehaničkih talasa čija frekvencija prelazi 20.000 herca i koje naše uho nije u mogućnosti da registruje. Ovi talasi malih talasnih dužina (reda veličine 1 μm[1]) nose veliku energiju i mogu se dobiti u vidu usmerenog snopa, fokusiranog na veoma malom prostoru, jer su u mnogo manjem stepenu podložni difrakciji[2] od zvučnih talasa iz čujnog područja. Zbog ovih osobina, ultrazvučni talasi su našli široku primenu u najrazličitijim oblastima ljudske delatnosti, posebno u tehnici i medicini.




Ultrazvučni talasi se proizvode u *ultrazvučnim generatorima*, koji rade na principu *magnetostrikcije* i *elektrostrikcije*. U prvom slučaju koristi se osobina nekih feromagnetnih[3] materijala da pod dejstvom naizmeničnog magnetnog polja menjaju svoje dimenzije: skraćivanje i izduživanje jedne takve feromagnetne pločice uslovljava zgušnjavanje i razređivanje okolnog vazduha, pri čemu se stvaraju visoko energetski mehanički talasi malih talasnih dužina (ultrazvučni talasi talasnih dužina manjih od 1 μm nazivaju se i *hiperzvučni* talasi). U drugom slučaju koristi se pojava *inverznog piezoelektričnog efekta*[4]: pločica od kvarca, ili nekog drugog monokristala sličnih osobina (turmalin, Senjetova so), nalazi se između ploča kondenzatora na koje se dovodi naizmenični napon. Delovanje promenljivog električnog polja uslovljava mehaničke deformacije pločice, odnosno njeno naizmenično izduživanje i skraćivanje, što, kao i u slučaju feromagneta, dovodi do zgušnjavanja i razređivanja vazduha u neposrednoj blizini pločice, odnosno stvaranja ultrazvučnih talasa. Jedan ovakav generator predstavlja istovremeno i odašiljač i prijemnik



ultrazvučnih talasa, pri čemu se kod prijema koristi obrnuta pojava (*piezoelektrični efekat*): primljeni ultrazvučni talas izaziva mehaničke oscilacije kvarcne pločice, što ima za posledicu stvaranje naizmeničnog napona na kondenzatorskim pločama, pri čemu se takav električni signal lako registruje. (Na slici je prikazana uprošćena shema ultrazvučnog generatora koji se koristi u medicini).

U tehnici se ultrazvuk koristi u najrazličitije svrhe: uzani snop ultrazvučnih talasa pogodan je za dobijanje finih emulzija za foto-ploče ili filmove, za finu obradu metalnih površina i kontrolu kvaliteta, odnosno otkrivanje grešaka (neravnina i pukotina) u metalnim odlivcima (*ultrazvučna defektoskopija*), kao i za određivanje ponašanja tečnosti i polimernih[5] supstanci pod različitim uslovima, proveru ispravnosti električnih kontakata itd.

Od posebnog je značaja primena ultrazvuka u medicinskoj *dijagnostici* i *terapiji*[6]. U terapiji se primena ultrazvuka zasniva na delovanju koje ovi talasi imaju na biološko tkivo, a koje može biti *mehaničko*, *toplotno* i *hemijsko*. Mehanički efekti ultrazvuka ispoljavaju se u vidu pritiska na tkivo (*mikromasaža*), dok je toplotno dejstvo uslovljeno pretvaranjem jednog dela mehaničke energije ultrazvučnih talasa u toplotnu, pri čemu stepen apsorbovane toplote zavisi od gustine i osobina biološkog tkiva. U hemijskom pogledu ultrazvuk deluje na metabolizam[2] ćelija i organizma u celini, pre svega na procese oksidacije i respiracije. Dijagnostičke metode bazirane su na različitoj provodljivosti ultrazvuka u pojedinim organima: na osnovu dobijene refleksione slike ultrazvučnih talasa, tzv. *ehograma*, lekar može da utvrdi položaj i veličinu pojedinih organa u organizmu, kao kao i razlike u strukturi pojedinih tkiva. Strogo definisan snop utrazvučnih talasa koristi se i kao precizan hirurški nož u komplikovanim operacijama oka, tumora na mozgu i sl. Pri tome se mora voditi računa da prekoračenje graničnog intenziteta ultrazvučnih talasa (u medicini se za gornju granicu intenziteta uzima osećaj bola kod pacijenta) može dovesti do razaranja ćelijskih struktura u organizmu, prvenstveno u koštanom i nervnom tkivu.

Ultrazvuk se koristi i u drugim oblastima: posebno je zanimljiva primena ultrazvučnih talasa u otkrivanju arheoloških objekata i ispitivanju reljefa morskog dna, kao i merenju dubine mora i okeana (*eholot*). U te svrhe koriste se specijalni brodovi sa ugrađenim utrazvučnim generatorima na dnu: na osnovu vremena koje prođe od trenutka emisije ultrazvučnog signala do trenutka detekcije odbijenog signala sa morskog dna, pošto je brzina ultrazvučnih talasa u morskog vodi poznata, može se izračunati dubina okeana na tom mestu. Danas je ova tehnika toliko usavršena da se pomoću nje mogu otkrivati ne samo potopljeni brodovi, već i tako mali objekti kao što su ribe i druge morske životinje, pa se čak može zaključivati i o njihovoj fizičkoj strukturi!

Napomenimo najzad da ono što nije dostupno čoveku, dostupno je nekim životinjama: pas se odaziva na »zvuk« specijalne ultrazvučne pištaljke, a slepi miš se orijentiše u mraku ponašajući se kao svojevrsni ultrazvučni generator — on emituje ultrazvučne talase i registruje odbijeni talas, eho, na osnovu koga izbegava prepreke. I biljke na neki način »čuju« ultrazvuk: primećeno je naime, da neke vrste žitarica i povrća mnogo brže rastu uz »muziku« ultrazvučnih talasa.

[1] *mikrometar* (1 μm): milioniti deo metra

[2] *difrakcija:* savijanje (širenje) talasnog snopa pri nailasku na prepreku

[3] *feromagnetici:* supstance u kristalnom stanju (gvožđe, nikl i neke legure) sa sposobnošću da se jako namagnetišu i nekim drugim specijalnim magnetnim osobinama

[4] *piezoelektrični efekat:* pojava stvaranja naelektrisanja pod dejstvom mehaničkih deformacija — pojavu je otkrio francuski fizičar Pjer Kiri, 1880 godine, dok je jedan drugi francuski fizičar, Lanževen, 1918 godine prvi izvršio transformaciju električnih u mehaničke oscilacije, pomoću kvarcne pločice *(inverzni piezoelektrični efekat)*

[5] *polimeri:* supstance sa velikim molekulima, nastalim spajanjem manjih molekula u nizove ili lance

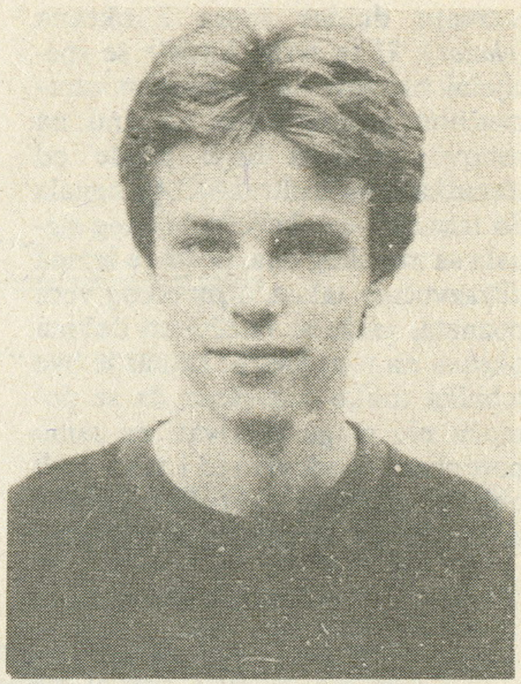
[6] *dijagnoza i terapija:* pod dijagnozom se u medicini podrazumeva utvrđivanje vrste i uzroka bolesti, kao i opšteg stanja pacijenta, na osnovu čega se pristupa određenim metodama lečenja — terapiji

[2] *metabolizam:* promet materije i energije u organizmu, odnosno skup svih biohemijskih procesa koji se odigravaju u ćeliji i organizmu

*O tome često raspravljanom odnosu eksperimenta i teorije,* **Bolcman** *kaže: »Ako eksperimentalna fizika pokušava da otkrije nove pojave, onda teorija nastoji da ih obuhvati i poveže kvantitativno i kvalitativno u celom toku...«*

*D.K.*

# *POZVAN JE...*



## NIKOLA MILJKOVIĆ

Rođen je u Beogradu 1964. godine. Završio je beogradsku osnovnu školu »Braća Ribar«. Želeo je da se ove jeseni upiše u Matematičku gimnaziju, ali kako je rođen godinu dana kasnije, sada je u V beogradskoj gimnaziji. Zadovoljan je, jer ga je plan upisa smestio u Trgovačku školu, odnosno u obrazovni centar »Jezdimir Lovrić«. U školi je uvek bio skroz odličan. Kaže da je tako bolje nego da se muči sa ocenama i veruje da će jednog dana i iskoristiti naučene stvari. Na takmičenjima izvrsno prolazi. U poslednje dve godine je na Saveznim takmičenjima iz matematike osvojio dve prve nagrade. Na Republičkim takmičenjima iz fizike je pokazao iste rezultate. Na poslednjem Saveznom takmičenju iz fizike je osvojio prvo mesto. Očekuje nova takmičenja. Samouveren je. I ne samo to: sprema se.

*Da li su fizika i matematika u Tvojim opredeljenjima nešto posebno, ili sa podjednakim interesovanjem učiš i ostale predmete?*

Najviše me interesuju matematika i fizika. Drugi predmeti svakako zaostaju. To se najmanje odnosi na hemiju i biologiju. Uopšte, na prirodne nauke. Ostale predmete manje učim. Najviše me vadi logika, razmišljanje i povezivanje. Umem da se »snađem«, pa mi obično ostane vremena i od tog učenja. Ne volim previše da »bubam«, to mi ne leži.

*Radiš li fiziku i izvan obaveznog školskog programa?*

Svakako. Ali ako želim da izađem van programa, moram isto da uradim i sa matematikom, katkada i obrnuto. Ako u knjizi iz fizike ima matematike, ona je prilično teška, a ako je nema — knjiga je obično ne baš zanimljiva onima koji žele da saznaju više. Kjige između su retke, možda neke zbirke za (doskorašnju) gimnaziju. Na primer, ona od Dimića i Raspopovića. Korisno ih je imati. Nedavno sam čitao »Electric and Magnetic Fields« od Oatley-a i nešto uzbudljiviji naslov »The Meaning of Relativity« od Eistein-a. Razume se, engleski je zbog fizike dobro znati. Ima i naših knjiga. Recimo »Uvod u teorijsku fiziku« od Mušickog, mada je ne bih preporučio kao dodatak udžbeniku. Udžbenik po kome sada učimo fiziku nije tako loš, mada više treba razmišljati o programu. Možda je taj udžbenik trebao biti opširniji, pre svega u objašnjenjima.

*Zamisli da si već profesionalno oformljen kao fizičar. Možeš li da imaš predstavu o tome kojom bi se oblašću fizike bavio?*

Sigurno bih bio teoretičar, zalažući se da upoznam sve oblasti fizike. Razmišljao bih o nekoj sjedinjujućoj teoriji, o najelementarnijim česticama.

*Ti si u prvom razredu zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja. Možda je još rano, ali ipak: šta misliš o novoj školi?*

Steći opšte obrazovanje je dobro. Ne bi valjalo učiti samo jednu stvar. Ni u toj jednoj stvari se ne bi dobro razvili. Naravno, ne valja ići ni u drugu krajnost — sve, a ništa — ta kođe nije dobro. Ja bih rado otišao u Matematičku gimnaziju, ali je ukinuta. Ne znam kome je to koristilo. Čujem da druge slične škole postoje (na primer, umetnička). Istina, čujem od mnogih, nezvanično, da se žale na »novu školu«, ali šta je tu je — učimo u novoj školi.

*Šta misliš o novom »Mladom fizičaru«?*

O novom »Mladom fizičaru« mislim sve dobro. Odmah sam primetio da je tu nešto novo (osim korica), iako nisam znao prave razloge. I teme i zadaci su se nekako promenili: postali su bolji, zanimljivi. Oni koji žele da razumeju članke, razumeće ih, pročitaće dva puta, pogledaće starije brojeve, uspeće. Mislim da takvi članci navode na razmišljanje i da više koriste od od onih u kojima je baš sve jasno.

*Šta radiš kad ne radiš?*

O zabavi su mnogi govorili, govore i govoriće, pa ja neću. Svakako mislim da se treba zabavljati, da je to korisno. Dobro je otići u bioskop i na poljanu (ako se nađe na ovom betonu), a ne samo učiti. Učenje često i dosadi. Ako stignete, pogledajte film »Novinar«, a na nekom času fizike kad oni slabi budu ćutali (prozivka), pročitajte »Roba« od Singera.

Razgovor vodio DUŠAN KOLEDIN

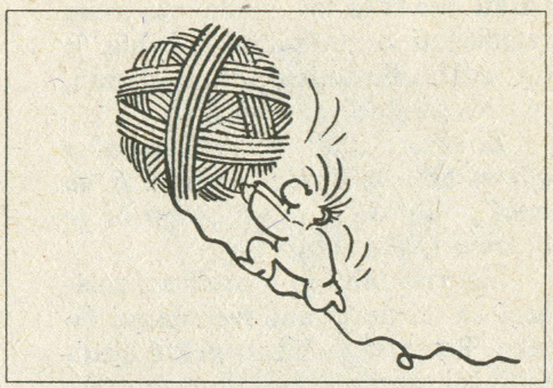
Do potpunijeg saznajnog prodora u strukturu materije, fizika je operisala sa mnogim »nemerljivim« veličinama: uzimalo se da je neko telo sagorljivo zato što sadrži *flogiston*[3] verovalo se da pore tela ispunjava *kalorik* koji čini da tela budu hladna ili topla; bilo je pokušaja da se pomoću tzv. *korpuskula* objasni svetlost, a pomoću *električnog fluida* da se objasne električna sa dejstva; najzad, dugo se u fizici koristio *etar* za koji se verovalo da ispunjava ceo prostor, prenosi svetlost i služi u bezbrojne druge svrhe.

D. K.

**Bolcman** *je smatrao da »ništa nije praktičnije od teorije«, ali i da »poslednji dokaz istine za fiziku jeste u tome da postrojenja koja su konstruisana po njenim zakonima — idu«.*

*D.K.*

*POKUŠAJTE...*



## ILUZIJE GLEDANJA

BRANISLAV IRIČANIN, UČENIK VII RAZREDA (Beograd)

Veoma je važno dobro i vešto se koristiti čulom vida. Međutim, ponekad čulo vida može i da prevari. U većini slučajeva nije krivo oko, kako se obično misli, nego naše mišljenje. Jer, gotovo uvek, zdravo oko prenese našem mozgu lik identičan datom, ali nas mišljenje obmane. Ima slučajeva kada i naše oko, taj gotovo idealni optički aparat, ipak može da stvori iluzije.

Poznato je veoma mnogo iluzija gledanja, od onih svakodnevnih do posebno izmišljenih za zabavu. Pomenućemo tri takve iluzije.

Dužina i širina slike 1 su potpuno jednake, iako to ne izgleda tako.

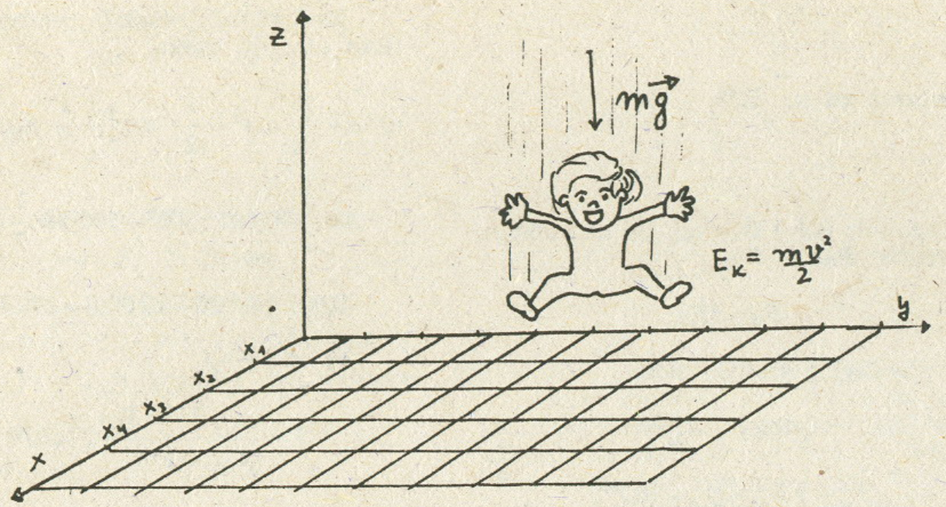
Svima će se, verovatno, tanka kosa linija na slici 2 činiti izlomljenom. Ona je potpuno prava. Proverite.

Na slici 3 se vide tri kocke, što i nije sporno. Ali, kako su te kocke raspoređene? Oko toga su se mnogi raspravljali, pa čak i veoma ozbiljno. Jedni su tvrdili da su sve kocke gore, a jedna dole, a drugi suprotno: da su dve dole, a jedna gore. Teško je reći ko je u pravu, jer može da se vidi i jedno i drugo. Ako svetlo pada sa leve strane, onda su dve gore, a jedna dole. Ako svetlo pada sa desne strane situacija je obrnuta. Objašnjenje ove iluzije prepuštamo čitaocima.

U jednom gramu vodonika ima **600 000 000 000 000 000 000 000** atoma. Kad bismo atome jednog grama vodonika nanizali u razmaku od jednog milimetra, takva bi nit bila četiri hiljade miliona puta veća od udaljenosti Zemlje od Sunca. Njome bismo mogli obaviti čitav Mlečni put. Kad bi svaki čovek mogao da u sekundi odbroji deset atoma, celo bi čovečanstvo moralo mil on godina stalno brojati da bi iscrpelo jedan gram vodonika.

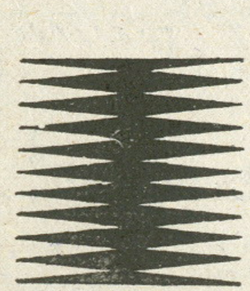
D. K.



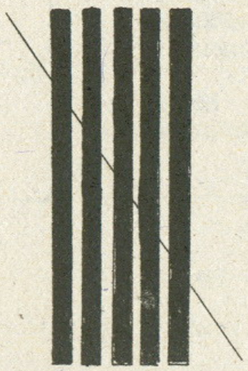



Prečnik prosečnog molekula je oko četrdeset miliona puta manji od jednog centimetra. U vazduhu, pod normalnim uslovima, molekul se kreće duž stohiljaditog dela centimetra između dva uzastopna sudara. Na tom tzv. *slobodnom putu* provede otprilike osmomilijarditi deo sekunde.

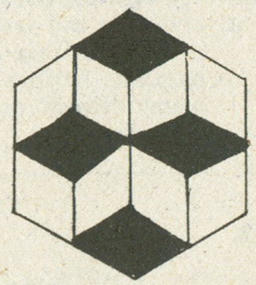
D. K.



sl.1



sl.2



sl.3

**Nastavak na str. Z32.**

Težina tela (silu) $O_A$ razložiti na komponente $F_A$ i $F_N$.

$$F_N = 3F_A$$

Iz pravouglog trougla sledi:

$$F_A^2 + F_N^2 = Q_A^2$$

$$F_A^2 + 9F_A^2 = Q_A^2 = 10F_A^2$$

$$F_A = \frac{1}{\sqrt{10}} Q_A$$

Sila $Q_B$ uravnotežena je silom $F_A$, pa je

$$F_B = Q_B = \frac{1}{\sqrt{10}} Q_A$$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \sqrt{10}$$

$$Q_A = m_A \cdot g; \quad Q_B = m_B \cdot g$$

$$m_A = \sqrt{10}\, m_B$$

**2.** Puščani metak mase $m = 5$g koji se kreće u horizontalnom pravcu brzinom $v = 300$m/s, naiđe na svom putu na drvo debljine $d = 10$cm. Metak probija drvo i izlazi iz njega brzinom $v_1 = 100$m/s.

a) koliki je rad izvršio metak prilikom probijanja drveta;

d) odrediti srednju silu kojom je metak delovao na drvo dok je bio u njemu.

2.

$m = 5\,\text{g} = 0{,}005$ kg

$v = 300$ m/s

$d = 10$ cm $= 0{,}1$ m

$v_1 = 100$ m/s

Izvršeni rad jednak je promeni kinetičke energije metka,

a) $$A = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v^2 - v_1^2)$$

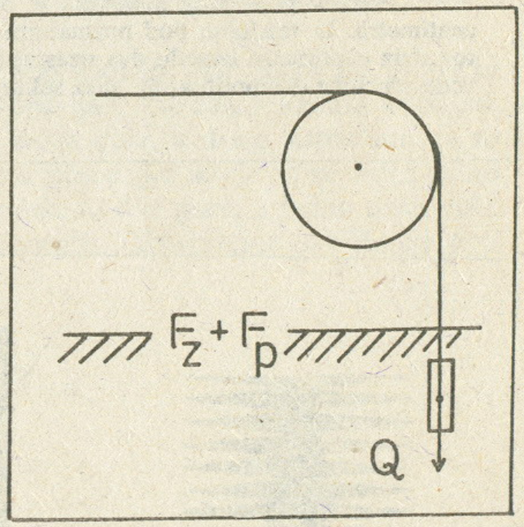
$$A = \frac{1}{2} \cdot 0{,}005\ (300^2 - 100^2) = \frac{1}{2} \cdot$$

$$\cdot 0{,}005\ (90\,000 - 10\,000) = 200\ \text{J}$$

b) $A = F \cdot d$

$$F = \frac{A}{d} = \frac{2000\ \text{J}}{0{,}1\ \text{m}} = 2000\ \text{N}$$

**3.** Odrediti silu zatezanja čeličnog užeta pri izvlačenju iz vode betonskog stuba zapremine $2{,}4\,\text{m}^3$ ubrzanjem $0{,}5\,\text{m/s}^2$. (Otpor sredine zanemariti). Gustina betonskog stuba je $2{,}2\,\text{g/cm}^3$. Gustina vode $1\,\text{g/cm}^3$.




3.

$V = 2{,}4\ \text{m}^3$

$a = 0{,}5\ \frac{\text{m}}{s^2}$

$$P = 2{,}2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} = 2{,}2 \cdot 10^2\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



$$P_v = 1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1{,}10^3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 10\ \frac{\text{m}}{s^3}$$

$F_z + F_p - Q = ma$; $F_R = F_Z + F_P - Q$

$F_Z = ma + mg - F_P$ 1) $Q = mg$

2) $m = pV$

$ma = \rho V \cdot a = 2{,}2 \cdot 10^3 \cdot 2{,}4 \cdot 0{,}5 = 2\,640\ N$

$mg = \rho V \cdot g = 2{,}2 \cdot 10^3 \cdot 2{,}4 \cdot 10 = 52\,800\ N$

$F_p = \rho_v V \cdot g = 10^3 \cdot 2{,}4 \cdot 10 = 24\,000\ N$

$F_z = ma + mg - F_p = 31\,240\ N$

**4.** Na horizontalnom delu puta dužine 3 km, brzina automobila se povećava od 36 km/h do 72 km/h. Masa automobila je 3000 kg. Koeficijent trenja 0,01. Odrediti rad i srednju snagu motora automobila .

4.

$s = 3\ \text{km} = 3\,000\ \text{m}$

$v_1 = 36\ \text{km/h} = 10\ \text{m/s}$

$v_2 = 72\ \text{km/h} = 20\ \text{m/s}$

$m = 3\,000$ kg

$\mu = 0{,}01$

a) $A = A_1 + A_2$

$A_1 = F_{t_2} \cdot s$; $F_{t_3} = \mu mg$

$$A_2 = \Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

$A_1 = \mu mgs = 0{,}01 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 3 \cdot 10^3$

$A_1 = 0{,}8829 \cdot 10^6 = 882{,}9 \cdot 10^3\ J$

$$A_2 = \frac{3}{2} 10^3 (400 - 100) = 450 \cdot 10^3\ J$$

$A = A_1 + A_2 = 882{,}9 \cdot 10^3 + 450 \cdot 10^3 =$

$= 1332{,}9 \cdot 10^3\ J$

$A = 1{,}3 \cdot 10^6 J$

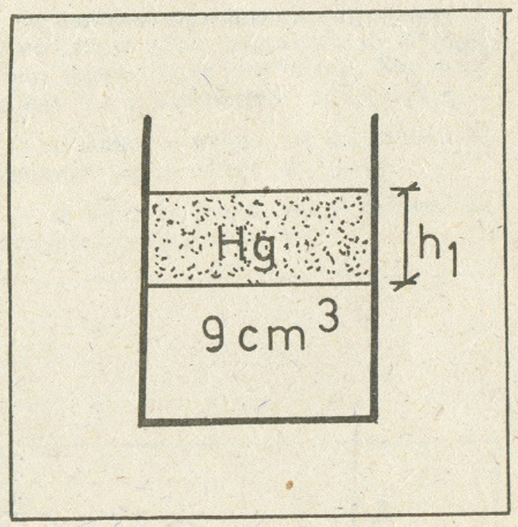
b) $P = \frac{A}{t}$; $v_{sr} = \frac{s}{t}$; $t = \frac{s}{v_{sr}} = \frac{s}{\frac{v_1 + v_2}{2}}$

$$v_{sr} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$P = \frac{A}{\frac{s}{v_{sr}}} = \frac{A}{2s} (v_1 + v_2)$$

$$P = \frac{1332{,}9 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 10^3} (10 + 20) = 6664{,}5\text{W}$$

**5.** U staklenoj cevi nalazi se stub vazduha zatvoren stubom žive visine 4cm. Zapremina vazduha u cevi je $9\,\text{cm}^3$. Poprečni presek cevi je $0{,}1\,\text{cm}^2$. Odrediti visinu vazdušnog stuba kada se u cev cipa 40,8 g žive. (Cev je postavljena vertikalno. Spoljašnji pritisak smatrati normalnim. Gustina žive je $13{,}6\,\text{p/cm}^3$).




5.

$h_1 = 4$ cm

$v_1 = 9\ \text{cm}^3$

$S = 0{,}1\ \text{cm}^2$

$m_2 = 40{,}8$ g

$$\rho = 13{,}6\ \frac{g}{\text{cm}^3}$$

$m_1$ — masa žive u cevi; $m_1 = \rho V = pSV_1$

$m_1 = 13{,}6 \cdot 0{,}1 \cdot 4 = 5{,}44$ g

$p_1$ — pritisak pod kojim se nalazi zatvoreni vazduh u cevi

$p_1 = p_2 + h_f$; $p_1 = 76 + 4 = 80$ cm Hg

a) Ako se sipa $m_2 = 40{,}8$ g žive, tada će njena masa biti jednaka:

$m = m_1 + m_2 = 5{,}44 + 40{,}8 = 46{,}24$ g.

Visinu živinog stuba $h_2$ odredićemo iz jednačina:

$$\rho = \frac{m_2}{V} = \frac{m_2}{Sh_2}; \quad h_2 = \frac{40{,}8}{13{,}6 \cdot 0{,}1} = 30 \text{ cm}.$$

Živin stub visine $h_1 + h_2$ vrši pritisak na zatvoreni vazduh, a ukupni pritisak pod kojim se vazduh nalazi biće jednak:

$P_2 = P_2 + h_1 + h_2$; $p_2 = 76 + 4 + 30 = 110$

$= 110$ cmHg.

Prema Bojl-Mariotovom zakonu pišemo:

$p_1 V_1 = p_2 V_2$: $V_2 = SH$

$$p_1 V_1 = p_2 SH; \quad H = \frac{p_1 V_1}{p_2 S} = \frac{80 \cdot 9}{110 \cdot 0{,}1} = 65 \text{ cm}$$

$H$ je visina vazdušnog stuba zatvorene mase gasa u cevi.

Ako se u cev sipa još toliko žive da njena ukupna masa iznad zatvorenog vazduha bude jednaka 40,8 g, tada sledi rešenje:

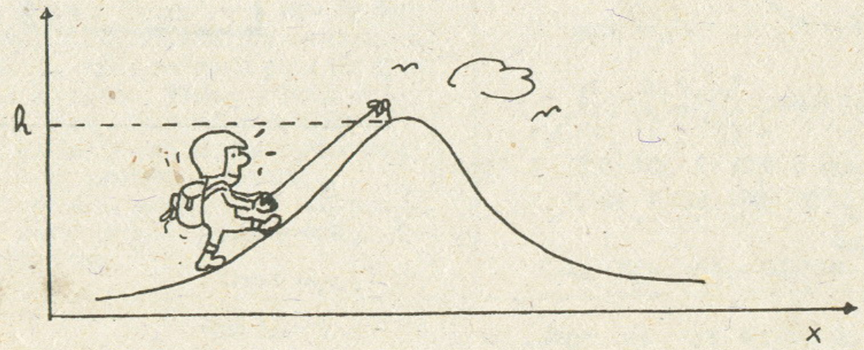
$P_2 = P_a + h_2 = 76 + 30 = 106$ cm Hg

$$p_1 V_1 = p_2 SH; \quad H = \frac{p_1 V}{p_2 S} = \frac{80 \cdot 9}{p_2 S} =$$

$$= \frac{720}{106 \cdot 0{,}1} = 68 \text{ cm}.$$

**Napomena:**

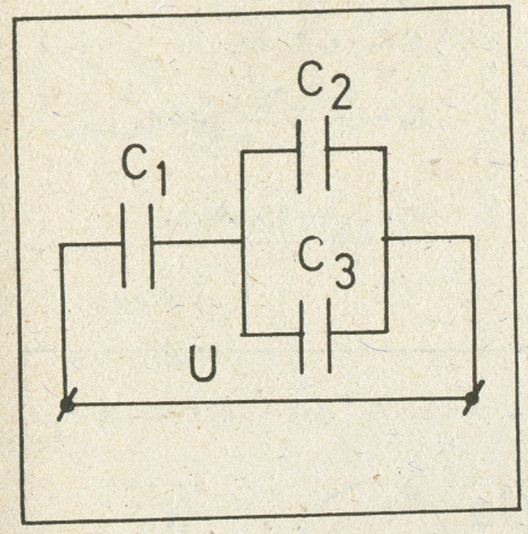
Zadate veličine mogu se izraziti u jedinicama SI sistema, pa će vrednosti pritiska biti izražene u paskalima, masa u kilogramima, zapremina u kubnim metrima a visina u metrima.






**Zadaci za VIII razred**

**1.** Tri kondenzatora kapaciteta $C_1 = 1\,\mu F, C_2 = 2\,\mu F$ i $C_3 = 3\,\mu F$ vezani su prema šemi i priključeni na napon $U = 12$ V. Odrediti naelektrisanje na svakom kondenzatoru.




**1.**

$C_1 = 1\,\mu F = 10^{-6} F$

$C_2 = 2\,\mu F = 2 \cdot 10^{-6} F$

$C_3 = 3\,\mu F = 3 \cdot 10^{-6} F$

$U = 12$ V  Odrediti naelektrisanja $q_1, q_2$ i $q_3$

Priključeni napon $U$ deli se na $U_1 + U_2$.

$$U = U_1 + U_2$$

Veza između odgovarajućih napona, kapaciteta datih kondenzatora i količina elektriciteta na njima, data je jednačina.

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1}; \quad U_2 = \frac{q_1}{C'} = \frac{q_2 + q_3}{C_2 + C_3}.$$

S obzirom da je $q' = q_2 + q_3 = q_1$, to se zamenom dobija:

$$U = U_1 + U_2 = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2 + q_3}{C_2 + C_3} =$$

$$= q_1 \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_1 + C_2} \right)$$

$$q = \frac{C_1 U (C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3}$$

$$q_1 = \frac{12 \cdot 10^{-6} (2 + 3) \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 10 \cdot 10^{-6} = 10^{-5} C$$

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{10^{-5}}{10^{-6}} = 10 V$$

$U = U_1 + U_2$; $U_2 = U - U_f = 12 - 10 = 2$ V

Količine elektriciteta $q_2$ i $q_3$ izračunaju se iz jednačina:

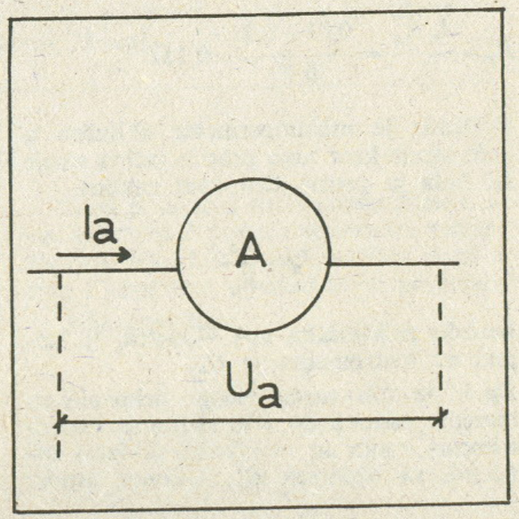
$q_2 = U_2 C_2 = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-6}$ C

$q_3 = U_2 C_3 = 2 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 6 \cdot 10^{-6}$ C.

**2.** Miliampermetar, čija vrednost otpora iznosi 9,9Ω, napravljen je tako da meri jačinu struje do 10 $mA$. Šta treba učiniti sa instrumentom:

a) kako bi mogao da se primeni za merenje jačine struje do 1 $A$;

b) kako bi mogao da se primeni za merenje napona do 1 $V$.



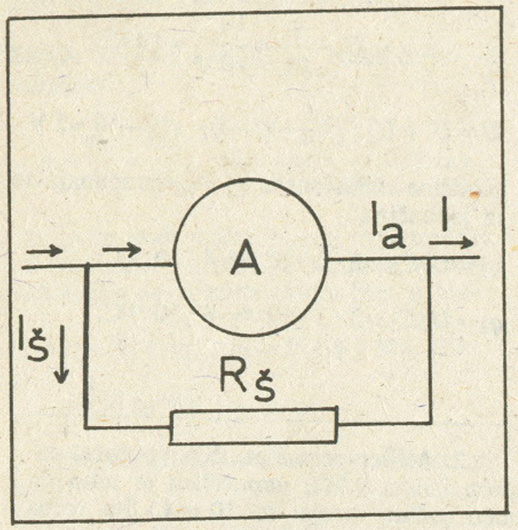
**2.**

$R_a = 9{,}9\ \Omega$

$I_a = 10\ \text{mA} = 0{,}01\ \text{A}$

a) $I = 1\text{A}$

b) $U = 1\ \text{V}$




a) Da bi miliampermetar, čija je vrednost mernog opsega $I_a = 0{,}01\text{A}$, mogao da se primeni za merenje struje jačine do 1 A, paralelno sa instrumentom mora se vezati otpornik sa malim otporom (šent).

$I_a = I_a + I_p$

$I_p = I - I_a = 1 - 0{,}1 = 0{,}99\ \text{A}$

$U_a = U_p; \quad I_a R_a = I_p R_p$

$$R_p = \frac{I_a R_a}{I_p} = \frac{0{,}01 - 9{,}9}{0{,}99} = 0{,}1\,\Omega$$

b) Kada je miliampermetar uključen u kolo struje kroz koje protiče jačina struje $I_a$, tada je prema Omovom zakonu

$$I_a = \frac{U_a}{R_a}$$

Između priključaka mA — metra, tj. napon na instrumentu je $U_a$.

Da bi se mA - metar mogao primeniti za merenje napona do 1 V, redno sa instrumentom mora se priključiti dodatni otnornik sa otporom $R_s$. Ukupni otpor:

$$R = R_a + R_s.$$

Merni opseg instrumenta je $I_a = 0{,}01\text{A}$, a treba da meri napon do vrednosti $U = 1\ \text{V}$, to prema Omovom zakonu pišemo:

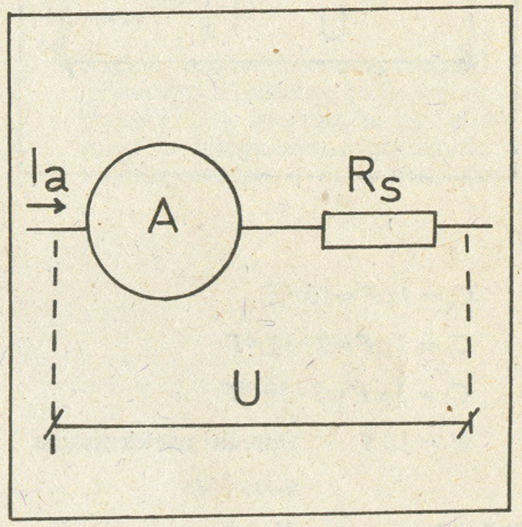
$$I_a = \frac{U}{R_a + R_s}$$

$$I_a (R_a + R_s) = U$$

$$I_a R_a + I_a R_s = U$$

$$R_s = \frac{U - I_a R_a}{I_a} = \frac{U}{I_a} - R_a$$

$$R_s = \frac{1}{0{,}01} - 9{,}9 = 90{,}1\,\Omega$$

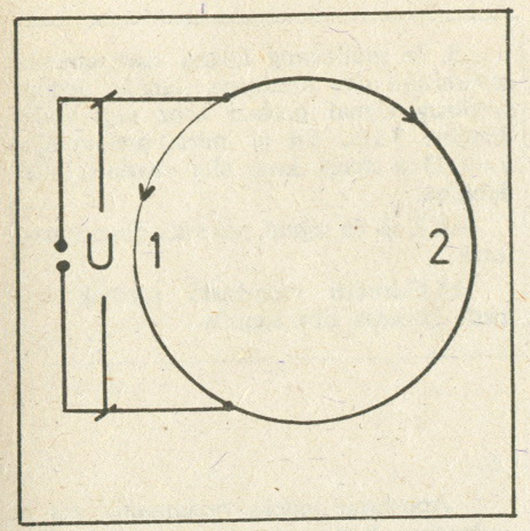



**3.** Provodnik u obliku prstena uključen je u kolo struje kroz koje protiče struja jačine $9A$. Spojevi dele dužinu prstena u odnosu $1 \cdot 2$, Pri tome snaga struje u prstenu iznosi 108 $W$.

a) Kolika bi se snaga razvijala (pri istoj struji u spoljnjem kolu) ako bi kontakti bili postavljeni duž prečnika prstena;

b) Odrediti otpor provodnika u obliku prstena.






**3.** $I = 9\ \text{A}$

$P = 108\ \text{W}$

Za grananje struje važi I Kirhofovo pravilo.

$$I = I_1 + I_2$$

Spojevi dele dužinu provodnika u obliku prstena u odnosu 1 : 2. Znači da je:

$$R_2 = 2R_1$$

S obzirom da imamo paralelnu vezu dva provodnika, to je:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

Zamenom $R_2 = 2R_1$, dobićemo jačine struja u granama.

$$I_1 R_1 = I_2 2R_1$$

$$I_1 = 2I_2$$

Zamenom u prvoj jednačini sledi:

$$I = 2I_2 + I_2 = 3I_2$$

$$I_2 = \frac{I}{3} = \frac{9}{3} = 3\ \text{A}$$

$$I_1 = 2 \cdot 3 = 6\ \text{A}$$

Snaga struje u prstenu jednaka je:

$$P = P_1 + P_2 = I_1^2 R_1^2 + I_2 R_2^2$$

$$P = I_1 R_1^2 + \frac{I_1^2}{4} 2R_1 = I_1^2 R_1 + \frac{I_1^2}{2} R_1$$

$$P = I_1^2 R_1 \left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{2} I_1^2 R_1$$

$$R_1 = \frac{2P}{3I_1^2} = \frac{2 \cdot 108}{3 \cdot 36} = 2\,\Omega$$

$$R_2 = 2R_1 = 2 \cdot 2 = 4\ \Omega$$

a) Otpor provodnika u obliku prstena:

$$R = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6\ \Omega$$

b) Kada se kontakti postave na krajeve prečnika prstena, tada je otpor jedne grane jednak:

$$r = \frac{R}{2} = \frac{6}{2} = 3\,\Omega.$$

Kako je $I = 9\ \text{A}$, to je:

$$I_1 = \frac{I}{2} = \frac{9}{2} = 4{,}5\ \text{A}$$

$I_1$ je jačina struje kroz jednu granu.

Snaga struje u oba dela prstena:

$$P = 2I_1^2 r = 2 \cdot 4{,}5^2 \cdot 3 = 121{,}5\ \text{W}.$$

**4.** U dioptrijama odrediti optičkiu moć bikonveksnog (dvostruko ispupčenog) sočiva žižne daljine 2,5 cm i naći uvećanje lika predmeta na daljini jasnog vida, kada se ovo sočivo upotrebi kao lupa. Konstruisati lik predmeta. (Daljina jasnog vida iznosi 25 cm).

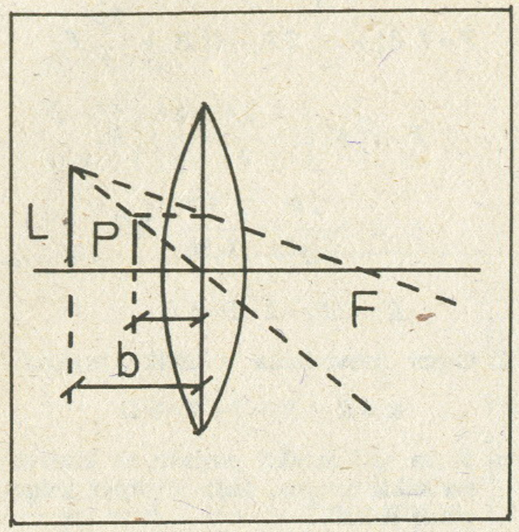
**4.**

Lupa je sabirno sočivo male žižne daljine. Predmet $P$ postavi se između sočiva i njegove žiže. Lik $L$ biće uvećan, imaginaran i uspravan u odnosu na predmet.

Jednačina lupe

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}$$

$$U = \frac{L}{P} = \frac{b}{a}$$




Odnos $\frac{b}{a}$ naćićemo iz jednačine lupe, ako levu i desnu stranu pomnožimo sa $b$.

$$\frac{b}{f}=\frac{b}{a}-1$$

$$U=\frac{b}{a}=\frac{b}{f}+1$$

$b = 25\ \text{cm} = 0{,}25\ \text{m}$ — daljina jasnog vida $d$.

$f = 2{,}5\ \text{cm} = 0{,}025\ \text{m}$

$$U=\frac{d}{f}+1=\frac{0{,}25}{0{,}025}+1=10+1=11.$$

Uvećanje lupe može se naći i iz aproksimativne jednačine:

$$U=\frac{L}{P}=\frac{b}{a}=\frac{d}{f}$$

$$U=\frac{0{,}25}{0{,}025}=10$$

optička jačina sočiva

$$D=\frac{1}{f}=\frac{1}{0{,}025}=40\ \text{dioptrija},$$

**SEKRETAR KOMISIJE**
**STNKOVIĆ ČEDOMIR s.r.**

**5.** Iz svetlosnog izvora istovremeno se emituju dva svetlosna signala. Jedan svetlosni signal prolazi kroz sloj vode debljine 3 km, čiji je indeks prelamanja $n=1{,}33$ a drugi kroz sloj vazduha iste debljine.

a) Koji će signal pre stići do posmatrača,

b) Odrediti vremenski razmak između prijema oba signala.

**5.**

Aposlutni indeks prelamanja dat je odnosom brzine prostiranja svetlosti u vakuumu $c$ i brzine svetlosti u datoj sredini $v$.

$$n=\frac{c}{v}$$

a)

Za vreme $t_1$, svetlosni signal će proći kroz sloj vode debljine $3\cdot10^2$ m.

$$t_1=\frac{d}{v_1}=\frac{d}{\frac{c}{n_1}}=\frac{n_1 d}{c}$$

$$t_1=1{,}33\ \frac{3\cdot10^3\ \text{m}}{3\cdot10^8\ \text{m/s}}=1{,}33\cdot10^{-5}\ s$$

Za vreme $t_2$, svetlosni signal proći će kroz sloj vazduha debljine $3\cdot10^2$ m.

$$c=v=3\cdot10^2\ \text{m/s}$$

$$t_2=\frac{d}{c}=\frac{3\cdot10^3\ \text{m}}{3\cdot10^8\ \text{m/s}}=10^{-5}\ \text{s},$$

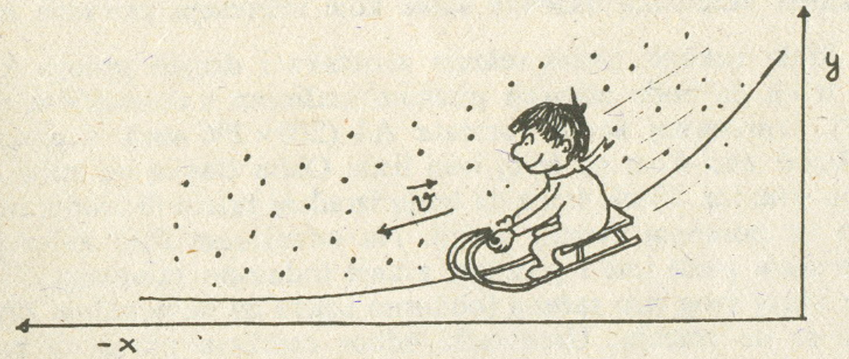
Do posmatrača će pre stići svetlosni signal koji prođe kroz sloj vazduha.
b) Vremenski razmak između prijema oba signala

$$\Delta t=t_1-t_2=1{,}33\cdot10^{-6}-10^{-5}=10^{-5}$$
$$(1{,}33-1)$$

$$\Delta t=0{,}33\cdot10^{-5}\ \text{s}.$$

**ZA UPRAVNI ODBOR DRUŠTVA**
**DRAŠKO GRUJIĆ s.r.**






*ČITAOCIMA I SARADNICIMA UREDIVAČKI ODBOR ČASOPISA „MLADI FIZIČAR“ ŽELI SREĆNU NOVU GODINU*

## OBJAŠNJENJA UREDNIŠTVA

1. *Mladi fizičar* objavljuje članke i kraće dopise koji doprinose popularizaciji fizike i srodnih nauka među učenicima osnovne škole i unapređenju njihova već stečena znanja i shvatanja, a koji su stručno i didaktički prilagođeni njihovom uzrastu. Namenjen je učenicima VI, VII i VIII razreda i svim ostalim učenicima osnovne škole koje interesuju prirodne nauke.

2. Svaki rukopis (osim rešenja zadataka i drugih priloga koje šalju učenici) treba da bude otkucan pisaćom mašinom s dvostrukim proredom na čistoj, neprozirnoj hartiji formata A4 (210 × 296 mm), s praznim prostorom širine oko 4 cm na levoj ivici lista. Obim članka ne treba da pređe 5 kucanih stranica. Crteži treba da budu izrađeni tušem ili crnom hemijskom olovkom na posebnoj čvrstoj hartiji. Na odvojenom listu autor je dužan da ispiše svoje puno ime i prezime, zvanje (odnosno zanimanje), adresu za prepisku i broj svog žiro računa (odnosno izjavu da ne poseduje žiro račun). Rukopisi se ne vraćaju. Uređivački odbor zadržava pravo da prihvaćene rukopise rediguje i objavljuje redosledom koji ne zavisi od reda prispeća.

3. **Godišnja pretplata za sva četiri broja iznosi 40 dinara.** Naručiocima više od 10 jednogodišnjih kompleta odobravamo rabat od 20%, 15% odnosno 10% zavisno od roka do kog će se isplatiti celokupna pretplata (1. XII, 1. II odnosno 1. IV). Narudžbenice slati na adresu koja je niže data, a uplate na žiro-račun Društva matematičara, fizičara i astronoma SR Srbije broj 60806-678-10766, Beograd, sa obaveznom naznakom *za Mladi fizičar*.

4. Narudžbenice, članke, rešenja zadataka i sve ostale priloge slati na adresu:

Društvo Matematičara, fizičara i astronoma SR Srbije
za časopis **Mladi fizičar**
**Knez Mihailova 35/IV, p.p. 791, 11001 Beograd.**
Sva ostala obaveštenja na telefon 011—638-263.