OBAVEŠTENJE UREDNIŠTVA

MLADI FIZIČAR objavljuje članke i kraće dopise koji doprinose popularizaciji fizike i srodnih nauka među učenicima i svima koje interesuju prirodne nauke.

PRILOZI KOJE NAM ŠALJETE, osim rešenja zadataka, treba da budu otkucani sa dvostrukim proredom na hartiji formata A4 i ne treba da budu duži od pet kucanih strana. Crteži moraju biti izrađeni tušem na posebnoj hartiji. Na odvojenom listu treba ispisati ime i prezime, zvanje i zanimanje, adresu i broj žiro računa, odnosno potpisanu izjavu da se ne poseduje žiro račun.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU. Uređivački odbor zadržava pravo da rukopise rediguje i objavljuje redom koji ne zavisi od reda prispeća.

MLADI FIZIČAR izlazi četiri puta godišnje, a **GODIŠNJA PRETPLATA ZA SVA ČETIRI BROJA IZNOSI 140 DINARA.** Možete da postanete pretplatnici kada to poželite. Potrebno je samo da nas običnim pismom obavestite o broju kompleta na koje se pretplaćujete, da napišete svoju adresu i da istovremeno izvršite uplatu potrebne sume novca na žiro račun Društva fizičara Srbije,

60806-678-77766

Beograd, sa obaveznom naznakom za **Mladi fizičar.**

AKO NARUČITE VIŠE OD 20 KOMPLETA odobravamo vam rabat od 20%, 15%, odnosno 10% zavisno od roka do kog je izvršena uplata potrebne sume (1.12, 1.02. odnosno 1.04).

MOŽETE NARUČITI I KOMPLETE RANIJIH GODIŠTA.

Narudžbenice i priloge slati na adresu:
Društvo fizičara Srbije
(za časopis **Mladi fizičar**)

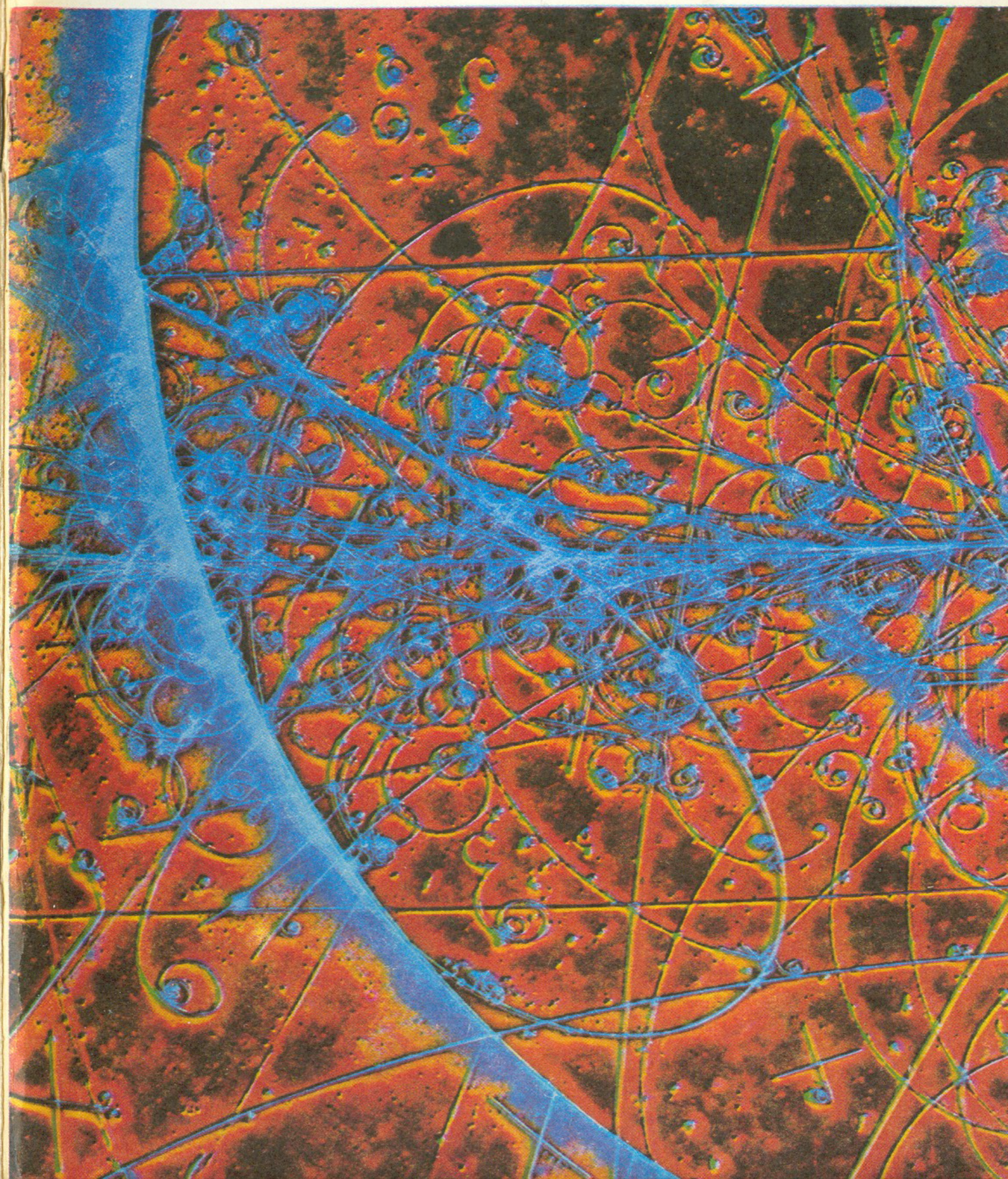
Studentski trg 14/III p.p. 550., 11001 Beograd.
Sva ostala obaveštenja na telefon 011-638-919.

Cena 35 DIN

27
82/83

mladi fizičar

časopis iz fizike za učenike



DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
SERBIAN PHYSICAL SOCIETY

MLADI FIZIČAR
časopis
za one koji uče
i vole fiziku
godina VII
broj 27
(1982/83)

YOUNG PHYSICIST
Magazine for elementary and secondary school students
JEUNE PHYSICIEN
Journal pour les éléves des écoles élémentaires et secondaires
JUNGER PHYSIKER
Zeitschrift für Volks — und Mittelschüler
МОЛОДОЙ ФИЗИК
Журнал для учеников основной и средних школ

IZDAJE
DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
Beograd
Studentski trg 14/*III*
p.p. 550

glavni i odgovorni urednik
Dušan KOLEDIN

urednici
Dragana POPOVIĆ
Jablan DOJČILOVIĆ

Uređivački odbor
Radenko BAJIĆ
Jadranka BOGOVAC
Svetozar BOŽIN
Milan DIMITRIJEVIĆ
Draško GRUJIĆ
Tomislav PETROVIĆ
Stjepan PLANIĆ
Budo RADOJEVIĆ
Zoran RADOVIĆ
Tomislav SENĆANSKI
Aleksandar SREĆKOVIĆ
Čedomir STANKOVIĆ
Gavrilo VUKOVIĆ

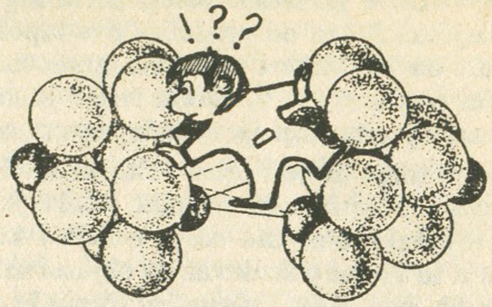
SADRŽAJ

D. Popović: Zablude vredne pomena 1
D. Ristanović: Bernulijev princip..... 4
M. Dimitrijević: Termonuklearna fuzija III 7
I. Vince: Sunce 9
M. Livada: Ultraslabo svetljenje 14
T. Petrović: Fluorescentna lampa 17
Razgovor sa M. Juginom .. 20
M. Sekulić: O optičkom staklu 22
D. Koledin: Obrada rezultata mernja III 24
Konkursni zadaci Z225
Nagradni zadatak Z233
Zadaci pitanja Z233
E-zadatak Z235
Rešenja zadataka Z237
Spisak rešavača 31

Ilustracije: *N. Ubović* i *S. Milić*

»**Mladi fizičar**« izlazi od školske 1976/77. godine. Časopis su uređivali: **Đorđe Basarić** i **Slobodan Žegarac** (1976/77), **Dušan Ristanović** i **Draško Grujić** (1977/78) i **Ljubo Ristovski** i **Dušan Koledin** (1978/79—1981/82).

ŠTA JE...



ZABLUDE VREDNE POMENA II

DRAGANA POPOVIĆ (Beograd)

„ ... Razumljivo je da se najveći deo istoriografije nauke bavi našim uspesima, izvanrednim otkrićima, sjajnim matematičkim izvođenjima ili čudesnim filozofskim preokretima jednog Njutna ili Ajnštajna. Ali zaista smatram da je uspehe nauke nemoguće razumeti bez razumevanja teškoća koje ih prate — treba shvatiti kako je lako biti doveden u zabludu, a kako teško znati koje je pravo vreme i prava stvar koja treba da se uradi.“

Stiven Vajnberg, *Prva tri minuta*

Mesec — veštački satelit ili živo biće?

O prirodi i veličini našeg najbližeg suseda nebeskog postojale su brojne zablude i to ne samo u dalekoj prošlosti. Pitanje da li je Mesec tvorevina prirode ili neke vanzemaljske civilizacije i danas je po nekima bez odgovora.

Mesec kroz istoriju nije bio samo obično nebesko telo — mnogi drevni narodi bili su njegovi poklonici i pridavali mu značajnu ulogu u događajima na Zemlji. S druge strane, izvesni B. Balstroud tvrdio je sredinom prošlog veka da Mesec uopšte ne postoji — to što vidimo na nebu je samo imaginarni lik koji stvara Sunčeva svetlost odbijena sa zemljine površine.

Većina se slagala da Mesec ipak postoji, ali se postavljalo pitanje njegove veličine. Godine 1964. V. R. Drejk je pretpostavio da prečnik Meseca iznosi svega tridesetak kilometara: on nam izgleda veći nego što jeste, jer se atmosfera ponaša kao ogromno sočivo i uveličava njegov lik dvadesetak puta. Čarls Fort je ovo i matematički »dokazao«: pošto vulkani na Zemlji mogu imati prečnik i do pet kilometara, a Mesečevi krateri su ustvari vulkani, račun pokazuje (ako »zanemarimo« uticaj gravitacije) da su i Mesečevi krateri istih dimenzija, i tako dalje... Na kraju, izlazi da je prečnik Meseca najviše oko 160 kilometara, a udaljenost od Zemlje svega 18 000 km. Fort je »zaboravio« i na plimu i oseku. Jer, ako je prečnik Meseca ovako mali, znači da mu je i zapremina manja za oko osam hiljada puta — da bi mogao da proizvede opažene plimske efekte, Mesec ovih dimenzija morao bi da bude oko 20 puta gušći od Zemlje, odnosno oko 10 puta gušći od olova!

Da li je Mesec naseljen? Mnogi su tokom vekova, a i danas, verovali da jeste. Jedan od pristalica ove hipoteze bio je i slavni Kepler, koji je verovao da su krateri ogromne građevine koje su izgradila inteligentna bića. Već pomenuti V. R. Drejk tvrdio je međutim da su krateri nemi svedoci nuklearnog rata koji je nekada davno opustošio ovaj idilični svet.

Ideja da je Mesec veštački satelit koji su izgradili i ostavili nam tajanstveni posetioci iz svemira imala je mnoge sledbenike; šezdesetih godina ovog veka ona kao da je dobila i konačnu potvrdu. Naime, Josif Šklovski je u to vreme pokušavao da objasni neke specifičnosti putanje jednog od Marsovih meseca — Fobosa, pri čemu je došao do jedinog »razumnog« zaključka da je Fobos šupalj, a pošto priroda (koliko znamo) ne pravi šuplje mesece...

Ledeno Sunce

Čarls Palmer je 1978. godine izneo nepobitne dokaze da je Sunce u stvari od leda: on je pomoću ledenog sočiva uspeo da zapali list duvana i zaključio da je Sunce isto takvo sočivo; ono nam izgleda užareno samo zbog toga što »fokusira sjaj neba«. (Isto tako bi moglo da bude i od stakla, zar ne?)

Zanimljivo je da je u našem veku postojalo nekoliko teorija o Suncu »umerene temperature«, od kojih je svakako najzanimljivija ona P. H. Frensisa, magistra matematičkih nauka, koji je tvrdio da je Sunce ne samo hladno, već i jedina zvezda u Vasioni, dok su sve ostale samo refleksija njegove svetlosti. Frensis je imao i »dokaze« za svoje tvrđenje — pre svega, ako toplota ne može da prođe kroz tanak sloj vakuuma u termos boci, zar nije naivno verovati da bi Sunčeva toplota mogla da prođe kroz sloj bezvazdušnog prostora od 150 miliona kilometara i zagreje našu planetu!?

Inteligentna Vasiona

Posebno plodno tlo za procvat naučnih zabluda predstavlja nauka o postanku i prirodi Vasione — tu se srećemo sa najrazličitijim kosmološkim »teorijama«, od kojih mnoge spadaju u domen prave naučne fantastike.

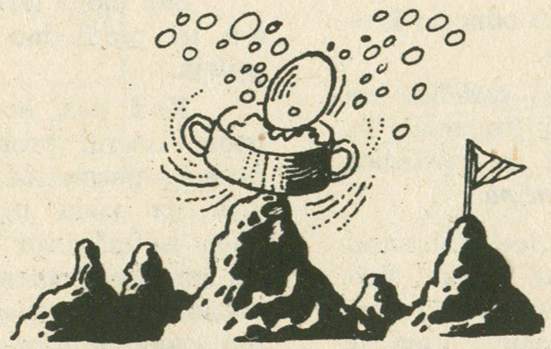
Pomenimo pre svega teoriju Osborna Rejnoldsa s početka našeg veka: po njoj, delići materije su u stvari mehurići »ničega« koji se kreću u »prostoru« ispunjenom gusto pakovanim, nevidljivim kuglicama; gravitaciona sila je po svojoj prirodi odbojna, a ne privlačna; što je pomenuti mehurić

veći, on više deformiše »prostor« pa je i gravitaciono »odbijanje« jače. Inače, pretpostavka da je gravitaciona sila odbojna, bila je veoma »u modi« tridesetih godina ovog veka; s tim u skladu, neki su verovali da Mesec stalno pokušava da padne na Zemlju, ali ga njeno gravitaciono polje »odgurkuje«.

Jedna druga kosmološka »teorija«, koju je detaljno razradio Imanuel Velikovski (*Svetovi u sudaru*, 1950.), imala je još više sledbenika: Sunčev sistem je nalik na atom, samo u makroskopskim razmerama, pri čemu Sunce odgovara jezgru atoma, a planete elektronima koji oko njega kruže. Doduše, ovaj »model« ima i neke nedostatke: dok planete imaju svaka svoju sopstvenu putanju, na orbitama oko jezgra kruži po više elektrona; zatim, elektroni su svi nosioci iste vrste i iste količine naelektrisanja, pa im je i elektromagnetno dejstvo isto, dok su planete različite veličine, pa im je gravitaciono privlačenje različito, i tako dalje.

Verovatno u želji da bude u duhu vremena u kome živimo, Dejvid Foster u svom delu *Inteligentna Vasiona*, 1975. godine, dokazuje sličnost Vasione sa ogromnim elektronskim računarom: 1. računar čuva podatke u obliku bitova, koji su mogu smatrati analogonima subatomskih čestica; 2. računar u toku svoga rada operiše sa bitovima i obrađuje ih, a nešto slično se dešava sa subatomskim česticama u hemijskim transformacijama; 3. računar se programira, kao što je i hrastov žir »programiran« da dâ hrast; 4. računar kombinuje bitove u reči, kao što se atomi kombinuju i daju atomska jedinjenja i najzad 5. prenos podataka vrši se i u računaru i u Vasioni elektromagnetnim putem. Logično, zar ne?

U skladu sa ovakvom logikom, navedimo i »teoriju« Džona Granta, iz čije knjige *Leksikon naučnih zabluda* je velikim delom korišćen materijal za ovaj članak. Grant duhovito kaže: *»Lično smatram da Foster greši, kao i ostali neortodoksni kosmolozi — jasno je da je Vasiona kuvano jaje koje se hladi i ništa više. Evo i dokaza: kuvano jaje ima konačnu zapreminu, Vasiona takođe; kuvano jaje se hladi, Vasiona takođe; kuvano jaje je čvršće skuvano nego u prvobitnom stanju, Vasiona takođe, jer danas oko nas ima mnogo više kamenja i stenja nego neposredno posle »velike eksplozije«, i najzad — osnovne boje jajeta su bela i žuta, što važi i za zvezde, u šta ste se već bezbroj puta uverili gledajući ih tokom vedrih letnjih noći.«*



BERNULIJEV PRINCIP

DUŠAN RISTANOVIĆ (Beograd)

Vesti o tri teške nesreće na raznim mestima i u raznim vremenskim razdobljima uzbuđivale su javnost.

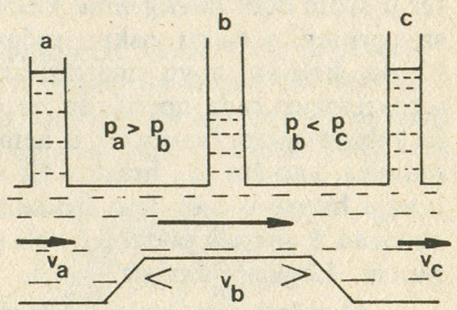
U jesen 1912. godine prekookeanski brod »Olimpik«, ploveći otvorenim morem, sudario se s mnogo manjom krstaricom »Gauk« koja se paralelno »Olimpiku«, na rastojanju od oko stotinu metara, kretala velikom brzinom u istom smeru. Kao da je pod dejstvom neke tajanstvene privlačne sile mala oklopnjača skrenula sa svog puta i svojim vrhom probila bok »Olimpika«. Posle ovog nesvakidašnjeg saobraćajnog udesa otvoren je sudski proces i proglašen je krivim kapetan »Olimpika« jer se, po mišljenju suda, »Olimpik« »isprečio« ispred »Gauka«.

Novembra 1949. godine nekoliko ljudi, koji su sasvim mirno stajali na peronu železničke stanice mesta Gejri u državi Indijana (SAD) iznenada se našlo pod točkovima zahuktalog brzog voza koji je u tom momentu bez zaustavljanja prošao kroz stanicu.

Na novinskim stranicama širom sveta često su se objavljivale vesti kako je u nekim mestima vetar orkanske jačine odnosio krovove s mnogih kuća.

Iako na izgled različiti, svi ovi nemili događaji uzajamno su tesno povezani. Oni su posledica tzv. *Bernulijevog principa.*

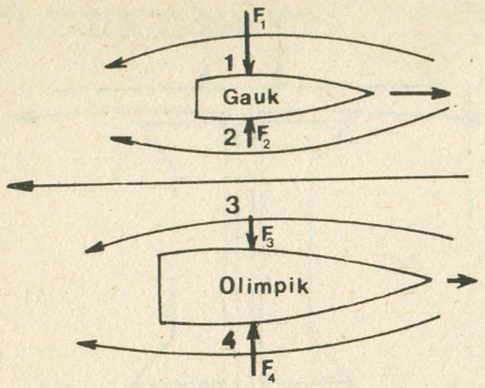
Još 1738. godine italijanski matematičar i fizičar Danijel Bernuli uočio je i matematički formulisao jednu činjenicu, koja je po njemu docnije nazvana Bernulijev princip, a koja tvrdi: *Ako se fluid (tečnost ili gas) kreće kroz cev raznih poprečnih preseka, pri porastu brzine njegovog kretanja u užem delu cevi pritisak u fluidu, koji kroz taj deo cevi protiče, srazmerno opada u odnosu na pritisak u širem delu cevi.* Na sl. 1. prikazana je cev kroz koju protiče tečnost. Kroz suženi deo cevi tečnost protiče brže ($v_b > v_a$), tako da prema Bernulijevom principu pritisak na tom mestu opada (nivo tečnosti u otvorenom manometru *b* je niži) u odnosu na pritisak u širim delovima cevi (nivoi tečnosti u manometrima *a* i *c* su viši).



Slika 1.

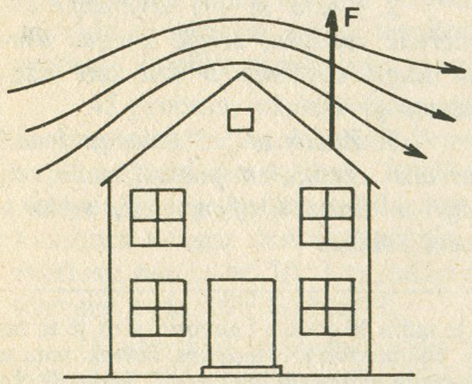
Sad mogu lako da se objasne sva tri prethodno prikazana događaja.

Kad dva broda, ploveći u istom smeru, prolaze jedan kraj drugog, posmatrač s broda utvrdiće da voda između brodova, zbog ispupčenosti njihovih bokova, protiče brže nego voda oko samih brodova (sl. 2). Prema Bernulijevom principu, u vodi između



Slika 2.

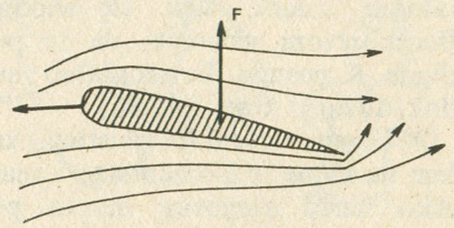
brodova sniziće se pritisak u odnosu na pritisak u okolnoj vodi, koji ih zato, delujući na naspramne bokove (1 i 4, sl. 2), približava jedan drugom. Slično, voz u pokretu nosi u sebi i između vagona znatniju količinu vazduha, tako da se u tom pokretnom vazduhu pritisak snižava u odnosu na pritisak u okolnom vazduhu. Zato je tako nastali vakuum »uvukao u sebe« ljude koji su stajali na peronu, kraj voza u pokretu. Najzad, prelazeći preko vrhova krovova vazdušna struja se naglo širila (sl. 3), i usled sniženja pritiska



Slika 3.

vazduha iznad krova rezultujuća sila *F* podizala je uglavnom onu stranu krova koja nije bila na direktnom udaru vetra.

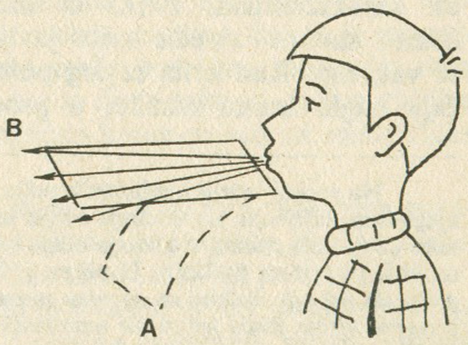
Na sličan način može da se protumači uticaj vazduha koji, obilazeći krila aviona u letu, deluje na njega silom naviše. (Na sl. 4. prikazan je profil avionskog krila).



Slika 4.

Naime, sila naviše posledica je delovanja vazduha na donju i gornju površinu krila. Vazduh, koji direktno udara na donju površinu nešto iskošenog krila realizuje silu koja podiže avion (slično kao što vetar podiže zmaja od hartije). Sila istog smera, koja deluje na gornju površinu krila, posledica je njegove pogodno zaobljene površine. Pojava je slična primeru prikazanom na sl. 3, jer tada sniženi pritisak iznad većeg dela avionskog krila uslovljava pojavu rezultujuće sile naviše.

Da biste se uverili u pojavu ovakve sile, uzmite list hartije

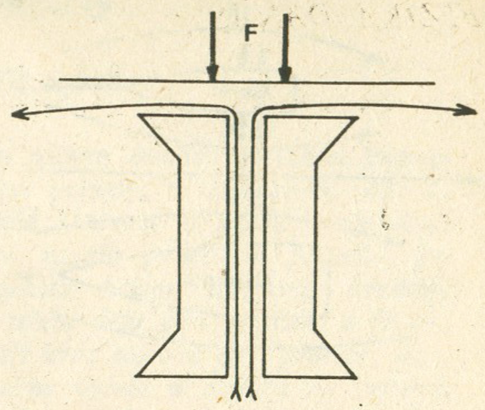


Slika 5.

formata A-4, uhvatite njegov uži kraj obema rukama i prinesite ga ustima (sl. 5). Zbog sopstvene težine zadnji kraj lista će da se savije naniže (sl. 5A). Zatim duvajte neposredno iznad lista u horizontalnom smeru. List će, shodno Bernulijevom principu, da se podigne i postavi horizontalno sve dok duvanje traje (sl. 5B).

Uzmite drveni (ili plastični) kalem na kome je bio namotan konac. Ako iznad njegovog otvora postavite svoju gumicu za brisanje, pa zatim kroz drugi, donji otvor snažno dunete, gumica će sleteti sa kalema. Međutim, ako iznad otvora postavite list hartije, nikakvim duvanjem ga nećete odići sa kalema, iako je list mnogo lakši od gumice (sl. 6). Pojava se takođe jednostavno objašnjava: vazduh koji izlazi iz gornjeg otvora širi se ispod lista hartije na sve strane i krećući se zato većim brzinama stvara u tom delu prostora stanje sniženog pritiska koji priljubljuje hartiju za kalem (sl. 6).

Sniženje pritiska iznad avionskih krila predstavlja način da se objasni uzletanje ptica. Na primer, kad golub uzleće, njegova krila se simetrično i brzo kreću naviše i naniže. Pokret krila naviše završava se njihovim snažnim sudarom uz karakterističan zvuk. U momentu sudara između krila javlja se vakuum. Kad krila iz tog položaja naglo krenu naniže, u prostoru između njih, posebno u području neposredno iznad leđnog dela, stvara se za momenat vakuum. Kako na trbušnu stranu goluba dejstvuje naviše sila normalnog atmosferskog pritiska, golub će da se pomera u prostor sniženog ptitiska, tj. da uzleće. Kad postigne potrebnu visinu, on drži krila raširena i njima lagano maše radi održavanja ravnoteže u letu.



Slika 6.

Pokušajte, na kraju, da odgovorite na sledeća pitanja:

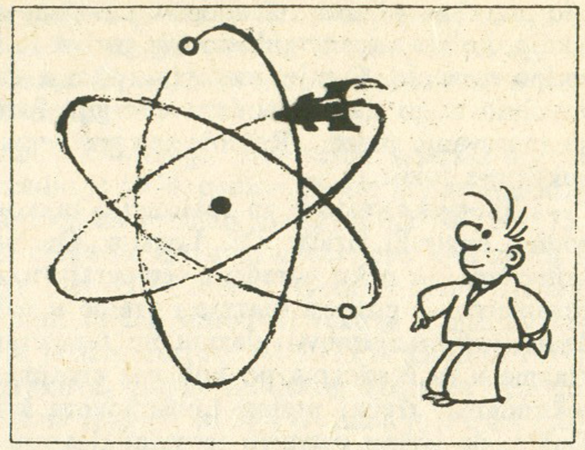
1. *Zašto pri blagom povetarcu odžak bolje »vuče«, tj. vatra u peći bolje gori*?

2. *Zašto se pri stvaranju usmerene vazdušne struje između dveju kugli obešenih o niti one uzajamno privlače*?

3. *Zašto se pri duvanju iznad otvora vertikalno postavljene cevi, čiji je drugi kraj u vodi, voda u cevi podiže*?

Na svojoj teoriji ujedinjenih polja Ajnštajn je radio 30 godina i govorio je da je to po njegovom mišljenju najvrednije što je uspeo da u životu stvori. Međutim, mnogo puta u toku ovog rada padao je u stanja očaja koja su proizlazila iz brojnih matematičkih poteškoća na koje je pritom nailazio. U pismu jednom svom prijatelju iz tog perioda stajalo je: »*Izgleda da mi nije suđeno da saznam smem li da verujem svojim jednačinama... Ja vam dugo vremena nisam pisao jer su me matematičke muke držale u nemilosrdnim mengelama tako da se nikako nisam mogao iz njih da iščupam. Zato nikuda ne idem i štedim vreme odlažući sve za bolja vremena. Kao što vidite, pretvorio sam se u tvrdicu. U trenucima kada se otreznim, ja shvatam da je ta pohlepa za vremenom poročna i glupa*«.

FIZIKA DANAS...



TERMONUKLEARNA FUZIJA: LASERI OBEĆAVAJU REŠENJE

MILAN S. DIMITRIJEVIĆ (Beograd)

Proučavanje fuzije, problema veoma važnog za opstanak budućih generacija, odvija se već skoro trideset godina. Epoha laserske tehnike je kraća. Danas smo svedoci objedinjavanja ove dve problematike i rađanja nove oblasti istraživanja — *laserske termonuklearne fuzije*.

Novi izvori elektromagnetnog zračenja — laseri — omogućili su da se problemu termonuklearne fuzije priđe sa sasvim druge strane. Laseri se izdvajaju od ostalih impulsnih izvora energije, kako po apsolutnoj vrednosti snage zračenja, tako i po mogućnosti da se ova snaga koncentriše na malu površinu. Snaga izvora svetlosti meri se obično u džulima ili kilodžulima u sekundi. Razvitkom laserske tehnike pojavili su se impulsni izvori energije čija je snaga reda veličine *teravata* (10^{12} W). Ilustracije radi, navedimo primer da je ukupna snaga visokorazvijenih SAD reda 10^{12} W. Razume se, zračenje ovolike snage laser emituje u veoma kratkom vremenu.

U procesu razvitka lasera prvo su osvojeni uređaji čiji su impulsi zračenja emitovani u toku perioda reda nanosekunde (10^{-9}s). Danas laseri rade u pikosekundnom opsegu (10^{-12} s). Uz to, važna osobina lasera je mogućnost da se njegov zrak fokusira na veoma malu površinu, dimenzija reda kvadrata talasne dužine zračenja. Ako se uzme da je talasna dužina vidljive svetlosti manja od 10^{-4}cm, izlazi da je mogućno koncentrisati na metu fluks energije reda 10^{15} $Js^{-1}cm^{-2}$.

Laseri kao impulsni izvori energije mogu se u termonuklearnim istraživanjima iskoristiti na najmanje tri načina: za stvaranje guste plazme, njeno zagrevanje i sažimanje do velikih gustina. Laseri su rešili još jedan problem koji je zadavao brige fizičarima. To je pitanje u čemu držati plazmu. Ako je ona dovoljno velike gustine da se u toku njenog razletanja mogu odigrati sve željene nuklearne reakcije, ovaj problem je rešen. Fizičari obično kažu da je plazma *inercijalno konfinirana*, a to se postiže pomoću lasera. Naime,

nije potrebno plazmu očuvati neograničeno dugo. Jer, kako se reakcija fuzije odvija, količina termonuklearnog goriva se smanjuje i na kraju ga je neophodno zameniti. Ostaje, međutim, pitanje da li je moguć̀no zadržati plazmu dovoljno dugo da oslobođena energija fuzije nadoknadi energiju utrošenu na zagrevanje plazme. Rešenje tog problema ukazuje na ostvarljivost termonuklearne fuzije.

Teorijske uslove za realizaciju takvog eksperimenta objavio je 1957. godine engleski fizičar Dž. Louson. Oni su danas poznati kao *Lousonov kriterijum*. Za neku određenu temperaturu, ovi uslovi povezuju dva osnovna parametra — gustinu plazme i vreme u toku koga je možemo očuvati. Za deuterijum-tricijumovu plazmu na temperaturi od 5 keV, proizvod gustine plazme n (u česticama po kubnom centimetru) i vremena konfiniranja t (u sekundama) treba, prema Lousonovom kriterijumu, da iznosi 10^{14} scm^{-3}. Dakle, da bismo ostvarili termonuklearnu centralu koja bi kao gorivo koristila smešu deuterijuma i tricijuma, uslovi su $T \geqq 5$ keV i $nt \sim 10^{14}$ scm^{-3}.

Pomoću lasera mogućno je dobiti plazmu velike gustine, ako se na kuglici termonuklearnog goriva izazove *implozija*. Implozija na »jeziku fizike« označava događaj u kome se eksplozija odvija prema unutrašnjosti, a ne kako je to uobičajeno — prema spoljašnjosti. Kako se to izvodi? Ako se kuglica termonuklearnog goriva ozrači sa više strana pomoću skupa lasera, tako da na celoj površini kuglice otpočne proces brzog sagorevanja ili eksplozije, na svakoj tačci njene površine delovaće sile usmerene i prema spoljašnjosti i prema unutrašnjosti. Ako je odnos ovih sila takav da kuglica počne da st sažima, mogućno je postići ogromne gustine. Još 1961. godine, kratko posle otkrića impulsnog lasera, Dž. Nakols, iz Los Alamosa, izveo je proračun implozije mikrosfere od smeše deuterijuma (D) i tricijuma (T) pod dejstvom lasera. Proračuni su dali teorijsku potvrdu mogućnosti sažimanja plazme od DT smeše do gustine 10000 puta veće od početne gustine tvrdog vodonika — 0,2 gcm^{-3}, tj. do gustine od 2 kgcm^{-3}. Sažimanje DT smeše do navedene gustine odgovara pritisku od oko 100 milijardi megapaskala, što se može uporediti samo sa pritiscima u centralnim delovima zvezda.

Laboratorija	Laser	Broj zrakova
Lorens Livermor (Kalifornija)	SHIVA ARGUS	20 2
Laboratorija za lasersku energetiku, Ročester (Njujork)	ZETA OMEGA	6 24
Institut Lebedev, Moskva (SSSR)	DELFIN	216
Institut za lasersko inženjerstvo, Osaka (Japan)	GEKKOIV	4
AWRE, Eldermeston (Engleska)	HELEN	2
Raderford, Eplton (Engleska)	VULCAN	6

Danas je fuzija kompresijom kuglice (*palet compression fusion*) područje istraživanja na kome se radi u više laboratorija u svetu. U mnogim zemljama su konstruisani snažni laserski sistemi. U tabeli su dati nazivi nekoliko najsnažnijih lasera za fuziona istraživanja.

Na primer, u Lorens Livermor laboratoriji, prvi veliki laserski sistem za fuziju kompresijom kuglice proradio je 1974. godine. Nosio je ime rimskog boga sa dva lica — JANUS — i u početku je imao snagu od 0,2 TW, a 1975. godine snagu od 0,4 TW. Pomoću njega na metu su upravljena dva zraka i postizane su temperature od 2 keV i $nt \sim 10^{11}$ scm^{-3}. Godine 1976. razvijen je ARGUS (po brodu argonauta koji su bili simbol čovekove težnje za nepoznatim) snage 4 TW i postignuta je temperatura od 10 keV. Godine 1979. proradio je SHIVA sa dvadeset zrakova, poput indijskog boga sa mnogo ruku, »pritiskujući« metu sa svih strana snagom od 30 TW. Sada je u toku gradnja sistema koji je nazvan NOVA, jer se očekuje da će snagom od 200 TW zagrejati metu do 5 keV i postići $nt \sim 10^{15}$ scm^{-3}, izazivajući procese koji se javljaju u novama i supernovama i ostvarujući sve potrebne uslove za kontrolisanu termonuklearnu fuziju. Početak rada ovog sistema predviđa se za 1985. godinu.

STRUKTURA SUNCA

IŠTVAN VINCE (Beograd)

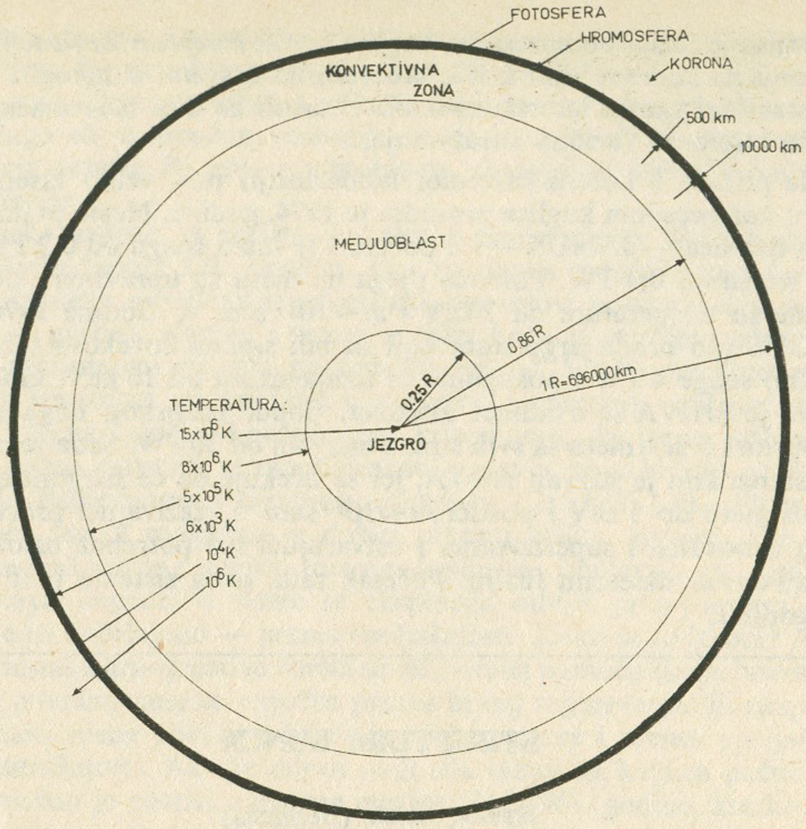
Sunce je jedna od ogromnog broja zvezda u Vasioni koja se izdvaja samo svojom bliskošću Zemlji. Grubo gledano, inače, Sunce se ne razlikuje od ostalih zvezda. Prema tome, proučavanje Sunca pomaže nam da bolje razumemo i život dalekih zvezda. Sunce je ogromna »astrofizička laboratorija« koja omogućava proveravanje teorijskih rezultata u oblasti istraživanja fizičkih osobina zvezda.

Sunce je ogromna, sjajna, gasna lopta visoke temperature. Prečnik Sunca je oko 1,4 miliona km, tj. 110 puta je veći od Zemljinog prečnika. Masa Sunca je 2×10^{30} kg, odn. oko 333000 puta je veća od mase Zemlje. Površinska temperatura Sunca je 6000 stepeni.

Uslovi pod kojima se materija na Suncu nalazi menjaju se u veoma širokim granicama. Kad se proučava tzv. mirno Sunce — statička, sferno simetrična, užarena gasna lopta — u kome se svojstva materije menjaju samo u zavisnosti od radijusa, možemo podeliti Sunce na sledeće karakteristične ljuske (sl. 1): jezgro, međuoblast, konvektivna zona, fotosfera, hromosfera i korona.

Jezgro Sunca

Ogromna Sunčeva lopta pod uticajem sopstvenog gravitacionog polja u njenom centralnom delu stvara veliki pritisak, gustinu i visoku temperaturu. Temperatura u centru je oko 15 miliona stepeni. Pritisak u centru Sunca je oko 250 milijardi, a gustina materije je oko 100 hiljada puta veća nego u Zemljinoj atmosferi. Zbog visoke temperature materija se nalazi u specifičnom gasnom stanju. Atomi su potpuno jonizovani. Jezgra atoma i elektroni kreću se kao slobodne čestice. U ovakvim uslovima odigrava se nuklearna reakcija u kojoj se protoni pretvaraju u jezgro helijuma. Tom prilikom, iz svakog grama vodonikovog jezgra koji učestvuje u reakciji, 0,007 pretvara se u energiju. Ova nuklearna reakcija je izvor energije koju Sunce zrači u Vasionu. Za tu svrhu Sunce potroši pet miljard. kilograma svoje materije svake sekunde.



Slika 1.

Idući od centra Sunca ka površini, smanjuju se gustina, pritisak i temperatura. Na rastojanju od centra od oko 1/4 radijusa Sunca, ovi parametri se toliko promene da nuklearna reakcija ne može da se odvija. Tu je granica jezgra Sunca. Temperatura na granici je »samo« osam miliona stepeni.

Međuoblast

Sloj iznad jezgra naziva se međuoblast. On se prostire do 0,86 radijusa Sunca. Energija koja se oslobađa u nuklearnoj reakciji u jezgru Sunca prenosi se u ovom sloju zračenjem. Prenos zračenjem odvija se tako da energija iz jezgra izlazi u obliku gama zrakova i, idući ka površini, pretvara se u rendgensko, zatim u ultraljubičasto i na kraju u vidljivo zračenje. Na gornjoj granici međuoblasti uslovi se toliko promene da zračenje ne može obezbediti prenos celokupne dospele energije.

Konvektivna zona

Kad zračenje nije u stanju da prenese celokupnu energiju ka površini Sunca, javlja se jedan drugi vid prenošenja energije, tzv. konvekcija. Osnovni uzrok pojave konvekcije je velika razlika temperature duž radijusa Sunca.

Temperatura u gornjem sloju međuoblasti se smanji do te mere da elektroni postaju toliko spori da ih atomska jezgra mogu zarobiti. Tako se naglo povećava broj atoma koji su veoma sposobni da apsorbuju zračenje, tj. da povećaju neprozračnost gasa. Povećana neprozračnost materije dovodi do brzog opadanja temperature iznad granice konvektivnog sloja: povećava se gradijent temperature. Ako se u takvoj sredini neki topliji element slučajno malo podiže u hladniju okolinu, može doći do dva procesa. Prvi, element se brzo

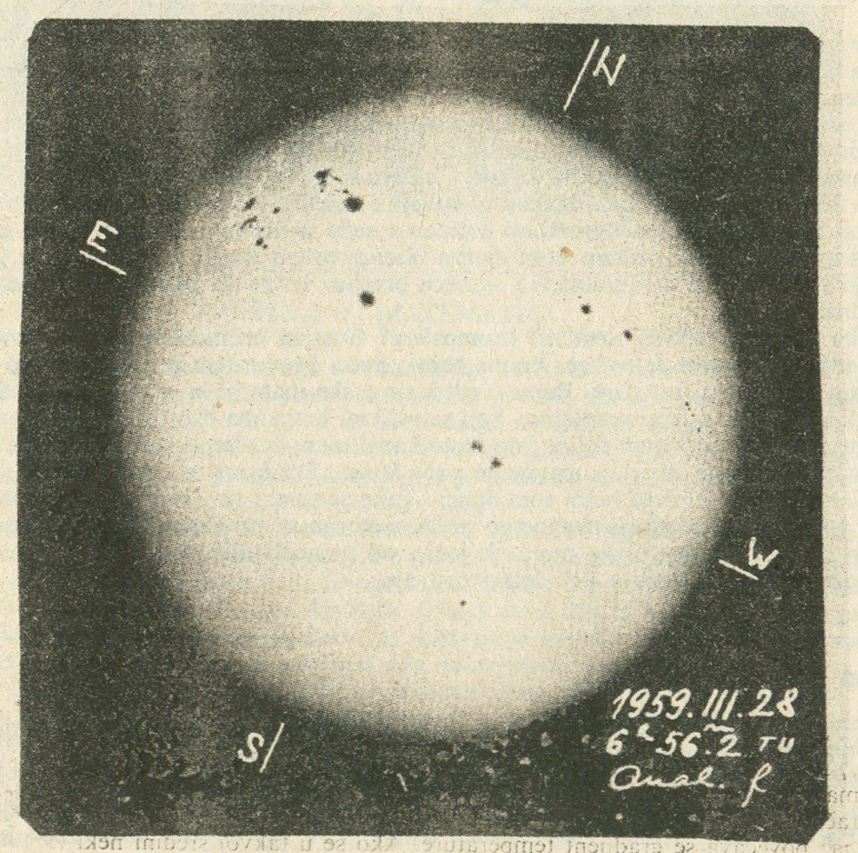
ohladi i njegova temperatura izjednači se sa temperaturom okoline. Drugi, element sporo predaje toplotu hladnijoj okolini i ne može se ohladiti tako brzo. U ovom procesu veoma važnu ulogu igra zarobljavanje elektrona od strane atomskih jezgara (rekombinacija), pri kom se oslobađa energija koja takođe doprinosi povećanju unutrašnje energije, a u krajnjoj liniji temperature elementa. Takav element je ređi od okoline i zbog toga na njega deluje sila potiska koja ga gura ka površini Sunca. Tamo ovaj element gubi energiju zračenjem, brzo se hladi i postaje teži od okoline, te se vraća ka unutrašnjosti Sunca. Ovaj proces se zove konvektivni prenos energije, a sloj Sunca u kome se on odigrava konvektivna zona. Debljina ovog sloja je oko 100000 km.

Pri dobrim posmatračkim uslovima, posmatrač sa Zemlje može videti gornji sloj konvektivne zone. Sunce izgleda kao da je kaldrmisano. Nepravilne svetle površine ređaju se jedna pored druge, a odvojene su tamnijim granicama. Ova pojava zove se granulacija. Površina jednog »kamena« (granule) veća je od površine Jugoslavije.

Konvektivno prenošenje energije je veoma buran proces. Granule se stvaraju i raspadaju u toku nekoliko minuta. Na Sunčevoj površini postoji više miliona granula u istom trenutku. Konvektivni procesi imaju uticaja i u dalekim oblastima atmosfere Sunca. Oni su uzrok različitih, ponekad veoma neobičnih pojava u Sunčevoj atmosferi.

Fotosfera

Iznad konvektivne zone nalazi se najtanji sloj Sunca, fotosfera. Debljina fotosfere je nekoliko stotina kilometara. Iz nje potiče najveći deo svetlosti koju Sunce zrači u okolni prostor. Jaka svetlost fotosfere onemogućava u normalnim uslovima posmatranje ostalih slojeva Sunčeve atmosfere.



Slika 2.

Već i malim teleskopom mogu se videti veoma interesantni detalji u fotosferi. Možemo primetiti veće ili manje tamne površine. To su tzv. Sunčeve pege. Pege se često grupišu i formiraju grupe pega. U većoj grupi može se naći po nekoliko desetina pega. Strpljivi posmatrač može primetiti da se pege pomeraju od istočnog ka zapadnom rubu Sunca. Odatle se vidi da Sunce rotira.

Rotacija Sunca nije kao kod krutog tela. Ugaona brzina rotacije ekvatorskog područja je veća od ugaone brzine rotacije polova. Jedan obrt Sunčevog ekvatora traje 25 dana, a oko polova 29 dana. Takva rotacija se zove diferencijalna. Dugoročna posmatranja Sunčevih pega pokazuju da se njihov broj periodično menja. Njihov broj se svakih 11 godina povećava (kad nastane tzv. maksimum aktivnosti), odn. smanjuje (minimum aktivnosti). Ponekad se za vreme maksimuma vidi više od 10 grupa i veći broj pojedinačnih pega, dok za vreme minimuma često uopšte nema pega na Suncu. Na sl. 2 je fotografija Sunca za vreme maksimuma. Vide se tri lepo razvijene grupe pega i nekoliko pojedinačnih.

Šta su pege? To su oblasti fotosfere gde je temperatura niža od okolne. Temperatura u pegama je za oko 1500 stepeni manja od temperature fotosfere. To su oblasti sa veoma jakim magnetnim poljem. Magnetno polje je uzrok niskoj temperaturi, jer prigušuje konvektivno kretanje tj. sprečava da tople granule izađu na površinu Sunca.

Iako pege izgledaju crne, one su u suštini sjajni objekti. Kad bismo izvadili jednu prosečno veliku pegu iz fotosfere i ostavili na rastojanju Sunca da osvetljava Zemlju noću, mogli bismo pod njenom svetlošću da čitamo ove redove.

Pored tamnih pega na Suncu se vide i oblasti svetlije od fotosfere. To su tzv. fakule ili baklje. Fakule se obično nalaze oko pega, međutim, pojavljuju se i daleko od njih. Uzrok nastanka fakula nije do kraja razjašnjen. Posmatranja ukazuju da su fakule takođe vezane za pojavu magnetnih polja. Temperatura fakula je nešto viša od temperature fotosfere.

Hromosfera

Hromosfera — sfera boje — je donji sloj Sunčeve atmosfere. Do druge polovine prošlog veka ljudi su je mogli videti samo nekoliko sekundi, za vreme totalnih pomračenja Sunca. U trenutku kad Mesec pokrije fotosferu, za kratko vreme bljesne jedan tanak srp crvene boje na istočnom rubu Meseca. Nekoliko trenutaka posle završetka totalne faze, ista pojava se odigrava na zapadnom rubu Meseca. U ovim trenucima posmatraču sa teleskopom ukazuje se prilika da vidi veličanstveni prizor. Čini mu se kao da gleda goreću preriju. Plameni jezici se dižu u visinu, a poneki komad se odvaja i odleti u svemir. Ovi plameni jezici, koje nazivamo spikulama, često ogromnim brzinama sežu u visinu i do 10000 kilometara.

Astronomi danas jednim domišljatim instrumentom mogu stalno da drže pod prismotrom sve događaje u hromosferi i »goreću preriju« mogu da posmatraju i unutar Sunčevog diska.

Šta je uzrok takvoj strukturi hromosfere? Gustina hromosfere je nekoliko hiljada puta manja od gustine fotosfere. Prema tome, masa hromosfere je zanemarljivo mala u poređenju sa masom fotosfere. Burno vrtloženje teške materije u granulama predaje svoj impuls lakšim hromosfrskim delićima koji se velikim brzinama dižu u visine. Primećeno je da su putanje ovih izbačenih delića vrlo često kanalisane; čestice se kreću po utvrđenim putanjama. Ove putanje određuje magnetno polje Sunca. Strukturu magnetnog polja određuje kretanje materije u konvektivnoj zoni Sunca. Tako se stvara tzv. hromosferska mreža, duž koje se raspoređuje pojačano magnetno polje, materija sa povišenom temperaturom i povećanim sjajem. Hromosferska mreža je jedna od najuočljivijih posledica uticaja konvektivne zone Sunca na slojeve koji leže iznad nje.

Korona

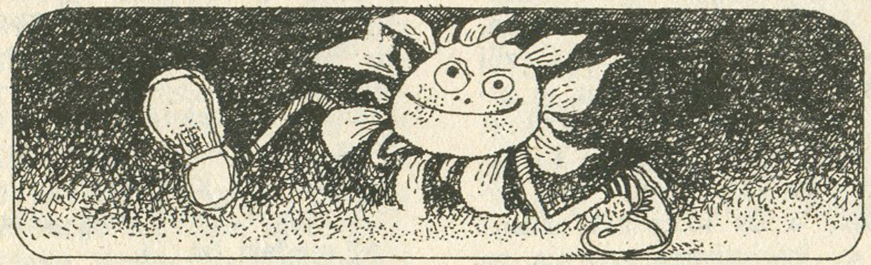
Korona je gornji sloj atmosfere Sunca. Prostire se daleko u Svemir. Po nekim podacima i Zemlja se nalazi u Sunčevoj koroni.

Korona se sastoji od veoma retkog gasa, prilično visoke temperature. U proseku, temperatura niže korone je oko milion stepeni. Uzrok ove visoke temperature nije sasvim jasan. Energiju za postizanje tako visoke temperature najverovatnije obezbeđuju udarni talasi koji se prostiru kroz koronu. Osnovni izvor ovih talasa leži u konvektivnoj zoni Sunca. Poremećaji koji su prouzrokovani konvektivnim kretanjima šire se u obliku talasa kroz Sunčevu atmosferu. U hromosferi i koroni gde je materija retka, ovi talasi postaju udarni i njihova energija prelazi u energiju haotičnog kretanja čestica, tj. troši se na povećanje temperature gasa.

Za posmatrača sa Zemlje korona se najbolje vidi za vreme totalnog pomračenja Sunca. Postoje instrumenti, tzv. koronografi, koji omogućuju posmatranje korone i van pomračenja. Međutim, zbog rasutog svetla u Zemljinoj atmosferi koronografom se mogu posmatrati samo sjajniji delovi korone, tj. samo unutrašnja korona. Ovo je sasvim razumljivo, jer je sjaj korone za oko milion puta manji od sjaja fotosfere, čije rasuto svetlo u Zemljinoj atmosferi može biti mnogo sjajnije od korone. Astronomi se zbog toga i trude da iskoriste svako totalno pomračenje Sunca za posmatranje korone. Organizuju ekspedicije čak i u najsurovije krajeve Zemlje da bi proučavali koronu koja se vidi za vreme totaliteta samo u toku nekoliko minuta.

Struktura korone je veoma nehomogena. Sjaj korone brzo opada sa rastojanjem od površine Sunca. Oblik korone je promenljiv. Za vreme maksimuma aktivnosti Sunca korona je više sferosimetrična, nego za vreme minimuma aktivnosti, kada je izdužena na ekvatorskom delu Sunca. Pored ove nesimetričnosti korone, vidi se i njena vlaknasta struktura. Ta vlakna su sjajnija od pozadine. Oblik vlakana je različit i uglavnom zavisi od oblika magnetnog polja u koroni. Vlakna na polovima su uglavnom četkastog oblika, dok na manjim heliografskim širinama imaju petljastu strukturu.

Korona nije statična tvorevina. Ona se širi pod dejstvom sopstvenog gradijenta pritiska. Potok odlazećih čestica, tzv. Sunčev vetar, veoma je brz, te stiže do Zemlje sa Sunca za nekoliko dana. Temperatura ovog gasa je oko 100000 stepeni. Naša je sreća da mu je gustina vrlo mala: nekoliko čestica u kubnom centimetru. Kad bi gustina Sunčevog vetra bila jednaka gustini naše atmosfere, on bi trenutno opustošio našu planetu.



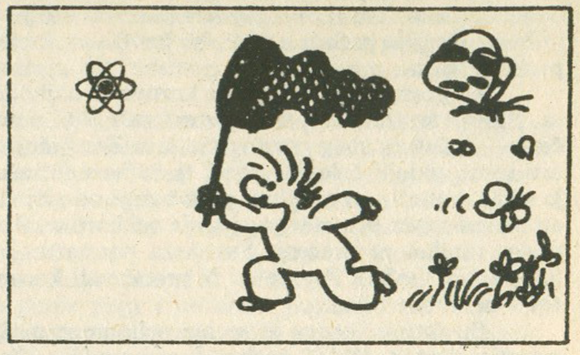
AJNŠTAJN O MATEMATICI

Ajnštajn je u detinjstvu bio tih, zamišljen, zatvoren u sebe i zato u školi nije blistao uspesima. Njegov učitelj nemačkog jezika govorio mu je: »*Od tebe, Ajnštajne, ništa vredno neće ispasti!*« U to doba zvali su ga »*poslušnim detetom zbog njegove bolesne ljubavi prema pravdi i pravednosti*«. Ovaj tihi pravdoljubac nije se dopadao ni nastavnicima gimnazije. Docnije, Ajnštajn je govorio da su mu »*učitelji u osnovnoj školi ličili na narednike, a u srednjoj na poručnike*«.

Dalje školovanje u Cirihu izazivalo je u njemu odbojnost prema školi zbog formalnog i nasilnog utiskivanja znanja u glavu. To ga je podstaklo da počne samostalno da ovladava naukom kroz čitanje i razmišljanje o pročitanom. »*U 12. godini doživeo sam pravo čudo* — kaže Ajnštajn. *Njegov izvor bila je knjiga Euklidova geometrija*«. Sećajući se docnije tog perioda, Ajnštajn je govorio: »*Nije rođen za teorijskog istraživača onaj ko se u mladosti nije oduševljavao ovim delom*«.

Ajnštajn je već tada bio opčinjen matematikom, ali je uskoro primetio da on »*nije u stanju da razdvoji u matematici osnovno i važno od ostalog*«. A još docnije on je govorio: »*Matematika je dobar način da se neko vuče za nos!*« Za Ajnštajna su »*matematička tvrđenja samo ona koja se odnose na predmete i pojave u prirodi, a koja mogu da se dokažu eksperimentalno*«.

D. R.

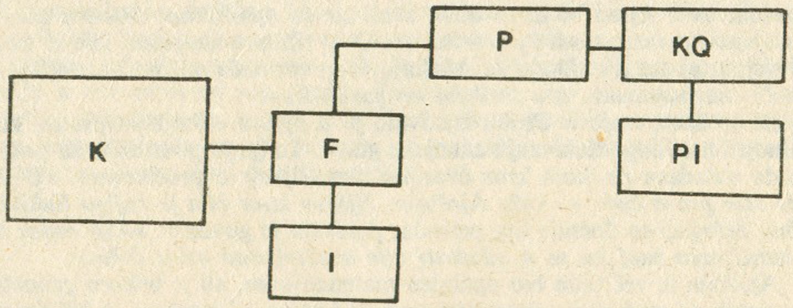


ULTRASLABO SVETLJENJE

MIRJANA LIVADA (Beograd)

Ovaj tip biohemiluminiscencije (vidi MF 26) prvi put se spominje pedesetih godina ovog veka, kada su ga Koli i Fakčini zapazili na korenu žitarica. Kasnije je utvrđeno da je *ultraslabo svetljenje* (spontana emisija svetlosti) karakteristično za ćelije svih živih organizama, a da intenzitet emisije zavisi od evolutivnog stupnja na kome se dati organizam nalazi — što je organizam primitivniji (niže na lestvici evolutivnog razvoja), intenzitet emisije je veći. Ultraslabo svetljenje registruje se u vidljivoj oblasti spektra, između 450nm i 650 nm, sa maksimumom oko 550 nm; pri tome se ova emisija svetlosti iz ćelija i tkiva odvija konstantnom brzinom. Obzirom da je intenzitet svetljenja, kako i samo ime kaže, veoma mali — 10^5 kvanata u sekundi po 1 gramu tkiva, za njegovo registrovanje neophodno je korišćenje fotomultiplikatora i specijalnog detektorskog uređaja (sl. 1).

Danas se smatra da je ultraslabo svetljenje rezultat hemijskih reakcija (oksidacije), koje se ne odvijaju pod kontrolom fermenata,

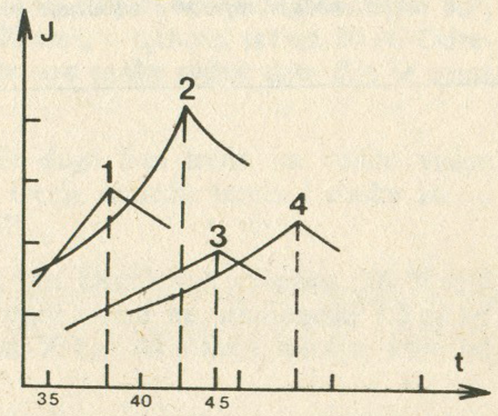


Sl. 1. Šema uređaja za registrovanje ultraslabog svetljenja. Legenda: K — komora za objekat sa termoregulatorom; I — izvor napona; F — fotomultiplikator; P — pojačavač; KO — katodni osciloskop; PI — pisač.

već po mehanizmu lančanih reakcija u ćelijskim membranama: slobodni radikali u membrani se u prisustvu kiseonika oksiduju i prelaze u nestabilne peroksidne radikale ROOH, koji se zatim raspadaju na RO i OH grupe. Njihova dalja rekombinacija dovodi do pobuđivanja molekula, koji zatim višak energije emituju u vidu svetlosti. U normalnim fiziološkim i spoljašnjim uslovima, ove reakcije se odvijaju u stacionarnom režimu i koncentracija molekula radikala ostaje konstantna u vremenu. Međutim, sa promenom uslova spoljašnje sredine dolazi i do promene intenziteta ultraslabog svetljenja, pri čemu intenzitet raste sa povećanjem metabolizma organizma, naravno u granicama fizioloških normi. Intenzitet ultraslabog svetljenja zavisi pre svega od intenziteta i brzine delovanja spoljašnjih faktora, kao i od prethodne adaptacije organizma na te faktore. Pri naglom porastu koncentracije toksičnih materija u spoljašnjoj sredini, pri smanjenju procenta vode, delovanju visokih i niskih temperatura, intenzitet ultraslabog svetljenja naglo raste i dostiže maksimalnu vrednost, koja se označava kao »*bljesak*«. Neposredno posle »bljeska«, nastupa smrt organizma. Ovako nagao porast intenziteta svetljenja objašnjava se promenama u strukturi ćelijskih membrana pod uticajem promena faktora spoljašnje sredine. Ove promene imaju za posledicu porast biosinteze i nagomilavanje materija koje sprečavaju procese oksidacije, što na kraju dovodi do razgrađivanja strukture membrane. Opšte je prihvaćeno mišljenje da je emisija svetlosti u vidu ultraslabog svetljenja neko-

risna za organizam, odnosno da je posledica nesposobnosti ćelija organizma da u potpunosti sačuvaju energiju nastalu u metaboličkim procesima u ćeliji.

Danas je utvrđeno da između otpornosti biljke na visoke temperature i položaja maksimuma krive intenziteta ultraslabog svetljenja postoji određena korelacija (ovaj maksimum, kao što smo rekli, prethodi degradacionim procesima u strukturi ćelijskih membrana). Takođe je utvrđeno da je položaj maksimuma na krivoj, »*intenzitet ultraslabog svetljenja u funkciji temperature*«, pri istim ostalim uslovima, karakterističan za određenu vrstu biljaka (sl. 2). Kod biljaka koje su otporne na visoke temperature ovaj maksimum je pomeren ka višim temperaturama i obratno. Na osnovu registrovane temperaturske zavisnosti ultraslabog svetljenja, mogućno je vršiti selekciju biljaka po stepenu otpornosti na visoke temperature.



Sl. 2. Dejstvo povišenih temperatura na biohemluminescenciju različitih kultura. Legenda: ordinata — intenzitet u relativnim jedinicama; apscisa — temperatura u stepenima Celzijusovim; 1 — pšenica; 2 — ječam; 3 — kukuruz; 4 — pamuk.

Slično je i sa niskim temperaturama. Pri snižavanju spoljašnje temperature, na temperaturi blizu 0°C, registruje se nagli »bljesak«. Ovo naglo odavanje energije u vidu svetlosti nastaje u trenutku formiranja leda u tkivu biljke. I svetljenje na niskim temperaturama takođe se može smatrati degradacionim, jer ga emituje povređeno tkivo. Što je biljka otpornija na niske temperature, »bljesak« se javlja kasnije.

Na ovaj način, merenjem intenziteta ultraslabog svetljenja, može da se odredi stepen uticaja spoljašnjih činilaca na ispitivane objekte, što otvara široke perspektive za ispitivanja fiziološke osnove otpornosti organizma.

DEJVI O FARADEJU

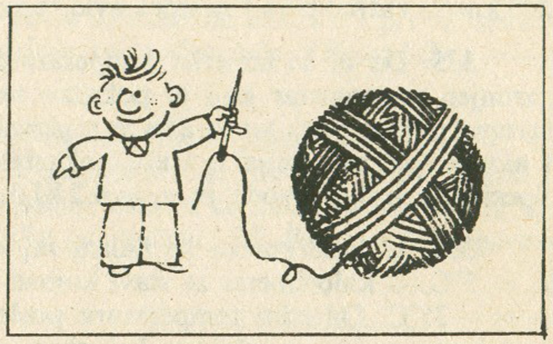
Majkl Faradej se rodio u porodici londonskog kovača. U 13. godini otišao je na zanat i počeo da radi kao knjižarski pomoćnik. To mu je pružilo mogućnost da mnogo čita. Želja za znanjem podstakla ga je da počne da posećuje javna predavanja istaknutog fizičara i hemičara Hemfrija Dejvija. Pošto su ga ona oduševila, Faradej napiše pismo Dejviju s molbom da ga primi na bilo kakav posao u svojoj laboratoriji. U prilogu mu je poslao lepo sređen tekst proslušanih predavanja zajedno sa svojim komentarima. »*Ja bih želeo da konačno napustim zanat i stupim u službu nauke*« — pisao je Faradej.

Dejvi je u početku odbio Faradeja jer za posao nije imao slobodnog mesta. On ga je upozorio da je »*nauka kruta i bezosećajna i da ona može da materijalno nagradi u najboljem slučaju samo one koji joj se do kraja posvete*«.

Faradeju je ipak pomogao jedan nesrećan slučaj: prilikom eksplozije retorte u laboratoriji, Dejvi je povredio oči tako da nije mogao ni da čita, ni da piše. Zato je on poslao po Faradeja i Faradej je uskoro postao Dejvijev laborant. Mnogo godina kasnije kada su Dejvija pitali šta smatra svojim najvećim otkrićem u nauci, on je rekao: »*Moje najveće i najvažnije otkriće bilo je otkriće Faradeja*«.

D. R.

ADACIZADACIZADACIZ



KONKURSNI ZADACI
NAGRADNI ZADACI
ZADACI PITANJA
E — ZADATAK

KONKURSNI ZADACI

A) Za učenike VI razreda

348. Sanke se nalaze na strmoj snežnoj padini čiji je nagibni ugao 30°. Dodirna površina sanki sa snegom je 120 cm^2, a njihova težina 30 N. Odrediti pritisak na snežnu podlogu, kada na ove sanke sedne dete čija je masa 40 kg.

349. Pomoću koso položene daske duge 5 m treba na vozilo visine 120 cm podići teret težak 1300 N. Sila trenja između tereta i daske iznosi 80 N. Kolikom silom treba gurati teret?

350. Dužina daske na klackalici je 4 m. Dečak čija je težina 200 N sedi na jednom kraju ove daske, a na suprotnoj strani na udaljenosti 1,5 m od ose obrtanja, sedi devojčica čija je masa 30 kg. Ako deca miruju, koje od njih dodiruje površinu Zemlje?

351. Masivni homogeni štap može da se obrće oko jednog svog kraja u vertikalnoj ravni. Masa štapa je 0,6 kg. Kolikom silom treba delovati na slobodni kraj štapa, da bi se on nalazio u horizontalnom položaju?

352. Kolika je sila kojom treba delovati na slobodni kraj štapa (videti prethodni zadatak) da bi se on nalazio pod uglom od 45° prema horizontali?

B) Za učenike VII razreda

353. Na telo, koje se kreće brzinom $v = 2$ m/s, počinje da deluje sila $F = 3$ N u smeru brzine. Posle 12 s od početka delovanja sile kinetička energija tela iznosi 150 J. Odrediti masu tela, zanemarujući njegove dimenzije.

354. Avion mase 5 tona pri uzletanju je imao brzinu od 380 km/h. Zatim se podigao na visinu od 3 km. Pri tome se brzina aviona smanjila na 200 km/h. Odrediti rad motora aviona koji je utrošen na njegovo podizanje.

355. Da bi se izmerila temperatura vode, čija je masa 70 g, u nju je zaronjen termometar koji je pokazao temperaturu $t_1 = 35{,}4°C$. Kolika je stvarna temperatura vode, ako je toplotni kapacitet termometra $C = 2{,}5$ J/°C i ako je pre uranjanja u vodu pokazivao temperaturu okoline $t_2 = 17°C$? Specifična toplota vode je $c_v = 4{,}2$ kJ/kg°C.

356. U kalorimetru se nalazi $m_1 = 2$ kg vode koja ima temperaturu $t_1 = 5°C$. U kalorimetar se stavi komad leda mase $m_2 = 4$ kg i temperature $t_2 = -35°C$. Odrediti temperaturu posle uspostavljanja toplotne ravnoteže, kao i zapreminu sadržaja u kalorimetru. Toplotni kapacitet kalorimetra i razmenu toplote sa okolinom zanemariti. Na 0°C gustina vode je $\rho_1 = 1000$ kg/m^3, leda $\rho_2 = 920$ kg/m^3, a specifične toplote vode i leda su $c_v = 4{,}2$ kJ/kg°C i $c = 2{,}1$ kJ/kg°C. Latentna toplota topljenja leda je $\lambda = 0{,}33$ MJ/kg.

357. Čovek visok $h = 1{,}75$ m ide brzinom $v = 1{,}2$ m/s prema stubu na kome se nalazi sijalica. U jednom trenutku dužina senke, koja potiče od sijalice, iznosi $d_1 = 1{,}8$ m, a kroz $t = 2$ s senka se smanjila na $d_2 = 1{,}3$ m. Odrediti visinu na kojoj se nalazi sijalica.

C) Za učenike VIII razreda

358. Električna dizalica digne teret težine 600 N na visinu 15 m za 10 s. Koliki je koeficijent korisnog dejstva dizalice, ako je snaga njenog motora 3 kW.

359. Koeficijent korisnog dejstva električnog grejača je 78%. Koju količinu vode čija je temperatura 23°C grejač može dovesti do tačke ključanja, ako se pri tome nepovratno izgubi 0,5 kWh električne energije? Specifična toplota vode je 4,2 kJ/kg°C.

360. Odrediti jačinu struje u namotajima elektromotora kod trolejbusa, koji razvija vučnu silu od 6 kN. Kada je u električnom kolu napon 600 V, trolejbus se kreće brzinom 42 km/h. Koeficijent korisnog dejstva elektromotora je 0,8.

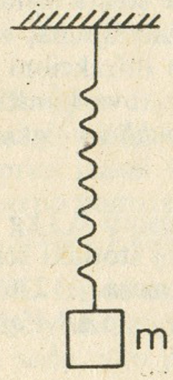
361. Po jezeru se prostiru talasi čija je talasna dužina $\lambda = 4$ m. Pored posmatrača prolaze dva trbuha (grebena) talasa u jednoj sekundi. Naći brzinu prostiranja talasa.

362. Odrediti talasnu dužinu elektromagnetnog oscilovanja čiji je period 10^{-4} s.

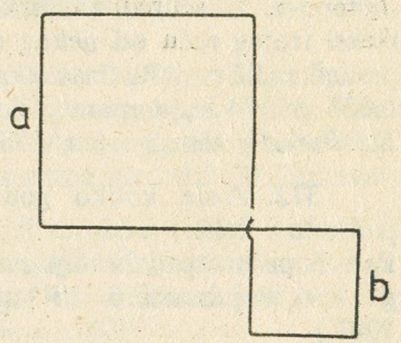
D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

363. Homogena daska teška 100 N leži na dva podupirača. Jedan je pod jednim krajem daske, a drugi je na 2/3 dužine daske od prvog podupirača. Odrediti sile kojima daska deluje na podupirače. (*Republičko takmičenje, SR Hrvatska*, 1982.)

364. Teg mase m je obešen na oprugu koeficijenta elastičnosti k, čiji je drugi kraj učvršćen (sl. 1). Teg se pod dejstvom sile teže počne kretati iz položaja u kome je opruga nerastegnuta. Koliku će maksimalnu brzinu dostići teg u toku kretanja? (*Republičko takmičenje, SR Bosna i Hercegovina*, 1982).



Slika 1.



Slika 2.

365. Odrediti potencijal koji potiče od naelektrisanja $q = 3 \cdot 10^{-6}$C ravnomerno raspoređenog po tankom metalnom prstenu poluprečnika $r = 3$ cm, u tački koja se nalazi na osi prstena i udaljena je od njegovog centra 4 cm.

366. Na tankom prstenu poluprečnika $r = 5$ cm ravnomerno je raspoređena količina elektriciteta $Q = 5 \cdot 10^{-6}$C. Odrediti najmanju brzinu koju treba saopštiti naelektrisanoj kuglici koja se nalazi u centru prstena i ima masu $m = 2\,g$ i naelektrisanje $|q| = 0{,}3 \cdot 10^{-6}\,c$, da bi se ona mogla udaljiti u beskonačnost.

367. Ravna kontura (sl. 2) ima oblik dva kvadrata sa stranama $a = 20$ cm i $b = 10$ cm i nalazi se u homogenom magnetnom polju koje je normalno na površinu konture. Indukcija polja se menja sa vremenom po zakonu $B = B_0 t$, gde je $B_0 = 10^{-3}$T/s, a t-vreme. Naći jačinu indukovane struje u konturi, ako je otpor po jedinici dužine provodnika od kojeg je napravljena kontura $r = 50 \cdot 10^{-3}\,\Omega$/m. Induktivnost konture zanemariti. (*Republičko takmičenje, SR Crna Gora*, 1982.)

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

368. Između elektroda rendgenske cevi priključen je napon od 60 kV. Najmanja talasna dužina rendgenskih zraka, koja se dobija pomoću ove cevi, iznosi 2,06 nm. Naći, koristeći prethodne podatke, vrednost Plankove konstante.

369. Izračunati rad koji je potreban da se atom jonizuje, ako se njegov elektron nalazi na četvrtoj putanji. Masa elektrona: $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg; elementarno naelektrisanje: $1{,}6 \cdot 10^{-19}$C; Plankova konstanta: $6{,}62 \cdot 10^{-34}$Js; dielektrična konstanta vakuuma: $8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m. (*Pokrajinsko takmičenje, SAP Vojvodina*, 1982.)

370. Odrediti minimalnu vrednost energije kojom se pobuđuje atom vodonika tako da se pojavi celokupan spektar.

371. Uzak snop elektrona kinetičke energije 10 keV prolazi kroz tanku polikristalnu aluminijumsku foliju i na ekranu iza folije stvara difrakcione prstenove. Izračunati razmak između atomskih ravni aluminijuma, ako refleksi trećeg reda od nekog sistema atomskih ravni čine difrakcioni prsten prečnika 3,2 cm. Razmak ekrana od folije je 10 cm. Plankova konstanta je $6{,}624 \cdot 10^{-34}$ Js, a masa elektrona $9{,}107 \cdot 10^{-31}$ kg. (*Republičko takmičenje, SR Bosna i Hercegovina*, 1982.)

372. Posle koliko godina će od 1 kg radijuma ostati 0,3 kg neraspadnuto i koliko α-čestica izbacuje 1 kg radijuma u jednoj stotinki sekunde? Period poluraspada radijuma je 1620 godina, atomska masa je 226; Avogadrov broj iznosi $6 \cdot 10^{26}$ mol^{-1}. (*Pokrajinsko takmičenje, SAP Vojvodina*, 1982.)

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

373. Ako se tzv. »crna kutija« priključi na jednosmerni napon od 100V, onda kroz nju teče struja jačine 1 A, a ako se priključi na naizmenični napon sa amplitudom 100 V i učestanošću 50 Hz, onda je amplituda jačine struje u kolu 2 A. Šta se nalazi u kutiji? Naći najjednostavniju kombinaciju elemenata. (*Republičko takmičenje, SR Slovenija*, 1982.)

374. Maksimalna talasna dužina svetlosti koja kod natrijuma izaziva fotoefekat je 530 nm.

a) Odrediti izlazni rad elektrona iz natrijuma.

b) Izračunati brzinu fotoelektrona ako se natrijum obasja svetlošću talasne dužine 260 nm.

c) Kolika je bila brzina fotona neposredno pre elastičnog sudara sa elektronom?

(*Pokrajinsko takmičenje, SAP Vojvodina*, 1982.)

375. Površina nekog metala je osvetljena svetlošću talasne dužine $\lambda_1 = 0{,}35$ μm. Pri tome je izmeren napon zaustavljanja U_1. Kada se talasna dužina svetlosti smanji za $\Delta\lambda = 0{,}05$ μm napon zaustavljanja se poveća za $\Delta U = 0{,}59$ V. Izračunati Plankovu konstantu ako je $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$C, $c = 3 \cdot 10^8$m/s. (*Republičko takmičenje, SR Crna Gora*, 1982.)

376. Anodni napon kod triode se, pri konstantnoj jačini anodne struje, promenio za 10 V pošto se napon rešetke promenio za 0,2 V. Ako je unutrašnji otpor triode 40 kΩ, odrediti njenu strminu S.

377. Sabirno sočivo, čija je žižna daljina $f = 6$ cm, stavljeno je u kružni otvor poluprečnika $r = 3$ cm na neprozračnoj pregradi. Na ekranu, koji se nalazi na rastojanju $L = 16$ cm od pregrade, dobijen je oštar lik tačkastog izvora svetlosti. Koliki je radijus svetlog kruga na ekranu, ako se sočivo ukloni iz otvora? Odrediti i udaljenost svetlosnog izvora od pregrade.

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

378. Špric injekcije je horizontalno postavljen. Površine klipa šprica i otvora igle su 1,2 cm² i 1 mm², respektivno. Špric je napunjen vodom. Hod klipa šprica iznosi 4 cm. Za koje vreme će voda isteći iz šprica ako se klip ravnomerno pomera pod dejstvom upravne konstantne sile od 5 N? Zanemariti sva trenja i kontrakciju mlaza.

379. U sud na čijem se dnu nalazi otvor površine 20 mm² utiče odozgo iz jedne cevi mlaz vode protoka 60 cm³/s. Na kojoj visini će se zaustaviti nivo vode u sudu, ako je koeficijent kontrakcije mlaza 0,62?

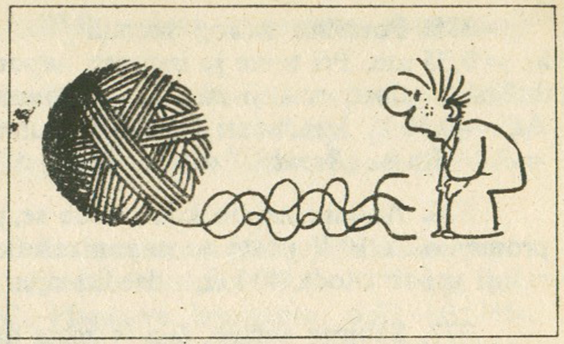
380. Na periferiji točka neke mašine dejstvuje stalna sila od 1,2 kN u pravcu tangente. Točak ima poluprečnik od 70 cm i moment inercije 1500 kgm². Odrediti ugaono ubrzanje točka.

381. Zamajac, čiji je moment inercije 63,6 kgm², obrće se konstantnom ugaonom brzinom 31,4 rad/s. Naći moment sile trenja pod čijim dejstvom se zamajac zaustavlja kroz 20 s.

382. Pretpostaviti da je Zemlja idealna homogena sfera i da je kroz nju prokopan kanal duž prečnika. Telo je sa nivoa površine Zemlje pušteno iz stanja mirovanja da slobodno pada kroz taj kanal. Zanemarujući otpor sredine, odrediti brzinu kojom će telo proći kroz centar Zemlje. Uzeti da je poluprečnik Zemlje $6{,}4 \cdot 10^6$ m i da je ubrzanje na površini Zemlje 10 m/s².

Zadatke pripremili: **Jablan Dojčilović** i
Aleksandar Srećković

TEST



A) Za učenike VI razreda

1. Osnovnim jedinicama Međunarodnog sistema pripadaju
a) metar, kelvin, kandela. b) metar, kilogram, paskal.
c) metar, njutn, sekunda. d) kilogram, amper, vat.

2. Nonijusom čija je konstanta (vrednost najmanjeg podeljka) 0,02 mm izmerena je dužina
a) 6,23 mm. b) 6,148 mm. c) 6,22 mm.

3. Pri ravnomernom kružnom kretanju ukupno ubrzanje je
a) nula. b) veće od nule. c) manje od nule.

4. Kada bi se atomi prosečnih dimenzija poređali u niz, na dužini od jednog metra bilo bi oko
a) 10^5 atoma. b) 10^{10} atoma. c) 10^{15} atoma.

5. Veličine vektorskog karaktera su
a) vreme i zapremina. b) put i brzina. c) temperatura i put.

6. Jedinica za silu u Međunarodnom sistemu je njutn, a preko osnovnih jedinica tog sistema izražava se na sledeći način
a) $kgms^{-2}$. b) $kgm^{-1}s^{-1}$. c) $kgm^{-2}s^{-2}$. d) $kgms^{-1}$.

7. Težina tela ima dimenzije
a) mase. b) impulsa. c) sile. d) energije.

8. Ako dve sile istih intenziteta napadaju istu tačku, a rezultanta njihove razlike je manja od intenziteta komponentarne sile, ugao između njih je
a) oštar. b) prav. c) tup.

9. Tehničkim (centigram) terazijama izmerena je masa
a) 0,02336 kg. b) 0,000132 kg. c) 0,1262 kg.

10. Gustina datog materijala je njegova trajna karakteristika i definiše se
a) nezavisno od pritiska i temperature.
b) pri određenom pritisku i pri određenoj temperaturi.

11. Prema važećem Zakonu o merama i mernim jedinicama, atmosferski pritisak je dozvoljeno izražavati u
a) milibarima i atmosferama.
b) kilopaskalima i milibarima.
c) atmosferama i kilopaskalima.

12. Ako je koeficijent statičkog trenja jednak jedinici, sila statičkog trenja je
a) jednaka ili manja u odnosu na težinu tela.
b) jednaka težini tela.
c) jednaka ili veća u odnosu na težinu tela.

13. Za tečnosti koje ne kvase zidove suda tzv. ugao kvašenja je
a) manji od 90°. b) 90°. c) veći od 90°.

14. Potisak se izražava u
a) paskalima. b) njutnima. c) kilogramima.

15. Ako bi u Toričelijevom ogledu živa (gustine 13600 kg/m³) bila zamenjena alkoholom (gustine 790 kg/m³), odgovarajuća cev morala bi biti visoka bar
a) 0,76 m. b) 10,33 m. c) 13,08 m. d) 15,62 m.

B) Za učenike VII razreda

1. Dijagram puta pri slobodnom padu je
a) kriva sa negativnim odsečkom na s — osi.
b) kriva koja polazi iz koordinatnog početka.
c) kriva sa pozitivnim odsečkom na s — osi.

2. Ako telo na Mesecu slobodno pada sa visine h (m), neposredno pred udar o tlo njegova brzina će iznositi
a) $\sqrt{19{,}62\,h}$ (m/s). b) $\sqrt{9{,}81\,h}$ (m/s). c) $\sqrt{3{,}27\,h}$ (m/s).

3. Ako se pokretne stepenice kreću linijskom brzinom od 4 km/h, da biste na njima »mirovali«, morate se kretati u suprotnom smeru brzinom od
a) 0,9 m/s. b) 1,1, m/s. c) 1,3 m/s.

4. Promena impulsa po jedinici vremena jednaka je
a) masi. b) sili. c) energiji. d) snazi.

5. Kada se pri padu tela kroz atmosferu naše planete izjednače intenziteti sile teže i suprotno usmerene sile otpora sredine, telo
a) se zaustavlja. b) nastavlja da se kreće usporeno.
c) nastavlja da se kreće ravnomerno pravolinijski.

6. Ukoliko pri ravnomernom kružnom kretanju telo obiđe pun krug poluprečnika jednog metra, centrifugalna sila intenziteta dva njutna izvrši rad
a) 0. b) 6,28 J. c) 12,56 J. d) 2 J.

7. Jedinica za snagu u Međunarodnom sistemu je vat, a preko osnovnih jedinica tog sistema izražava se na sledeći način
a) $kgms^{-2}$. b) kgm^2s^{-3}. c) $kgm^{-2}s^3$.

8. Džulov eksperiment neposredno potvrđuje
a) ekvivalentnost električne energije i mehaničkog rada.
b) da se pritisak u tečnosti prenosi u svim pravcima podjednako.
c) ekvivalentnost mehaničkog rada i toplote.
d) da je koeficijent korisnog dejstva uvek manji od jedinice.

9. Izotermni procesi nisu
a) ključanje i isparavanje. b) topljenje i sublimacija.
c) isparavanje i sublimacija.

10. Međunarodna jedinica za toplotni kapacitet je
a) cal/g°C. b) J/kg°C. c) cal/°C. d) J/°C.

11. Žižna daljina sočiva je 30 cm. Njegova optička moć (dioptrija) je
a) 0,03. b) 0,33. c) 3,33. d) 33,3.

12. Sočivo kombinovano od jednog rasipnog i jednog sabirnog sočiva, pri čemu je apsolutna vrednost žižne daljine rasipnog sočiva veća od žižne daljine sabirnog, deluje
a) kao rasipno. b) kao sabirno.

13. U odnosu na prvobitni pravac bele svetlosti, pod dejstvom optičke prizme najmanje će skrenuti
a) crvena svetlost. b) zelena svetlost. c) ljubičasta svetlost.

14. Totalna refleksija mogućna je
a) pri prelazu svetlosti iz optički gušće u optički ređu sredinu.
b) pri prelazu svetlosti iz optički ređe u optički gušću sredinu.
c) pri prelazu svetlosti iz optički gušće u optički ređu sredinu ili obrnuto, u zavisnosti da li je svetlost polarizovana ili ne.

15. Osnovni zakoni geometrijske optike — zakoni odbijanja i prelamanja svetlosti — izvode se neposredno na osnovu
a) Bernulijevog principa. b) Hajgensovog principa.
c) Borovih postulata. d) specijalne teorije relativnosti.

C) Za učenike VIII razreda

1. Ukupni otpor serijske veze dva jednaka otpora je u odnosu na ukupni otpor njihove paralelne veze
a) dva puta veći. b) dva puta manji.
c) četiri puta veći. d) četiri puta manji.

2. Pri proticanju struje kroz paralelnu vezu dva različita otpora veća količina toplote oslobađa se u
a) manjem otporu. b) većem otporu.

3. Kroz otpornik otpora 60,5 Ω protiče struja jačine 3,63 A. Za koje vreme će se u tom otporu osloboditi 2870 kJ toplote?
a) jedan dan. b) jedan čas. c) jedan minut. d) jedan sekund.

4. Kapacitet redno vezanih kondenzatora čiji su kapaciteti C_1 i C_2 je

a) $\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$. b) C_1+C_2. c) $\frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}$. d) $\frac{1}{C_1+C_2}$.

5. Kapacitet kondenzatora zavisi od
a) vrste izolatora između ploča i debljine ploča.
b) debljine ploča i rastojanja između ploča.
c) vrste izolatora između ploča i rastojanja između ploča.

6. Sa porastom temperature otpor
a) metala opada. b) metala se ne menja.
c) elektrolita opada. d) elektrolita se ne menja.

7. Proton čije je naelektrisanje $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C kreće se brzinom $2 \cdot 10^8$ m/s u pravcu magnetnog polja čija indukcija ima vrednost 10^{-3} T. Na proton deluje sila od
a) $3{,}2 \cdot 10^{-14}$ N. b) 0. c) $-2{,}26 \cdot 10^{-8}$ N. d) $-1{,}6 \cdot 10^{-14}$ N.

8. Magnetno polje u solenoidu ima vrednost 8000 A/m. Koliku će vrednost imati magnetna indukcija ako se u taj solenoid stavi gvozdeni valjak čija je relativna magnetna permeabilnost 2500? (Magnetna permeabilnost za vakuum ima vrednost 10^{-7} tm/A).
a) $3{,}2 \cdot 10^7$. b) $3{,}125 \cdot 10^{-8}$ T. c) 0,5 T. d) 2 T.

9. Primarni kalem transformatora ima 200 navojaka, a sekundarni 500. Količnik koeficijenata međuindukcije ta dva kalema, L_{21}/L_{12}, iznosi
a) 25. b) 1. c) 0,04.

10. Jačina naizmenične struje menja se po zakonu $i = I_0 \sin \omega t$. Efektivna jačina struje je
a) I_0. b) $2I_0$. c) $I_0/2$. d) $\sqrt{2}\, I_0$. e) $I_0/\sqrt{2}$.

11. Kružna frekvencija elektromagnetnih oscilacija data je izrazom
a) LC. b) $\sqrt{LC}$. c) $1/LC$. d) $1/\sqrt{LC}$.

12. U odnosu na frekventni opseg koji vidimo, frekventni opseg koji čujemo je
a) širi. b) isti. c) uži.

13. Pri određenim fizičkim uslovima, brzina talasa ($c = \nu\lambda$, gde je ν frekvencija, a λ talasna dužina) sa porastom talasne dužine
a) raste. b) ostaje ista. c) opada.

14. Rendgenski zraci nastaju
a) deekscitacijom atomskog jezgra.
b) deekscitacijom atomskog omotača.
c) ekscitacijom atomskog jezgra.
d) ekscitacijom atomskog omotača.

15. Spektar *X*-zraka je
a) linijski. b) kontinualan. c) linijski i kontinualan.

Napomena: Testovi za učenike I i II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja biće objavljeni u sledećem broju.

Testove pripremio: **D. Koledin**

ZADACI PITANJA

A) Ako sa neke veće visine, na primer sa šestog sprata, padnu u istom trenutku mali metalni zavrtanj i znatno teža saksija, šta će pre udariti o tlo — zavrtanj ili saksija?

*

B) Da li vam se katkada učinilo da noću, kada sve utihne, zvuci i brže i jače dopiru do vas? Zašto se to upadljivije primeti kada su večeri vedre?

*

C) Jedna od najčudesnijih prirodnih pojava je polarna svetlost. Obično se javlja iznenada i nestaje posle nekoliko minuta. Katkada, menjajući položaj i oblik na nebu, polarna svetlost traje i nekoliko časova. Njena jačina ne prelazi jačinu sjaja punog Meseca i najčešće je u obliku lukova, traka, draperija... Kako se objašnjava polarna svetlost?

*

D) Monsuni su vetrovi s polugodišnjim periodom. Oni, naime, duvaju pola godine s kopna na more, a pola godine s mora na kopno. Kojim godišnjim dobima je svojstven prvi, odnosno drugi smer monsuna?

NAGRADNI ZADATAK 24

Posedujete dva klatna. Period jednog od njih vam je poznat. Opišite najjednostavniji metod za određivanje perioda oscilacija drugog klatna.

KUPON

UČENIK .....

ŠKOLA I RAZRED .....

NASTAVNIK .....

ADRESA UČENIKA .....

ODGOVORI NA ZADATKE PITANJE IZ MF 26

A) Pojava da se učestanost nekog talasa menja, kada se izvor talasa pomera u odnosu na nas, ili se mi pomeramo u odnosu na izvor, obuhvaćena je u udžbenicima fizike Doplerovim efektom. Iz odgovarajućih jednostavnih formula izlazi da su te promene učestanosti primetne, ukoliko su brzine pomeranja bliske brzini talasa o kojem je reč. Tako, da bismo crvenu svetlost semafora videli kao zelenu, morali bismo se približavati semaforu brzinom od oko 317 kilometara u sekundi, što je ne samo nemogućno, već i zabranjeno. Bar za automobil.

B) Činjenica da se živa raspoređuje po gotovo idealno sfernim kapima izraz je jednog od najopštijih principa: svi procesi u prirodi teže minimumu slobodne energije. U svetu mehaničkih pojava to znači minimumu potencijalne energije.

Za razliku od gasova, koji ispunjavaju ceo prostor koji im je na raspolaganju, tečnosti se odlikuju slobodnom površinom koja je u srazmeri sa određenim iznosom potencijalne energije. Naime, nad molekulima slobodne površine izvršen je rad protiv međumolekulskih sila koje vladaju u unutrašnjosti tečnosti. U živi su te međumolekulske sile, tzv. kohezione sile, veoma izražene i ona će, shodno navedenom opštem principu, graditi najmanju slobodnu površinu. S druge strane, za datu zapreminu, sfera je geometrijski oblik sa najmanjom slobodnom površinom.

C) U svakodnevnom životu, ukoliko stojimo potpuno mirno, relativna rastojanja, pa i visinu, procenjujemo gledajući stereoskopski: jedno oko vidi predmet pod drugim uglom nego drugo oko. Razliku dve tako nastale slike u mozgu »prevodimo« na udaljenost, što je i geometrijski proverljivo. Sa udaljavanjem predmeta od oka, razlika uglova se smanjuje i, konačno, na rastojanjima većim od oko šest metara dve slike se praktično slivaju u jednu. Zbog toga su za pilota, čiji se avion kreće na nekoliko desetina metara iznad tla, drugi načini procene visine važniji. Jedan se način zasniva na pamćenju veličine predmeta: predmet poznate veličine će nam na većem rastojanju izgledati manji. Drugi je zasnovan na tzv. paralaksi usled kretanja: predmeti bliže nama prividno se brže kreću od udaljenijih predmeta. Tako su istoriji ratnog vazduhoplovstva poznati sasvim uspešni piloti koji su izgubili jedno oko.

D) Sigurnije je osigurač popraviti tankom žicom. Naime, kroz kratko spojeno strujno kolo protiče struja ogromne jačine. Količina toplote koja se, prema tzv. Džul—Lencovom zakonu, oslobađa u provodnicima kola srazmerna je kvadratu jačine struje. Tako, pod dejstvom jake struje, kolo će se prekinuti (izgoreti) na mestu na kojem je najtanje. Ako to nije osigurač, već neki drugi deo provodnika u zidu, posledice mogu biti znatno komplikovanije.

Čest je slučaj da čitaoci koji šalju rešenja konkursnih zadataka, rešenja nagradnog zadatka ili odgovore na zadatke pitanja izostavljaju neke tražene, a često i neophodne podatke. Najčešće nedostaje ime i prezime predmetnog nastavnika, a često i naziv škole i adresa rešavača. Zbog toga je redakcija »Mladog fizičara« odlučila da odštampa poseban kupon u koji treba uneti tražene podatke. **Uz rešenja konkursnih zadataka, rešenja nagradnog zadatka ili odgovore na zadatke pitanja obavezno priložiti i čitko popunjen kupon**, koji treba izrezati. Kupon će uvek biti odštampan tako da se njegovim isecanjem ne oštećuje ni tekst ni slika.

UPUTSTVO ZA REŠAVANJE KONKURSNIH ZADATAKA

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

Svako rešenje (s rednim brojem zadatka i tekstom) treba obrazložiti na jednoj strani lista hartije. Rešenje treba čitko potpisati punim prezimenom i imenom, navesti razred, školu, mesto i svoju adresu. Navedite i ime i prezime nastavnika fizike. Ove podatke uneti u kupon.

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

REŠENJE NAGRADNOG ZADATKA IZ MF 26

Provodnik (komad žice) kojim raspolažete iskoristite da oformite strujno kolo sačinjeno od baterijske lampe i automobilskog akumulatora. Kompas postavite ispod nekog dela provodnika, tako da njegova igla bude normalna na provodnik. Magnetna igla će pokazivati smer indukovanog magnetnog polja, a vi ćete, na osnovu poznatog pravila desne ruke (vidi udžbenik), odrediti smer struje u kolu, odnosno polaritet akumulatorskih priključaka.

Pripremio: **D. Koledin**

ZADATAK 11 E

Na raspolaganju imate pištolj — igračku, iz čije cevi se projektil izbacuje oslobađanjem sabijene opruge, i hronometar ili časovnik sa sekundarom. Šta ćete uraditi da biste našli početnu brzinu projektila? U analizi eksperimenta otpor vazduha zanemariti.

ZADACI SA SAVEZNOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE 1982

A — grupa

1. Kuglica se pušta da s visine H iz stanja mirovanja slobodno pada na horizontalnu ploču. Sudar s pločom nije potpuno elastičan. Koeficijent sudara k je mera odnosa brzine neposredno nakon i neposredno prije sudara. Odredite:

a) ukupni put koji kuglica pređe odražavajući se od ploče dok se ne zaustavi (smiri).

b) pokazati da je vreme zaustavljanja $T=\frac{1+k}{1-k}\left(\frac{2H}{g}\right)^{1/2}$.

c) prikažite grafički vremensku zavisnost visina do kojih se kuglica popne za prvih 10 odskoka ako je $H = 1$ m i $k = 0{,}8$.

2. Na zadnjem zidu vagona cisterne probušen je otvor na dubini 1 m od nivoa vode u cisterni. Kolika će biti brzina isticanja vode ako se cisterna kreće sa ubrzanjem 0,5 m/s², a kolika ako se kreće sa usporenjem od 0,4 m/s²? Dužina cisterne je 10 m.

3. Kada bi se istopio sav led na Zemlji, srednji nivo svetskog mora bi se povećao za 61 m. Znajući da se sada led nalazi na mestima sa velikom geografskom širinom, odredi za koliko će se njegovim topljenjem povećati dužina dana.

($R = 6{,}37 \times 10^6$ m, a moment inercije Zemlje $I_0 = 8{,}11 \times 10^{37}$ kgm².)

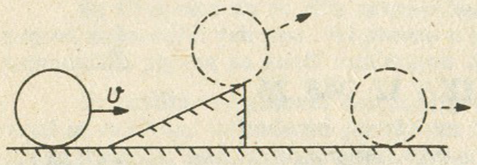
4. Kompresor čiji cilindar ima zapreminu $V_1 = 4$ dm³, usisava vazduh pri temperaturi $t_1 = -3$°C i pod pritiskom 10^5 Pa. Koliko hodova treba da napravi klip kompresora da bi rezervoar zapremine $V_2 = 1{,}5$ m³ imao temperaturu $t_2 = 45$°C i pritisak $p_2 = 2\times10^5$Pa. Smatrati da je rezervoar pre početka punjenja bio prazan.

5. Obruč se kotrlja po horizontalnoj ravni, pri čemu je brzina centra masa 5 m/s. Na putu naleti na strmu ravan nagiba 30° i visine 0,9 m (sl. 1).

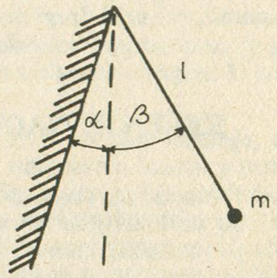
a) Na kojoj udaljenosti od strme ravni će obruč prvi put dotaći podlogu?

b) Kolika je brzina centra masa obruča nakon prestanka »skakutanja« po podlozi?

Slika 1.



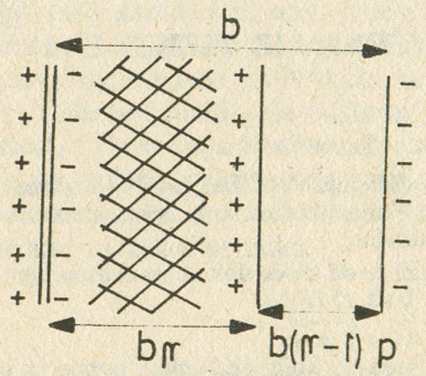
Slika 2.



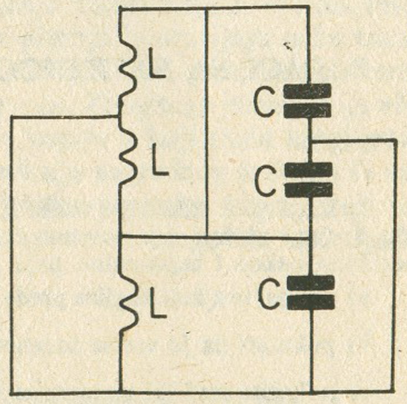
B — grupa

1. Mala kuglica mase m obešena je o neistegljivu nit zanemarljive mase dužine $l = 1$ m u tački O zida nagnutog pod malim uglom α u odnosu na vertikalu. Zatim je kuglica otklonjena za mali ugao $\beta = 2\alpha$ i puštena da osciluje (sl. 2). Smatrajući udar kuglice o zid idealno elastičnim, naći period malih oscilacija ovog klatna. Smatrati da nema otpora pri oscilovanju.

2. Unutar ravnog kondenzatora nalazi se, paralelno sa podlogama, pločica priljubljena uz jednu oblogu, čija je debljina η=0,6-ti deo zazora među oblogama (sl. 3). Kapacitet kondenzatora u odsustvu pločice je $C_0 = 20$ nF. Kondenzator je u početku priključen na izvor konstantnog napona $U = 200$ V, zatim je veza sa izvorom prekinuta, posle čega se pločica polako izvuče iz zazora. Izračunati rad saopšten pločici, ako je ona od stakla sa relativnom dielektričnom konstantom $\varepsilon_r = 6$.



Slika 3.



Slika 4.

3. Izvor zvučnih talasa frekvencije 1080 Hz kreće se u horizontalnom pravcu brzinom 33 m/s u odnosu na Zemlju. Njemu u susret dolazi brzinom 66 m/s telo koje reflektuje zvuk. Ako je brzina zvuka u vazduhu 330 m/s, koliki su:

a) talasna dužina zvuka koji emituje izvor;

b) broj talasa koji u sekundi stižu na reflektujuću površinu tela;

c) brzina odbijenih talasa;

d) talasna dužina odbijenih talasa.

Naći sopstvenu frekvenciju oscilatornog kola koje je prikazano na slici 4, ako je L i $C = 47\,\mu$F.

5. Protonski akcelerator ubrzava protone energije od 3 keV. Protonski snop u vakuumskoj komori akceleratora ima kružni presek radijusa r=2 cm i nosi struju $I = 10$ mA. Malena grafitna kuglica dijametra $d = 10^{-3}$ cm pusti se da slobodno pada s položaja 3 cm iznad ose snopa. Pod pretpostavkom da svaki proton iz snopa koji udari u kuglicu ostane vezan na njoj, izračunajte:

a) koliko se protona može maksimalno vezati na grafitnu kuglicu;

b) koliko je vremena potrebno da se to ostvari;

c) koliko je vremena potrebno da kuglica prođe kroz snop.

C — grupa

1. Fotoaparat daje oštru sliku, ako je prečnik mrlje na filmu manji od 0,05 mm. Kolika je najveća žižna daljina objektiva pri kojoj dobijamo oštru sliku predmeta na udaljenost od 2 m do beskonačnosti, pri relativnom otvoru blende 1 : 11 (to je odnos između prečnika otvora objektiva i žižne daljine)? Na koju daljinu u tom slučaju treba podesiti fotoaparat?

2. Izračunati indukciju magnetnog polja u centru atoma vodonika koje nastaje usled kretanja elektrona po prvoj Borovoj orbiti. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A, $\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$Nm^2/C^2, $h = 6{,}67 \cdot 10^{-34}$Js.)

3. Na slobodan elektron u stanju mirovanja pada foton energije $h\nu$. Pokazati da je nemoguća apsorpcija celog fotona od strane elektrona.

4. Svetlost talasne dužine $5{,}3 \cdot 10^{-7}$m pada na transmisionu difrakcionu rešetku čija je konstanta $d = 1{,}5 \cdot 10^{-6}$m. Naći ugao koji prema normali na rešetku zatvara glavni difrakcioni maksimum najvišeg reda, ako svetlost pada na rešetku pod uglom 60° prema normali.

5. Izotop ^{32}P je radioaktivan i raspada se beta-raspadom sa maksimalnom energijom od 1,7 MeV. Ako je vreme poluraspada veliko u odnosu na vreme posmatranja i ako je aktivnost izvora $A_0 = 10^{10}$Bq, izračunati koliku masu izvor izgubi u jedinici vremena pod uslovom da elektroni ne napuštaju izvor. Izračunati aktivnost izvora posle vremena $t = 10T_{1/2}$.

REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF-26

314. Neka je C mesto gde automobil skreće sa autoputa i gde počinje loš put po kome se on kreće prosečnom brzinom v_2. Da bi moglo da se odgovori na postavljeno pitanje, potrebno je uporediti vremena kretanja automobila direktnim i zaobilaznim putem. Vreme kretanja po putu AB iznosi $t_{AB} = d/v =$ $= 70$ km/(50 km/h) $= 1{,}4$ h $= 84$ minuta, gde je d udaljenost između mesta A i mesta B. Pri kretanju automobila po zaobilaznom putu ACB, on prelazi put $AC =$ $= s_1 = 60$ km za vreme $t_1 = s_1/v_1 =$ $= 60$ km/(100 km/h) $= 0{,}6$ h $= 36$ minuta, a put $CB = S_2 = 25$ km za vreme $t_2 =$ $S_2/v_2 = 25$ km / (30 km / h) $= 5/6$ h $= 50$ minuta. Znači, automobil na putu ACB provede ukupno $t_{ACB} = t_1 + t_2 =$ $= (36 + 50)$ min $= 86$ minuta, što je za 2 minuta više nego u prvom slučaju. Prema tome, automobil će iz mesta A do mesta B pre stići, direknim putem i brzinom v_1.

315. Za putnika u automobilu voz se, za vreme mimoilaženja, kreće tzv. relativnom brzinom v_r, koja je jednaka zbiru brzina automobila i voza: $v_r = v_1 + v_2$. S druge strane, ova brzina je jednaka odnosu dužine voza i vremena mimoilaženja $v_r = s/t$. Sledi da je

$$v_1 + v_2 = \frac{s}{t},$$

odnosno brzina kretanja voza iznosi

$$v_2 = \frac{s}{t} - v_1 = 10\,\frac{m}{s}.$$

316. Pritisak nekog tela na podlogu je određen odnosom njegove težine i površine kojom ono dodiruje horizontalnu podlogu. Kako su težine cigli stalne, to se njihov pritisak na podlogu menja samo promenom dodirne površine. Najmanji pritisak odgovara naj-

većoj dodirnoj površini i obrnuto. Treba da se uoči da jedna cigla ima tri vrednosti dodirne površine: $S_{ab}=ab=200\text{cm}^2$, $S_{ac}=ac=100\,\text{cm}^2$ i $S_{bc}=bc=50\text{cm}^2$. Prema tome, minimalni pritisak koji se može dobiti korišćenjem dve cigle je

$$P_{\min}=\frac{2Q}{2S_{ab}}=\frac{Q}{S_{ab}}=1{,}25\,\text{kPa},$$

a maksimalni

$$P_{\max}=\frac{2Q}{S_{bc}}=10\,\text{kPa}.$$

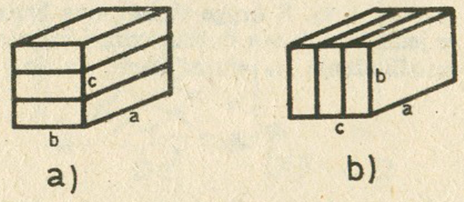
Pri dobijanju maksimalnog pritiska cigle treba da budu jedna na drugoj, a podlogu treba da dodiruje samo jedna cigla površinom S_{bc}.

317. Treba prvo odrediti veličine dodirnih površina koje odgovaraju datim pritiscima. Ovi pritisci se dobijaju pomoću tri cigle čija je ukupna težina $Q_0=3Q=75$ N. a) Znači, pritisku $p_1=Q_0/S_1$ odgovara površina

$$S_1=Q_0/p_1=200\,\text{cm}^2=S_{ab},$$

gde je S_{ab} najveća površina jedne cigle (vidi prethodni zadatak). Pritisak p_1 se može dobiti tako što sistem od tri cigle treba da dodiruje podlogu površinom S_{ab} jedne cigle (sl. 1a). b) Pritisku p_2 odgovara površina

$$S_2=Q_0/p_2=300\,\text{cm}^2.$$



Slika 1.

Nije teško uočiti da je $S_2=3S_{ac}$ i da se pritisak p_2 može postići slaganjem cigli tako da dodiruju podlogu površinom S_{ac} kao što je to pokazano na slici 1b.

318. Neka je brzina dečaka u odnosu na stepenice v, a v_1 brzina pokretnih stepenica kada su one uključene. Nepoznato vreme se može dobiti iz odnosa dužine stepenica L koja se vidi i brzine v_1, pošto se dečak koji stoji na stepenicama kreće ovom brzinom:

$$t=L/v_1. \qquad (1)$$

U slučaju kada su pokretne stepenice isključene, dečak se penje sa jednog na drugi sprat za vreme

$$t_1=L/v. \qquad (2)$$

Sledi da je dužina stepenica L jednaka

$$L=vt_1. \qquad (3)$$

Kada su pokretne stepenice uključene, dečak se penje sa jednog sprata na drugi za vreme

$$t_2=\frac{L}{v+v_1}. \qquad (4)$$

Odavde se dobija da je brzina kretanja stepenica jednaka

$$v_1=\frac{L}{t_2}-v. \qquad (5)$$

Ako se izrazi (3) i (5) zamene u prvu relaciju, dobija se da je traženo vreme

$$t=\frac{vt_1}{\frac{L}{t_2}-v}=\frac{vt_1t_2}{L-vt_2}=\frac{t_1t_2}{\frac{L}{v}-t_2}=$$

$$=\frac{t_1t_2}{t_1-t_2}=24\,\text{s}.$$

319. Na kamenčić u toku kretanja jedino deluje sila trenja u smeru koji je suprotan od smera kretanja, tako da je kretanje usporeno. Uz pretpostavku da je sila trenja konstantna, brzina kamenčića se menja po zakonu

$$v_1=v-at, \qquad (1)$$

gde je a njegovo usporenje. U trenutku zaustavljanja brzina tela je jednaka nuli

$$O=v-at, \qquad (2)$$

pa je njegovo usporenje jednako $a=v/t$. S druge strane, sila trenja je data izrazom

$$F_{tr}=\mu mg, \qquad (3)$$

gde je μ koeficijent trenja, a m je masa kamenčića. Usporenje a je, na osnovu II Njutnovog zakona primenjenog na ovaj slučaj, jednako odnosu sile trenja i mase m:

$$a=\frac{F_{tr}}{m}=\frac{\mu mg}{m}=\mu g. \qquad (4)$$

Iz relacije za usporenje i izraza (4) sledi da je koeficijent trenja jednak

$$\mu=\frac{v}{g\cdot t}=0{,}05.$$

320. Ukupan rad sile koja deluje na vagon troši se na savlađivanje sile trenja na putu s i na povećanje kinetičke energije vagona od vrednosti $E_{k0}=0$ ($v=0$) do vrednosti $E_k=mv^2/2$. Znači,

$$A=A_{tr}+E_k.$$

Rad koji se troši na savlađivanje sile trenja je jednak proizvodu sile trenja i puta s na kome ova sila postoji:

$$A_{tr}=F_{tr}\cdot s.$$

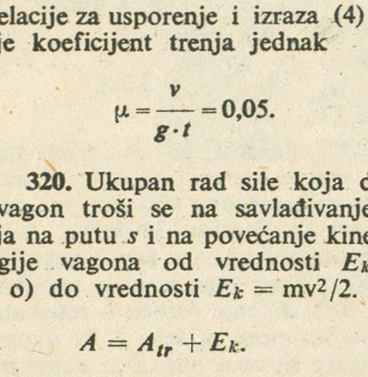
Tako je rad sile koja deluje na vagon jednak

$$A=F_{tr}\cdot s+(E_k-E_{k0}),$$

odnosno

$$A=\mu mgs+\frac{1}{2}mv^2=996{,}2\,\text{J}.$$

321. Pri prevrtanju kocke oko jedne njene ivice težište kocke menja visinu u odnosu na podlogu. Sa slike 2 se vidi da je početna visina težišta $h_1=a/2$, gde je a dužina ivice kocke. Maksimalna visina težišta se postiže kada se kocka nakrene tako da dijagonala stranice kocke dođe u vertikalan položaj. U tom slučaju visina težišta jednaka je polovini dijagonale stranice kocke: $h_2=a\sqrt{2}/2$. Rad koji je potrebno izvršiti da se kocka prevrne jednak je promeni potencijalne energije kocke. S obzirom da se pri računanju može uzeti kao da je sva masa kocke skoncentrisana u njenom težištu, sledi:



Slika 2.

$$A=E_{p2}-E_{p1}=mg(h_2-h_1)=$$

$$=\frac{mga}{2}(\sqrt{2}-1)=1{,}02\,\text{J}.$$

322. Rad koji izvrši voda koja je posle pada sa visine h prošla kroz turbinu jednak je promeni kinetičke energije vode pre i posle ulaza u turbinu. Koeficijent korisnog dejstva turbine iznosio bi 100% ukoliko bi brzina vode, odnosno njena kinetička energija, po izlazu iz turbine bila jednaka nuli. U tom slučaju rad bi bio jednak kinetičkoj energiji vode pre ulaza u turbinu. Na osnovu zakona održanja mehaničke energije, sledi da je kinetička energija vode pre ulaza u turbinu jednaka potencijalnoj energiji vode na visini h (pretpostavlja se da je brzina vode na datoj visini jednaka nuli):

$$A=E_k=E_p=mgh=\rho Vgh$$

(m je masa vode u zapremini V, ρ je gustina vode, a g je ubrzanje zemljine teže). Snaga vode datog protoka V/t iznosi:

$$\frac{A}{t}=\rho\frac{V}{t}gh.$$

Međutim, samo deo ove snage ($\eta=90\%$) se iskoristi (brzina vode posle izlaska iz turbine nije jednaka nuli), tako da je korisna snaga hidroelektrane

$$P=\eta\rho\frac{V}{t}gt=50\,\text{MW}.$$

323. Da bi se teret sa liftom ukupne težine $Q=5{,}5$ kN, podigao na visinu $h=12$ m za vreme $t=30$ s potrebna je snaga

$$P=\frac{mgh}{t}=\frac{Qh}{t}.$$

Datu snagu treba da obezbedi elektromotor lifta. Snaga električne struje je $P_e=UI$. Međutim, samo deo ($\eta=60\%$)

ove snage iskoristi se za dizanje tereta: $P\eta = \eta P_e = \eta UI$. Znači, $P\eta = P$, odakle sledi:

$$\eta UI = \frac{Qh}{t},$$

tako da tražena jačina struje iznosi:

$$I = \frac{Qh}{\eta Ut} = 16{,}67\ A.$$

324. Na osnovu prvog zakona elektrolize masa m supstance koja je izdvojena na elektrodi srazmerna je jačini struje I i vremenu t proticanja struje: $m = kIt$. Koeficijent srazmernosti k je tzv. elektrohemijski ekvivalent koji možemo dobiti iz prethodne relacije:

$$k = \frac{m}{It} \cong 0{,}01\ mg/C.$$

Iz tabele u udžbeniku fizike za VIII razred vidi se da ova vrednost odgovara onu vodonika (H^+).

325. Iz izraza za period T matematičkog klatna

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

gde je l dužina klatna a g je ubrzanje Zemljine teže, sledi

$$l = \frac{g}{4\pi^2}T^2 = 0{,}2485\,T^2\ (m),$$

gde je period T dat u sekundama. Tako, dužine klatna čiji su periodi 0,1 s; 1 s i 10 s iznose respektivno 2,5 mm; 24,8 cm i 24,85 m.

326. Da bismo odredili broj rupa N koji je potrebno izbušiti duž luka datog prečnika vazdušne sirene, poćićemo od zahteva da frekvencija zvuka treba da bude f pri datom broju n obrta diska sirene u jedinici vremena. Za vreme jednako recipročnoj vrednosti frekvencije zvuka susedna rupa treba da se postavi u pravcu mlaza vazduha. Vreme jednog obrta diska je $1/n$. Za dato vreme mlaz vazduha prekida se N puta (ima N rupa), tako da je vremenski razmak između nailaska dveju uzastopnih rupa:

$\frac{1}{n}$

$\frac{1}{N} = \frac{1}{nN}$. Znači, $\frac{1}{nN} = \frac{1}{f}$, tako da je

$$N = \frac{f}{n} = 400.$$

327. Kako je proizvod talasne dužine λ i frekvencije ν jednak brzini talasa c sledi da je talasna dužina datog zvučnog talasa jednaka:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = 33{,}3\ \text{cm}.$$

328. U zadatku se pretpostavlja da su brzine kretanja tela A i B date u nekom referentnom sistemu, na primer vezanom za Zemlju. Međutim, tada se obično razmatra sudar tela o nepokretnu prepreku. Zbog toga je ovde neophodno razmotriti kretanje čestice u referentnom sistemu vezanom za telo B. U ovom referentnom sistemu telo B je nepokretno, a kretanje čestice A složeno; u odnosu na Zemlju čestica A se kreće brzinom $\vec{v}$, a zajedno sa Zemljom u odnosu na telo B brzinom $\vec{v}_0$. Pri ovome se treba podsetiti da ako se neko telo I kreće u odnosu na telo II brzinom $\vec{v}_I$, onda se telo II kreće u odnosu na telo I brzinom $\vec{v}_{II}$, gde je

$$\vec{v}_{II} = -\vec{v}_I.$$

To znači da je

$$\vec{v}_0 = -\vec{v}_1; \qquad (\vec{v}_1 \equiv \vec{u}).$$

Dalje, kako je brzina tela u složenom kretanju jednaka vektorskom zbiru njegovih brzina u pojedinačnim kretanjima, to je brzina čestice A u odnosu na telo B jednaka

$$\vec{v}_2 = \vec{v} + \vec{v}_0 = \vec{v} + (-\vec{v}_1) = \vec{v} - \vec{v}_1.$$

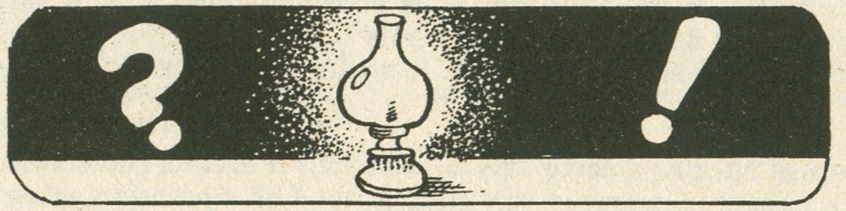
U sistemu vezanom za telo B, čestica A će udariti o ovo telo i odbiti se brzinom $\vec{v}_3$ koja je jednaka

$$\vec{v}_3 = -\vec{v}_2 = \vec{v}_1 - \vec{v}.$$

Sada se treba vratiti na referentni sistem vezan za Zemlju, jer se u zadatku traži brzina čestice A posle sudara u ovom sistemu. Kretanje čestice A posle udara o telo B takođe je složeno; u odnosu na telo B brzinom $\vec{v}_3 = \vec{v}_1 - \vec{v}$ i zajedno sa telom B u odnosu na Zemlju brzinom $\vec{v}_4 = -\vec{v}_0 = \vec{v}_1$. Na kraju, tražena brzi-

(Nastavak na str. 28)

KAKO RADI...



FLUORESCENTNA LAMPA

T. PETROVIĆ (Beograd)

U robnim kućama, fabričkim halama, muzejima, laboratorijama, izlozima i svim drugim prostorijama gde je potrebno da objekti (tekstil, životne namirnice, slike) imaju što prirodniju boju i onda kada nije dan, koriste se fluorescentne lampe. Ove lampe daju svetlost koja je najpribližnija prirodnoj Sunčevoj svetlosti, te se stoga nazivaju izvorima veštačke dnevne svetlosti.

Kako je napravljena i kako radi fluorescentna lampa — pitanja su na koja iz više razloga valja znati odgovor.

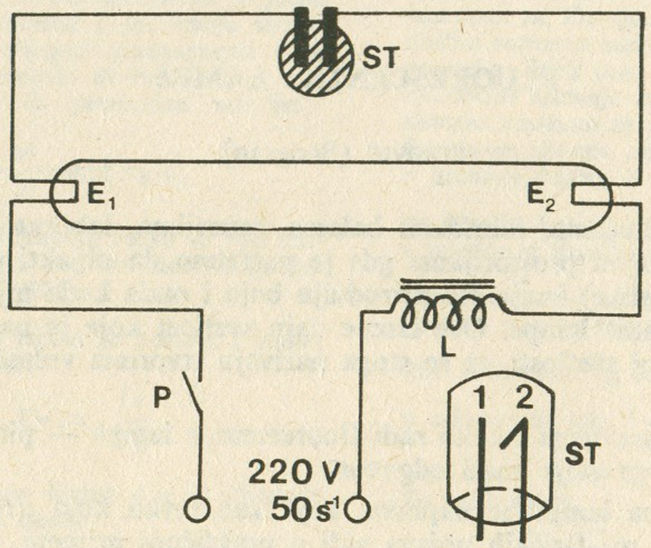
Fluorescentna lampa je naprava, koja kao retko koja druga, pruža mogućnost da se niz fizičkih pojava vidi u praktičnoj primeni. Sam naziv fluorescentna lampa kazuje da je dobijanje svetlosti zasnovano na fizičkoj pojavi nazvanoj fluorescencija. U fizici nastajanje svetlosti iz neke supstancije pri njenom osvetljavanju svetlošću kraće talasne dužine, naziva se *fotoluminescencija*. Zapaženo je da neke supstancije svetle samo dok se osvetljavaju, a neke nastavljaju da svetle izvesno vreme i nakon prestanka osvetljavanja. Za prve se kaže da *fluoresciraju* (pojava je najpre zapažena na sloju fluora), a za druge da *fosforesciraju*, jer se tako ponaša sloj fosfora. Umesto naziva fotoluminescencija, koristi se i naziv *luminiscencija* (lat. *lumen* — svetlost).

Fluorescentne lampe počinju da se primenjuju od 1938. godine, da bi danas dostigle široku primenu zbog niza prednosti koje imaju u odnosu na obične električne sijalice sa volframovim vlaknom. U ovim lampama mora prvo da se proizvede ultraljubičasta svetlost koja će osvetljavati fluorescentnu supstanciju. *Kako se to ostvaruje*?

Izvori svetlosti ove vrste izrađuju se u vidu staklenih cevi dužine od 200 do 1500 mm i prečnika od 16 do 54 mm. Sa unutrašnje strane cev je premazana slojem cink-sulfida kao luminiforom. U cevi se nalaze gas argon pod parcijalnim pritiskom od $5 \cdot 10^2$ Pa i živina para čiji pritisak iznosi oko 1 Pa. Sem gasa, u cevi se nalaze i dve elektrode (E_1 i E_2), koje su izrađene od volframove žice u vidu lako razvučene spirale.

Zašto se lampa puni mešavinom argona i živine pare?

Da bi se luminifor pobudio na emisiju svetlosti, potrebno je osvetljavati ga svetlošću dovoljno velike učestanosti (ultraljubičasta svetlost). Takva svetlost u lampi može da se dobije električnim pražnjenjem u gasu, kada se pod uticajem električnog polja pobuđuju atomi gasa, tj. njihovi elektroni prebacuju na viša energetska stanja i zatim, vraćajući se u osnovna stanja emituju fotone koji pogađaju luminifor i izazivaju fluorescenciju.



Pobuđivanje atoma gasa i električno pražnjenje utoliko se lakše vrše, ukoliko je manji izlazni rad gasa. Atomi živine pare imaju relativno mali izlazni rad od 10,4 eV i veoma su pogodni za rad lampe. Međutim, na običnim temperaturama nema dovoljno živine pare u cevi. Zbog toga se unosi izvesna količina argona, čiji je izlazni rad nešto veći i iznosi 15,7 eV. Pražnjenje u cevi započinje na atomima argona i traje samo dok se ne stvori dovoljno živine pare usled zagrevanja, a zatim prestaje, zamenivši se pražnjenjem na atomima žive.

Da bi lampa davala svetlost potrebno je da se »upali«, tj. da u njoj započne proces pražnjenja. Na datoj slici se vidi da se lampa vezuje na mrežni napon (220 V, 50 Hz) pritiskom na prekidač *P*. Na red sa elektrodama lampe vezani su starter (*ST*) i prigušnica (*L*), koji omogućavaju paljenje lampe.

Starter, koji igra ulogu automatskog prekidača, predstavlja minijaturnu gasnu cev napunjenu neonom. Jedna elektroda je od nikla, a druga od bimetalne trake. Kada se uključi prekidač *P*, u starteru nastaje tinjavo električno pražnjenje, zbog koga se bimetalna traka zagreva i ispravlja. U jednom momentu elektrode u tinjalici se spoje i kolom teče struja kratke veze. Elektrode E_1 i E_2 se tada zagrevaju i u njihovoj blizini nastaje termo-

elektronska emisija, a elektrode u starteru se hlade u odnosu na zagrejanost pri tinjavom pražnjenju. Usled hlađenja, bimetalna traka se savija i odvaja od druge elektrode, da bi u jednom momentu nastao prekid strujnog kola. Po zakonima fizike, ovaj prekid indukuje u zavojnici prigušnice *L* elektromotornu silu samoindukcije koja je veća od mrežnog napona. Između elektroda u fluorescentnoj lampi nastaje dovoljan napon za početak pražnjenja, koje se dalje, sve do isključenja prekidača *P*, održava. Posle paljenja, starter u radu lampe nema nikakvog učešća, jer se strujno kolo zatvara kroz samu cev, zahvaljujući pražnjenju.

Uloga induktivnog kalema *L* višestruka je. Ona pomaže paljenju lampe, štiti je od mogućnog oštećenja do koga bi došlo ako bi intenzitet pražnjenja naglo porastao. Radi veće ekonomičnosti (dobijanja većeg faktora snage električne struje), paralelno starteru vezuje se kondenzator.

Na kraju, da pomenemo, da su fluorescentne lampe nekoliko puta ekonomičnije od običnih sijalica sa volframovom niti. Ovo se najbolje vidi poređenjem svetlosnog koeficijenta, koji se definiše kao odnos ukupnog svetlosnog fluksa Φ (u lumenima), koji daje svetiljka, i ukupne električne snage W (u vatima), koja se troši za napajanje svetiljke. Kada bi se sva utrošena energija transformisala u svetlosnu, dobio bi se teorijski maksimalan koeficijent koji iznosi oko 200 lm/W. Za obične sijalice sa vlaknom, najveći deo energije izračuje se u obliku infracrvenog (toplotnog) zračenja, pa je zato koeficijent samo 10 lm/W. Kod fluorescentnih lampi, ovaj koeficijent je znatno veći i iznosi 40—50 lm/W.

Sem što je kvalitet svetlosti bolji i zdraviji, vek trajanja fluorescentnih cevi je nekoliko puta duži.

Genijalni fizičar i izvanredni matematičar Albert Ajnštajn uzimao je časove violine. Zadate lekcije nije uvek stizao da pripremi, što je njegovog učitelja muzike dovodilo do očajanja. Jednom je maestro, dajući takt rukom, ljutito uzviknuo: »*Jedan, dva, tri!... Jedan, dva, tri!... Pa umeš li ti, čoveče, uopšte da brojiš?*«

*

»*Svakog dana ja se podsećam da su u osnovi mog spoljnog i unutrašnjeg života plodovi rada mnogih živih i mrtvih ljudi. Znači da je moja osnovna dužnost da napregnem sve svoje snage kako bih pružio čovečanstvu ne manje od onoga što sam od ljudi već dobio i što dobijam*«.

Ajnštajn

POZVAN JE

MILIVOJ JUGIN

Zanimanje za kosmos — nadgradnja školskog gradiva
Bez poznavanja fizike i matematike nema leta u kosmos

Učenici IV_2 razreda OŠ „Sveti Sava" u Beogradu **Časlav Nedeljković, Irena Gžik** i **Dušan Živić** su članovi novinarske sekcije. Za svoj odeljenski list intervjuisali su našeg popularnog znalca kosmonautike inženjera Milivoja Jugina. Istovremeno, ovi učenici su, iako još ne uče fiziku, redovni čitaoci „Mladog fizičara". Smatrajući njihov intervju sa inž. Juginom zanimljivim za naše čitaoce, donosimo ga u ovom broju, a autorima, koji su, do sada, naši najmlađi saradnici, umesto honorara dajemo godišnju pretplatu za časopis „Mladi fizičar".

● Poznato nam je, druže Jugin, da ste Vi dosad napisali više knjiga. Imate li nameru da napišete još neku?

— Upravo sam napisao novu knjigu koja treba sada da se objavi. To je »Mesečev dnevnik 1969«. A vama, ako je niste čitali, preporučujem knjigu »Svi smo kosmonauti«. Napisana je baš za učenike vašeg uzrasta.

● Koje škole treba završiti da bi se moglo ići na obuku za let u kosmos?

— Treba završiti prvo ovo što vi sad pohađate — osnovnu, potom srednju, a onda jedan od fakulteta, recimo tehničkih. Zatim je potrebno da si potpuno zdrav da bi mogao da se prijaviš da budeš kosmonaut.

● Šta je Vas privuklo da izučavate vasionu i kosmonautiku?

— Ljubav prema vazduhoplovstvu. Ja sam još od malih nogu, kad sam bio manji od vas, već crtao avione i voleo sam avijaciju uopšte. Zato sam završio vazduhoplovni fakultet. Radio sam prvo konstruišući avione, a posle sam se, eto, popeo sprat više, jer kosmos je sprat više od atmosfere.

● Da li mladima preporučujete da se zanimaju, a možda i da lete u kosmos?

— Ja mladima preporučujem, pre svega, da školu dobro završe, jer bez završene škole, bez poznavanja matematike, fizike i svih drugih predmeta nema leta u kosmos. A kad to završite, kad to savladate, onda možete u kosmos sigurno.

● Kada ste Vi bili u našim godinama da li se verovalo da će čovek stupiti na neko nebesko telo izvan Zemlje?

— Pa, vidite, kada sam ja bio u vašim godinama, bio sam duboko ubeđen da će čovek poleteti na Mesec. Ali nisam bio siguran da će to tako brzo doći.

● Da li naučno-fantastični filmovi mogu negativno da utiču na decu koja se zanimaju za kosmos?

— Ne mogu ni u kom slučaju, ali pod uslovom da ne gledaju filmove bez poznavanja osnovnih zakona fizike, hemije i tako dalje. Vi već sada možete da ocenite u naučno-fantastičnom filmu šta može da bude, a šta ne može da bude — ako znate fiziku, matematiku, hemiju možete sve sami da ocenite.

● Koje knjige preporučujete omladini koju interesuje kosmonautika?

— Na našem jeziku? Pa sad, malo je nezgodno da kažem, eto, moju knjigu, pre svega ovu »Svi smo kosmonauti«. Za vaš uzrast kod nas ima relativno malo izdatih knjiga iz te oblasti, ali zato preporučujem obavezno da se čita časopis »Galaksija«.

● Da li u školama treba da postoje sekcije za proučavanje vasione i kosmonautike?

— Ne mora u svakoj školi. Ako ima u nekoj školi zaista izrazitih ljubitelja letova u kosmos i vazduhoplovstva, onda može u okviru aero-kluba u okviru Narodne tehnike da se formira nešto. Mi imamo takođe i raketna društva u Narodnoj tehnici, pa možete da se učlanite u ta društva.

● Šta sadrži jelovnik kosmonauta?

— Jelovnik kosmonauta sada sadrži sve ono što oni jedu kod kuće, na Zemlji. Međutim, u prvo vreme nije bilo tako. U prvo vreme se mislilo da ne mogu da jedu sve ovo, naime da mora da im se priprema specijalna hrana. Sad jedu ovu istu hranu koju mi na Zemlji jedemo, samo malo drugačije konzerviranu.

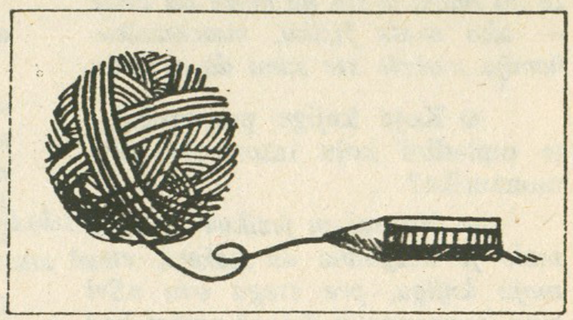
● Šta preporučujete učenicima koji se zanimaju za kosmos i naučnu-fantastiku?

— Preporučujem, pre svega, da ne zanemare učenje, jer zanimanje za kosmos i naučnu-fantastiku može samo da bude nadgradnja onoga što vi učite u školi. Takođe im preporučujem da prate svu drugu literaturu, »Galaksiju«, »Tehničke novine«, »Mladi fizičar« i druge časopise iz ove oblasti.

ČASLAV NEDELJKOVIĆ
IRENA GŽIK
DUŠAN ŽIVIĆ

KALENDAR TAKMIČENJA IZ FIZIKE

osnovna škola		**srednja škola**	
opštinsko	26. 02. 83.	opštinsko	05. 03. 83.
regionalno	02. 04. 83.	regionalno	02. 04. 83
republičko	07. 05. 83.	republičko	07. 05. 83.
savezno	13—15. 05. 83.	savezno	13—15. 05. 83.



O OPTIČKOM STAKLU

MITA SEKULIĆ (Beograd)

Nije redak slučaj da se fizičar nađe u situaciji da treba da zameni neki element na optičkom instrumentu. Pri tome, pored ostalog, treba da vodi računa i o vrsti stakla od koga je dati element — sočivo, prizma, ili ogledalo — načinjen. Optičko staklo razlikuje se od tehničkog stakla i to svojim hemijskim sastavom, homogenošću i postojanošću u odnosu na različite fizikohemijske uticaje.

Osnovna komponenta optičkog stakla je silicijumdioksid, SiO_2. Staklo od čistog SiO_2 — *kvarcno staklo* — dobro propušta ultraljubičaste zrake, a obzirom na veliku tvrdoću koristi se u optičkoj industriji za izradu *optičkih kontrolnika*, sočiva koja u toku proizvodnje, na principu interferencije, služe za kontrolu poluprečnika krivine sočiva i ogledala. Kao sirovine za izradu optičkog stakla koriste se i oksidi natrijuma, kalcijuma, kalijuma, mangana, aluminijuma i dr. Indeks prelamanja i disperzija stakla bitno se menjaju dodavanjem oksida bora i barijuma, koji se koriste za izradu baritnog i teškog kron stakla. Oksid olova izrazito povećava indeks prelamanja i disperziju stakla, a u poslednje vreme sve više se proizvode stakla u čiji sastav ulaze i oksidi retkih elemenata.

Optička stakla dele se na dve velike grupe: *kron staklo*, s malim indeksom prelamanja i disperzijom, i *flint staklo*, s velikim indeksom prelamanja i disperzijom, ali između njih ne postoji oštra granica. Svaka od ove dve grupe dalje se deli na podgrupe i marke stakla. *Marka stakla* određena je indeksom prelamanja, srednjom disperzijom, parcijalnom disperzijom i koeficijentom rasejavanja svetlosti.

Indeks prelamanja n definiše se kao količnik brzine prostiranja svetlosti u vakuumu i datoj sredini, odnosno materijalu od koga je optički element izrađen. Pri tome je od posebnog značaja što indeks prelamanja određene supstancije zavisi od talasne dužine svetlosti. Indeksi prelamanja za pojedine talasne dužine svetlosti određuju se eksperimentalno, za pojedine boje svetlosti iz spektra određenih hemijskih elemenata (vidi Tabelu I).

Tabela I

Boja	Crveno		Žuto		Zeleno	Plavo		Indigo	Ljubičasto
Oznaka linije	*A*	*C*	*D*	*d*	*e*	*F*	*g*	*G*	*h*
(nm)	768	656	589	587	546	486	435	434	404
Element u kome se javlja linija	*K*	H	Na	He	Hg	H	Hg	H	Hg

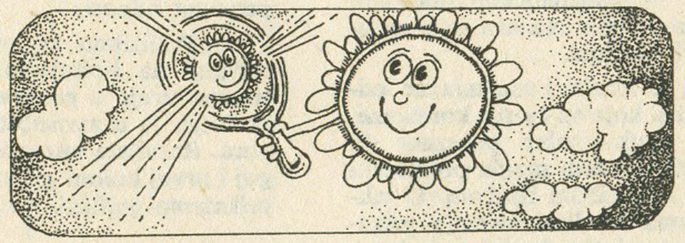
Srednja disperzija definiše se kao razlika $n_F - n_G$, a *koeficijent disperzije* (Abeov broj) kao odnos

$$\nu_D = \frac{n_D - 1}{n_F - n_G}.$$

Parcijalna disperzija određena je razlikom indeksa prelamanja za dve različite talasne dužine svetlosti $n_{\lambda_1} - n_{\lambda_2}$, gde je $\lambda_1 < \lambda_2$.

Pored pomenutih karakteristika optičkog stakla, kontroliše se i optička homogenost (meri se indeks prelamanja u različitim delovima uzorka), dvojno prelamanje svetlosti, pojava mehurića itd.

U optičkoj industriji koristi se i *tehničko staklo* — za izradu ogledala, zaštitnih stakala i drugih elemenata koji ne ulaze u optičku šemu instrumenta. Posebno mesto ovde zauzima *pireks* staklo koje ima mali koeficijent termičkog širenja ($\alpha = 33 \times 10^{-7} C^{-1}$).



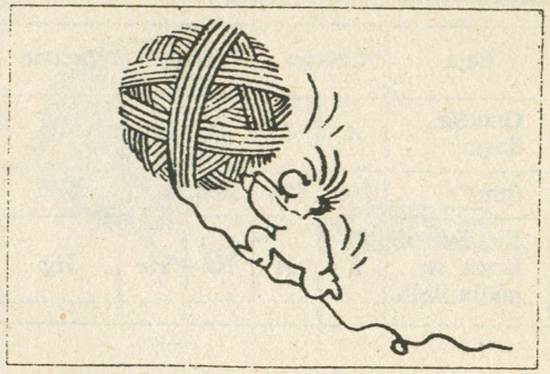
Koeficijent svetlosnog rasejavanja obrnuto je srazmeran dužini puta koji prolazi paralelni snop svetlosti, pri čemu se svetlosni fluks smanji 2,71 (*e*) puta.

Firme koje se bave proizvodnjom optičkog stakla imaju svoje oznake za pojedine marke stakla. Jedna od najpoznatijih firmi za proizvodnju optičkog stakla nalazi se u Jeni.

Za izradu nekih optičkih elemenata koristi se i tzv. *organsko staklo*, a za izdvajanje pojedinih boja iz bele svetlosti upotrebljavaju se obojena stakla — *filtri*; zavisno od kvaliteta filtra, stepen monohromatnosti propuštene svetlosti će biti različit.

U našoj zemlji optička stakla se ne proizvode, ali se govori o otvaranju pogona ove vrste pri fabrici stakla u Paraćinu.

POKUŠAJTE



OBRADA REZULTATA MERENJA III

DUŠAN KOLEDIN (Beograd)

E) Prikazivanje rezultata

Rezultati merenja, najopštije, mogu se prikazati *analitički i numerički.*

Eksperiment kao oblik istraživačkog rada može dovesti do otkrića opšte funkcionalne zavisnosti između veličina koje karakterišu neku širu klasu pojava. Rezultati takvog eksperimenta prikazuju se analitički — matematičkim obrascem koji u opštem obliku izražava vezu između ispitivanih veličina.

Često se rezultati merenja ne odnose na pojave koje su čvrsto korelirane, tj. direktno funkcionalno povezane da bi se veza između njih mogla predstaviti jedinstvenim analitičkim izrazom. U takvim situacijama rezultati merenja prikazuju se odgovarajućim brojnim vrednostima — numerički.

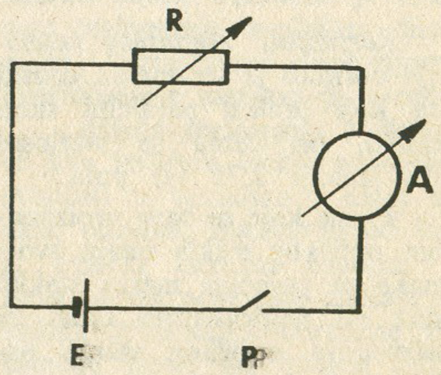
U laboratorijskoj praksi, međutim, rezultati merenja, bez obzira na to da li izražavaju ili ne nekakvu strogo funkcionalnu zavisnost, prikazuju se *tabelarno* i *grafički.*

Tabelarni prikaz predstavlja samo pregledan popis onoga što je neposredno u eksperimentu urađeno — izmereno i izračunato. Konstrukcija tabele zavisi od sadržaja samog eksperimenta i uputno je uraditi je prethodno, pre početka merenja. Prema tome, tabelarni prikaz prethodi svakoj daljoj obradi rezultata merenja.

E1) Grafičko prikazivanje rezultata

Grafički prikaz, pored toga što pruža preglednu vizuelnu predstavu eksperimentalnih rezultata, predstavlja i sredstvo pomoću koga primenom raznih približnih grafičkih metoda možemo doći do opštijih kvalitativnih i kvantitativnih zaključaka o pojavama na koje se eksperiment odnosi.

Poslužimo se primerom. Pretpostavimo da ispitujemo promenu jednosmerne struje u prostom, nerazgranatom kolu (sl. 1) u zavisnosti od promene otpora. Rezultate merenja, popisane u drugoj i prvoj koloni prve tabele, želimo da prikažemo grafički. S obzirom na poznatu funkcionalnu zavisnost struja—otpor, koju izražava Ohmov zakon, očekujemo da tačke na odgovarajućem grafikonu slede tok hiperbole. Međutim, grafička obrada rezultata merenja znatno je olakšana kada je zavisnost između merenih veličina linearna, jer se tada najlakše i najtačnije može nacrtati grafik za date eksperimentalne tačke. U situacijama kada zavisnost sama po sebi nije linearna, preporučljivo je izvesti neku transformaciju koja će je svesti na linearnu. Drugim rečima, preporučuje se, uvek kada je moguće, izvođenje tzv. *linearizacije grafika.* Za taj postupak ne postoji neko jedinstveno pravilo. Ako, npr., merene veličine x i y stoje u odnosu



Slika 1.

Tabela 1.

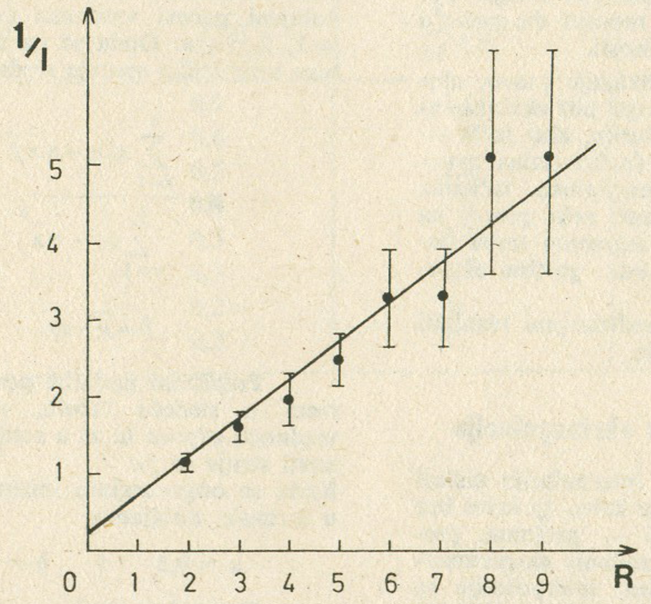
x_i	y_i	x_i^2	$x_i \cdot y_i$	
2	1,1	4	2,2	$n = 8$
3	1,7	9	5,1	
4	2,0	16	8,0	$\bar{x} = 5{,}5$
5	2,5	25	12,5	
6	3,3	36	19,8	$\bar{y} = 3{,}0$
7	3,3	49	23,1	$n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y} = 132$
8	5,0	64	40,0	
9	5,0	81	45,0	$n \cdot \overline{x^2} = 242$
44	23,9	284	155,7	

$$y = \frac{a}{x}, \qquad (17)$$

linearizacija se može izvesti grafičkim prikazivanjem vrednosti $1/y$ u funkciji od x. Ako je zavisnost eksponencijalna, npr.

$$y = a \cdot e^{b} \cdot x, \qquad (18)$$

u koordinatnom sistemu dobiće se prava ako se predstavlja $ln(y)$ u funkciji od x. Ovaj se postupak znatno pojednostavljuje korišćenjem semilogaritamske hartije na kojoj je po jednoj koordinatnoj osi izvršena logaritamska podela, a po drugoj linearna.



Slika 2.

Dakle, da bi se u prethodnom izvela linearizacija, treba prikazati $1/I$ u funkciji od R.

Mereći struju, činili smo odgovarajuću grešku. Naime, ako je najmanji podeljak skale ampermetra (čiju klasu ne znamo) 0,1 A, apsolutna greška je $\Delta I = 0{,}05$ A. To se takođe mora prikazati na grafiku. Međutim, kako se ne prikazuje I, nego $1/I$, nećemo crtati grešku $\pm\Delta I$, već $\pm\Delta(1/I)$, tj.

$$\Delta\left(\frac{1}{I}\right) = \pm\left|-\frac{1}{I^2}\right|\Delta I.$$

Greške se prikazuju tako što se njihovi pozitivni delovi crtaju (u odgovarajućim jedinicama) u obliku duži, vertikalno iznad odgovarajućih tačaka, a negativni delovi na isti način ispod odgovarajućih tačaka. Implicitno smo pretpostavili da se pri izboru otpora R ne greši. U slučajevima kada se greši u očitavanju obeju promenljivih greške treba predstavljati u obliku krstića, odn. pravougaonika oko eksperimentalnih tačaka.

Izbor skale vrši se na osnovu dva kriterijuma: (1) da se grafik proteže celom raspoloživom površinom, obično oblika kvadrata, i (2) ako grafik prikazuje pravu, da ima nagib oko $\pm 45°$. Od ovih pravila se može odstupiti kad treba posebno izdvojiti neki deo krive ili kada je tačnost merenja jedne veličine mnogo manja od tačnosti merenja druge. Ponekad obe skale ne moraju da počinju od svojih nultih vrednosti.

Ako grafik prikazuje pravu, eksperimentalne tačke mogu biti ekvidistantno raspoređene. Međutim, ako je u pitanju neka složenija funkcionalna zavisnost i ako eksperimentalnim tačkama treba precizno prikazati neki prevoj na krivoj, onda na tom segmentu treba povećati broj merenja, odn. gustinu eksperimentalnih tačaka.

Na sl. 2 su predstavljeni rezultati iz prethodnog primera.

E3) Interpolacija i ekstrapolacija

Opšti zadatak interpolacije sastoji se u povlačenju glatke krive, tj. krive bez ikakvih nepravilnosti — preloma, prekida i sl. — između zadanih eksperimentalnih tačaka. Problem interpolacije se u laboratorijskoj praksi rešava relativno jednostavno na nekoliko načina.

Najprostiji način je tzv. *grafička interpolacija*. Tada se kriva povlači tako da prolazi preko svih pravougaonika grešaka oko eksperimentalnih tačaka tako da približno isti broj tačaka bude sa svake strane krive, sa sličnim udaljenostima. Jasno je da pri tome kriva ne mora prolaziti kroz eksperimentalne tačke, jer područja definisana pravougaonicima, odn. dužima, odgovaraju »pravim vrednostima« merenih veličina. Ovaj metod, međutim, nije dovoljno strog da bi rešenje problema interpolacije bilo jednoznačno. Drugim rečima, navedene zahteve može zadovoljiti više krivih. To je očigledno i u primeru prave sa sl. 2. Stoga se formulišu različiti analitički postupci interpolacije.

Najviše primenjivan analitički postupak interpolacije je tzv. *metod najmanjih kvadrata*. Prikazaćemo primenu ovog metoda na linearnu zavisnost, a za numeričku ilustraciju ćemo iskoristiti primer iz prethodnog odeljka.

Jednačina prave linije je

$$y = a \cdot x + b. \qquad (19)$$

Ako su poznati parametri a i b (koeficijent pravca i odsečak na ordinatnoj osi), pravu možemo jednoznačno konstruisati. Pri određivanju tih parametara metodom najmanjih kvadrata zahteva se da zbir kvadrata udaljenosti eksperimentalno dobijenih tačaka od odgovarajuće prave bude minimalan. Neka su eksperimentalno dobijeni parovi vrednosti (x_i, y_i), $i = 1, 2, \ldots, n$. Onda se na osnovu osobina aritmetičke srednje vrednosti dobija:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2} \qquad (20)$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}. \qquad (21)$$

Prepišimo podatke poslednjeg primera u sledeću tabelu, obeležavajući vrednosti otpora sa x_i a recipročne vrednosti struje sa y_i:
Kada se odgovarajuće vrednosti zamene u formule, dobijamo:

$$a = 0{,}5 \quad \text{i} \quad b = 0{,}2.$$

Optimalna prava — $y = 0{,}5 \cdot x + 0{,}2$ — konstruisana je na sl. 2.

Grafička obrada rezultata merenja često uključuje i postupak *grafičke ekstrapolacije*. Naime, ekstrapolacija je proširenje funkcionalne zavisnosti, utvrđene u nekom ograničenom području nezavisno promenljive, izvan granica tog područja. Na taj način možemo doći do podataka koji se, u principu, ne mogu dobiti neposrednim merenjem.

Sa fizičkog stanovišta ekstrapolacija nije sasvim opravdana operacija, jer se pretpostavlja da je zadana funkcionalna zavisnost očuvana i izvan granica proučavanog intervala. Često je jedini argument za izvođenje ekstrapolacije uverenje da se fizička strana pojave ne menja.

E3) Prikazivanje rezultata pomoću dijagrama

Specifičan oblik grafičkog prikazivanja rezultata je pomoću dijagrama. On se primenjuje u situacijama kada dolazi do izražaja statistička struktura posmatrane serije merenja, odn. kada je data serija merenja bogata podacima ($n > 30$).

Dijagramski prikaz svodi se na jedan od tri ekvivalentna načina: histogram, poligon i kriva frekvencije.

Konstrukcija histograma frekvencije podrazumeva sledeći postupak. Domen vrednosti merene veličine podeli se na pogodne intervale, a zatim se utvrdi koliko rezultata merenja pripada svakom intervalu, tj. frekvencija. Na apscisnu osu nanose se utvrđeni intervali, a na ordinatnu odgovarajuće frekvencije. Konačno, iznad svakog intervala se konstruiše pravougaonik čija je osnovica utvrđeni interval, a visina odgovarajuća frekvencija.

Poligon frekvencije konstruiše se slično. Od sredine svakog intervala merene veličine odmeri se visina koja odgovara frekvenciji i tako dobijene tačke se spoje izlomljenom linijom.

Kriva frekvencije je teorijska konstrukcija. Dobija se kao glatka linija (v. krivu normalne raspodele) u graničnom prelazu na beskonačno male intervale klase i beskonačan broj obuhvaćenih slučajeva.

Tabela 2.

$R\,[\Omega]$	$I\,[A]$	$\frac{1}{I}\,[A]^{-1}$	$\frac{1}{I^2}\Delta I\,[A]^{-1}$
2	0,9	1,11	0,07
3	0,6	1,67	0,09
4	0,5	2,0	0,3
5	0,4	2,5	0,3
6	0,3	3,3	0,7
7	0,3	3,3	0,7
8	0,2	5	2
9	0,2	5	2

(Nastavak sa str. Z240)

na čestice A u odnosu na Zemlju, posle sudara, iznosi

$$\vec{v}_5 = \vec{v}_3 + \vec{v}_4 = (\vec{v}_1 - \vec{v}) + \vec{v}_1 = 2\vec{v}_1 - \vec{v}.$$

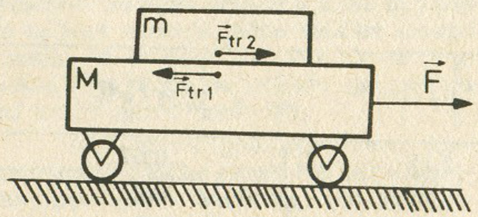
Vidi se da smer vektora $\vec{v}_5$ zavisi od odnosa intenziteta vektora $\vec{v}$ i $\vec{v}_1$: a) ako je $v<2v_1$, smer brzine čestice A posle sudara se ne menja; b) ako je $v>2v_1$, smer brzine čestice A je suprotan od smera pre sudara; c) ako je $v = 2v_1$, onda se čestica A zaustavlja posle sudara ($v_5 = 0$).

U konkretnom slučaju je $v<2v_1$, pa intenzitet brzine čestice A posle udara o telo B iznosi

$$v_5 = 2v_1 - v = 5 \text{ m/s}.$$

a čestica ne menja smer kretanja.

329. U horizontalnom pravcu na kolica deluju sila $\vec{F}$ i sila $\vec{F}_{tr_1}$. Sila trenja je usmerena u suprotnom smeru od smera kretanja kolica pri trenju klizanja ili suprotno od smera delovanja sile $\vec{F}$ pri trenju mirovanja, tj. u svakom slučaju je $\vec{F}_{tr_1}$ (sl. 3) usmerena ulevo. Na telo u horizontalnom pravcu deluje od



Slika 3.

strane kolica sila trenja $\vec{F}_{tr2}$ usmerena, prema III Njutnovom zakonu, udesno i pri klizanju tela po kolicima je $F_{tr1} = F_{tr2} = F_{tr}$. Tada jednačine kretanja kolica i tela glase

$$Ma_1 = F - F_{tr} \qquad (1)$$

$$ma_2 = F_{tr}$$

odnosno, ako se uzme u obzir da je $F_{tr} = \mu mg$ (pri trenju klizanja):

$$Ma_1 = F - \mu mg \qquad (2)$$

$$ma_2 = mg.$$

Ako se telo i kolica kreću zajedno, kao celina ($v_{rel} = 0$), onda između njih deluje sila trenja mirovanja $F_{trm} \neq \mu mg$. Ali ubrzanja ova dva tela imaju istu vrednost, pa sistem relacija (1) dobija oblik:

$$Ma = F - F_{trm} \qquad (3)$$

$$ma = F_{trm}.$$

Iz ove analize se vidi da je za rešavanje zadatka neophodno razjasniti karakter sile trenja koja deluje između tela i kolica. Pri tome treba imati u vidu činjenicu da je $F_{trm} \leqq F_{tr} = \mu mg = 9{,}81$ N. Rešavanjem sistema jednačina (3) dobija se

$$a = \frac{F}{M+m}$$

i

$$F_{trm} = \frac{F \cdot m}{M+m}, \qquad (4)$$

tj. da sila trenja mirovanja F_{trm} zavisi od sile F. Prema tome, kolica i telo će se kretati zajedno samo za one vrednosti sile F za koje je F_{trm}, određeno po formuli (4), manje ili jednako od njene granične vrednosti F_{tr}. Zamenom brojnih vrednosti dobija se:

a) za $F = 20$ N,

$F_{trm} = 6{,}67 \text{ N} < F_{tr}$ i

b) za $F = 60$ N,

$F_{trm} = 20 \text{ N} > F_{tr}$ što je nemoguće i u ovom slučaju između kolica i tela postoji trenje klizanja. Sada se mogu naći i tražena ubrzanja. Za prvi slučaj ($F = 20$ N) iz formule (4) se dobija

$$a = \frac{F}{M+m} = 0{,}67 \frac{m}{s^2}.$$

Za slučaj $F = 60$ N postoji trenje klizanja, pa se rešavanjem sistema jednačina (2) dobija da je ubrzanje kolica

$$a_1 = \frac{mF - \mu mg}{M} = 2{,}51 \text{ m/s}^2,$$

a tela

$$a_2 = \mu g = 0{,}981 \text{ m/s}^2.$$

330. Pri spuštanju balona konstantnom brzinom, zbir svih sila koje deluju na njega je jednak nuli

$$Mg - P - f = 0.$$

gde je P sila potiska, a f je sila otpora kretanju vazdušnog balona. Kada se balon podiže konstantnom brzinom na njega deluju iste sile (po intenzitetu) i njihov zbir je jednak nuli, samo što sila otpora ima suprotan smer od smera kretanja balona. Tako se ravnoteža sila izražava relacijom

$$(M - m)g - P + f = 0,$$

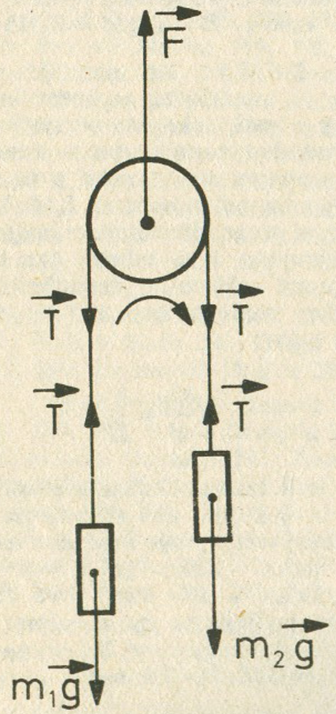
gde je m masa tereta koji treba izbaciti. Sabiranjem gornjih dveju relacija dobija se jednačina

$$2Mg - mg - 2P = 0,$$

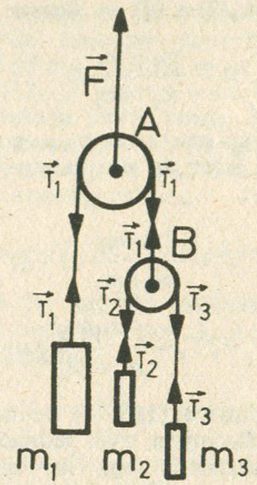
iz koje se dobija da je masa tereta, koji treba izbaciti iz balona da bi se ovaj kretao vertikalno naviše, jednaka

$$m = 2\left(M - \frac{P}{g}\right) = 96{,}5 \text{ kg}.$$

331. Na slici 4 su prikazane sile koje deluju na kotur i tegve. Na ovoj slici je T sila zatezanja konca, a F je sila kojom dinamometar deluje na kotur



Slika 4.



Slika 5.

Smer kretanja je određen iz odnosa masa tegova.

Jednačine kretanja tegova, prema II Njutnovom zakonu, glase

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T.$$

Iz ovih dveju jednačina, rešavanjem po T, dobija se

$$T = \frac{2 m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}.$$

Tako će dinamometar pokazivati (na osnovu III Njutnovog zakona) silu

$$F = 2T = \frac{4 m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 7{,}36 \text{ N}.$$

332. Pošto su koturi zanemarljivo teški, to će, na osnovu prethodnog zadatka, postojati sledeće jednakosti u intenzitetu sila (sl. 5): $T_2 = T_3$, $T_1 = 2T_2$ i $F = 2T_1$. Teg m_1 se kreće naniže sa ubrzanjem a pod dejstvom sile $m_1 g$ (naniže) i sile T_1 (naviše):

$$m_1 a = m_1 g - T_1. \qquad (1)$$

Ako bi kotur B mirovao, onda bi se teg m_2 kretao naniže sa nekim ubrzanjem a_1, a teg m_3 — naviše sa istim ubrzanjem. Uzimajući u obzir činjenicu da se kotur B kreće naviše ubrzanjem a, jednačine kretanja tegova m_2 i m_3 glase

$$m_2(a_1 - a) = m_2 g - T_2 \qquad (2)$$

$$m_3(a_1 + a) = T_2 - m_3 g. \qquad (3)$$

Iz relacija (2) i (3) se dobija da je

$$a_1 = \frac{m_2 - m_3}{m_2 + m_3}(a+g).$$

Zamenjujući ovaj izraz za a_1 u relaciji (2), dobija se izraz za silu zatezanja T_2, odnosno T_1:

$$T_2 = \frac{2m_2 m_3}{m_2 + m_3}(a+g) \qquad (4)$$

$$T_1 = 2T_2 = \frac{4m_2 m_3}{m_2 + m_3}(a+g).$$

U jednačinama (1) i (2) nepoznate su a i T_1. Rešavanjem ovih jednačina dobija se da ubrzanje tega m_1 iznosi

$$a = \frac{m_1 m_2 + m_1 m_3 - 4m_2 m_3}{m_1 m_2 + m_1 m_3 + 4m_2 m_3} g = 1{,}40\ \mathrm{m/s^2},$$

i da će dinamometar pokazivati silu F jednaku

$$F = 2T_1 = \frac{16 m_1 m_2 m_3 g}{m_1 m_2 + m_1 m_3 + 4m_2 m_3} =$$

$$= 168{,}2\ N.$$

333. Iz uslova za difrakciju: $n\lambda = d\sin\theta$, sledi s obzirom da je $\sin\theta \leq 1$, da se javljaju samo oni difrakcioni maksimumi, za koje je $n \leq d/\lambda$. Kako je $d = 4\ \mathrm{cm}/10^4 = 4 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m}$, a $\lambda = 546\ \mathrm{nm} = 5{,}46 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{m}$, sledi da se pojavljuju refleksije za koje je redni broj $n \leq 7{,}33$, odnosno (kako je n ceo broj) $n \leq 7$. Maksimalno skretanje snopa monohromatskih zraka svetlosti ostvaruje se za refleksiju reda

$$n = 7 : \theta = arc\ \sin\frac{7\lambda}{d} = arc\ sin\ 0{,}9555 =$$

$$= 72°\ 50'.$$

334. Najintenzivnija polarizacija ostvaruje se kada je upadni ugao (u odnosu na normalu na graničnu površinu) vezan s relativnim indeksom prelamanja n sredine staklo-vazduh relacijom (Brusterov zakon): $n = tg\alpha$. Odavde se dobija $\alpha = \mathrm{arc\ tg}\, n = \mathrm{arc\ tg}\, 1{,}57 = 57°30'$.

335. Pri prolazu monohromatskih rendgenskih zraka kroz praškaste uzorke ili kroz polikristale, javljaju se uslovi za difrakciju na malim kristalitima koji se nalaze u ogromnom broju u jednom zrnu praška, odnosno komadu polikristala. Ovi kristaliti imaju različite orijentacije u odnosu na izabrani pravac. Sigurno je da će se u ovako velikom broju naći dovoljan broj kristalita na koje upadni snop rendgenskih zraka pada pod uglom φ za koji je ispunjen uslov za difrakciju:

$$n\lambda = 2d\sin\varphi$$

(n je red refleksije, λ je talasna dužina rendgenskih zraka, d je međuravansko rastojanje date porodice, a φ je ugao difrakcije). Sa slike 6 vidi se da difragovani zrak skreće u odnosu na upadni za dvostruki ugao difrakcije. Tako, na ekranu dobijamo tačku koja se u odnosu na centralnu tačku (presek direktnog snopa s ravni ekrana) nalazi na rastojanju $R = L\mathrm{tg}2\varphi$, gde je L rastojanje ekrana od uzorka. Kako postoji veliki broj kristalita koji su različito postavljeni u prostoru, ali tako da na njih rendgenski zraci padaju pod uglom φ, na ekranu se dobija svetli prsten poluprečnika R. U ovom zadatku je $\lambda = 17{,}8\ \mathrm{pm}$, $L = 15\ \mathrm{cm}$, $n = 2$ i $d = 155\ \mathrm{pm}$, tako da je na osnovu uslova za difrakciju: $\varphi = \mathrm{arc\ sin}\frac{2\lambda}{2d} = 6°35'\,40''$. Konačno, poluprečnik svetlog prstena koji odgovara refleksiji drugog reda iznosi $R = L\mathrm{tg}2\varphi = 3{,}515\ \mathrm{cm}$.

336. Kao što nam je poznato, Jung je ostvario eksperiment interferencije svetlosti, tako što je svetlost usmerio na dva proreza (mala otvora), na međusobnom rastojanju d, a na zaklonu, udaljenom od proreza za L, dobio svetle i tamne pruge. Svetle pruge javljaju se na rastojanjima x u odnosu na centralnu tačku na zaklonu u produžetku pravca upadne svetlosti, koja zadovoljavaju sledeći uslov:

$$\frac{n\lambda}{d} = \frac{x}{L},$$

gde je λ talasna dužina svetlosti, a n je ceo broj koji u isto vreme označava redni broj svetle pruge u odnosu na centralnu tačku. Kako je $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{cm}$, $d = 1\ \mathrm{mm}$ i $L = 3\ \mathrm{m}$, prve tri svetle pruge javljaju se na mestima: $x_1 = 1 \cdot \lambda L/d = 1{,}8\ \mathrm{mm}$, $x_2 = 2\lambda L/d = 3{,}6\ \mathrm{mm}$ i $x_3 = 3\lambda L/d = 7{,}4\ \mathrm{mm}$.

337. Na osnovu zakona prelamanja $\sin\alpha/\sin\beta = n$, gde je α upadni ugao u odnosu na normalu na graničnu površinu u optički ređoj sredini, β je prelomni ugao u odnosu na normalu u optički gušćoj sredini, a n je relativni indeks prelamanja. Pri prelamanju svetlosti iz optički gušće u optički ređu sredinu može se desiti da svetlost ne izađe iz date sredine. To se dešava ako je prelomni ugao $\alpha_g = 90°$, odnosno ako upadni ugao β_g zadovoljava relaciju: $\sin\beta_g = 1/n$. Znači za dati ugao nastupa potpuna unutrašnja refleksija. Kako u ovom zadatku znamo granični ugao potpune refleksije ($\beta_g = 45°$), lako možemo odrediti relalativni indeks prelamanja: $n = 1/\sin\beta_g = 1/\sin 45° = \sqrt{2}$. Ugao maksimalne polarizacije α_p izndsi (na [osnovu Brusterovog zakona) $\alpha p = \mathrm{arctg}\, n = \mathrm{arc\ tg}\sqrt{2} = 54°44'$.

338. Odgovor na pitanje zavisi od karakteristika instrumenata sa kojima se vrše merenja. Ako se meri električni otpor R_x po drugoj šemi, onda se tačno određuje napon U na ovom otporu, a jačina struje, koja ide kroz njega, nije tačno određena. Ampermetar ne meri deo struje koja prolazi kroz voltmetar. Greška merenja jačine struje ΔI pri poznatom naponu dovodi do greške ΔR_x u određivanju otpora R_x. Ova greška se nalazi iz Omovog zakona:

$$IR_x = U \quad I\Delta R_x + R_x \Delta I = 0.$$

Ako se sa R_V označi unutrašnji otpor voltmetra, onda je napon koji pokazuje voltmetar jednak:

$$U = \Delta I R_V = IR_x.$$

Iz poslednjih dveju relacija, ne vodeći računa o znacima, sledi:

$$\Delta R_x = R_x \frac{\Delta I}{I} = R_x^2 / R_V,$$

(Nastavak u sledećem broju)

PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 25 DOSTAVILI SU:

1. OŠ »Jovan Jovanović Zmaj«, Vranje, (Barać Biljana): Stojković Gordana 289, 290, 292, 293; Minić Žaneta 289, 290; Dimitrijević Violeta 289, 290; Cvetković Sunčica 289, 290; Janjić Sunčica 289, 290, 292, 293; Stojiljković Slađana 289, 290; Lazarević Vinka 289, 290; Petrović Slavica 289, 290, 292, 293; Grujić Vesna 289; Jovanović Violeta 290; Simonović Slađana 289; Nikolić Danijela 289, 290, 292, 293; Mirković Ivana 289, 290, 292, 293; Đorić Dragan 289, 290; Mitić Snežana 289, 290; Mitić Vesna 289, 290; Veličković Žaklina 289, 290; Stojanović Vesna 289, 290; Mitić Biljana 289, 290, 292, 293; Pešić Stojan 289, 290; Stošić Danijela 289, 290, 292, 293; Vorkapić Danijela 289, 290; Gagić Nataša 289, 290, 292, 293; Pavlović Ljiljana 289, 290; Sirmić Olgica 289, 290; Jovanović Slavica 289, 290, 292, 293; Arsić Ružica 289, 290, 292, 293; Cvetković Ljiljana 289, 290; Stoj ljković Suzana 298, 290, 292, 293; Janjić Gordana 289, 290; Cvetković Jagoda 289, 290; Stajić Ružica 289, 290; Valčić Sanja 289; Stojanović Suzana 289, 290; Đorđević Slavica 289, 290, 292, 293; Mitrović Zorana 289, 290, 292, 293; Gogić Nebojša 293; Milošević Sunčica 289, 290, 293; Aleksić Lilja 289, 290; Bogdanović Milena 289, 290, 293; Stojanović Vesna 289, 290; Bojkov Blaža 290; Gogić Nebojša 290; Stefanović Olivera 289; Cvetković Tatjana 289, 290; Simonović Dušica 289. 290;

2. OŠ »Karađorđe«, Topola (Mladenović Miomir): Nekić Zoran 290, 293; Spasić Saša 280, 281, 283; Ivović Danijela 280, 281; Đurić Dušanka 280, 281; Radošević Gorica 280, 281; Nikolić Gordana 293; Tasić Irena 280, 281; Golubović Karolina 280, 281; Paunović Jelena 280, 281; Lugonjić Radoslav 290; (Jevđić Živadinka): Spasić Nataša 284, 285; Petrović Sanja 284, 285, 288; Jovčić Jasmina 284, 285; Đekić Snežana 284, 285, 288; Jeremić Goran 284, 285, 288; Jovanović Saša 290, 293; Aleksić Milan 284, 285; Manojlović Snežana 285; Stevanović Nada 290, 293; Ješić Milan 290, 293; Ješić Olivera 290, 293; Nedović Slavica 285; Jelić Vesna 290, 293; Manojlović Vesna 290, 293; Nikolić Darko 284, 285.

3. OŠ »Milan Milošević«, Mrčajevci, (Milisavljević Stanojka): Tošić Zorica 265; Adamović Goran 284, 285; Vukosavljević Dragan 285; Jovanović Gordana 285; Jovanović Snežana 285; Tošić Zorica 285; Makljenović Radoslav 284.

4. OŠ »Miodrag Čajetinac Čajka«, Trstenik, (Lazarević Vojislav): Ilić Goran 280, 281, 283; Glišić Ljiljana 281, 283; Stefanović Jelena 280, 281; Savić Slobodan 280, 281, 283;

Ilijev Biljana 280, 281, 283; Krstić Ljubica 280, 281, 283; Đošić Sašo 280, 281, 283; Radović Milorad 280, 281; Brkić Katarina 280, 281, 283; Novaković Jelena 280, 281, 283;

5. OŠ »Moša Pijadde«, Razbojna, (Dudović Dušica): Predolac Igor 280, 281; Čolić Ivana 280; Savić Zlatan 280, 281; Bogićević Slađana 280, 281.

6. OŠ »Milan Ilić Čiča«, Aranđelovac, (Kosić Savka): Pavlović Dragan 284; Martinović Sanja 290; Marjanović Milica 284, 285, 286; Švabić Jelena 290, 291; Rankusović Ivanka 290.

7. OŠ »Nada Purić«, Valjevo, (Milić Ljiljana): Obradović Saša 290, 291; Mitrović Sanja 280, 281, 283; Zdravković Biljana 290, 291; Hadžić Jadranka 290, 291.

8. OŠ »Radovan Kovačević Maksim«, Lebane, (Mitrović Svetozar): Milošević Biljana 286; Stojanović Suzana 280, 281, 283, 285, 286, 290.

9. OŠ »Olga Milošević«, Smederevska Palanka, (Vukmanović Borivoje): Riorović Vesna 280, 281; Nikosavić Biljana 291.

10. OŠ »Dositej Obradović«, Niš, (Stojković Olga): Mitrović Tatjana 284, 285; Filipović Snežana 284, 285.

11. OŠ »Vuk Karadžić«, Čačak, (Šišović Božana): Đurović Jelena 280; Milošević Slobodan 280.

12. OŠ »Boris Kidrič«, Gornji Matejevac, (Ristić Vukadin): Radojković Branko 281, 282, 284, 288; Janković Saša 280, 281, 282, 283.

13. OŠ »Popinski borci«, Vrnjačka Banja, (Sretenović Angelina): Kojić Vladimir 280, 281; Miodragović Irena 280, 281, 283.

14. OŠ »Ivan Gundulić«, Novi Beograd, (Elvira Šaš): Mijalčić Radovan 284, 285, 287, 288; Spasić Dejan 284, 285, 287, 288.

15. OŠ «Vuk Karadžić«, Lebane, (Nikolić Gospava): Stevanović Srđan 280, 281.

16. OŠ »Milan Munjas«, Ub, (Starčević Dragica): Marković Dragan 280, 281.

17. OŠ »Braća Labudović«, Nikšić, (Jevrić Rosa): Kankaraš Radmila 280.

18. OŠ »Stevan Sinđelić«, Beograd, (Harizanov Spasoje): Stanković Nebojša 280, 281, 283.

19. OŠ »Heroj Ivan Muher«, Smed. Palanka, (Milanović Dafina): Begović Nenad 284, 285, 288.

20. OŠ »Miroslav J. Cerovac«, Vrčin, (Baričević Milan): Kepić Srećko 265, 266.

21. OŠ »Mileva Kosovac«, Šabac, (Vasić Margita): Glišić Predrag 280.

22. OŠ »Vladimir Živković Vitko«, Minićevo, (Pavlović Tomislavka): Mladenović Ana 284, 285, 286.

23. OŠ »Njegoš«, Kotor, (Vujović Janko): Kon Slađana 290.

24. OŠ »Dr Dragiša Mišović«, Čačak, (Aćimović Rada): Karaulić Ruža 284, 285.

25. OŠ »Starina Novak«, Beograd, (Brezovšek Rada): Ćosić Nebojša 289, 290, 291, 292, 293.

26. OŠ »Ljubiša Maksić«, Bioska, (Danilović Trnjina): Stanojčić Rade 284.

27. OŠ »Janko Veselinović«, Beograd, (Krunić Anđelka): Radulović Predrag 280, 281.

28. OŠ »Jovo Kursula«, Kraljevo, (Dimić Milka): Rakić Dejan 280, 281.

29. OŠ »Žikica Jovanović Španac«, Valjevo, (Perić Jovanka): Popović Nikola 280

30. OŠ »Heroj Rosa Trifunović«, Aleksandrovac, (Novaković Miodrag): Pavlović Dubravka 280, 281.

31. OŠ »9. maj«, Šabačka Kamenica«, (Petrović Radmila): Trifunović Zoran 290, 296.

32. OŠ »Ivo Lola Ribar«, Veliko Gradište, Lepić Svetlana 280.

33. OŠ »Žikica Damjnanović«, (Tatomirović Živomir): Dimitrijević Goran 294, 296, 297.

34. OS »Žikica Damnjanović«, Smed. Palanka, (Tatomirović Živomir): Patrović Sonja 294, 296, 297; Tatalović Dragan 294, 296, 297; Novaković Slobodan 294, 296, 297; Kabadajić Lidija 294, 296, 297; Savković Milovan 294; Radovanović Saša 294, 297;

35. OC »V. V. Vujo«, Vranje, (Trajković Vasilije): Trajković Slavica 307.

36. OC »Viktor Nešović«, G. Milanovac, (Radojković Zora): Veljković Dejan 280, 281, 282, 284, 286, 287, 289, 290 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 300, 302. 303, 304, 310, 311, 312, 313.

37. OC »Stojan Ljubić«, Lebane, (Kostov Nikola): St3vanović Ljiljana 299, 300, 301, 302, 303, 310.

38. OC za brodarstvo, brodogradnju i hidrogradnju, Beograd, (Hasanbegović Đula): Andrić Goran 280, 281, 284, 285, 286, 288, 290, 284.

39. I zemunska gimnazija, Zemun, (Miščević Ljubica): Srević Stevo 299, 300, 301, 302, 303.

40. ŠC »Petefi brigada«, Bačka Topola, (Preradović Radivoj)9 Guti Đerđi 255, 256.

41. OOUR za usmereno obraz. »25. maj«, Valjevo, (Mitrović Milorad): Pavlović Nataša 294, 296.

42. OVO »Boris Kidrič«, Niš, (Stojanović Lobanka): Vacić Nataša 280, 281, 284, 285, 298, 290, 294.

43. Građevinska ško.a »Ibrahim Perviz«, Zenica, (Tešić Drago): Kruhović Haris 296, 298, 295.

NAKNADNO PRISPELA PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF-22

1. OŠ »Braća Ribar«, Beograd, (Nathigal Branka): Rutar Simonida 280, 281, 282, 283; Stefanović Dragan 280, 281, 282, 283; Leković Svetlana 280, 281, 282, 283; Danojlić Milan 280, 281, 282, 283; Milkević Nikoleta 280, 281, 282.

2. OŠ »Milan Ilić Čiča«, Aranđelovac, (Milivojević Mila): Tolić Anđela 290, 291, 292, 293; Branković Stanko 290, 291; Urošević Mirjana 291.

3. OŠ »25. maj«, Svetozarevo, (Dragica Đurđević): Kocić Mikica 289, 290, 291.

4. OŠ »Milan Milošević Ćopo«, Mrčajevci, (Milisavljević Stanojka): Petrović Zorica 264.

5. OŠ »Radoje Domanović«, (Arsić Sima): Vranje: Dimić Željko 284, 285.

5. OŠ »Ljupče Nikolić«, Aleksinac, (Stefanović Olivera): Grujić Ivana 280, 281.

7. OŠ »Ivo Lola Ribar«, Raška, (Đorđević Zorica): Babić Katarina 280; Milijana Kostić, Jolović Dušica 280, 283.

8. OŠ »Ljubiša Vesnić«, Krvavci, (Pešić Blagoje): Drndarević Saša 280.

9. OŠ »Ivo Lola Ribar«, Veliko Gradište, (Prvu.ović Stanija): Janković Gorica 280.

10. OŠ »Ljubica Radosavljević Nada«, Zaječar, (Mitić Olga): Milošević Svetlana 280, 284.

11. OŠ »20, oktobar«, N. Beograd, (Antonić Irena): Beović Renata 284, 285.

12. OŠ »Timočki partizani«, Knjaževac, (Pavlović Đorđe): Jovanović Biljana 284.

13. OŠ »Vuk Karadžić«, Čačak, (Šišović Božana): Jovančević Aleksandar 284, 287.

14. OC »Luka Spasojević«, Ljig, (Mirković Stana): Trničić Dejana 294.

15. OŠ » «, Niš, Robajac Aleksndar 280, 281.

16. OOUR »Žikica Damnjanović«, Smed. Palanka, (Tatomirović Živomir): Petrović Aleksandar 296, 297, 294,

17. OVO »Drakče Milovanović«, Aleksinac, (Stojanović Staniša): Milenković Ivan 294, 296, 297.

18. OVO »Bora Stanković«, Niš, (Stojanović Gordana): Miljković Vladimir 280. 281, 283, 284, 285, 286, 288, 289, 290, 291, 296, 297.

Za najuspešnije rešavanje konkursnih zadataka u školskoj 1981ć82 godini nagrađeni su sledeći učenici:

1. **Račić Jasna,** VI razred OŠ »Milan Ilić—Čiča«, Atanđelovac, nastavnik fizike Milivojević Mila.

2. **Đokić Slobodan,** VII razred OŠ »Kosta Stamenković«, Leskovac, nastavnik fizike Milenković Boško.

3. **Andrić Goran,** VIII razred OŠ »Miroslav Jovanović Ćerovac«, Vrčin, nastavnik fizike Baričević Milan.

4. **Vacić Naraša,** VIII razred OŠ »Ćele—Kula«, Niš, nastavnik fizike Prvulović Jasmina.

5. **Iričanin Bratislav,** I razred zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja OC »1 maj«, Novi Beograd, profesor fizike Dankulov Jelena.

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