



ČASOPIS  
ZA UČENIKE  
OSNOVNE ŠKOLE

MLADI  
**FIZIČAR**

10

BEOGRAD 1978

## OBAVEŠTENJA 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 A 4 (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 28 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 se šalju na adresu *Matematičkog lista* (za *Mladi fizičar*), a novac preko žiro računa 60806-678-14627, **Matematički list, Beograd.** Pri tome treba navesti punu adresu na koju časopis treba dostavljati i jasno naznačiti na šta se narudžbenica, odnosno uplata odnosi.

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

### MATEMATIČKI LIST

za časopis *Mladi fizičar*

Knez Mihailova 35/IV, p.p. 728, 11001 Beograd.

Sva ostala obaveštenja na telefon 011-638-263.

Cena 7. dinara

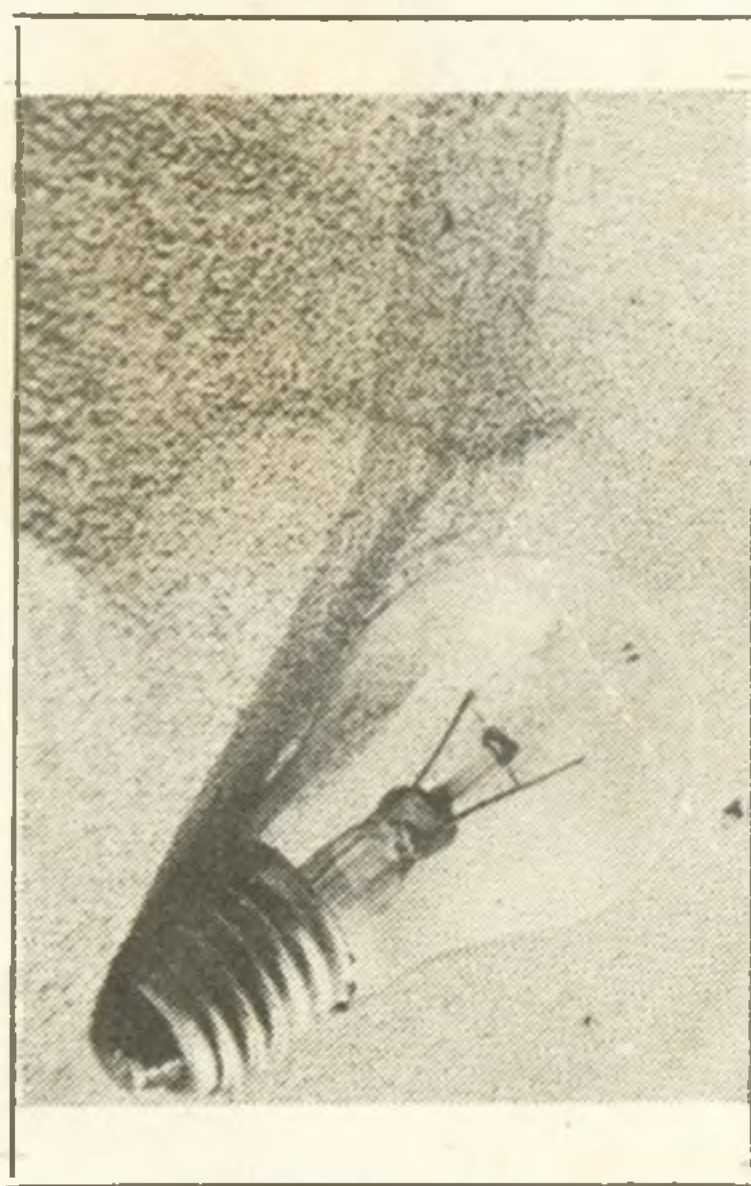
**DRUŠTVO MATEMATIČARA, FIZIČARA I ASTRONOMA  
SR SRBIJE**

**MLADI FIZIČAR**

*časopis  
za učenike  
osnovne škole  
godina III  
broj 10  
(1978/79)*

**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*

*Uredivački odbor:*  
**Jadranka BOGOVAC**  
**Svetozar BOŽIN**  
**Draško GRUJIĆ**  
**Tomislav PETROVIĆ**  
**Zoran RADOVIĆ**  
**Branislav ŠIMPRAGA**

**Sadržaj:**

D. Koledin: Gaus .....	1
D. Sekulić: Toplota .....	4
Lj. Ristovski: Zakoni termodi- namike .....	6
P. Vidaković: Gravitaciona sila	9
S. Sekulić: Holografija .....	11
N. Marinković: Nuklearna energija .....	13
D. Popović i V. Gal: Energija živog sveta .....	15
Lj. Ristovski: Zakon održanja energije .....	18
V. Adamović: Brzina zvuka ..	18
Zadaci .....	20
Test .....	23
Rešenja .....	26
Pokušali su, pokušajte .....	31
Ilustracije N. Ubović Fotografije na naslovnoj strani J. Aleksić	

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



Karll Friederich Gauss  
(1777—1855)

### MATEMATIKA U SLUŽBI FIZIKE I OBRNUTO

Dušan Koledin (Beograd)

Mnogi tekstovi o životu i delu Gausa počinju socijalno i klasno intoniranim podatkom da je vredni i daroviti matematičar, fizičar i astrcnom rođen u kući *siromašnog* zidara, u Braunšvajgu, Nemačka. Podatak je sasvim suvišan i eventualno interesantan piscima pogrešno sentimentalnih biografskih romana. Jer, verovatno postoji isto, ako ne i više, neradnika i »lezilebovića« iz bogatih i »pedigriranih« kuća kao i iz onih jednostavnih i siromašnih Uostalom, ako već razmišljamo o tome, onda sam Gaus, genijalan i radan. ozbiljno dovodi u pitanje sve one priče o »uslovima za rad«, o sredini u kojoj se čovek razvija, i sve nas više upućuje na pomisao da je mnogo više razloga, u čoveku samom.

Mi smo, razume se, zahvalni Karlu Vilhemu Ferdinandu, knezu od Braunšvajga, što nije mogao da ne zapazi Gausov dar za matematiku još u osnovnoj školi i da ne finansira njegovo školovanje u Karolina koledžu i, dalje, studije matematike i astronomije na univerzitetu u Getingenu. Ipak, o kneževom sinu, bar u ovom časopisu, nećemo imati prilike da pišemo.

Od 1801. godine Gausu nije bio potreban finansijer, jer je radio kao profesor na univerzitetu u Helmštetu, a od 1807. godine, pa do kraja života, bio je profesor astronomije i direktor opservatorije u Getingenu.

Kažu da je neki stari i šeretski raspoložen profesor smatrao matematiku »sluškinjom« svih nauka. Pokojnik je — verovatno pretpostavljate — bio profesor fizike. Gausovo delo, međutim, potpuno relativizira odnos »sluškinje« i »gazdarice«: matematika u službi fizike, ali i obrnuto — fizika u službi matematike.

Ajnštajn je rekao: »Koga Euklidova geometrija u mladosti nije mogla da oduševi, taj nije rođen za teorijskog istraživača.« Ajnštajn ovim, razume se, nije mogao uticati na Gausa. Obrnuto je moguće. Jer, u devetnaestoj godini, Gaus je pokazao da se pravilni sedamnestougao može konstruisati pomoću šestara i lenjira. Možda je Gaus uticao i na pesnika za decu koji je napisao: »Olovka piše, gumica briše, ni u šta ne veruj previše!« Do Gausa je, naime, zbir uglova u trouglu bio 180 stepeni. Kada je »sumnjičavi« Karl Fridrih sabrao uglove trougla nacrtanog na tzv. pseudosferi, rezultat je bio — manji od 180 stepeni. Ajnštajn i slični »nevernici« su to kasnije vešto iskoristili.

Svi znamo: »Izmeriti neku fizičku veličinu znači uporediti je sa podesno izabranom veličinom iste vrste.« To je nesumnjivo, ali o *kvalitetu* merenja nismo ništa naučili. Zvuči oholo, ali uvid u tačnost izvršenog merenja pruža nam *greška* koju smo mereći načinili. Do Gausa su, inače, ljudi merili »bez greške«. Problemom kako »uhvatiti« ili proceniti grešku prvi je počeo da se bavi Gaus.

Izračunati električno polje tačkastog naelektrisanja je relativno lak posao. Polje koje je rezultat superpozicije (sabiranja) polja dva tačkasta naelektrisanja svodi se na nešto komplikovaniji izraz. Sa razuđivanjem raspodele naelektrisanja u prostoru, situacija, naizgled, postaje beznadežno složena. Gaus je, međutim, računao i dobio: ukupni fluks električnog polja kroz ma koju površinu koja obuhvata neku količinu elektriciteta srazmeran je toj količini elektriciteta. Kako se fluks električnog polja uglavnom jednostavno dovodi u vezu sa samim poljem, to se Gausovo tvrđenje veoma efikasno koristi za izračunavanja električnih polja raznih raspodela naelektrisanja. Tvrđenje se iz razumljivih razloga naziva *Gausova teorema*.

Do nedavno je izgledalo da se Gaus »ovekovećio« u još jednom domenu. Naime, u elektromagnetnom CGS sistemu, jedinica za magnetnu indukciju je *gaus* (Ga). Propisi, međutim, često nisu milosrdni prema stvaraocima: najnovijim Zakonom o mernim jedinicama i merilima (Službeni list SFRJ br. 13 od 2. IV 1976. godine) CGS sistem je zabranjen. Magnetna indukcija se u Međunarodnom sistemu (SI) izražava jedinicom *tesla* (T), što, razume se, stimuliše naš patriotizam. Ipak, nedužni Tesla i Gaus sa svim tim nemaju nikakve veze.

Astronomi su 1801. godine pronašli planetoid Ceres, ali su ga ubrzo i izgubili kada je prolazio pokraj Sunca. Primenivši tada novu metodu za određivanje putanje kometa, Gaus je računajući ponovo omogućio astronomima da pronađu Ceres. Pomogao im je i kombinujući sočiva.

S proleća 1833. godine, između magnetske opservatorije, u kojoj je radio Gaus, i fizičkog kabineta, u kome je radio njegov prijatelj Vilhelm Veber (Wilhelm Weber), razapete su dve žice ukupne dužine oko 300 m. *Telegrafska komunikacija*, ipak, nije uspela do kraja. Istorijski prioritet u toj oblasti pripao je Semjuelu Morzeu (Samuel Morse), njujorškom profesoru estetike

i crtanja, iste 1833. godine.

Gaus je izučavao Zemljin magnetizam, pa je proračunao položaj južnog magnetskog pola, što su moreplovci neposredno proverili. Za njih je povremeno crtao geografske karte. Geometrima je takođe bio na usluzi: da ne bi duž velikih rastojanja razvlačili metar, Gaus je konstruisao instrument kojim se mogu meriti velike udaljenosti pomoću Sunčeve svetlosti i ogledala. Konstruisao je *komutator* za brzu promenu smera struje u kolu, *magnetometar* za merenje horizontalne komponente Zemljinog magnetnog polja, *heliograf*...

U Gausovoj radnoj sobi u opservatoriji u Getingenu bili su jedino sto, prekriven zelenom čojom, drvena stolica i polica za knjige. Njegove kolege su primetile da je počeo da stari kada je sobni inventar proširio jednom sofom. Umro je ubrzo, 23. februara 1855. godine.

Zvuči čudno, ali tzv. Voltin luk prvi je realizovao samouki engleski hemičar, nekad apotekarski pomoćnik, *Hemfri Devi*. Kada se pronalazak pojavio na londonskim ulicama, štampa je reagovala: »Primena elektriciteta u svrhu osvetljenja nije moguća — jačina električne svetlosti deluje bolno na oči i veoma je opasna po njih; električna svetlost može izazvati glavobolju; i uopšte, električna svetlost brže oslepljuje nego što osvetljuje. A osim toga, električno osvetljenje bi bilo veoma skupo zbog velike nabavne cene baterija.«

D. K.

Pokojni profesor fizike Univerziteta u Beogradu, *Dragoljub K. Jovanović*, pitao je studenta medicine o vrstama termometara. Student, ne znajući fizičke pojave na kojima se zasniva konstrukcija termometara (promena zapremine tela pri promeni temperature, promena električnog otpora, termoelektrične struje itd.), promućao je: »Imamo, ovaj, imamo velike i male.« Profesor mu je na taj »odgovor« obećao šesticu, uz uslov da čuje još jednu glupost. Student je iz mesta odgovorio: »Imamo i srednje!« Dobio je šest.

D. K.

# ŠTA JE . . .

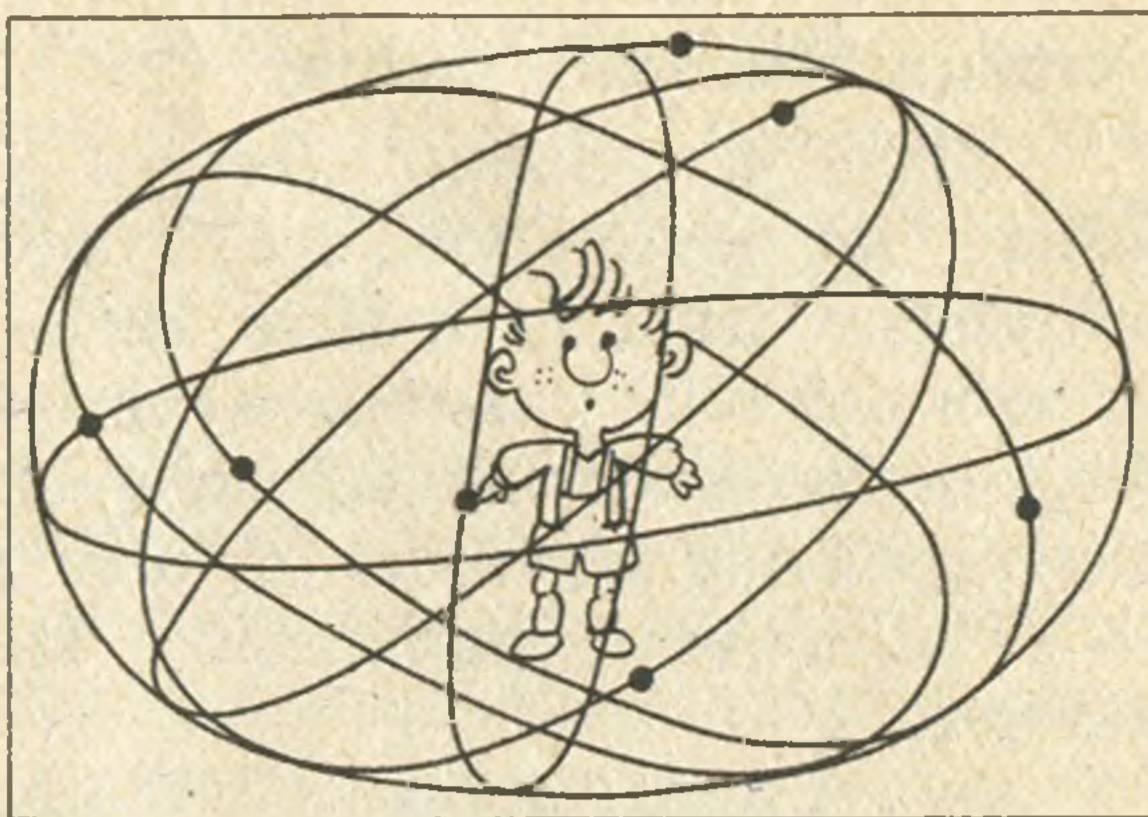
## TOPLOTA

Dušan Sekulić (Novi Sad)

Postavili smo pitanje: Šta je toplota? Pitanje je kratko i na prvi pogled ni malo komplikovano. Jer, sa toplotom se svakodnevno srećemo! Međutim, ako se, pre nego što saopštimo odgovor, zamislimo nad preciznošću izražavanja, zaključićemo da odgovor na postavljeno pitanje nije ni malo jednostavan. Dovoljno je setiti se da je ovaj pojam bio kamen spoticanja dugi niz godina i za najveće fizičare, pa da zaključimo da treba biti veoma oprezan pri definisanju toplote koju najčešće, ako se dovoljno ne potrudimo, nismo u stanju pravilno da objasnimo, mada je sasvim dobro »osećamo«. Ipak, da li je zaista osećamo? Šta fizika — kada za neki predmet kažemo da je topao — pod tim podrazumeva? Sa druge strane, znamo i za »hladnoću«, pa stoji pitanje: da li nju fizika posmatra kao nešto novo, nešto što se razlikuje od toplote?

Mogli bismo da postavimo još mnogo ovakvih i sličnih pitanja i da na kraju zaključimo da na većinu od njih ne znamo pravi odgovor ili, u najmanju ruku, da više nismo sigurni u tačnost naših zaključaka. Srećom, savremena fizika pruža odgovore koji nas mogu zadovoljiti.

Razume se, nije oduvek bilo



tako. Prva značajnija razmišljanja o toplotnim pojavama srećemo u XVII i XVIII veku, ako nam se oprostimo izostavljanje nedovoljno poznatih razmišljanja niza velikih naučnika od Demokrita, pre naše ere, do Galileja, u srednjem veku. Nećemo se zadržavati ni na shvatanjima Bekona, Bojla, Huka i Njutna koji su uzroke toploti tražili u mehaničkom kretanju čestica materije, niti na kasnijim shvatanjima da je toplotu moguće objašnjavati nekom bestežinskom materijom nazvanom »kalorik«. Kao ilustraciju česte konfuzije koja je pratila ova razmišljanja navedimo reči našeg poznatog fizičara XVIII veka, Ruđera Boškovića, iz njegove knjige »Theoria philosophiae naturalis«, objavljene 1763. godine:

»... Uzrok toplini ja pripisujem žestokom unutrašnjem gibanju vatrene ili sumporne supstancije koja fermentira osobito u vezi sa svetlosnim česticama... Hladnoća nastaje uslijed nedostatka te iste supstancije ili uslijed nedostatka gibanja u njoj.« (507)

Dugi niz godina pojam toplote »objašnjavan« je preko efekata koji su joj pripisivani. Pokušajmo zato da proniknemo malo u tu tajnu jednostavnim rečima, bez brojki i formula.

Prema današnjim shvatanjima fizike toplota je *energija* koja se razmenjuje između *posmatranog tela* — *sistema* i *okoline* posredstvom *toplotnog kontakta*. Pre nego što pokušamo da se jednostavnije izrazimo i kažemo još nešto o procesu razmene energije između sistema i okoline, odgovorimo prethodno na sledeće pitanje: Da li se za neko telo, na primer za stolicu na kojoj sedimo ili za sunce koje nas tako strpljivo greje već hiljadama godina, može reći da poseduje određenu količinu toplote? Ako ste rekli — da, pogrešili ste! Toplota jeste jedan vid energije, ali takav da se ispoljava samo u procesu prenošenja sa jednog tela na drugo ili na okolinu. Telo samo za sebe ne poseduje toplotu, ono poseduje *unutrašnju energiju* koja zavisi, jednostavno rečeno, od energije elementarnih materijalnih delića, atoma ili molekula. Toplota, dakle, jeste energija koja se može pretvarati u druge oblike, ali za razliku od, recimo, kinetičke energije tela u kretanju, za nju gornje pitanje nema mnogo smisla. Za nju se ne može reći da postoji u telu. Da bi se toplota »pojavila« neophodan je toplotni kontakt sa okolinom, kontakt pri kome se menja temperatura tela, ukoliko posmatramo tu veličinu. Neki predmet je »topao« ne zato što poseduje toplotu, nego zato što poseduje toliku sopstvenu unutrašnju energiju da je u stanju da razmenjuje tu energiju, u obliku toplote ili rada, sa okolinom i da mu se pri tome menja temperatura ili veličine kao, što su pritisak i zapremina. Telo, prema tome, može imati višu ili nižu temperaturu, veličinu koja nije ništa drugo do »mera« nivoa unutrašnje energije tela.

U našim dosadašnjim razmišljanjima pod telom smo podrazumevali sistem koji poseduje izuzetno veliki broj elementarnih delića: atoma ili molekula. To je bio nužan preduslov da bi se moglo govoriti o toploti i temperaturi. Ukoliko taj preduslov ne bi bio ispunjen, zapalibismo u ozbiljne teškoće oko definisanja ovih pojmova i one bi nas odvele stranputicom. Oblast fizike koja proučava sisteme koji se sastoje od velikog broja čestica, svaka sa njenim kretanjem i energijom, naziva se *statističkom fizikom*. Tek je statistička nauka o toploti uspela da pronikne u prirodu toplote. Svesno pojednostavljujući suštinu, možemo sebi dopustiti zaključak da je temperatura tela viša što je veća njegova unutrašnja energija. U kontaktu sa okolinom telo razmenjuje toplotu, težeći stanju *termičke ravnoteže* u kome su temperature tela i okoline jednake. Šta je uzrok tome?

Ovu »prirodnu težnju« materije da se promenom svoga stanja sve više približava ravnoteži (koju sada posmatramo kao termičku kroz izjednačavanje temperature posmatrane materije i okoline) statistička fizika uspešno objašnjava analizom svojstava jedne nove veličine koja se zove *entropija*. Ukoliko stanje tela koje je »toplije« od okoline nazoveom stanjem »velikog nereda«, što je, bar formalno, u skladu sa razmišljanjima R. Boškovića o žestokom kretanju u materiji, tada razmena toplote sa okolinom i izjednačavanje temperatura vodi stanju koje prirodi više »odgovara«, stanju termičke ravnoteže. Fizičari kažu da se entropija može shvatiti kao »mera nereda« u sistemu i da u opisanom slučaju, posmatrajući skupa sistem i okolinu, ona mora



postati veća pri postizanju jednakih temperatura ili, u posebnom slučaju, ostati neizmenjena. Ta nemogućnost njenog smanjenja za sistem i okolinu izraz je onoga što smo nazvali »prirodnom težnjom« materije koja razmenjuje toplotu sa okolinom. O tome da entropija može i da se smanjuje, zasada nećemo govoriti.

Možda možemo tvrditi da nešto više znamo o toploti. Odgovorimo sa ovim znanjem na pitanje postavljeno na početku: šta je »hladnoća«? Videli smo da fizika ne pravi razliku između toplote i hladnoće. Radi se, naime, samo o tome sa koje strane posmatramo našu materiju i o neophodnosti da ove veličine određujemo uvek u odnosu na neko drugo stanje koje ima veću ili manju unutrašnju energiju, višu ili nižu temperaturu.

## ZAKONI TERMODINAMIKE

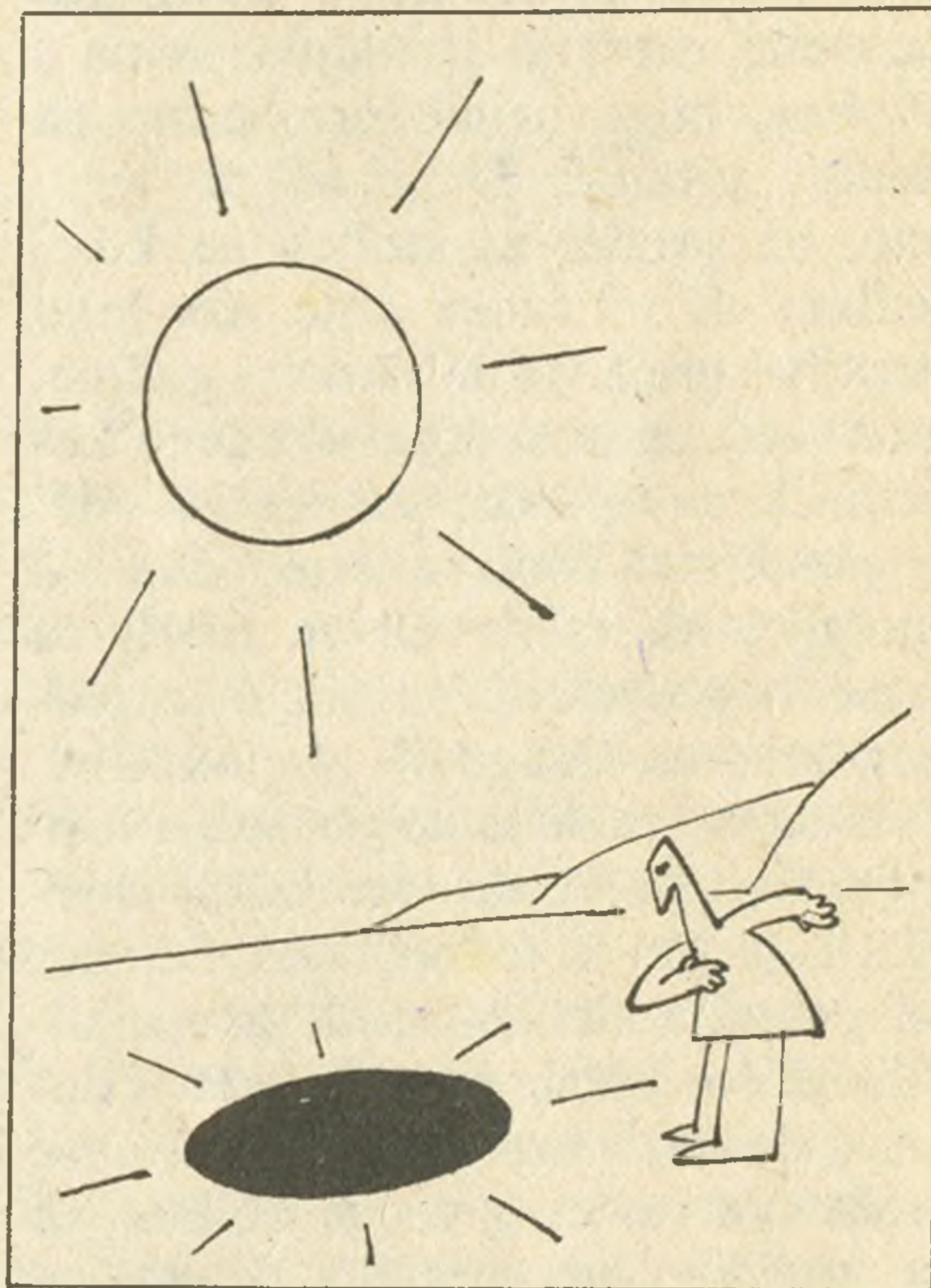
Lj. Ristovski (Beograd)

Bez sumnje, veoma dobro znate šta je kinetička a šta potencijalna energija nekog tela. Prva je određena stanjem kretanja tela kao celine a druga njegovim položajem u polju neke sile. Tako, telo koje se kreće brzinom  $v$  ima kinetičku energiju

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2, \text{ a telo koje se nalazi na}$$

visini  $h$  potencijalnu energiju  $E_p = mgh$ . Međutim, i telo koje miruje i ne nalazi se na površini Zemlje ima neku energiju. Tako, vruć kamen, za razliku od hladnog, možete upotrebiti za zagrevanje izvesne količine vode. Vruć kamen ima neku energiju koja nije ni potencijalna ni

Toplota je otuda vid energije koji nikada ne može biti »usamljen«: telu koje prima toplotu ili se nje oslobađa potreban je uvek toplotni dodir, kao što čoveku — da bi bio čovek — trebaju ljudi.



kinetička, a određena je njegovom temperaturom. Reč je o *unutrašnjoj energiji* tog kamena.

Unutrašnja energija tela uključuje sve oblike energije osim kinetičke i potencijalne energije tela kao celine. Ona je određena osobinama sastavnih delića tela: atoma, molekula itd. Ti delići ne miruju nego se kreću i međusobno interaguju. Kinetička energija tih delića i potencijalna energija njihove međusobne interakcije čine unutrašnju energiju tela. Ukoliko se delići brže kreću, utoliko je veća unutrašnja energija tela a samim tim i njegova temperatura.

U osnovi teorije toplotnih procesa — termodinamike, leže dva osnovna zakona termodinamike.

*Prvi zakon termodinamike* je, ustvari, zakon održanja energije formulisan tako da obuhvata sve procese u prirodi u kojima dolazi do razmene toplote. On glasi:

*Količina toplote koja se predaje nekom telu (sistemu) troši se na promenu njegove unutrašnje energije i na rad koji to telo (sistem) vrši nad drugim telima.*

Iz ove »suve« formulacije može se izvući jedan veoma važan zaključak. Naime, energija se ne može stvoriti ni iz čega a niti pretvoriti u »ništa« (uništiti). U različitim procesima ona samo trpi različite transformacije prelazeći iz jednog oblika u drugi. Tako, promena unutrašnje energije je posledica ili rada koje telo vrši (smanjenje unutrašnje energije) ili nekog procesa u toku koga je telo primilo neku količinu toplote (povećanje unutrašnje energije) ili i jednog i drugog.

Količina toplote, u skladu sa gore rečenim, je mera promene unutrašnje energije tela usled postojanja toplotnog kontakta sa nekim drugim telom ili telima.

Predaja energije sa jednog tela na drugo je moguća samo ako između njih postoji toplotni kontakt ili jedno od njih vrši rad nad drugim. Rad i razmena toplote su jedini mogući načini razmene energije. Prema prvom zakonu termodinamike ta dva načina su ekvivalentna (ravno-pravna).

Kada kamen mase  $m$  pada sa visine  $h$  njegova potencijalna energija prelazi u kinetičku. Neposredno pre pada na Zemlju sva potencijalna energija  $E = mgh$  je prešla u kine-

tičku, a nakon udara o tle sva kinetička energija prelazi u toplotu usled čega dolazi do zagrevanja kamena i tla. Možete li da zamislite obrnut proces? Kako bi to bilo kada bi kamen koji leži na površini Zemlje »uzeo« neku količinu toplote, pretvorio je u kinetičku energiju i poleteo u vis? Prvi zakon termodinamike kaže da je takav proces moguć ali on se, ipak, nije nikad desio. Očigledno, mora postojati neki zakon prirode koji nam može reći koji su procesi u prirodi mogući a koji nemogući, odnosno zakon koji govori o dopuštenom smeru fizičkih procesa. To je *drugi zakon termodinamike*.

*Drugi zakon termodinamike tvrdi da se svi spontani procesi u prirodi odvijaju tako da entropija posmatranog sistema raste.*

Međutim, šta je to entropija? Nažalost, ne možemo, na ovom stupnju vašeg znanja, da vam taj pojam učinimo jasnim.

Rekli smo da se spontani procesi odvijaju tako da entropija raste. Ako sistem prelazi iz stanja 1 u stanje 2, i ako se prelaz vrši spontano, onda će entropija sistema u stanju 2 biti veća od entropije sistema u stanju 1. Sa druge strane, svaki sistem prepušten sam sebi spontano prelazi iz stanja većeg reda u stanje manjeg reda-većeg haosa. Ni vi ne odstupate od tog zakona. Kada ste prepušteni sami sebi težite stanju što je moguće većeg haosa, odnosno, kao i bilo koji drugi sistem, težite stanju sa većom entropijom. Zato ćete negde pročitati da se entropija naziva merom haosa. Što je haos veći to je i entropija veća. Samo nemojte misliti da se vaš nemirluk može opravdati samo zato što je on u skladu sa drugim zakonom termodinamike.

Drugi zakon termodinamike primenjen na žive organizme ima drugi oblik.

Kako se, pomoću drugog zakona termodinamike, može objasniti zašto kamen neće, sam od sebe, poleteti u vis? Pretpostavićemo da on može uzeti onoliko energije koliko mu je potrebno. Da bi poleteo on treba da »natera« svoje deliće — atome da se kreću vertikalno naviše, jer se oni, potpuno haotično, kreću u svim mogućim pravcima. Ako ti delići imaju dovoljno veliku kinetičku energiju, a mogu jer je mogu povećati korišćenjem energije tla, onda

će kamen poleteti u vis. Međutim, stanje u kome se svi delići kamena kreću vertikalno naviše je uređenije od stanja u kome se oni haotično kreću, a drugi zakon termodinamike tvrdi da je spontani prelaz iz stanja većeg haosa u stanje manjeg haosa nemoguć. Zato kamen neće nikad poleteti u vis, mada mu to prvi zakon termodinamike ne brani.

Pomenimo jednu od formulacija drugog zakona termodinamike koja se najčešće sreće:

*Nemoguć je proces spontanog prelaska toplote sa hladnog na toplo telo.*

Britanski astronom i astrofizičar *Edington* je rekao: »Ako vam neko kaže da se vaša omiljena teorija vasiona kosi sa Meksvelovim elektrodinamičkim jednačinama, utoliko gore po Meksvelove jednačine; ako se utvrdi da je ona u protivurečnosti sa eksperimentima i posmatranjima, opet ništa strašno: ti eksperimentatori vrlo često nešto zabrljaju; ali ako se utvrdi da je vaša teorija u suprotnosti sa *drugim principom termodinamike*, stvar je potpuno beznadežna: takva teorija ne vredi ni prebijene pare.«

D.K.

*Zvučnim talasima* se kroz vazduh prenosi veoma mala energija. Na primer, energija koju utroši 2000 ljudi pri razgovoru dugom 90 minuta odgovara energiji koja bi dovela do tačke ključanja čašu vode.

D. K.

## GRAVITACIONA SILA

Petar Vidaković (Beograd)

Iako je priroda, po svojoj unutrašnjoj uređenosti, jedinstvena, istorijski je nastala podela nauka i podela u samim naukama, pa i u fizici. Ipak, sva raznovrsnost ispoljavanja prirodnih pojava može da se, manje ili više uspešno, objasni postojanjem četiri tipa sila (interakcija). To, srećom, ne znači da je čovek uspeo da sazna i objasni sve pojave u prirodi.

Četiri osnovna, bar za sada, tipa sila (interakcija) su: *gravitacione, elektromagnetne, jake i slabe*.

Sve nabrojane sile nisu jednako važne za sve pojave u prirodi. O tim silama i raznim prirodnim pojavama naučili smo mnogo. Naučili smo kako i na kojoj udaljenosti se oseća njihovo dejstvo, kolike su im veličine. Znamo mnogo o Vasioni pojavama u njoj, pojavama na Zemlji, u živim organizmima, atomima, atomskim jezgrima, transformacijama elementarnih čestica itd. Naučili smo mnogo ali smo otkrili da još više ne znamo. U tome i jeste lepota i zla kob nauke. Nigde kao u nauci čovek nije na takvom ispitu strpljenja i moralne volje.

U ovom članku pokušaćemo da vas upoznamo sa nekim osnovnim osobinama gravitacionih sila među koje spada i sila privlačenja zemljine teže.

Isak Njutn (I. Newton), jedan od najvećih fizičara u istoriji fizike i nauke uopšte, verovatno je sebi postavio pitanje koje glasi:

*Šta je to zajedničko za kretanja bačenog kamena, nebeskih tela ili bilo kog drugog fizičkog tela?*

Vrlo je verovatno da Njutn nije jedini postavio takvo pitanje, no jedini je koji je dao objašnjenje koje

je formulisao u svojim znamenitim zakonima.

Na veoma dugom putu do formulisanja osnovnih zakona mehanike od Anaksagore (grčkog filozofa) do Njutna značajnu sistematizaciju i definisanje nekih matematičkih zakona kretanja planeta, na osnovu velikog broja astronomskih posmatranja, izvršio je znameniti naučnik tog doba, Kepler. Međutim, Njutn je prvi shvatio da su sile uzroci kretanja i kamena i planeta oko Sunca, uzroci plima i oseka, i da je priroda tih sila jedna te ista. Njutn je prvi shvatio da je ključna osobina kretanja — *sila*.

I sasvim prirodno, pojavio se niz pitanja od posebnog značaja. Šta su te sile po sebi, kakva je njihova uloga i njihovo mesto u prirodi, kao i suštinsko pitanje porekla sila? Neki od pomenutih problema nisu potpuno rešeni ni do danas.

Nazovimo te sile, sile gravitacije ili sile svemirskog privlačenja, što je najbliže njihovoj osnovnoj karakteristici: univerzalnosti dejstva. Postojanje *mase*, koja je svojstvena svim oblicima materije (i svetlosti) dovoljno je da tela trpe dejstvo sile gravitacije. Zapanjujuće svojstvo gravitacionih sila je da ne postoji pregrada koja bi sprečila njihovo dejstvo. Za druge vrste interakcija tako nešto je moguće. Međutim, do sada poznatim eksperimentalnim metodama i uređajima, nije utvrđeno da može nešto da smanji dejstvo gravitacionih sila.

Pozabavimo se sada pitanjem veličine gravitacionih sila. Ako su tako svudaprisutne i svudaprodukuće, da li su one jake ili slabe po veličini. Kako to da ptice nesmetano lete, ljudi hodaju, reke teku itd.; kako to da se ljudi ne sudaraju međusobno

usled gravitacionog privlačenja. Zaključak je: sila nije jaka. Ali, iste prirode su i fantastično jake sile privlačenja Sunca i planeta. Kako to, i slabe i jake? Odgovor je jednostavan: kada su u pitanju male mase gravitacione sile su slabe i, obrnuto, kada su mase velike sile su jake. Sila privlačenja Zemlje i Meseca je približno 200 000 000 000 000 000 N. To je sila koju treba upotrebiti da bismo »odvukli« Mesec od Zemlje.

Sa druge strane, sila privlačenja dva čoveka, čije su mase po 80 kg i koji su na međusobnom rastojanju od 1 m, jednaka je samo nekoliko desetmilijunskih delova N što je zanemarljivo malo. Primetili ste da smo pomenuli rastojanje. Stvarno, koliko daleko deluju te sile ili, kako fizičari kažu, koliki je *radijus dejstva* gravitacionih sila? Ispostavilo se da gravitaciona sila opada sa kvadratom rastojanja između tela. Znači, sila privlačenja između tela malih masa na velikim rastojanjima je veoma mala, bliska nuli. Međutim, velike mase na velikim rastojanjima se privlače itekako velikim silama, no manjim nego da su bliske. Ma koliko gravitacione sile slabile sa uvećanjem rastojanja među telima, one ipak postoje i na ma kako velikim rastojanjima. Za takve sile kažemo da su sile beskonačnog radijusa (dometa). Gravitacione sile objedinjavaju sveukupnu Vasionu u jednu celinu.

Vratimo se na Zemlju. Ptičije pero sporije pada na zemlju od kamena. To je ono u šta se možete sami uveriti. No, da li je baš tako? Galilej je prvi uočio da otpor vazduha bitno menja sliku događaja. U cevi u kojoj ne bi postojao vazduh olovni kliker, ptičje perce, komad plute, kamičak, ukoliko istovremeno počnu da padaju, pali bi istovremeno na dno cevi.

Rezultati vekovnih eksperimenata, od Galileja do danas, nesumnjivo su pokazali da gravitaciona sila Zemlje saopštava jednako ubrzanje svim telima nezavisno od sastava i mase tela.

Njutn je svojedobno tvrdio da je ubrzanje saopšteno nekom telu utoliko veće ukoliko je veća sila koja deluje na to telo, a utoliko manje ukoliko je veća masa tela. Sledi da ako hoćemo da saopštimo isto ubrzanje telima mase 1 g i 100 g morali bismo da delujemo na drugo telo 100 puta većom silom. U prostoru u kome deluje gravitaciona sila sva tela, nezavisno od njihovih masa i sastava, dobijaju isto ubrzanje.

Sada bismo mogli, zahvaljujući onom što smo naučili, da formulišemo osnovni zakon gravitacije.

*Sila uzajamnog privlačenja (sila gravitacije) dva tela, čije su dimenzije mnogo manje od međusobnog rastojanja, je utoliko veća ukoliko je veći proizvod njihovih masa i utoliko manja ukoliko je veći kvadrat rastojanja između ovih tela.*

Na osnovu Njutnovih zakona postignuti su uspesi koji predstavljaju sjajnu potvrdu teorijskih predviđanja. Jedan od najvećih je otkriće planete Neptun.

Na kraju jedno jednostavno pitanje. Ako su gravitacione sile koje deluju među velikim masama na malim rastojanjima veoma jake, zašto se Zemljina kugla ne zdrobi, »sažme« usled njihovog dejstva. Istina je da je pritisak u unutrašnjosti Zemlje veći od tri miliona atmosfera (jedna atmosfera ima oko 100 000 Pa). Zemlja, ipak, nije zdrobljena zato što u njoj deluju jake sile odbijanja koje uravnotežavaju dejstvo gravitacione sile.

## FIZIKA DANAS

### HOLOGRAFIJA

Stevan Sekulić (Novi Sad)

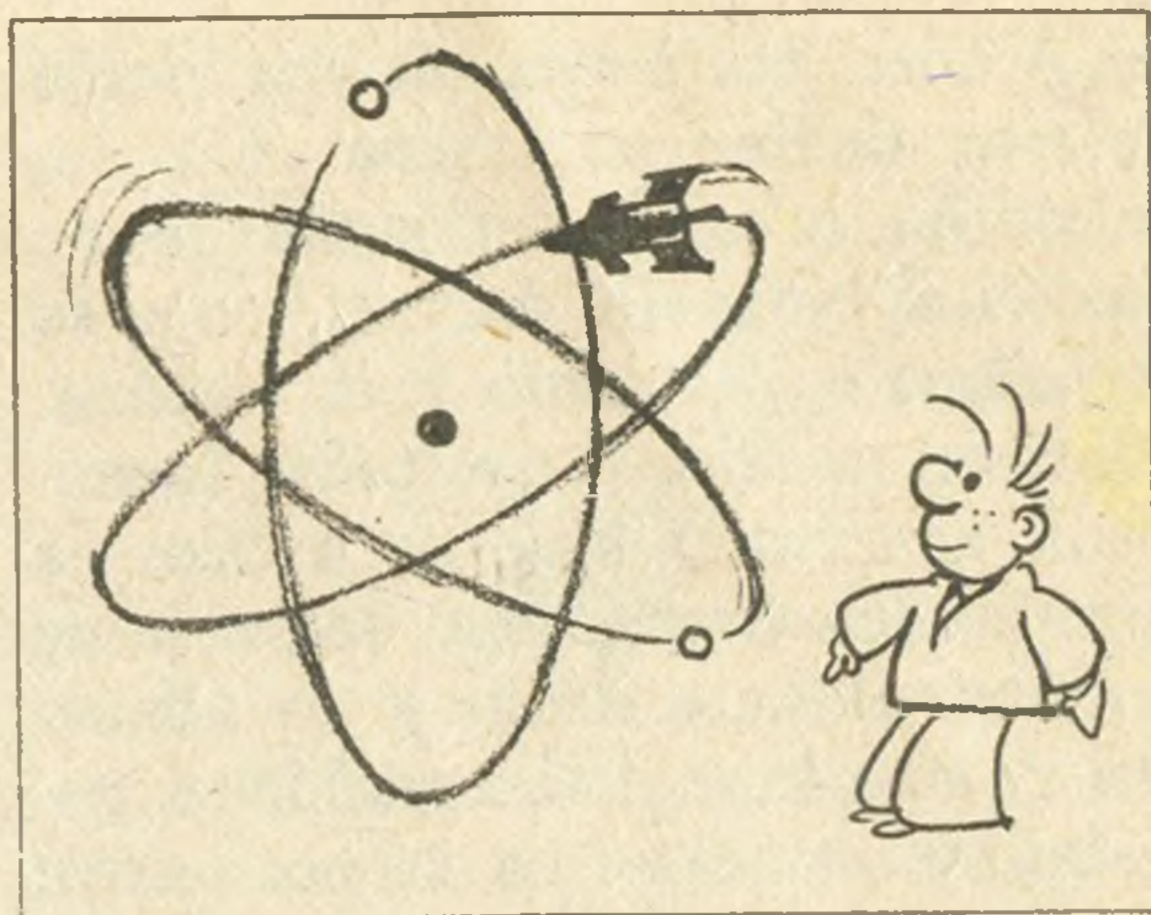
Sigurno se slažete da su crtani filmovi često vrlo zabavni. Poznato vam je da crtač može da »pokrene« bilo koji predmet. Može učiniti da drvo progovori ili da medved zaigra balet. Savremena nauka je omogućila da se neka njena otkrića mogu iskoristiti za stvaranje »čuda«, baš kao u crtanim filmovima.

U ovom članku ćemo pokušati da vam objasnimo kako je moguće, koristeći dostignuća nauke naših dana, načiniti oglede u kojima se, slikovito rečeno, pojavljuju »duhovi«.

Dakle, kako načiniti »duha«?

Posao se svodi na izradu posebne fotografije. Ona mora imati osobinu da se može prikazati na sličan način kao film u bioskopu, ali platno nije neophodno. Slika se mora pojaviti u vazduhu, usred prostorije. Po čemu se zapravo taj »duh« (nazvan *hologramom*) razlikuje od obične fotografije? Inače, pogodili ste — takva posebna vrsta fotografije se zove *holografija*.

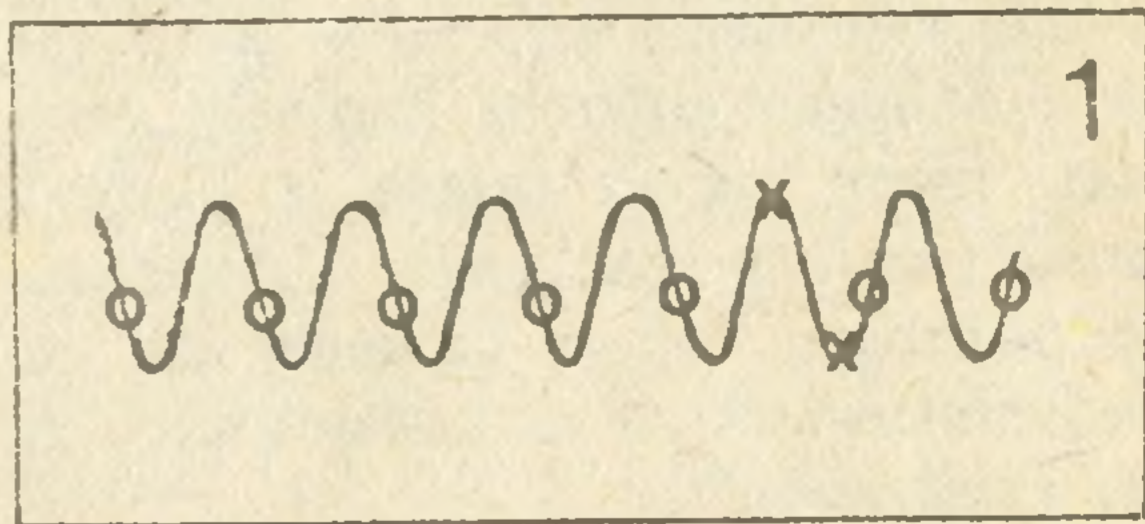
Na običnoj fotografiji je »zapisan« podatak o tome *koliko* je iz koje tačke došlo svetlosti, a pravac kojim je svetlost stigla do filma određen je objektivom aparata. *Kada* je svetlost krenula ili koliko je putovala, fotografija »zaboravi«. Zato moramo načiniti više snimaka iz



raznih uglova, da bismo videli telo i sa neke druge strane. Kod holografije imamo bitno drukčiju situaciju.

Pre nego što objasnimo kako se snima hologram, moramo naučiti nešto o svetlosti.

Svetlost je fizička pojava koja se može prepoznati bilo kao talas, bilo kao vrlo, vrlo sitna čestica, što zavisi od eksperimentalnih uslova. Mi ćemo je zamisliti kao mnoštvo pojedinačnih talasa od kojih svaki liči na kanap čiji je jedan kraj pričvršćen, a drugi brzo tresemo rukom. Sličnost sa svetlosnim talasom je kritična, ali imajmo je na umu. Jedan iz mnoštva talasa, odnosno zatalasani kanap, slikovito je prikazan na slici 1. Na njoj smo obeležili



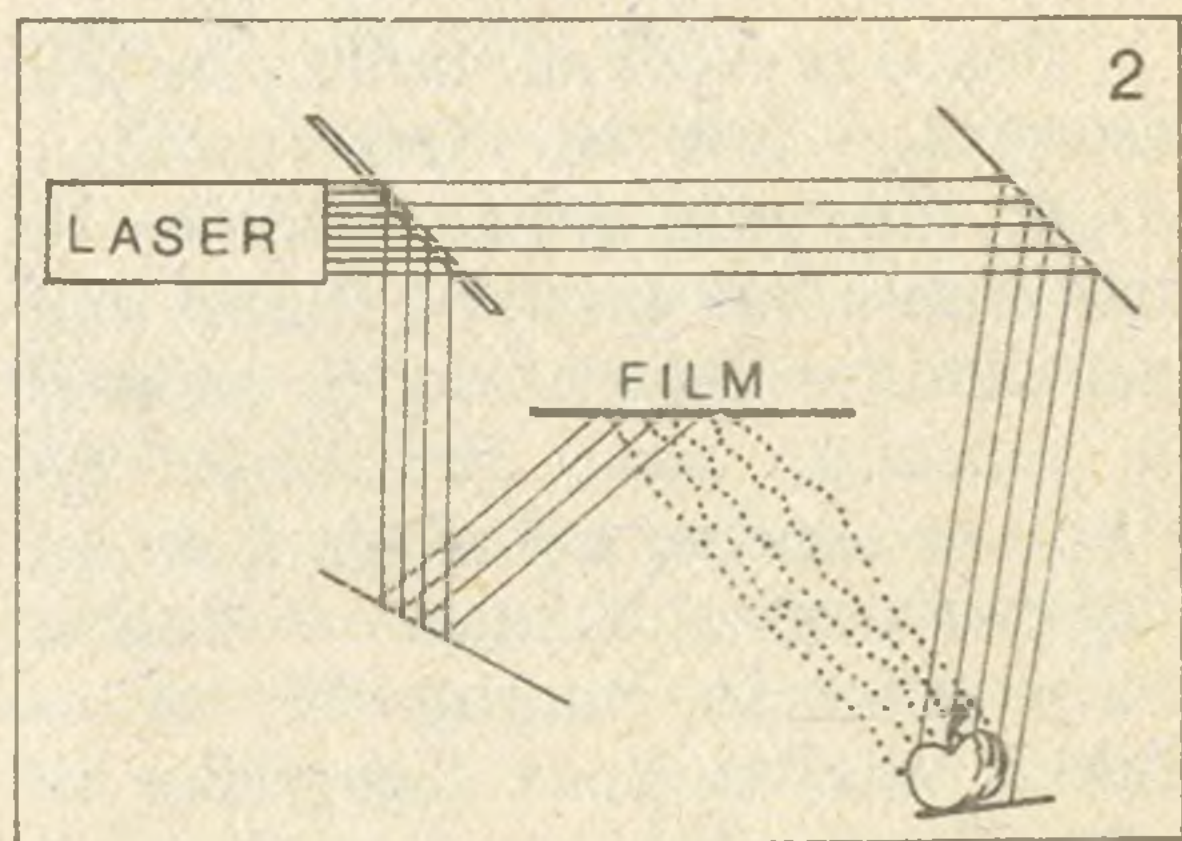
kružićima dve tačke na talasu koje su međusobno na takvom rastojanju da ograničavaju deo talasa koji se, u opštem slučaju, beskonačno ponavlja. To rastojanje, posle koga se oblik talasa ponavlja, naziva se *talasnom dužinom*. Ona, u slučaju svetlosti, određuje njenu boju. Tako,

na primer, plava svetlost ima manju talasnu dužinu od crvene. Ako su, međutim, talasi u svetlosnom snopu različitih talasnih dužina, boje su izmešane i — imamo belu svetlost. Uočimo na slici 1. dve tačke (označene krstićima) koje se nalaze na raznim delovima talasa. Jedna je na »vrhu« talasa, a druga je na »dnu«. Ta ili bilo koja druga razlika u položajima »tačkaka« na talasu naziva se *faznom razlikom*.

Da bismo objasnili sledeću važnu osobinu talasa pozvaćemo se na dva primera. Zamislimo da je zid školskog dvorišta visok taman toliko da se vide samo glave dece u dvorištu. Videli bismo, tako, razne glave dece koja trče i skaču u raznim pravcima i različitim brzinama. Neuređeno kretanje, slično opisanom, odvija se u snopu bele svetlosti, recimo sijalice. Sasvim bismo drukčiju sliku imali kada bi iza nešto višeg zida marširali vojnici sa šlemovima. Videli bismo, naime, da se svi šlemovi kreću jednoobrazno u ritmu marša, skladno i ujednačeno. Svetlost, formirana od talasa koji se prostiru slično kretanju vojnika i koji su, otuda, potpuno u fazi, jeste strogo jednoboja. Veoma su retki snopovi svetlosnih talasa koji su u fazi i svi istih talasnih dužina. Najbolji poznati izvor takvih talasa je složeni uređaj koji se zove *laser*. U fizici za jednobrojne talase kažemo da su *monohromatski*, a za talase u fazi da su *koherentni*.

Još samo nešto o talasima svetlosti. Oni se mogu »sabirati« ili »oduzimati« kada se istovremeno nađu u nekom delu posmatrane sredine, ali samo ako su istih talasnih dužina i ako su u fazi, tj. ako su monohromatski i koherentni. Takva se pojava naziva *interferencijom*.

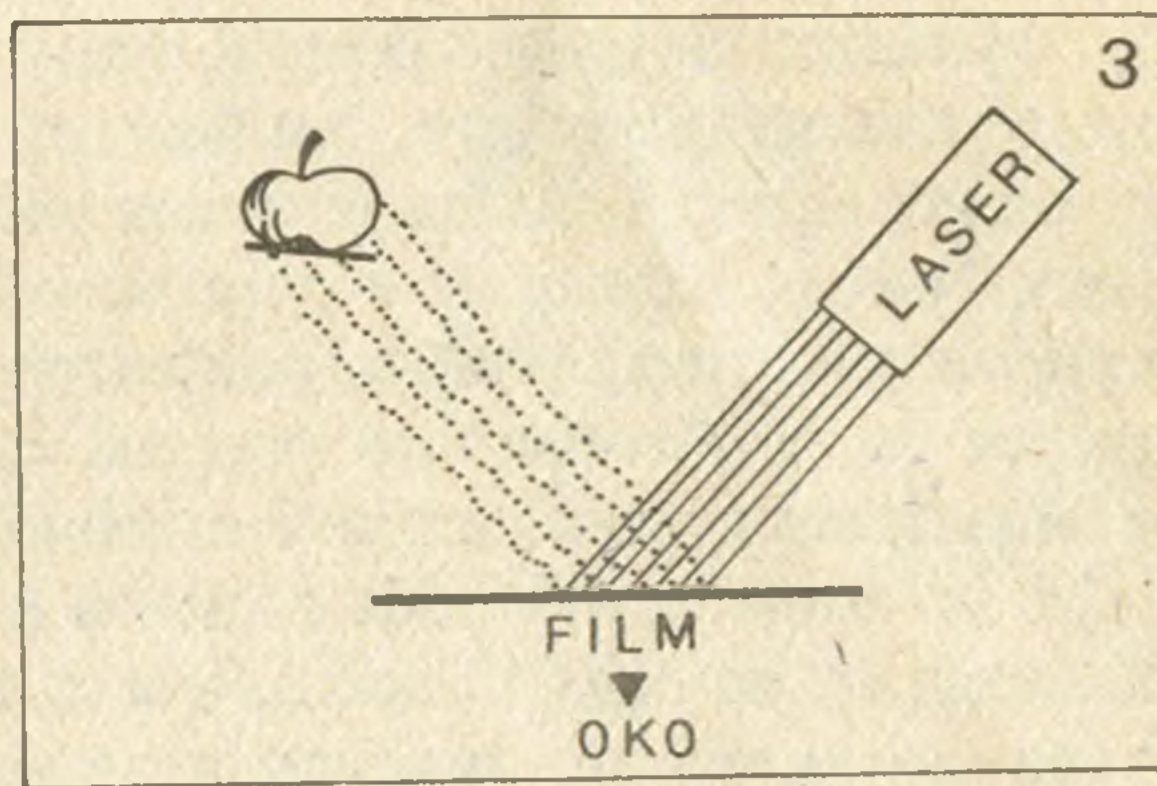
Sada nam je, iako sasvim uprošćeno, poznato sve da bismo opisali kako nastaje i kako se gleda hologram. Pažljivo pogledajte sliku 2. Na njoj je prikazano kako se snima hologram. Laser emituje monohromatske i koherentne talase. Jedan njihov deo prođe, a drugi se odbije od polupropustljivog ogledala. Preko druga dva nepropustljiva ogledala se jednim snopom talasa osvetli predmet koji snimamo, a drugim se direktno osvetli film. Zbog različitih puteva koje prelaze talasi, odbijajući se od predmeta, odnosno od levog nepropustljivog ogledala, na filmu će doći do posebnih interferencijonih efekata. Odgovarajuća interferentna slika koja se formira na filmu ima izgled nekakvih mrlja ili šara. Te mrlje ili šare »pamte« ne samo koliko je svetlosti stiglo, već i odakle je i koliko je svetlost putovala. Znamo, zapravo, sve o »svetlosnom izgledu« predmeta. (Razume se, o njegovom mirisu, čvrstini i sl. ne znamo ništa.)



Pogledajmo još kako se reprodukuje hologram. Razvijeni film se mora osvetliti sa suprotne strane u odnosu na onu sa koje ga gledamo, i to pod onim uglom pod kojim je padao snop svetlosti koji je išao direktno na film pri snimanju. Osvećujemo ga ponovo laserom. Svet-

lost se odbija od filma i opet dolazi do interferencije, ali sada u prostoru iza filma, potpuno obrnutim procesom od stvaranja slike. Dobijamo prostorni vizuelni utisak o snimljenom predmetu, kako je to »dvodimenziono« prikazano na slici 3. Ukoliko posmatramo holografski film pod raznim uglovima, vidimo i snimljeni predmet pod raznim uglovima, kao da se ispred nas nalazi njegov »duh«. Predmet se vidi ali ne može da se opipa.

Za holografiju je najzaslužniji Denis Gabor. Britanski je naučnik, mađarskog porekla. Dobio je Nobelovu nagradu za fiziku 1971. godine.



Holografija već danas ima izuzetan značaj u industriji i nauci. U toku su istraživanja na holografskoj televiziji i filmu.

## NUKLEARNA ENERGIJA

Nada Marinković (Becgrad)

Poznato je da otkriće i korišćenje energetskih izvora predstavlja osnovnu snagu u razvoju materijalne kulture naše civilizacije. Kako se potrošnja energije naglo povećava, problemom energije se danas bave inženjeri, političari, ekonomisti . . . Proizvodnja, pretvaranje i očuvanje energije su osnovni procesi koje fizičari, u ovom domenu, proučavaju. Šta fizičari kažu o tome?

Potsetimo se samo da je hiljade i hiljade godina korišćena isključivo energija iz hrane i drveta: za bilo koji mehanički rad koji je obavljao čovek se oslanjao samo na snagu svojih mišića ili mišića životinja; sagorevao je drvo za zagrevanje, pripremanje hrane, pečenje keramike, topljenje metala. . . Antičke civilizacije zavisile su uglavnom od ovih izvora energije. Krajem srednjeg veka, razvojem zemljoradnje, javljaju se novi izvori energije: vodenice (mehanička energija reka) i ugalj koji je postepeno zamenjivao drvo. Nova era počinje pojavom parne mašine. U devetnaestom veku razvoj elektromagnetizma podstiče nove načine proizvodnje i prenosa energije. Hidroelektrane zamenjuju vodenice, a sagorevanjem uglja ili nafte u termoelektrama toplotna se energija pretvara u električnu.



Otkriće radioaktivnosti u ovom veku otvara nove mogućnosti korišćenja energije atomskog jezgra. Nuklearna fizika pruža dve mogućnosti za rešavanje problema energije. Jedna je danas već ostvarena, ne samo teorijski već i praktično. Naime, u svetu su u pogonu velike nuklearne elektrane. Inače, i u našoj zemlji u toku je izgradnja nuklearne elektrane u Krškom. Ta se mogućnost zasniva na kontrolisanom procesu lančane reakcije. U uranu (izotop  $U^{235}$ ) se cepanjem (*fisijom*) jezgara oslobađaju neutroni sposobni da izazivaju nove fisije. Pri tome se oslobađa i znatna količina toplotne energije. Kao i u termoelektranama na ugalj ili naftu, ova se energija pretvara u električnu. Korišćenje urana kao goriva do nedavno se smatralo veoma dobrim rešenjem, ali rezerve kojima raspolažemo nisu neiscrpne, slično rezervama uglja i nafte. Pored toga, postavlja se i problem čuvanja radioaktivnih otpadaka koji prete štetnim dejstvom radioaktivnog zračenja. Druga mogućnost koju je fizika ponudila zasniva se na tzv. *fuziji* — spajanju lakih jezgara (npr. deuterijuma, izotopa vodonika) u veća jezgra (npr. helijuma), pri čemu se oslobađa velika količina energije. Nažalost, ovakav način dobijanja energije još nije ostvaren, osim u nekontrolisanom obliku (vodonična bomba). Teorijske prepreke za to, međutim, ne postoje. Baš zato, u velikim i modernim istraživačkim laboratorijama, fizičari se bave rešenjem ovog problema. Procene kažu da bi to rešenje značilo i trajno rešenje energetske krize. Poznato je, naime, da su rezerve vodonika u okeanima i morima (u vodi) gotovo neiscrpne, a problem radioaktivnih otpadaka bio bi neuporedivo manji nego kod nuklearnih elektrana sa uranom.

Energetski prohtevi postaju sve veći i veći. Tako je ostvarenje kontrolisane stacionarne fuzije, čak i zvanično (finansijski), najozbiljniji »domaći« zadatak fizičara.

Prema predanju prvi je otkrio magnetnu rudu grčki pastir Magnes. Međutim, za svojstvo magneta da se postavlja duž pravca sever—jug znali su u Kini i Egiptu još dve hiljade godina pre naše ere. Inače, magnetni kamen su Kinezi zvali »dzju-šu« ili »ni-tši-gi«, što znači »kamen koji ljubi«.

D. K.

## ENERGIJA ŽIVOG SVETA

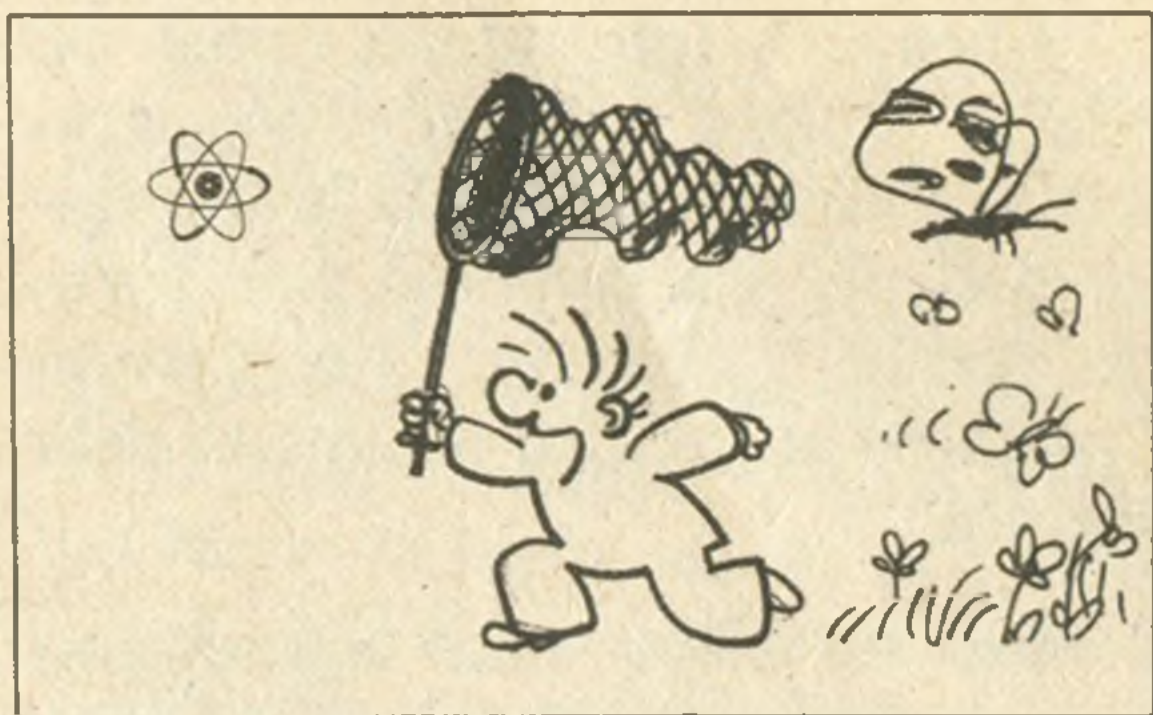
## 1. BILJKE — PROIZVOĐAČI

Dragana Popović (Beograd)

Energetski procesi u neorganskoj prirodi odvijaju se prema osnovnim zakonima fizike, težeći tako stanju minimalne energije. Nasuprot tome, živi svet kao da prkosi drugom principu termodinamike. Kao otvoreni sistemi u termodinamičkom smislu, biljke i životinje su u stalnoj razmeni materije i energije sa okolinom. Nепrestanim prilivom energije iz spoljašnjeg sveta biosfera održava unutarnji red, pri čemu joj ukupna energija ostaje stalna ili se čak povećava. Onoga trenutka kada se fenomen zvani život — ugasi, priroda se opet pokorava zakonima fizike težeći stanju opšteg nereda.

U lancu neprekidnog kruženja materije i energije posebnu kariku predstavlja biljni svet. Samo su biljke sposobne da iz najprostijih neorganskih jedinjenja: ugljendioksida i vode, stvaraju molekule hrane — proteine, masti i ugljene hidrate, hraneći sebe i sav ostali živi svet koji nije lako zasititi. Jer, ukupna masa biosfere na našoj planeti iznosi oko 200 000 000 000 000 tona.

U procesu stvaranja složenih organskih molekula, *fotosintezi* (staro-



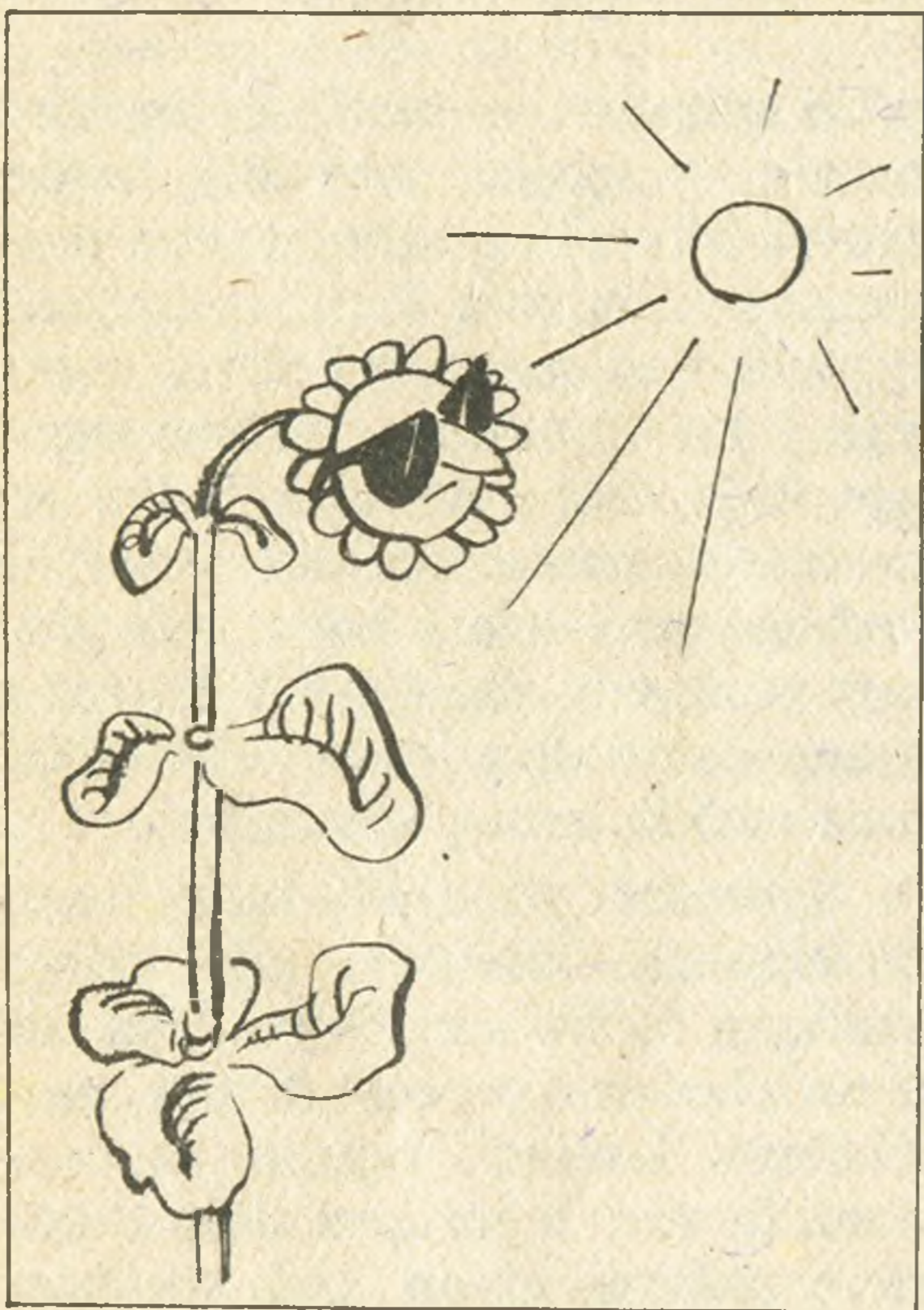
grčki »photos« — svetlost i »syntithenai« — spojiti, sastaviti), biljke koriste hlorofil, posebni zeleni pigment u njihovom listu, i sunčevu svetlost kao neumorni izvor energije. Iako od ukupne sunčeve energije koja dospe do lista biljka za proces fotosinteze iskoristi samo 1%, svakoga dana zelene biljke naše planete proizvedu oko 400 000 000 tona hrane i oslobode pri tome 430 000 000 tona molekularnog kiseonika!

Sporedni proizvodi fotosinteze, molekularni kiseonik, nije manje značajan za živi svet. Pored toga što je neophodan u procesu disanja, molekularni kiseonik zajedno sa ozonom, formira u gornjem sloju atmosfere zaštitni ekran koji sprečava prodor zračenja koje razorno deluje na živi svet.

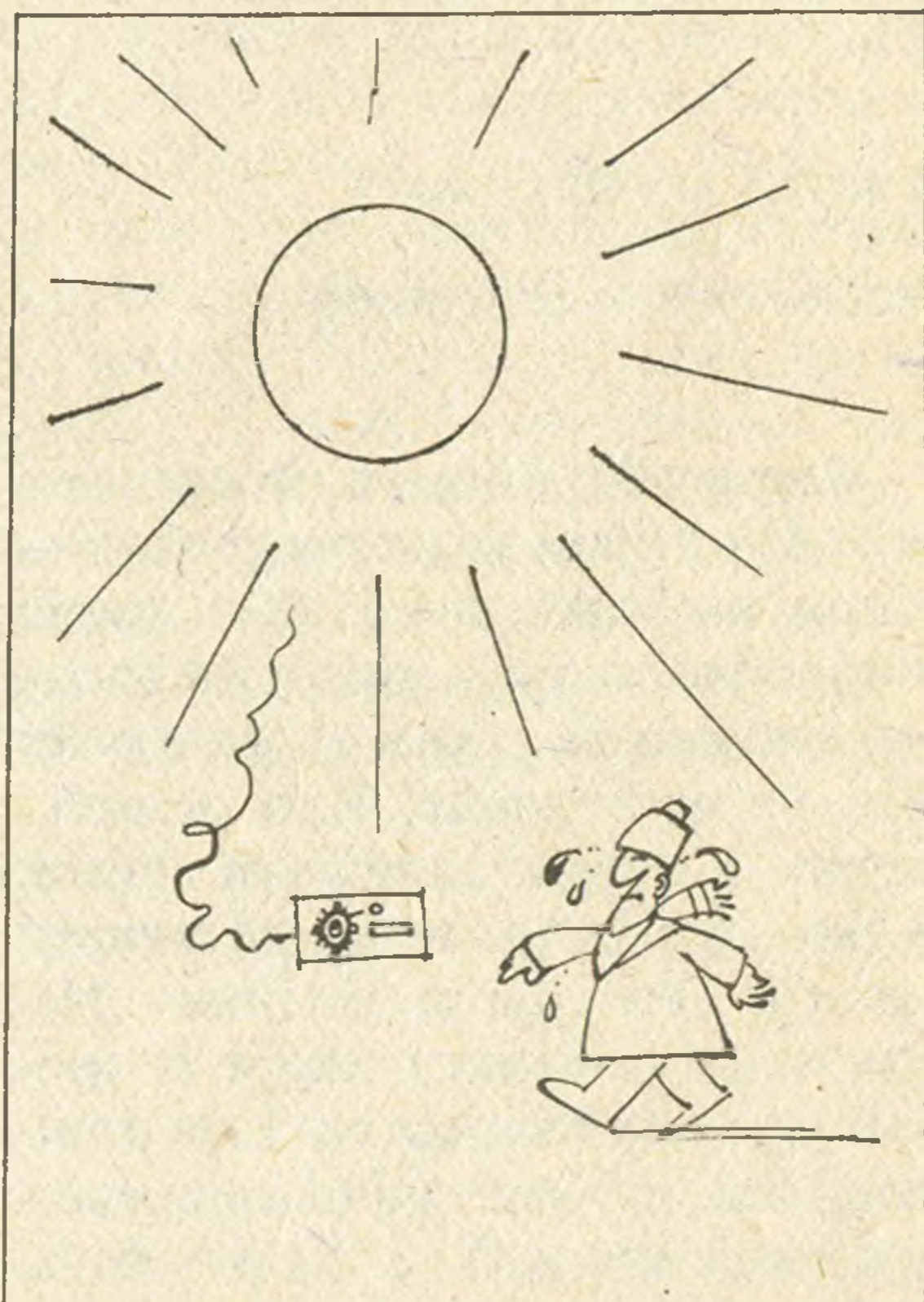
Posedovanje hlorofila omogućava biljkama da apsorbuju vidljivo sunčevo zračenje koje u vidu energetskih »paketa« — fotona, stiže do nas. Svetlosna energija koju nosi foton preobraća se u toku složenog procesa fotosinteze u hemijsku energiju stvorenih organskih jedinjenja hrane, umesto da se jalovo izgubi u vidu toplote. Za stvaranje najprostijeg molekula hrane, šećera glukoze, i oslobađanje šest molekula kiseonika, biljka »ukrade« od sunca energiju u iznosu od 675 kalorija ili 2825,5 džula.

Intenzitet fotosinteze zavisi od talasne dužine apsorbovanog zračenja: stvaranje molekula hrane najintenzivnije je u crvenom delu spektra, slabije u modrom i ljubičastom i potpuno se prekida u plavom delu spektra.

Sve što biljka tako mukotrпно



stvari veoma se brzo potroši: uz pomoć atmosferskog kiseonika, u tzv. procesu respiracije, naši organski molekuli se razgrađuju na početne činioce fotosinteze — ugljendioksid i vodu. Energija koja se pri tome oslobađa jednim se delom »gubi« u vidu toplote, a drugim se delom troši u korisnom ili nekorisnom radu.



## 2. PROTOK ENERGIJE KROZ BIOSFERU

Vera Gal (Beograd)

Za postojanje života potrebna je energija. Razmotrićemo energiju u živom svetu sa najšireg aspekta. Pokušaćemo da stvorimo sliku o putevima energije koja se koristi u svim onim mnogobrojnim složenim procesima što se neprekidno odvijaju u organizmu.

Energija koja omogućava postojanje čitavog živog sveta na zemlji dolazi od sunca. Možemo shvatiti da se sunčevi zraci sastoje od »paketa« energije koji se nazivaju *fotonima*.

Kada se foton, izbačen sa sunca, sudari sa nekom česticom na zemlji, prebaciće jedan elektron te čestice iz osnovnog stanja u neko drugo stanje koje se odlikuje višom energijom. Međutim, elektron se iz tog stanja sa većom energijom ponovo vraća u osnovno stanje, odajući energiju koju je primio od fotona. Život se upravo »uglavio« između ova dva stanja elektrona.

Da bi se energija fotona, posredstvom elektrona, efikasno iskoristila, elektron prelazi iz osnovnog stanja u stanje sa većom energijom unutar neke posebne supstance (najčešće

hlorofila). Ta supstanca se povezuje sa sistemom koji energiju elektrona pretvara u hemijsku energiju. Ovaj proces pretvaranja energije elektrona (posebno energije sunca) u hemijsku energiju naziva se — kao što smo već naučili — fotosinteza. Prema današnjem poznavanju fotosinteze, energija elektrona se koristi za razlaganje vode ( $H_2O$ ). Kiseonik se ispušta u atmosferu, a vodonik se ugrađuje u jedinjenja koja ćemo označiti sa TPNH i DPNH.

Istovremeno se formira još jedno jedinjenje, ATP, sa jednom hemijskom vezom u koju se ugrađuje velika energija. Međutim, na taj način energija ne može da se čuva, već se TPNH, DPNH i ATP iskoriste u procesu stvaranja ugljenih hidrata i masti. Dakle, energija se uskladištila u *ugljenim hidratima i mastima*.

Ovo sve zahteva složeni aparat i mnogo vremena. Ljudi, kao i životinje, »prepuštaju« biljkama da to urade, a oni će pojesti biljke ili druge životinje koje su prethodno pojele biljke.

Šta se događa sa ugljenim hidratima i mastima? Na izvestan način proces teče u obrnutom smeru. Vodonikovi atomi iz ugljenih hidrata se koriste za dobijanje DPNH i TPNH. Elektroni sa DPNH i TPNH prelaze na jedno drugo jedinjenje, FMN. Sa FMN elektron dalje prelazi sa jednog na neki drugi vrlo složeni molekul. U svakom prelazu on oslobodi deo svoje energije koja se koristi za izgradnju molekula ATP. Na kraju, kiseonik vezuje elektron i spaja se sa vodonikovim jezgrom gradeći vodu. U vodi je elektron u stanju sa najnižom energijom u ovom ciklusu.

Proces koji počinje razgradnjom ugljenih hidrata a završava se stvaranjem vode odvija se na isti način i u biljkama i u životinjama. To što mi uzimamo hranu je teorijski sasvim neinteresantno. Veoma je važno što se energija oslobađa postupno. Kad bi se, na primer, odjednom oslobodila sva energija koja se dobija razlaganjem glukoze, ćelija ne bi mogla da upotrebi tako veliku energiju i ova bi uglavnom bila izgubljena. Međutim, pri postupnom razlaganju glukoze svaki korak ovog procesa je povezan sa drugim procesima u ćeliji i koeficijent iskorišćenja iznosi 40%.

Sada ćemo sažeti sliku o protoku (ne kruženju) energije kroz živi svet. Sunčeva energija je uhvaćena i pretvorena u hemijsku energiju produkata fotosinteze. Razgradnjom tih produkata dobija se energija koja se koristi u raznim vidovima biološkog rada (biosinteza, kretanje, transport molekula kroz organizam i drugo). Protok energije kroz biosferu je ogromnih razmera. Procenjeno je da je on oko 20 puta veći nego protok energije kroz sve mašine na zemlji koje su ljudi stvorili.

Na kraju ćemo istaći tri osnovne teze našeg razmatranja. Nosioci energije (u bilo kom vidu) koja protiče kroz živi svet su elektroni. Oni prelaze sa jednog molekula na drugi primajući ili odajući energiju. Pošto elektron koji kruži stvara električnu struju, možemo reći da je »pokretačka sila« života električna struja održavana sunčevom energijom. Drugo, ono što ostaje za elektronima u energetske smislu su molekuli ATP, DPNH i TPNH. Ove supstance su pravo gorivo života. Treće, u ovom ciklusu svaki elektron ide pojedinačno.

## IZ ISTORIJE

### ZAKON ODRŽANJA ENERGIJE

Lj. Ristovski (Beograd)

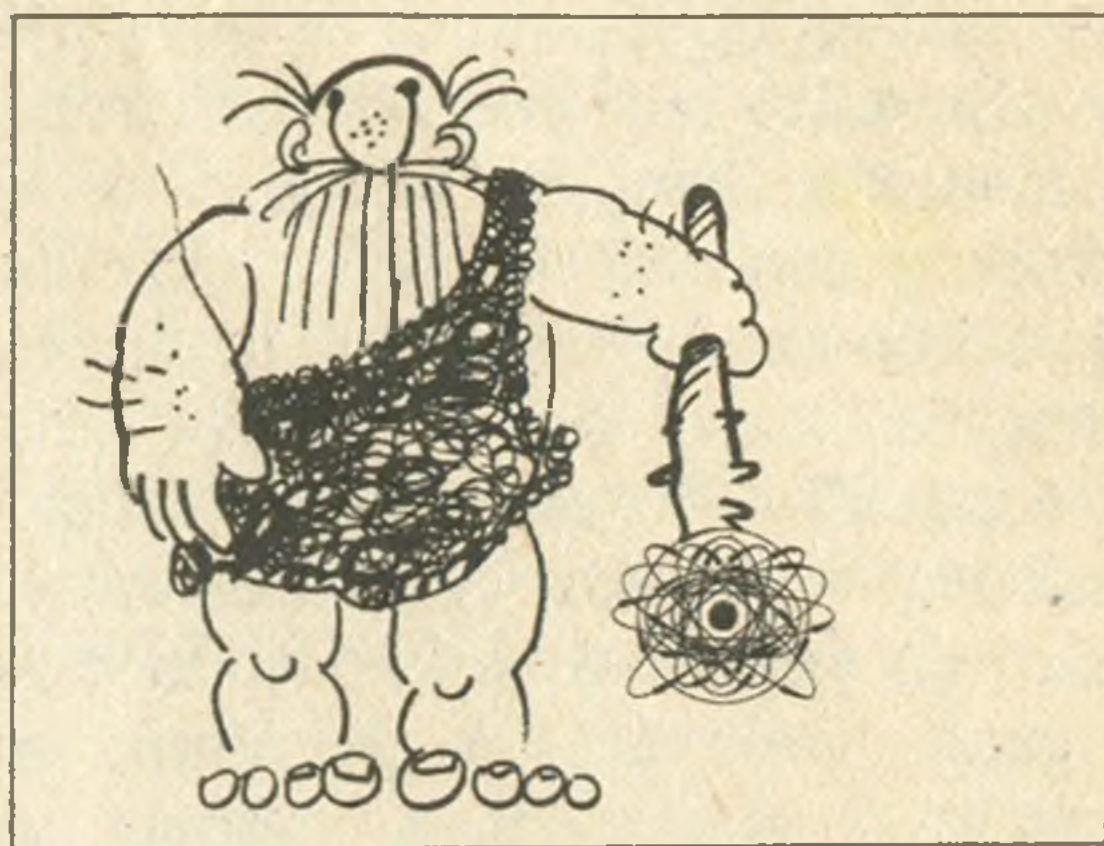
Prvu formulacija zakona održanja energije dao je 1842. godine nemački fizičar i lekar R. Majer (R. Mayer) u svom delu »O kvalitativnoj i kvantitativnoj definiciji sile«. Njegova formulacija tog zakona vam sigurno neće biti jasna jer ona glasi: *sila se ne može anulirati, nego samo prevesti u drugu formu*. Sumnjamo da će vam biti jasnija i njegova druga formulacija: *nauka koja izučava oblik i suštinu sila (a to je fizika) mora smatrati količinu svojih objekata (sila) nepromenljivom dok njihov oblik (forma) mogu da se menjaju*.

Neka vas Majerove formulacije zakona održanja energije ne zbunjuju. Reći ćemo vam da se pod pojmom »sila« podrazumevala energija. Termin »energija« po prvi put upotrebio je T. Jung (T. Young) 1807. godine.

Prvu matematičku formulaciju zakona održanja energije dao je H. Helmholtz (H. Helmholtz) u svom delu »Očuvanje sila«. Reč je o njegovoj poznatoj jednačini živih sila koja ima sledeći oblik:

$$\frac{1}{2}mv^2 + E_p = \text{const.}$$

koja se od već postojeće jednačine živih sila



$$\frac{1}{2}mv^2 = A + \text{const.}$$

veoma malo razlikovala.

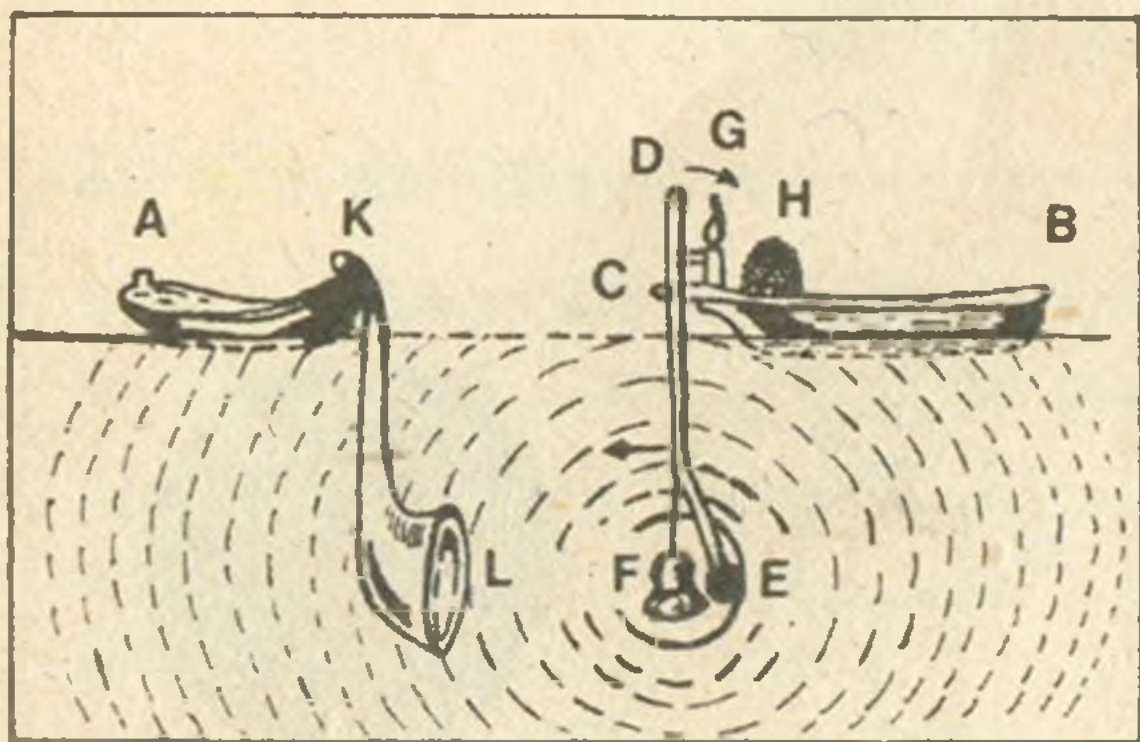
U jednačinama koje su gore zapisane pod živom silom se podrazumevala kinetička energija  $\frac{1}{2}mv^2$ .

A je rad koji sistem vrši. Helmholtz je umesto te veličine uveo veličinu  $E_p = -A$  koja je danas poznata kao potencijalna energija. On je bio i dovoljno strpljiv, a imao je i dovoljno znanja, da proveri važenje zakona održanja energije u mnogim pojavama i tako pokaže njegovu opštost.

### BRZINA ZVUKA U VODI

Vladimir Adamović (Kučevo)

*Koladon* i *Sturm* su eksperimentalno odredili brzinu zvuka u vodi 1827. godine, na Ženevskom jezeru. Pre izvođenja eksperimenta odredili su rastojanje (s) između čamaca A i B. Na prednjem delu čamca B, za osovinu C, bila je pričvršćena poluga DE. Donji kraj poluge nalazio se u vodi i za njega je bilo pričvršćeno zvono F. Pored gornjeg dela poluge nalazila se upaljena sveća G i go-



mila baruta H. Za čamac A bila je pričvršćena levkasta cev KL čiji je donji deo bio zaronjen u vodu.

Kada je osoba u čamcu B povukla gornji kraj poluge ka zadnjem

delu čamca, poluga je oborila sveću čiji je plamen zapalio barut. Istovremeno, maljica E je udarila o zvono.

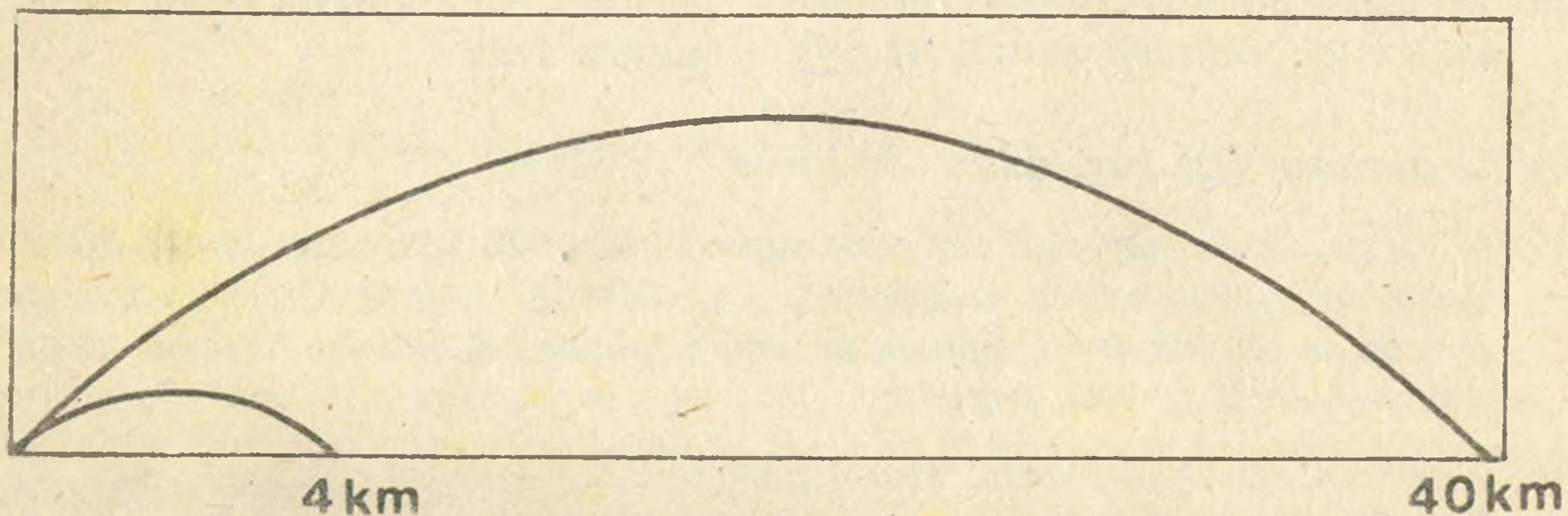
Posmatrač u čamcu A, koji je osluškivao na gornjem kraju levkaste cevi K, čim je primetio plamen baruta, počeo je meriti vreme (t). Merenje vremena je prekinuo u trenutku kada je čuo zvuk zvona.

Brzinu zvuka u vodi su izračunali deljenjem rastojanja između čamaca i vremena, tj.  $c = s/t$ . Na osnovu tih podataka je utvrđeno: Brzina zvuka u vodi iznosi 1435 m/s.

### SILA OTPORA KOJOM SE VAZDUH SUPROTSTAVLJA KRETANJU

Da bismo ilustrovali veličinu ove sile daćemo vam jedan jednostavan primer. Posmatraćemo putanju metka koji puščanu cev napušta brzinom od 620 m/s, a ispaljen je pod uglom  $45^\circ$  u odnosu na horizontalu (površinu Zemlje). Metak, opisujući lučnu putanju, u horizontalnom pravcu prelazi rastojanje od 4 km. Kada ne bi bilo vazduha, odnosno sile otpora vazduha, metak bi prešao u horizontalnom pravcu rastijanje od 40 km a popeo bi se na visinu od 10 km. Kako vidite, sila otpora vazduha je znatno veća nego što ste, a možda i niste, očekivali.

Odabrao i pripremio Lj. Ristovski





## ZADACI

### ODABRANI ZADACI

#### A) Za učenike VI razreda

41. Čamac se kreće sa jedne obale jezera na drugu brzinom od  $2,8 \text{ m/s}$  i, zadržavši se na njoj 5 minuta, vraća se nazad, na mesto odakle je pošao, istom brzinom. Širina jezera jednaka je  $5 \text{ km}$ . Nacrtati grafik zavisnosti brzine čamca od vremena i odrediti ukupno pomeranje čamca, ukupni put koji je prešao i vreme koje mu je za to bilo potrebno.
42. Telo težine  $Q=100 \text{ N}$  leži na strmoj ravni dužine  $l=3 \text{ m}$  i visine  $h=2 \text{ m}$ . Kolikom silom treba delovati na telo da bi se sprečilo njegovo kretanje? Kolika je sila kojom telo deluje na strmu ravan?

#### B) Za učenike VII razreda

43. Telo mase  $m=50 \text{ g}$  bačeno je vertikalno u vis tako da se penje do visine  $h=10 \text{ m}$ . Kolike su kinetička, potencijalna i ukupna energija tela na visini  $h_1=5 \text{ m}$ ?
45. Na telo zapremine  $V=300 \text{ cm}^3$  deluje sila  $F=5 \text{ N}$  i saopštava mu ubrzanje  $a=2 \text{ m/s}^2$ . Odrediti masu i specifičnu gustinu tela.

#### C) Za učenike VIII razreda

46. U strujno kolo povezani su izvor napona  $U=220 \text{ V}$ , voltmetar i sijalica. Unutrašnji otpor voltmetra jednak je  $R=500 \Omega$ , a otpor sijaličnog vlakna  $R=50 \Omega$ . Voltmetar i sijalica vezani su redno. Koliki će biti napon na sijalici i da li će ona svetleti?
46. Na grejaču priključenom na izvor napona od  $3,5 \text{ V}$  izdvaja se snaga  $P=0,7 \text{ W}$ . Odrediti otpor grejača.

## KONKURSNI ZADACI

### A) Za učenike VI razreda

63. Čovek težine 700 N podiže stalnom brzinom teret težine 400 N. Kolika je sila kojom čovek deluje na podlogu?
64. Iz dečjeg pištolja sa oprugom »ispaljena« je kuglica mase 10 g. Kuglica izleće iz cevi brzinom od 2 m/s. Koliki je rad izvršila opruga pištolja prilikom »ispaljenja« kuglice?

### B) Za učenike VII razreda

65. Puščani metak mase  $m=5$  g, koji se kreće u horizontalnom pravcu brzinom  $v=300$  m/s, nailazi na svom putu na drvo debljine  $d=10$  cm. Metak probija drvo i izlazi iz njega sa brzinom  $v_1=100$  m/s. Koliki je rad metak izvršio prilikom probijanja drveta?
66. Na ploči koja se obrće tako da izvrši 140 obrta u sekundi nalazi se predmet mase  $m=1$  kg na rastojanju  $d=0,3$  m od ose obrtanja ploče. Kolika je centrifugalna sila koja deluje na telo?
67. Automobil mase  $m=2900$  kg kreće se brzinom  $v=20$  m/s preko mosta koji ima oblik kružnog luka poluprečnika  $R=40$  m. Kolika je sila kojom automobil deluje na most u najvišoj tački mosta? Kolika treba da je brzina automobila da bi ta sila bila jednaka nuli?

### C) Za učenike VIII razreda

68. Voltmetrom, koji je predviđen za merenje napona ne većeg od 150 V treba izmeriti napon od 900 V. To se može učiniti, a da se pri tome voltmetar ne ošteti, ukoliko se redno sa voltmetrom veže pogodno odabran otpor. Koliki treba da bude taj otpor u našem slučaju ako je unutrašnji otpor voltmetra jednak 500  $\Omega$ ?
69. Odrediti koliku energiju troše četiri sijalice koje neprekidno rade 8 sati a vezane su: a) sve četiri redno, b) sve četiri paralelno, c) po dve su vezane redno u dve paralelne grane. Električni otpor sijaličnog vlakna jednak je 120 V a napon strujne mreže jednak je 220 V.
70. Date su dve sijalice. Jedna je snage  $W_1=40$  W a druga  $W_2=60$  W. Sijalice su priključene na napon od 220 V. Koja od sijalica ima sijalično vlakno manjeg otpora?

## NAGRADNI ZADATAK BROJ 7

Dati su jedan litar vode temperature  $t_1=95$  °C i jedan litar hladne vode temperature  $t_2=5$  °C. Pomoću tople vode zagrevamo hladnu (ali ne mešanjem). Da li se hladna voda može zagrejati toliko da njena temperatura na kraju zagrevanja bude veća od temperature koju tada ima topla voda? Ako nije moguće objasniti zašto, a ako je moguće opisati postupak i izračunati konačne temperature tople i hladne vode.



**Napomena:** Rešenje i opis odgovarajućeg misaonog eksperimenta pošaljite na adresu Matematički list (nagradni zadatak iz fizike), p.p. 728, 11001 Beograd. Na samom radu ispišite svoje ime i prezime, razred, naziv škole, svoju adresu i ime i prezime svog nastavnika fizike. Rezultat, pošaljite najkasnije do 15. II 1978. godine. Za tačno rešenje ovog zadatka biće nagrađeno 10 učenika. Po potrebi odlučiće žreb.

(Zadatke u ovom broju pripremio Ljubo Ristovski)

### ZADACI—PITANJA

25. Ako se pomešaju dve jednake zapremine žive i vode dobija se »smeša«, čija zapremina je dva puta veća. Ali kada se pomešaju dve jednake zapremine alkohola i vode, zapremina smeše nije dva puta veća, nego je nešto manja. Kako se to smanjenje ukupne zapremine objašnjava?
26. Zašto se sud, u čiji grlić je zaglavljen levak, ne može napuniti vodom, a ako levak stoji labavo i povremeno se izvlači i uvlači, to je moguće?
27. Automobil i traktor se kreću pravolinijski, tako da se rastojanje među njima u toku određenog vremena ne menja. Navedite u odnosu na koja tela se svako od njih nalazi u miru, a u odnosu na koja tela se kreće?
28. Zašto je teško razbiti orah na mekoj podlozi, a lako na tvrdoj?
29. Ribari, stojeći jednom nogom na obali, drugu nogu stavljaju u čamac i otiskuju se od obale. Kada je ribarima lakše da se ukrcaju, kada je čamac prazan ili kada u njemu sede ljudi?
30. Debeli i kratki komadi tvrdog drveta za loženje lakše se cepaju ako se prvo sekira lakim udarom zaglavi u komad drveta, a zatim podigne visoko iznad glave, okrene u vazduhu i temenom pusti da udari u panj. Objasnite koja fizička pojava u ovom slučaju »pomaže« da se drva lakše cepaju.

(Zadatke — pitanja pripremio T. Petrović)

### UPUTSTVA ZA REŠAVANJE KONKURSNIH ZADATAKA

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

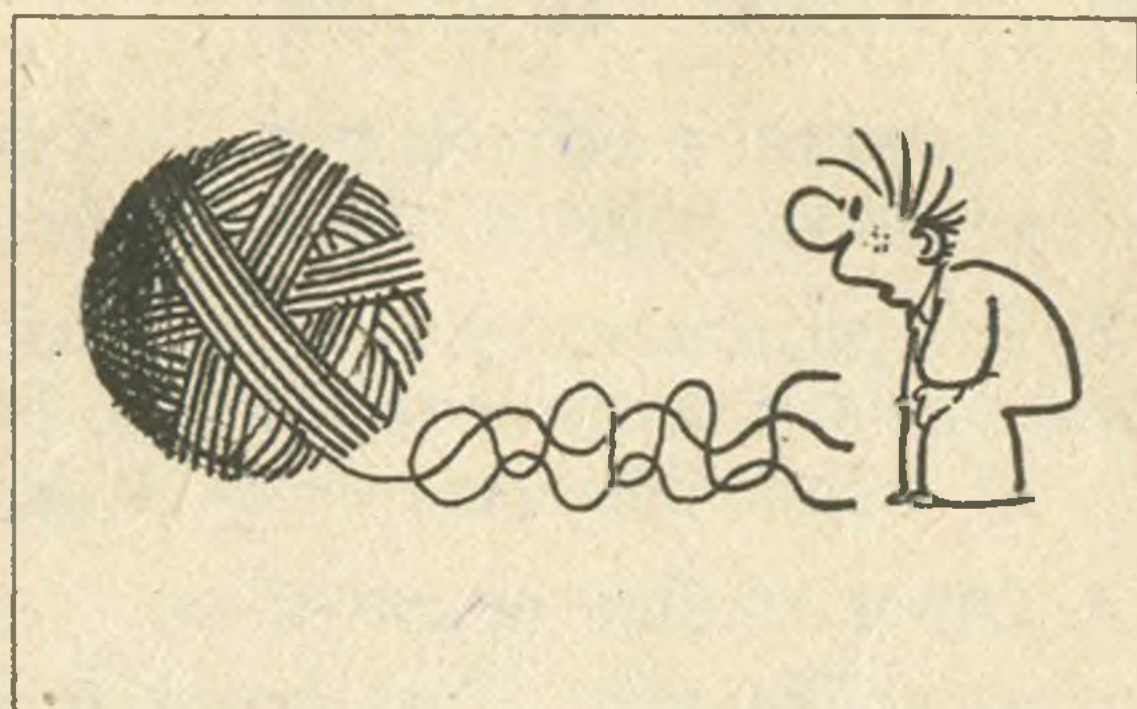
Svako rešenje (s rednim brojem zadataka i tekstom) treba obrazložiti na jednoj strani lista hartije. Rešenje treba čitko potpisati punim prezimenom i imenom navodeći razred, ško.u, mesto i svoju adresu. Navedite i ime i prezime svog nastavnika fizike.

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

Rešenja zadataka iz ovog broja pošaljite običnom poštom najkasnije do 15. II 1978. godine na sledeću adresu:

Matematički list  
(Konkursni zadaci iz fizike)  
p. p. 728  
1101 Beograd

## TEST



## A) Za učenike VI razreda

1. Iskaz — »ako se telo zagreva, međumolekularni prostor se povećava, kao i dimenzije tela«, važi
  - a) za sve supstance u prirodi.
  - b) za većinu supstanci u prirodi.
  - c) za manjinu supstanci u prirodi.
2. Molekuli se
  - a) ne mogu uopšte videti.
  - b) mogu videti golim okom.
  - c) mogu videti pomoću mikroskopa.
3. Uzajamno delovanje molekula je
  - a) samo privlačno.
  - b) samo odbojno.
  - c) kako privlačno tako i odbojno.
4. Samo brojnomo vrednošću nisu u potpunosti određeni
  - a) vreme i površina.
  - b) put i brzina.
  - c) zapremina i masa.
5. Put se može izraziti u jedinicama:
  - a)  $\text{km} \cdot \text{s}$ .
  - b)  $\frac{\text{km}}{h} \cdot \text{s}$ .
  - c)  $\frac{\text{s}}{\text{km}} \cdot h$ .
6. Brzine koje dobijaju dva tela pri njihovom uzajamnom delovanju odnose se prema masama tela na sledeći način:
  - a)  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1}{m_2}$ .
  - b)  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$ .
7. Gustina tela sa porastom temperature
  - a) raste.
  - b) ne menja se.
  - c) opada.
8. Terazijama se neposredno meri
  - a) težina tela.
  - b) masa tela.
  - c) gustina tela.
9. Uobičajenim laboratorijskim terazijama izmerena je sledeća masa:
  - a) 32,40 g.
  - b) 8,351 g.
  - c) 12,56821 g.
  - d) 1 kg.
10. Sa porastom salaniteta mora, gustina morske vode
  - a) raste.
  - b) opada.
  - c) ne menja se.

## B) Za učenike VII razreda

1. Dijagram pređenog puta kod promenljivog kretanja je
  - a) prava linija.
  - b) kriva linija.
2. Prvi padobranac je iskočio iz aviona sa visine od 2000 m, a drugi je iskočio iz aviona sa visine od 1000 m. Prvi će u odnosu na drugog stići na zemlju
  - a) većom brzinom.
  - b) istom brzinom.
  - c) manjom brzinom.
3. Otpor sredine ne zavisi od
  - a) oblika tela.
  - b) mase tela.
  - c) brzine tela.
  - d) gustine sredine.
4. Drugi Njutnov zakon sadrži u sebi definiciju
  - a) mase.
  - b) sile.
  - c) pritiska.
5. Masa tela sa porastom temperature
  - a) raste.
  - b) ne menja se.
  - c) opada.
6. Ako se telo kreće po krugu stalnom linijskom brzinom, ukupno ubrzanje tela je
  - a) manje od nule.
  - b) jednako nuli.
  - c) veće od nule.
7. Dejstvo centrifugalne sile iskorišćeno je kod
  - a) separatora.
  - b) kompasa.
  - c) hidraulične prese.
8. Ako se dužina klatna poveća četiri puta, frekvenca će se
  - a) povećati dva puta.
  - b) povećati četiri puta.
  - c) smanjiti dva puta.
  - d) smanjiti četiri puta.
9. Brzina »nadzvučne podmornice« je u odnosu na brzinu nadzvučnog aviona
  - a) veća.
  - b) manja.
  - c) ista.
10. Brzina zvuka u vazduhu je u odnosu na brzinu zvuka u vakuumu
  - a) znatno veća.
  - b) znatno manja.
  - c) približno ista.

## 0) Za učenike VIII razreda

1. Ako kroz provodnik normalan na površinu stola protiče električna struja usmerena naniže (ka stolu), smer odgovarajućeg magnetnog polja
  - a) poklapaće se sa smerom kretanja kazaljki časovnika koji leži na stolu.
  - b) biće suprotan smeru kretanja kazaljki časovnika koji leži na stolu.
2. Drvo se ne može namagnetisati zbog toga što
  - a) je lako zapaljivo.
  - b) nije metal.
  - c) se ne mogu postići dovoljno jaka spoljašnja magnetna polja.

3. Indukovana električna struja je
- ✓ a) naizmenična.      b) jednosmerna.
  - c) naizmenična ili jednosmerna, što zavisi od karaktera kretanja magneta (odn. provodnika).
4. Ako je u nekom trenutku vrednost naizmenične struje 1 A, po isteku četiri perioda naizmenične struje, njena će vrednost biti
- a) 4 A.      b)  $\frac{1}{4}$  A.      c) 1 A.
5. Provodljivost elektrolita (provodnika II reda) je znatno manja od provodljivosti metala (provodnika I reda) zbog
- a) većih međumolekulskih rastojanja molekula tečnosti.
  - b) toga što su u elektrolitu nosioci naelektrisanja joni.
  - c) toga što destilovana voda (rastvarač) ne provodi električnu struju.
6. Pretvaranje hemijske energije u električnu izvodi se pomoću
- a) galvanskog elementa.      c) elektroskopa.
  - ✓ b) elektrostatičkog generatora.      d) transformatora.
7. Katodni zraci su
- a) pozitivni gasni joni.      ✓ c) elektroni.
  - b) jezgra atoma inertnih gasova.      d) protoni.
8. Dioda služi za
- ✓ a) ispravljanje naizmenične struje.
  - b) stvaranje X-zraka.
  - c) pojačanje električnih impulsa.
  - d) stvaranje radio-talasa.
9. Za formiranje zatvorenog oscilatornog kola su neophodni
- a) kalem i termogeni otpor.      d) ampermetar i kalem.
  - ✓ b) kalem i kondenzator.      e) kondenzator i termogeni otpor.
  - c) kondenzator i ampermetar.
10. Brzina prostiranja elektromagnetnih talasa ( $c = v\lambda$ , gde je  $v$  frekvenca, a  $\lambda$  je talasna dužina) u datoj sredini sa porastom talasne dužine
- a) raste.      b) opada.      c) ne menja se.

(Testove pripremio Dušan Koledin)

## REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ BROJA II, 4

49. Prilikom podizanja tela mase  $m=2 \text{ kg}$  na visinu  $h=10 \text{ m}$  izvrši se rad od  $240 \text{ J}$ . Kolikim ubrzanjem je podizano ovo telo?

Rad sile koja podiže telo je  $A=Fs$ , pa je njen intenzitet

$$F = \frac{A}{h} = \frac{240 \text{ J}}{10 \text{ m}} = 24 \text{ N}$$

Pošto na telo koje se kreće vertikalno naviše deluje i sila Zemljine teže  $Q=mg$ , onda je, prema II Njutnovom zakonu intezitet rezultante sila  $F, Q$

$$F - mg = ma$$

odakle je

$$a = \frac{F - mg}{m} = \frac{24 \text{ N} - 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \text{ kg}} = 2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

50. Na automobil mase  $m=1000 \text{ kg}$ , koji se kreće brzinom  $v=20 \text{ m/s}$ , počne u jednom trenutku da deluje sila čiji je smer suprotan smeru kretanja automobila. Koliki je intenzitet ove sile ako od početka njenog delovanja automobil do zaustavljanja prevali put  $s=40 \text{ m}$ ?

Ako telo do zaustavljanja pređe put  $s$  pod dejstvom sile  $F$  onda je rad te sile ( $A=Fs$ ) jednak kinetičkoj energiji tela ( $E_k=mv^2/2$ ) na početku puta:

$$F \cdot s = \frac{mv^2}{2}$$

pa je

$$F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{1000 \text{ kg} \cdot 20^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2 \cdot 40 \text{ m}} = 5000 \text{ N}$$

51. Pod dejstvom sile stalne jačine telo mase  $m=5 \text{ kg}$  kreće se vertikalno naviše ubrzanjem  $a=2 \text{ m/s}^2$ . Za  $3 \text{ s}$  od početka kretanja telo dostigne visinu  $h=9 \text{ m}$ . Koliki je rad sile, potencijalna energija i kinetička energija tela na visini  $h$ ?

Intenzitet rezultante sile  $F$  i sile, teže  $Q=mg$ , koje deluju na telo prilikom njegovog kretanja vertikalno naviše, jednak je razlici njihovih intenziteta ( $F-mg$ ), pošto ove sile imaju isti pravac a suprotan smer.

Prema II Njutnovom zakonu, intenzitet rezultante sila koje deluju na telo jednak je proizvodu mase i ubrzanja tela:

$$F - mg = ma$$

odakle se dobija

$$F = m(g + a) = 5 \text{ kg} \left( 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 59 \text{ N}$$

Rad sile  $F$  je

$$A = F \cdot s = 59 \text{ N} \cdot 9 \text{ m} = 531 \text{ J}$$

Pošto se telo kreće jednoliko ubrzano onda je u trenutku  $t=3$  s njegova brzina

$$V = at = 2 \frac{m}{s^2} \cdot 3 s = 6 \frac{m}{s}$$

i kinetička energija

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{5 \text{ kg} \cdot \left(6 \frac{m}{s}\right)^2}{2} = 90 \text{ J}$$

Na visini  $h$  telo će imati potencijalnu energiju

$$E_p = mgh = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 9 \text{ m} = 441 \text{ J}$$

52. Kolika je masa bakarnog tela temperature  $100^\circ\text{C}$  i specifične toplote  $0,09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , ako se posle njegovog stavljanja u  $420 \text{ g}$  vode temperatura vode povisi od  $15^\circ\text{C}$  do  $18^\circ\text{C}$ ?

Kada se bakarno telo stavi u vodu onda ono predaje količinu toplote  $Q_t = mc(\theta_t - \theta_0)$ , hladeći se od temperature  $\theta_t = 100^\circ\text{C}$  do temperature mešavine  $\theta_0 = 18^\circ\text{C}$ . Pri tome voda prima količinu toplote  $Q_v = m_v c_v \cdot (\theta_0 - \theta_v)$  na račun koje se zagreva od  $\theta_v = 15^\circ\text{C}$  do  $\theta_0 = 18^\circ\text{C}$ . Ako nema razmene toplote sa okolinom, onda je, prema zakonu održanja energije, količina toplote koju preda telo jednaka količini toplote koju primi voda  $Q_t = Q_v$ , tj.

$$mc(\theta_t - \theta_0) = m_v c_v (\theta_0 - \theta_v)$$

pa je

$$m = \frac{m_v c_v (\theta_0 - \theta_v)}{c(\theta_t - \theta_0)} =$$

$$= \frac{420 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} (18^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})}{0,09 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})} =$$

$$= 170,7 \text{ g}$$

jer je  $c = 0,09 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ,  $m_v = 420 \text{ g}$ ,  $c_v = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

## REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ PROŠLOG BROJA

57. Ovaj zadatak se rešava grafički — na osnovu pravila o paralelogramu sila. Lako je videti, iz nekoliko nasumice odabranih primera, da je rezultanta dve sile između kojih je ugao  $\alpha \leq 90^\circ$  svakako veća od svake sile pojedinačno. Dakle, prvi je zaključak da je ugao između sila veći od  $90^\circ$ . Znamo da paralelogram obrazovan od dva istostrana trougla ima sve četiri stranice jednake. Njegova kraća dijagonala je takođe jednaka bilo kojoj od stranica. Prema tome je ugao između sila:  $\alpha = 2 \cdot 60^\circ = 120^\circ$ .

58. Prema Bojl-Mariotovom zakonu, proizvod pritiska i zapremine određene količine gasa na stalnoj temperaturi je konstantan. Prema tome, vezujući se za naš primer, možemo napisati:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2,$$

gde su  $p_1$  i  $V_1$  pritisak i zapremina gasa na morskom dnu, a  $p_2$  i  $V_2$  su pritisak i zapremina iste količine gasa na morskoj površini. Otuda je tražena zapremina

$$V_2 = \frac{p_1}{p_2} V_1.$$

Pritisak  $p_2$  je zapravo atmosferski pritisak. Pritisak  $p_1$  je atmosferski pritisak uvećan za odgovarajući hidrostatički pritisak, naime:

$$p_1 = p_2 + dgh.$$

Atmosferski pritisak je brojno  $1,014 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Za pritisak  $p_1$  imamo:  $p_1 = 1,01 \cdot 10^5 + 1026 \cdot 9,81 \cdot 50,35 = 6,082 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Konačno, tažena zapremina iznosi:

$$V_2 = \frac{6,082 \cdot 10^5}{1,014 \cdot 10^5} 0,5 \cong 3 \text{ l.}$$

59. Rešavanje ovog zadatka zahteva poznavanje Paskalovog zakona. Pritisak na manji klip hidraulične prese iznosi:

$$p = \frac{F_1}{S_1}.$$

Prema Paskalovom zakonu, isti će se pritisak preneti na veći klip površine poprečnog preseka  $S_2$ , naime

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}.$$

Otuda je ukupna sila pritiska na većem klipu:

$$F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1 = 500 \text{ N.}$$

60. Ukupni otpor provodne žice izražava se formulom:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

gde je  $\rho$  specifični otpor materijala od koga je žica izrađena,  $l$  je dužina žice, a  $S$  je njen poprečni presek. Prvi problem je izračunati dužinu žice. Znajući gustinu,  $d$ , i masu žice,  $m$ , možemo izračunati njenu zapreminu,  $V$ , a otuda i dužinu. Naime,

$$V = \frac{m}{d}.$$

Sa druge strane, zapremina valjka je

$$V = lS,$$

odakle je

$$l = \frac{V}{S} = \frac{m}{dS}.$$

Konačno imamo:

$$R = \rho \frac{m}{dS^2} = 0,212 \Omega.$$

(Napomena: U prošlom broju je pogrešno odštampana vrednost specifičnog otpora bakra. Naime, umesto  $0,17 \text{ mm}^2 \Omega/\text{m}$ , trebalo bi da stoji  $0,017 \text{ mm}^2 \Omega/\text{m}$ . Gornji rezultat je izračunat sa pogrešnom vrednošću specifičnog otpora.)

Rešenja konkursnih zadataka 61. i 62. objavićemo u broju 11.

## REŠENJE TESTOVA IZ PROŠLOG BROJA

A) Za učenike VII razreda

1: a, 2: a, 3: c, 4: f, 5: c, 6: a, 7: c, 8: b, 9: a, 10: b.

B) Za učenike VIII razreda

1: c, 2: b, 3: b, 4: c, 5: a, 6: c, 7: a, 8: b, 9: c, 10: a.

## REŠENJE NAGRADNOG ZADATKA BROJ 6

*Vrećice u kojima su raspoređeni novčići potrebno je na neki način numerisati. Recimo, I, II, . . . , VI. Potom se iz prve vrećice (I) izvadi jedan novčić, iz druge (II) dva novčića, . . . , iz šeste (VI) vrećice se izvadi šest novčića. Masa izvađenih novčića se izmeri na terazijama. Ako su novčići od 4 g u prvoj (I) vrećici, rezultat merenja će biti 124 g; ako su novčići od 4 g u drugoj vrećici (II), rezultat merenja će biti 123 g; . . . ; ako su novčići od 4 g u šestoj (VI) vrećici, rezultat merenja će biti 99 g.*

## REZULTATI KONKURSA ZA NAGRADNI ZADATAK BR. 4

**Rešenje zadatka:** Ukoliko čaša i predmet na njoj nisu suviše teški, doći će do njihovog obrtanja na vrhu igle kada se predmetu približi trenjem naelektrisani češalj i polako pomera u pravcu upravnom na osovinu štapića. Do obrtanja je došlo zbog sile privlačenja između naelektrisanja na češlju i naelektrisanja suprotnog znaka na štapiću, koje je nastalo influentnim delovanjem češlja.

Igla u eksperimentu ima ulogu »tačkastog« oslonca čaše, a čaša je pogodan nosač ispitivanih materijala. Upotrebom igle smanjen je moment sile trenja i omogućeno je lako pomeranje čaše i predmeta na njoj delovanjem elektrostatičke sile češlja. Skrećemo pažnju na to da moment sile trenja zavisi od dodirne površine, dok u slučaju klizanja sila trenja, kao što znamo, ne zavisi.

Osnovno u planiranju eksperimenta je priprema štapića. Štapići od različitog materijala moraju da imaju približno jednaku težinu odnosno masu i da su jednake dužine. (Zašto je to bitno?)

Odgovor na pitanje 4. je da postoje razlike u ponašanju različitih materijala. Eksperiment pokazuje najveći efekat u slučaju kada je na čaši metalni štapić. Tada se čaša sa predmetom najbrže obrće.

Za zadovoljavajuće rešenje ovog nagradnog zadatka nagrađuju se:

1. Simović Vanja, OŠ »Braća Labudović«, Nikšić.  
(Predmetni nastavnik Jevrić Rosandra)
2. Simić Dejan, OŠ »Stevan Sindelić«, Veliki Popović.  
(Predmetni nastavnik Filipović Živomir)
3. Popović Milutin, OŠ »Braća Labudović«, Nikšić.  
(Predmetni nastavnik Jevrić Rosandra)
4. Popadić Milenko, Nikšić. (Ostali podaci nisu dostavljeni).
5. Nikolić Miroslav, OŠ »Kosta Abrašević«, Resnik kod Beograda.  
(Predmetni nastavnik Marinković Vera)
6. Gajić Zoran, OŠ »Milan Munjas«, UB.  
(Predmetni nastavnik Nedić Živka)
7. Radovanović Radovan, OŠ »Mito Igumanović«, Kosjerić.  
(Predmetni nastavnik Ilija Jovanović)



## REZULTATI KONKURSA ZA NAGRADNI ZADATAK BR. 5

*Rešenje zadatka:* Strmu ravan treba napraviti od ravne, obrađene daske, dužine 1—1,5 m. Visina strme ravni ne sme biti veća od 0,1—0,2 m, da se flaše ne kotrljaju suviše brzo i otežaju merenje vremena. Sem toga, tada je relativna greška izmerenih vremena umanjena.

Najbolje i najlakše je uzeti dve prazne pivske flaše. Jedna se napuni vodom i zatvori odgovarajućim zaptivačem, a druga mešavinom peska (sitne zemlje, strugotine, pasulja, pirinča) i smotuljka novinske hartije. Izjednačavanje masa može se izvršiti kuhinjskom vagom, ali u istom cilju može da posluži i ravnokraka poluga napravljena od daske dužine 0,3—0,5 m.

Pri puštanju flaša niz strmu ravan navedenih dimenzija, vreme potrebno da flaša s vodom pređe put od gornjeg do donjeg kraja strme ravni za 1 do 3 sekunde je kraće nego vreme potrebno da se skotrlja flaša sa čvrstom sadržinom. Drugim rečima, brže se skotrlja flaša s vodom.

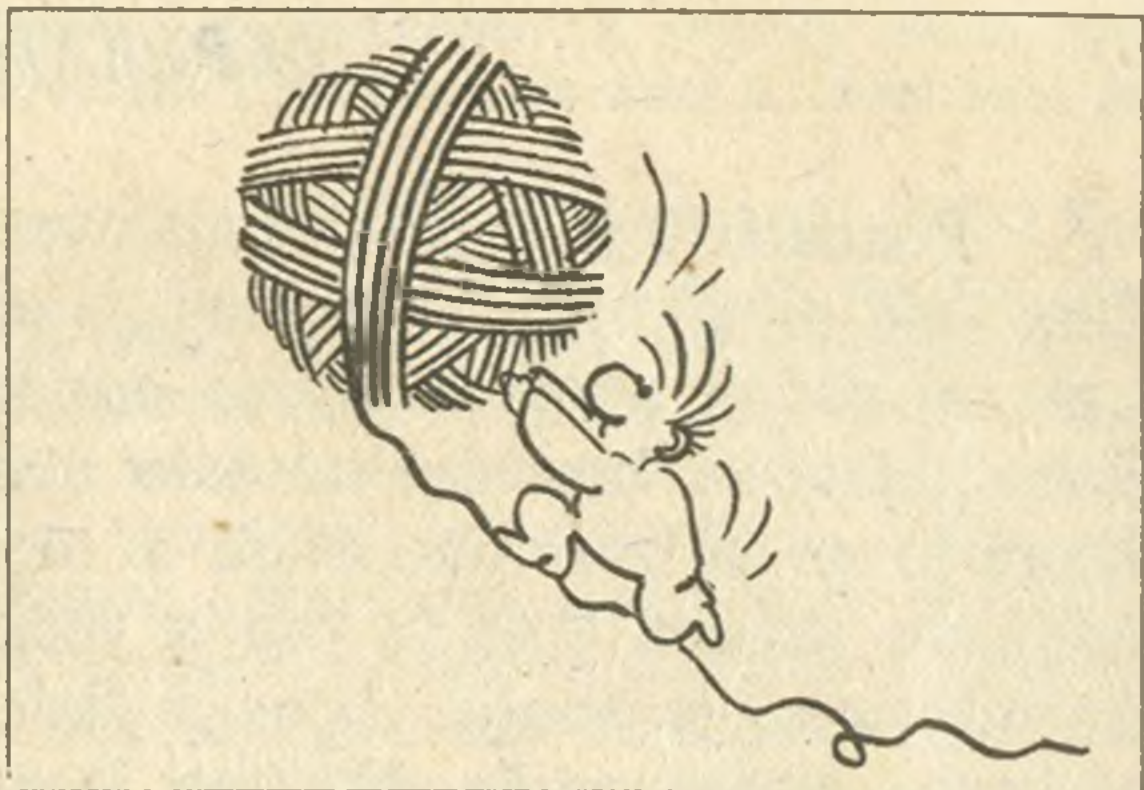
*Objašnjenje eksperimenta:* Na početnom delu strme ravni, obe flaše imaju istu potencijalnu energiju. Pri kotrljanju niz strmu ravan energija prelazi u kinetičku energiju translatorsnog kretanja i energiju obrtnog kretanja. Kako najveći deo tečnosti uopšte ne rotira (zajedno sa flašom obrću se samo slojevi vode neposredno uz zidove suda), a u drugoj flaši rotira celokupna masa, to prvoj flaši preostaje veća energija za translatorsno kretanje i ona brže stiže na kraj strme ravni.

Zadovoljavajuće rešenje ovog zadatka nije poslao nijedan učenik. Neprecizna merenja vremena i velika strmina ravni onemogućila su utvrđivanje razlike.

Relativno najbolji opis eksperimenta, ali sa pogrešnom interpretacijom, poslao je Aleksić Goran, OŠ »Svetozar Marković« Kraljevo. Ovom prilikom redakcija ga pohvaljuje.

*Predlažemo vam i da se pretplatite na:*

1. FIZIS. stručni časopis studenata fizike Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu. Izlazi četiri broja godišnje. Godišnja pretplata 80 dinara za studente i đake 40 dinara. Porudžbine s naznakom »za FIZIS« slati na: Prirodno-matematički fakultet, Odsek za fizičke nauke žiro račun broj 60806-603.14882. Beograd, studentski trg broj 16.
2. ZNANSTVENO-METODIČKI BILTEN IZ FIZIKE, i MATEMATIČKO-FIZIČKI LIST (za učenike srodnje škole). Izdavač: Društvo matematičara i fizičara SR Hrvatske, 41000 Zagreb, Marulićev trg 19.



## POKUŠALI SU, POKUŠAJTE...

### DA LI BI ARHIMED USPEO DA POMERI ZEMLJU?

»Dajte mi tačku oslonca i odgovarajuću polugu i ja ću podići Zemlju«, rekao je, tako bar legenda kaže, Arhimed. Verovatno znate da je imao na umu da se neravnokrakom polugom može podići i proizvoljno veliki teret snagom ljudskih ruku.

Pretpostavimo da smo svemogući i da možemo da Arhimedu damo traženi oslonac i polugu. Ako je sila kojom on deluje na jedan kraj poluge  $F_A$ , a sila kojom Zemlja, svojom težinom, deluje na drugi kraj poluge  $F_Z$ , onda između tih sila postoji sledeća veza

$$\frac{F_A}{F_Z} = \frac{d_A}{d_Z}$$

gde je  $d_A$  rastojanje od tačke oslonca do kraja poluge na koji deluje Arhimed, a  $d_Z$  od tačke oslonca do one tačke na polugi gde je okačena Zemlja. Neka, zatim, Arhimed deluje silom  $F_A = 60$  kp (približno 600 N). Pošto je masa približno jednaka 6 000 000 000 000 000 000 000 tona (hiljadu puta više kilograma), to može lako da se izračuna da krak  $d_A$  treba da je

$$100\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$$

puta duži od kraka  $d_Z$ .

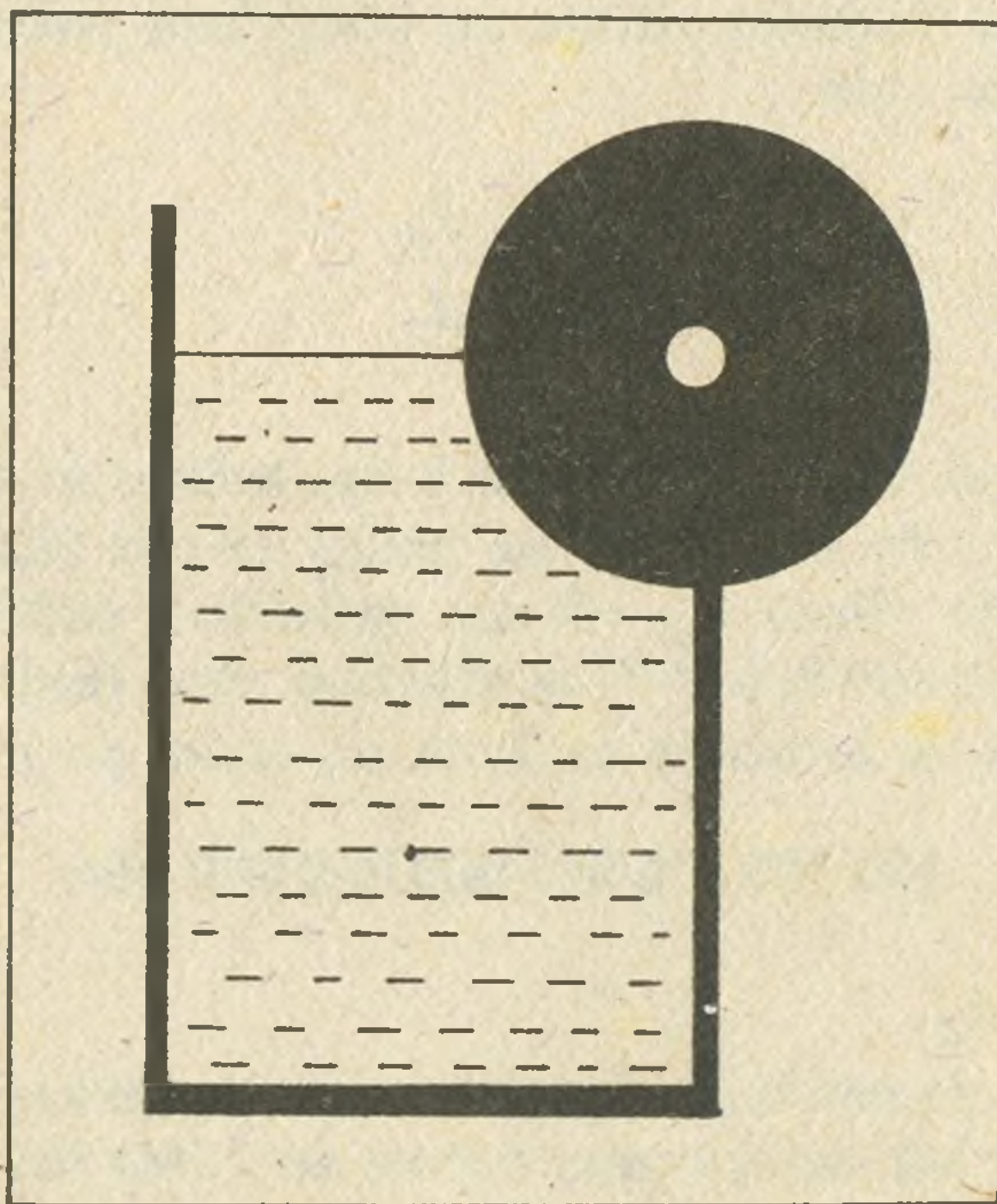
Da bi se Zemlja pomerila (podigla) samo jedan cm kraj dužeg kraka poluge treba da opiše kružni luk neverovatne dužine od 1 000 000 000 000 000 000 000 metara. Znači, toliki put treba da pređe Arhimedova ruka u svemiru da bi pomerila Zemlju za 1 cm. Ako je Arhimed u stanju da teret od 60 kp podigne na visinu od jednog metra za jednu sekundu, onda bi, zbog tog jednog santimetra, morao da bez odmora radi »svega« 1 000 000 000 000 000 000 000 godina. I kad bi pokušao da se više potruži ne bi mu mnogo pomoglo. Naime, kada bi svoj kraj poluge pomerio brzinom svetlosti (300 000 km/s) morao bi da radi deset miliona godina i to, ne zaboravite, bez odmora.

Odabrao i pripremio Lj. Ristovski

## PERPETUUM MOBILE

Poznato je da su sile trenja uvek usmerene tako da teže da spreče kretanje. One vrše »negativan rad« smanjujući mehaničku energiju tela koje se kreće i na taj način, posle dovoljno dugog vremena, dovode do zaustavljanja tela. Zato, da bi se kretanje održalo neophodno je telu dovoditi energiju spolja. Kada to ne bi bilo tako onda bi mogao da se konstruiše »perpetuum mobile«, odnosno mašina koja bi radila večito a da pri tome nije potrebno da joj se dovodi energija spolja. Istorija fizike zna za mnogo pokušaja konstruisanja tog večitog pokretača. Na slici je predstavljen jedan od predloženih. Drveni doboš, koji može da se obrće oko fiksirane osovine, postavljen je tako da se jedan njegov deo uvek nalazi u vodi. Na taj deo, u skladu sa Arhimedovim zakonom, deluje sila potiska. Pod dejstvom te sile, odnosno njenog momenta, doboš će se večito obrtati. Ako pokušate da ovaj »perpetuum mobile« i eksperimentalno ispitajte utvrdićete da se doboš neće ni pokrenuti. Zašto? Odgovor u sledećem broju.

Lj. R.



*Odgovor na pitanje postavljeno u »Haotičnom stereogramu« iz prošlog broja. Iznad ravni lista pojavljuje se takođe kvadrat, ali zarotiran u odnosu na onaj u ravni lista (vidi crtež).*

*Odgovori na pitanja postavljena u »Svakodnevnoj fizici« iz prošlog broja. I) Da bismo uprostiti problem, pretpostavimo da nosite nepromočivi kišni šešir i da ne morate mariti za kišu koja pada na vašu glavu. Ako kiša pada prema vašim grudima ili direktno na vašu glavu, potrebno je da se krećete što sporije ka skloništu. Ako, međutim, kiša pada ka vašim leđima, potrebno je da trčite brzinom jednakoj horizontalnoj brzini kiše. II) Čudno je, ali struja iz srednjeg regiona (od 0.1 A do 0.2 A) je najčešće smrtonosna. Ta jačina struje, naime, inicira vibracije srca koje su nekontrolisane i rezultujući neregularan protok krvi brzo dovodi do smrti. Iznad 0.2 A srce se samo zaustavlja i ispravan postupak prve pomoći može ga ponovo pokrenuti. Struja koja protiče kroz žrtvu je obično određena otporom kože čije vrednosti idu od 1000 oma (za vlažnu kožu) do 500 000 oma (za suhu kožu). Unutrašnji otpor je manji — od 100 do 500 oma. Naponi iznad 240 V obično dovode do probijanja struje kroz kožu. To u početku nije smrtonosno. Ali otpor kože opada sa vremenom i kada, s obzirom na to smanjenje, struja dostigne smrtonosni nivo od 0.1 A, situacija je često beznačajna.*

**NAPOMENA:** Molimo učenike i nastavnike fizike da nas obaveste o štamparskim greškama koje su se potkrale u Izveštaju sa I Republičkog takmičenja iz fizike učenika osnovne škole održanog 7. V 1978 god., koji je objavljen u časopisu „Mladi fizičar“, god. II, br. 4, kako bi se mogle otštampati ispravke u jednom od narednih brojeva „Mladog fizičara“.

Takođe obavestavamo uprave škola, profesore i nastavnike fizike, kao i učenike, da ovako objavljene izveštaje sa republičkih i saveznih takmičenja učenika srednjih i osnovne škole prime kao zvanične izveštaje Društva matematičara, fizičara i astronoma SR Srbije.

**Draško Grujić**

