Cena 50 DIN

YU ISSN 0351 - 5575

mladi fizičar

29

83/84

časopis iz fizike za učenike

DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
SERBIAN PHYSICAL SOCIETY

MLADI FIZIČAR
časopis
za one koji uče
i vole fiziku
godina VIII
broj 29
(1983/84)

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
11080 *Zemun*
Maksima Gorkog 118

glavni i odgovorni urednik
Dušan KOLEDIN

urednici
Dragana POPOVIĆ
Jablan DOJČILOVIĆ

Uredivački 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

Lj. i *N. Nedeljković*: Problem istovremenih kvantnih merenja 2

I. Pisarov: Beleška o teleskopu 7

P. Grujić: Gde prestaje klasična i počinje kvantna fizika 9

M. Jakšić: Primena ultrazvuka u stomatologiji 13

M. Livada: Hronometar naše prošlosti 15

Učenička laboratorija 17

M. Sekulić: O predznacima u geometrijskoj optici 18

Konkursni zadaci Z257

Zadaci pitanja Z263

Test Z264

Nagradni zadatak Z269

Rešenja zadataka Z271

Spisak rešavača 29

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), **Ljubo Ristovski** i **Dušan Koledin** (1978/79—1981/82) i **Dušan Koledin, Dragana Popović i Jablan Dojčilović** (1982/83).

UMESTO PISMA UREDNIKA

REPUBLIČKI ZAVOD ZA UNAPREĐIVANJE VASPITANJA I OBRAZOVANJA

DIREKTORU ŠKOLE
NASTAVNIČKOM VEĆU ŠKOLE
AKTIVU NASTAVNIKA FIZIKE

Već je osma godina kako Društvo fizičara Srbije izdaje časopis »Mladi fizičar«, namenjen učenicima svih uzrasta od VI razreda osnovne škole do IV razreda srednjeg usmerenog obrazovanja. Ovaj časopis dao je do sada značajan doprinos povećanju interesovanja učenika za fiziku, kao i njihovom podsticanju i razvoju stvaralačkih sposobnosti u nastavi fizike i u odgovarajućim slobodnim aktivnostima.

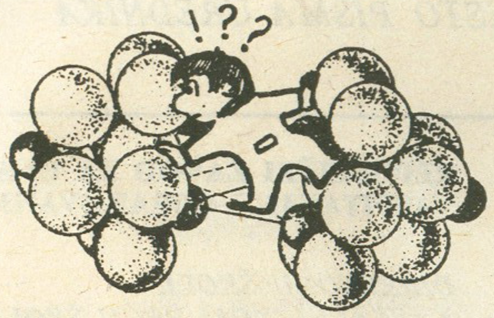
Na osnovu praćenja stručnih službi Republičkog i regionalnih zavoda, pokazalo se da ovaj časopis popunjava praznine nastale usled nedostatka odgovarajuće naučno-popularne literature iz fizike, potpomaže takmičenje mladih fizičara donošenjem konkursnih i nagradnih zadataka i testova za proveru poznavanja programskih sadržaja fizike koji se izučavaju u školama.

Časopis je dobio pozitivnu ocenu i podršku eksperata UNESCO-a (Organizacije Ujedinjenih nacija za obrazovanje, nauku i kulturu), koji su ga uvrstili u svoj informacioni centar.

Zato preporučujemo nastavničkim većima škola i nastavnicima fizike da omoguće učenicima korišćenje časopisa »Mladi fizičar«.

U Beogradu, 27. 09. 1983. Direktor

Gradislav Milenović, sr.



PROBLEM ISTOVREMENIH KVANTNIH MERENJA

LJUBIŠA i NATAŠA NEDELJKOVIĆ (Beograd)

1. Problem

Uobičajeno poznavanje nekog fizičkog predmeta obično shvatamo kao mogućnost nabrajanja njegovih osnovnih osobina koje smo na neki način uspeli da registrujemo. Pri normalnim uslovima posmatranja jabuka je, na primer, nešto relativno određenog oblika, veličine, boje, težine, mirisa i ukusa. Ovakav tip saznajnog procesa ćemo nazvati *saznajnim procesom bez ograničenja.*

Međutim, pod određenim specifičnim uslovima mogućno je da dođe do problema u saznavanju. Ukoliko nam je onemogućen neposredni kontakt sa jabukom, neće biti jednostavno odrediti njenu težinu, miris i ukus. S druge strane, ako nam nije dopušteno da bacimo pogled na nju, ostaćemo uskraćeni neposrednog znanja o njenom obliku, veličini i boji. Ovakve situacije ćemo nazvati *saznajnim procesima sa ograničenjem.*

Ovo nas navodi da proces dobijanja informacija razmotrimo i sa jednog čisto logičkog stanovišta. Zbog jednostavnosti ćemo pretpostaviti da imamo objekt samo sa dve osobine: *A* i *B*. Takav, na primer, može biti neki crtež koji je komponovan samo od crnih (osobina *A*) i šrafiranih površina (osobina *B*).

Ukoliko se sada nalazimo u uslovima saznanja bez ikakvog ograničenja, ukazuje nam se, na primer, prilika da vidimo »objekt« koji je doveden na našu sl. 1a. Međutim, pri uslovima u kojima smo prinuđeni da percipiramo *ili* samo osobinu *A ili* samo osobinu *B*, taj isti »objekt« vidimo *ili* kao sl. 1b. *ili* kao sl. 1c.

U onome što sledi ukazaćemo na to da se u fizici možemo naći u sličnim situacijama u pogledu mogućnosti istovremenog dobijanja informacija o dvema fizičkim karakteristikama.

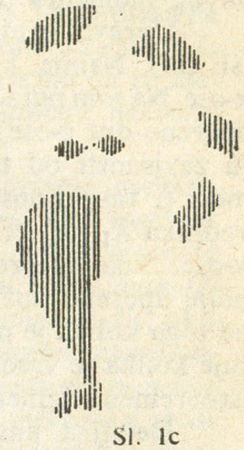
2. Klasična mehanika

Razmotrićemo najpre kakav je tip saznajnog procesa u tzv. *klasičnoj mehanici*, nauci koja se bavi proučavanjem kretanja tela uobičajenog iskustva.

Kao i svaka fizička teorija, ona je zainteresovana za osobine tela koje se mogu prikazati brojem i koje se nazivaju *fizičkim veličinama* (položaj tela, brzina, . . .). Informacije o njima stičemo u *procesu merenja*, koristeći određenu aparaturu.

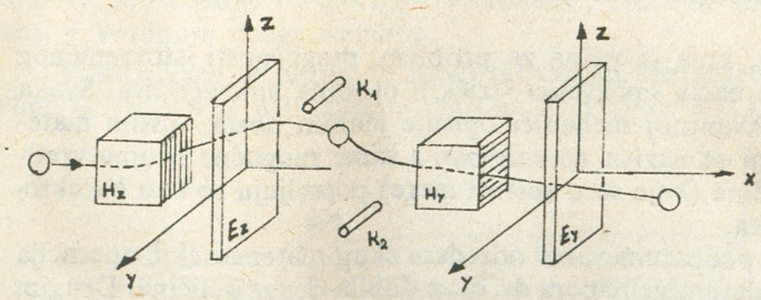
Sl. 1a

Sl. 1b

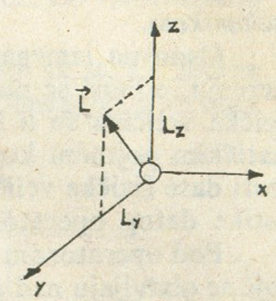


Sl. 1c

Pogledajmo, na primer, kako se jezikom mehanike opisuje rotacija neke date naelektrisane metalne kuglice koja rotira oko neke date ose, postavljene u *yz*-ravni koordinatnog sistema sa sl. 2b. Rotaciju ćemo opisati ako znamo koliko je osa rotacije nagnuta prema *y*- ili *z*-osi, ako nam je poznat smer u kome se kuglica okreće, a takođe i njena brzina okretanja. Skup ovih triju karakteristika naziva se *momentom impulsa* kuglice i može se prikazati strelicom $\vec{L}$.



Sl. 2a



Sl. 2b

Ovakav opis se može pojednostaviti. Naime, sa sl. 2b. je lako uočiti da je dovoljno poznavati samo dužinu projekcije strelice na *z*-osu (koju ćemo označiti sa L_z) i dužinu projekcije na *y*-osu (koju označavamo sa L_y). Veličine L_z i L_y nazivamo *z*- i *y-komponentom momenta impulsa* kuglice.

Osnovno pitanje koje sada postavljamo jeste: *da li je veličine L_z i L_y mogućno izmeriti istovremeno*, tj. *u istom mernom postupku sa istim mernim priborom*?

Jedan od načina da se odgovori na ovo pitanje zasniva se na sledećoj fizičkoj pojavi: Ako se rotirajuće naelektrisane kuglice propuštaju kroz određenu vrstu magnetnog polja (uperenog u određenom pravcu), one će skretati od prvobitnog pravca u zavisnosti od toga kolika je projekcija njihovog momenta impulsa na pravac polja.

Upravo ovaj efekt je iskorišćen u tzv. *Štern-Gerlahovom uređaju*, (sl. 2a.). Naime, kuglice sa osom rotacije u yz-ravni propuštamo u pravcu x-ose. Na tom putu one najpre prolaze kroz oblast Hz (u kojoj je magnetno polje upereno duž z-ose), gde trpe određeni *vertikalni otklon* od prvobitnog pravca (u zavisnosti od toga kolika je projekcija Lz). Na ekranu Ez taj se otklon meri (i time konstatuje kolika je vrednost L_z). Pomoću naelektrisanih provodnika K_1 i K_2 čestice se, sa već određenim L_z, ponovo usmeravaju duž x-ose. Tako pripremljene one prolaze kroz oblast H_y (u kojoj je magnetno polje upereno duž y-ose), gde trpe određeni *horizontalni otklon* (u zavisnosti od toga kolika je projekcija L_y). Na ekranu E_y taj se otklon meri (i konstatuje kolika je vrednost i veličine L_y). Dakle, pomoću navedenog uređaja smo istovremeno izmerili obe veličine rotacije za koju smo bili zainteresovani.

Detaljna analiza pokazuje da navedeni zaključak predstavlja opštu odliku svih fizičkih veličina i svih merenja u okviru klasične mehanike. Drugim rečima, *svojstva objekata klasične mehanike (izražena fizičkim veličinama) u toku procesa njihovog otkrivanja ukazuju se istovremeno i omogućuju da stvorimo kompletnu sliku izučavanog objekta. Saznajni proces se odvija bez ikakvog ograničenja.*

3. Kvantna mehanika

Na prvi pogled izgleda da je klasičnu mehaniku mogućno primeniti i na tumačenje kretanja proizvoljno malih tela. Međutim, ispostavlja se da tako nešto generalno nije mogućno u slučaju kada je reč o mikročesticama (elektronima, protonima, . . .). Za razumevanje njihovih osobina je razvijena jedna nova i radikalno izmenjena mehanika koja se naziva *kvantnom mehanikom*.

Osnovna izmena, koja je važna za problem mogućnosti istovremenog merenja, odnosi se na način opisivanja fizičkih osobina mikročestica. Svaka fizička veličina se u kvantnoj mehanici opisuje jednim dosta opštim matematičkim pojmom koji se naziva *operatorom*, a same mogućne brojne vrednosti date fizičke veličine (koje se u suštini mere) pojavljuju se kao karakteristike datog operatora.

Pod operatorom podrazumevamo određeni skup matematičkih operacija koje se obavljaju nad datom veličinom da bi se dobila druga veličina. Drugim rečima, ako neki operator označimo sa f, veličinu na koju on »deluje« sa x, a dobijenu vrednost sa y, možemo pisati $fx=y$. Tako, na primer, ako operator f_1 znači: uzeti x, pomnožiti ga sa 3 i tome dodati 1, imamo $f_1x=3x+1$. Ili, ako f_2 znači množenje datog x sa 2 imamo $f_2x=2x$. Ili, $f_3x=x$ (uzeti x i pomnožiti sa 1); ili $f_4x=1/x$ (uzeti x i naći njegovu recipročnu vrednost).

Pod *množenjem dva operatora* podrazumevamo njihovu uzastopnu primenu. Tako, na primer, $f_1f_2x=f_12x=3(2x)+1=6x+1$. Na analogni način $f_2f_1x=f_23x+1=2(3x+1)=6x+2$. U prvom slučaju najpre na x delujemo sa f_2, a onda sa f_1; u drugom slučaju obratno. Ili, za drugi navedeni par operatora, $f_3f_4x=f_3\frac{1}{x}=\frac{1}{x}$, odnosno $f_4f_3x=f_4x=\frac{1}{x}$. Već na ovim primerima uočavamo da redosled kod množenja nekih operatora može da bude bitan ($f_1f_2x\neq f_2f_1x$), dok kod drugih ne mora ($f_3f_4x=f_4f_3x$). To je osnovna razlika između operatora i brojeva, kod kojih je uvek, na primer, $2\cdot3=3\cdot2$. Za dva operatora kod kojih redosled množenja nije bitan kažemo da su *međusobno komutativni*, dok u suprotnom slučaju imamo *međusobno nekomutativne operatore*.

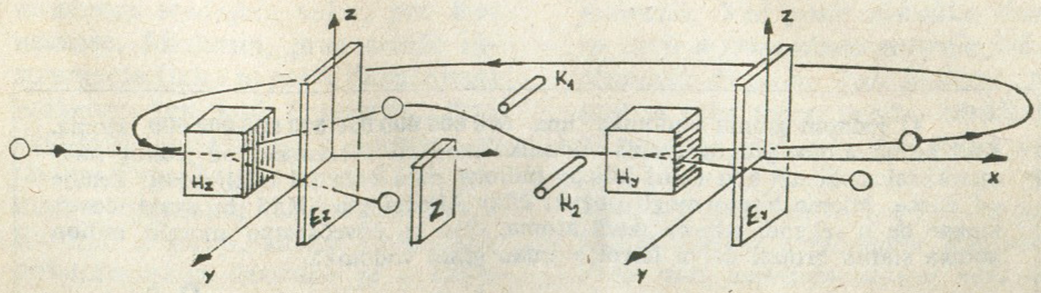
Ovo svojstvo operatora ima važne posledice za saznavanje osobina mikročestica u procesu merenje. Naime, iz samog načina, na koji kvantna mehanika mora da shvata proces merenja, proizlazi *da je istovremeno sa istim mernim aparatom mogućno registrovati brojne vrednosti samo onih fizičkih osobina koje se opisuju međusobno komutativnim operatorima*. Ili, ako se drukčije izrazimo: *nije mogućno istovremeno sa istim mernim aparatom registrovati brojne vrednosti dve osobine kojima odgovaraju međusobno nekomutativni operatori*. Prema tome, iz same logike kvantne mehanike sledi zaključak da se saznajni proces na nivou mikročestica *može* odvijati u uslovima oštrih ograničenja željenih informacija.

4. Jezik eksperimenta

Pogledajmo sada kakav je konkretni eksperimentalni smisao poslednjeg zaključka, kojim se kvantna mehanika bitno razlikuje od klasične mehanike.

Diskutovaćemo mogućnost istovremenog merenja rotacionih komponenti L_y i L_z momenta impulsa protona. U kvantnoj mehanici se ispostavlja da se *ovim veličinama pripisuju upravo međusobno nekomutativni operatori*. Na konkretnom primeru merne aparature ćemo ukazati na to da ako izmerimo vrednost jedne od gornje dve veličine, onda ne možemo istovremeno znati i vrednost druge veličine.

Poslužićemo se neznatno modifikovanom aparaturom sa sl. 2a. Jedina tehnička razlika je u prisustvu zaklona Z (vidi sl. 3.). Ubacujući u ovakav



Slika 3

uređaj mlaz potpuno istih protona, primetićemo pre svega da se u polju H_z mlaz cepa na *dva* vertikalna snopa (koji prolaze kroz *dve* tačke ekrana E_z). Pošto, kao što smo videli i u slučaju sa kuglicama, čin prolaska kroz E_z znači merenje komponente L_z, dolazimo do zaključka da je stanje protona u mlazu pre ulaska u uređaj takvo da dopušta mogućnost *dve* vrednosti za L_z. S druge strane vertikalni snopovi nastavljaju put kroz aparaturu sa potpuno određenim vrednostima veličine L_z.

U cilju ispitivanja kolika je vrednost L_x za, na primer, gornji vertikalni snop postavićemo zaklon Z, čime isključujemo protone donjeg mlaza. Posle usmeravanja duž x-ose, gornji vertikalni snop ulazi u polje H_y, gde se ispostavlja da se ponovo cepa i to na *dva* horizontalna mlaza (levi i desni) i mi na osnovu pozicija tačaka prolaska kroz ekran E_y merimo njihove vrednosti komponente L_y.

Odlučujuće pitanje koje sada postavljamo jeste: da li posle prolaska protona kroz ekran E_y poznajemo *i* L_z *i* L_y za oba izlazna horizontalna mlaza? Na prvi pogled izgleda da je odgovor potvrdan, jer smo dopustili da u H_y uđe samo snop sa već izmerenim L_z i da je prolazak kroz polje H_y izvršio samo dodatnu selekciju protona prema vrednosti L_y.

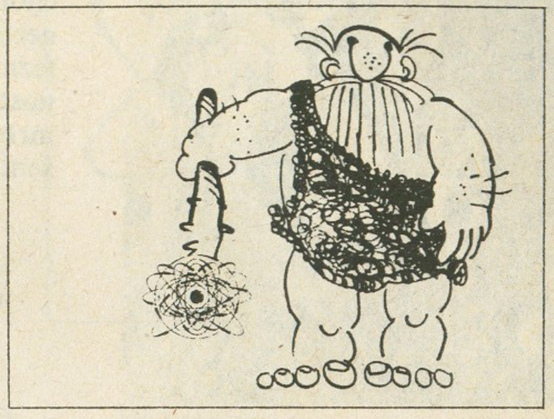
Međutim, da je takav odgovor pogrešan, možemo se uveriti ako neki od izlaznih mlazeva (na primer, levi) ponovo vratimo na početak našeg uređaja. I, u slučaju da on ima tačno određenu vrednost za L_z, moralo bi da na izlazu iz H_z postoji samo jedan snop. Ali, ono što eksperiment stvarno pokazuje to je da se vraćeni izlazni mlaz *ponovo cepa na dva snopa* (sa dve različite vrednosti za L_z). To samo znači *da je u procesu merenja* L_y *na neki način istovremeno i »izbrisana« svaka informacija o vrednosti* L_z.

Prema tome, ni u jednoj tački kružne putanje protona ne možemo istovremeno znati *i* L_z *i* L_y. Tako je u poređenju sa rotacijama uobičajenih tela klasične mehanike, znanje o rotacionom svojstvu mikročestica uvek nepotpuno.

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

D. K.

IZ ISTORIJE



BELEŠKA O TELESKOPU

ISIDOR PISAROV (Novi Sad)

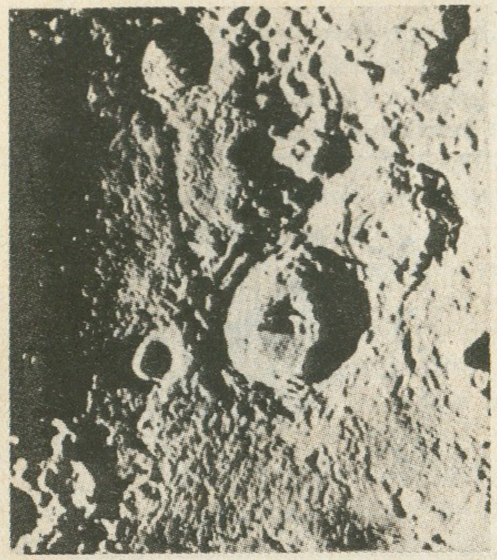
Fizika, u modernom smislu, svoje početke — od Galileja i Njutna — duguje astronomiji. Osnovni i opšti zakoni kretanja kao da su bili »vidljiviji« na vedrom noćnom nebu, nego u svetu koji dosežemo rukom. Ako je prošli vek doba parne mašine, a sedamnaesti doba časovnika, onda su pozne godine šesnaestog i rane sedamnaestog veka — doba teleskopa.

Možda i nije bitno, ali je zanimljivo: ko je prvi uperio teleskop na Mesec ili Veneru, na primer?

Neke crkvene knjige nas uče da je teleskop pronađen još u tzv. mračnom srednjem veku, pre Renesanse. Međutim, prve crteže instrumenta (iako ni nalik današnjem) nalazimo tek kod Leonarda. Prvi detaljniji opis teleskopa potpisao je izvesni Digs, koji je umro 1570. godine u Engleskoj. U drugom kraju Evrope, u Italiji, slična »tehnička« dokumentacija datirana je s 1590. godinom. Iako je evidentno da je optičarski šegrt, Holanđanin Lipershej, imao teleskop, postoji bar još tri pretendenta na počast »prvog« konstruktora — Galilej u Italiji, Tomas Herio u Engleskoj i Simon Marius u Nemačkoj.

Ipak, ako nam je do prvih dana moderne fizike i uticaja astronomije na nju, preporučljivo je držati se Galileja:

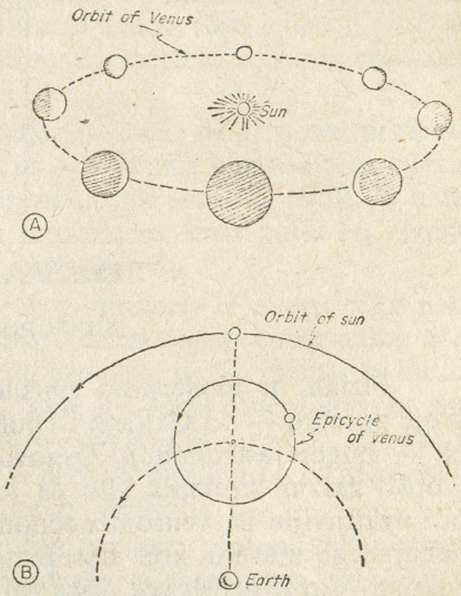
»Čuo sam da je izvesni Fleming konstruisao durbin pomoću koga se vidljivi objekti, iako veoma udaljeni od posmatrača, gledaju kao da su u blizini. Dok su neki bili sumnjičavi prema takvoj mogućnosti, drugi su je prihvatili. Već posle nekoliko dana to mi je u svom pismu potvrdio jedan plemeniti Francuz, Žak Badover, pa sam se svim srcem predao istraživanjima da i sam otkrijem sličnu napravu. To mi je ubrzo pošlo za rukom, pri čemu mi je kao osnova poslužila teorija prelamanja svetlosti. Prvo sam napravio olovnu cev, na čije krajeve sam uglavio dva staklena



Sve dok Galilej nije uperio svoj teleskop na Mesec, ugledavši reljefan i mrtav svet, verovalo se da je naš prirodni satelit glatka sfera.

sočiva. Oba su bila ravna sa jedne strane, dok je sa druge strane jedno bilo konveksno, a drugo konkavno. Gledajući kroz konkavno sočivo, objekti su mi bili tri puta bliži i devet puta veći nego gledani golim okom. Zatim sam konstruisao drugu, precizniju spravu, koja je uveličavala objekte više od šezdeset puta. Najzad, ne štedeći ni rada ni para, uspeo sam da konstruišem tako savršen instrument da su objekti posmatrani pomoću njega izgledali skoro hiljadu puta veći i preko trideset puta bliži nego posmatrani golim okom . . .«

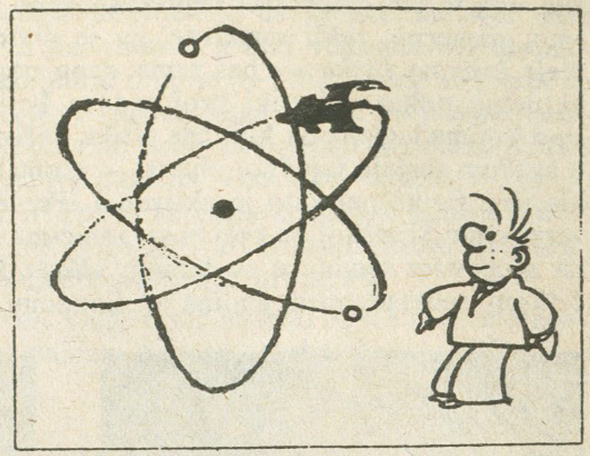
Pomoću ovog poslednjeg, Galilej je otkrio bezbroj zvezda u Mlečnom Putu, kratere na Mesecu, Venerine faze i pege na Suncu. Otkriće faza Venere ukazivalo je na ispravnost Kopernikovih proračuna o zamršenim putanjama planeta na našem nebu.



Faze Venere, koje je teleskopom otkrio Galilej, bile su moćan argument za novu, Kopernikovu astronomiju. Na slici A vidi se da postojanje faza i relativna promena prečnika Venere, nedvosmisleno upućuju na pretpostavku o solarnoj orbiti planete. Iz slike B se zaključuje da fenomen ne bi bio moguć u ptolomejskoj šemi.

Iskustva o elektricitetu i magnetizmu postoje od davnina. Međutim, prvo naučno delo iz ove oblasti objavljeno je u Londonu, 1600. godine. Bila je to knjiga dvorskog lekara Vilijama Džilberta, »O magnetu, magnetnim telima i o velikom magnetu Zemlji«. Mnogi nisu razumeli značaj Džilbertovih eksperimentalnih saznanja, i Galileo je oštro ustao u odbranu dragocene knjige: »Najveću pohvalu zaslužuje Dšilbert zato što je izveo mnogo novih i tačnih posmatranja. Time su posramljeni šupljoglavi i lažljivi autori koji ne samo da pišu o onome što ni sami ne znaju, nego predaju dalje sve ono što su čuli od neznalica i glupaka.«

FIZIKA DANAS



GDE PRESTAJE KLASIČNA I POČINJE KVANTNA FIZIKA

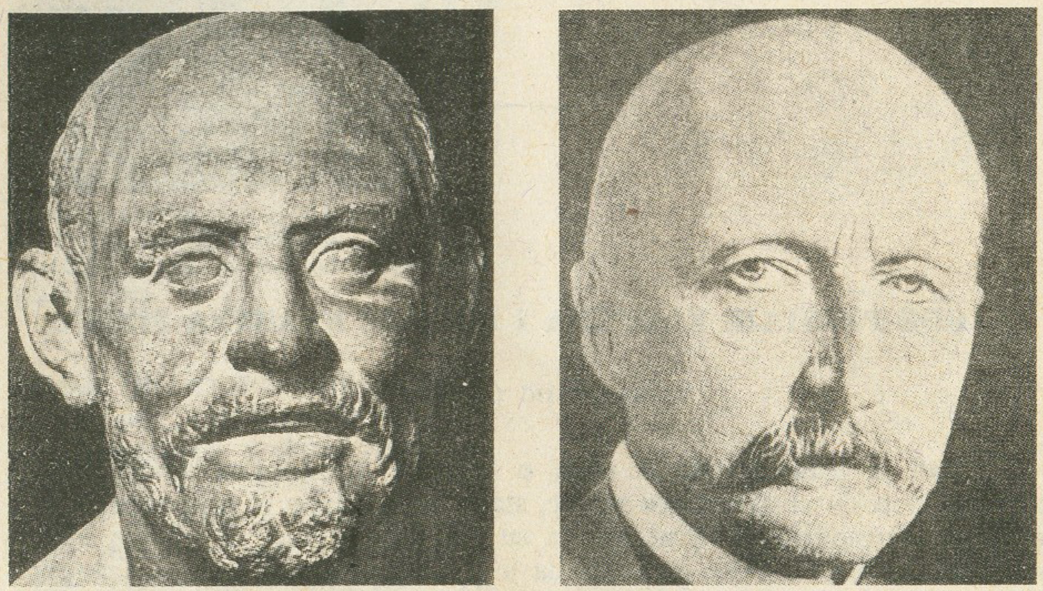
PETAR GRUJIĆ (Beograd)

Mali je paradoks da je ideja o kvantnoj (diskontinuiranoj) prirodi materije potekla iz »klasične« antike, stare Grčke. Iako je savremena fizika opovrgla Demokritovo shvatanje da su najmanji sastojci hemijskih elemenata nedeljivi, to nikako ne znači da je pojam »kvant« modernog porekla. Danas znamo da su stari filozofi tražili »atome« na pogrešnom mestu. Uostalom, nije se ni moglo očekivati da se čistim razmišljanjem dođe do pojma »dejstva«, fundamentalne veličine u kvantnoj fizici, za koju je nađeno da poseduje konačnu granicu — kvant.

Kada je tridesetih godina ovog veka data formulacija današnje kvantne mehanike, izgledalo je da je oblast važenja klasične i kvantne mehanike jako razgraničena. Ustvari, pokazalo se da je klasična fizika samo aproksimacija kvantne, i da je današnja koegzistencija »ove dve slike materijalnog sveta samo rezultat 'dobre volje' talasne mehanike«. Još i pre pojave kvantne mehanike fizičari su bili svesni činjenice da primena infinitezimalnog računa u fizici ima uslovan karakter i da, na primer, diferencijalna forma Maksvelovih jednačina u elektrodinamici odražava tačno (tadašnju) sliku kontinuirane prirode elektromagnetskog polja, za razliku od, recimo, Maksvelove funkcije raspodele, koja daje samo aproksimativan opis ponašanja diskretne materije.

Sličan odnos danas postoji između klasične mehanike, koja se bavi makrosvetom, i kvantne mehanike, koja daje tačnu sliku odnosa u mikrosvetu. Razlika je samo u tome što se smatra da zakoni kvantne mehanike važe u našem svakodnevnom svetu i da se svi eksperimentalni podaci mogu, posredstvom statističke fizike ili direktno, objasniti jezikom sveta malih dimen-

zija, dok je sam mikrosvet neprikosnoveno područje kvantne mehanike. Ovde smo, namerno, rekli »smatra«, jer je pitanje — *gde prestaje klasična i počinje kvantna fizika* — baš tema ovog napisa. Da je ovo pitanje još uvek aktuelno pokazuje veliki broj radova koji se poslednjih godina pojavljuju i po kojima izgleda da klasična fizika doživljava na izvestan način renesansu, u svakom slučaju u jednoj oblasti — atomskoj fizici. U tom domenu primene klasične fizike naročito je aktivan I. Percival, profesor na Stirlinškom univerzitetu u Škotskoj, sa svojim saradnicima i naše dalje izlaganje biće bazirano na njegovom seminaru sa temom »*Kada je fizika klasična*?« održanom početkom sedamdesetih godina u Londonu.



Idejni savremenici: Demokrit i Plank.

Postoji više ekvivalentnih definicija oblasti važenja klasične fizike. Najuobičajenije je upoređivanje dejstva s kojim se operiše sa Plankovom konstantom h, pa ako je taj odnos dovoljno veliki, problem se može tretirati i klasično. Međutim, kako u fizici ne postoje »velike« i »male« veličine, već samo veće i manje, prelaz sa kvantne na klasičnu mehaniku može se, formalno, izvršiti na dva načina:

I) Uzimanjem da je dejstvo sistema koji se tretira veliko (u odnosu na h);

II) Biranjem male jedinice za dejstvo.

Ustvari, praktično se koristi ova druga mogućnost, pa se kaže da kvantni zakoni prelaze kontinuirano u klasične kada $h \to 0$ (pošto je h »prirodna« jedinica za dejstvo). To i jeste slučaj tzv. *principa korespondencije*, koji definiše oblast važenja klasične i kvantne mehanike u isto vreme. Kod raznih fizičkih problema ovaj princip se izražava na različite načine. Najpoznatiji je primer spektra atoma vodonika, koji se pri velikim vrednostima glavnog kvantnog broja ($n \gg 1$) može tretirati i klasično, tačnije, kada $n \to \infty$ oba tretmana daju identične rezultate.

Bitna osobina »principa korespondencije« je da se oba metoda slažu samo za jednu vrednost parametra (na primer, n kod vodonikovog atoma). Prema tome, »jednačina« ima samo jedno rešenje ($n \to \infty$). Otuda se prirodno nameće pitanje: *postoje li čitave oblasti koje se mogu opisati podjednako adekvatno i klasično i kvantnomehanički, a ne samo za pojedine vrednosti fizičke veličine u pitanju*? Drugim rečima, da li jednačina — *klasični rezultat = kvantni rezultat* — može da pređe u identitet? Pozitivan odgovor na ovo pitanje značio bi da se neke pojave u atomskoj fizici mogu tretirati čisto klasičnim metodom, što može da vodi do znatnog pojednostavljenja problema.

Odgovor na pitanje je pozitivan. Ovde ćemo navesti tri takve identičnosti koje su ustanovljene još u ranim danima kvantne mehanike.

1. Raderfordova identičnost

To nije ništa drugo nego Raderfordova formula za rasejanje alfa-čestica na atomskim jezgrima. Engleski fizičar ju je izveo pod pretpostavkom da se čestice pokoravaju zakonima Njutnove mehanike i njenu valjanost demonstrirao je eksperimentom. Formula daje diferencijalni presek u funkciji ugla rasejanja:

$$d\sigma = \frac{1}{4} \frac{Z_1 Z_2 e^2}{2E} \frac{d\vartheta}{\sin \frac{4\vartheta}{2}}.$$

Kvantna mehanika, s druge strane, daje potpuno isti rezultat ne samo za ovaj specijalan slučaj, već i za rasejanje bilo kakve dve (neidentične) naelektrisane čestice. Međutim, ukoliko se pogleda kako se u ovom slučaju dobija presek, očevidno je da su to dva potpuno različita tretmana, pod različitim fizičkim pretpostavkama. Ovde treba istaći da, iako se radi u neprekidnom energetskom spektru, ugaoni moment sistema je kvantovan.

2. Bor — Zomerfeldova identičnost

To su Borovi kvantni zakoni, definisani preko klasičnog dejstva vodonikovog atoma:

$$\int S \, dl = n \cdot h.$$

Iz formule se jasno vidi da ona važi za svako n. Isti zakon dobija se rešavanjem odgovarajuće Šredingerove jednačine.

3. Fokova identičnost

Poznato je da atom vodonika ne poseduje sfernu simetriju u impulsnom prostoru. Međutim, ako se pređe na četvorodimenzionalnu hipersferu u prostoru sa dimenzijama p_x, p_y, p_z i p_n, gde je $p_n = (2mE)^{1/2}$, pri čemu su

m i E masa i energija elektrona, dobija se funkcija raspodele u novom prostoru

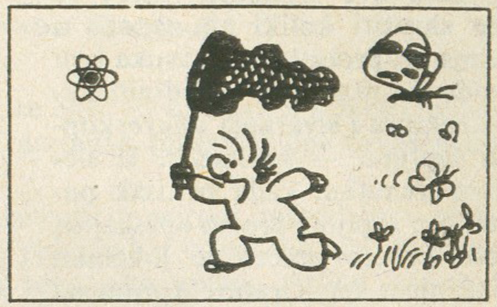
$$\sigma(p)=\frac{\text{const}}{(p^2+p_n^2)^4}.$$

Kako formula važi za svako n, važi i kada $n\to\infty$, pa prema principu korespondencije trebalo bi da se dobije i klasičnim tretmanom. I zaista, ova raspodela izvedena je klasičnim metodom. Učinio je to Omidvar.

U navedenim identičnostima zapaža se zajednička karakteristika: sve se odnose na sisteme koji interreaguju sa Kulonovim silama. Pitanje da li postoje slične relacije i kod drugih potencijala, ostaje otvoreno. Dosadašnja pažnja fizičara uglavnom je skoncentrisana na potencijale tipa r^{-2} i za taj, u atomskoj fizici veoma važan slučaj, dobijeni su neki značajni rezultati. Njihovo stavljanje u širi kontekst, uopštavanje, vodi formulaciji tzv. *generalisanog principa korespondencije.*

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

FIZIKA I . . .



PRIMENA ULTRAZVUKA U STOMATOLOGIJI

MILAN JAKŠIĆ (Beograd)

Savremena stomatologija zahteva, pored dobrog poznavanja anatomije, fiziologije i patofiziologije, sve širu primenu novih terapijskih metoda baziranih na najnovijim dostignućima nauke i tehnike.

Izrazit primer u tom smislu predstavlja primena ultrazvuka.

Ultrazvučni talasi predstavljaju mehaničke oscilacije frekvencije iznad 20 000 herca. Proizvode se u tzv. ultrazvučnim generatorima koji rade na principu magnetostrikcije i elektrostrikcije. Brzina širenja ultrazvuka karakteristična je za sredinu u kojoj se vrše oscilacije i iznosi od 330 m/s u vazduhu do 4 000 m/s u krutim telima. U vodi i mekim tkivima brzina ultrazvuka je 1 500 m/s, a u koži i kostima neznatno odstupa od ove vrednosti.

Ako znamo brzinu prostiranja ultrazvuka (c) i gustinu sredine kroz koju se prostire (ρ), možemo izračunati i tzv. ultrazvučni pritisak: on je proporcionalan intenzitetu (jačini ultrazvuka) I, a ne zavisi od frekvencije ultrazvučnih talasa

$$p=\sqrt{I\cdot\rho\cdot c}.$$

Pri tome čestice sredine, koje prilikom širenja ultrazvuka kroz nju vrše sinusoidalna kretanja oko svog ravnotežnog položaja, stiču srednju brzinu

$$\bar{v}=\sqrt{\frac{I}{\rho\cdot c}}.$$

Amplituda oscilovanja čestica (a) zavisi od frekvencije ultrazvučnih talasa (f):

$$a=\frac{1}{\omega}\sqrt{2I/\rho\cdot c},$$

gde je $\omega=2\pi f$.

Od frekvencije zavisi i ubrzanje čestica, pa dok amplituda oscilovanja čestica opada sa porastom frekvencije, ubrzanje čestica raste, uz nepromenjen intenzitet I.

Veličina koja karakteriše primenu ultrazvuka u terapiji jeste njegova snaga po jedinici površine, P/S (W/cm^2). Prosečna primenjivana snaga u terapiji kreće se u opsegu od 1 do 5 W/cm^2, što uslovljava ubrzanja čestica sredine za 10^3 do 10^4 veća od ubrzanja sile Zemljine teže i promene pritiska od

100 do 1000 kPa/cm²! Ako se bolje pogledaju ove vrednosti, može se lakše shvatiti koliki su naponi u tkivima pri prolasku ultrazvuka koji dovode do razaranja pojedinih mikrostruktura i stvaranja mikroskopskih šupljina — *kavitacija*. U sledećem trenutku, kada pritisak poraste, ove šupljine prosto »prskaju«, a ceo proces praćen je lokalnim povećanjem temperature (promena temperature u minijaturnoj zapremini oko poremećaja).

Ultrazvučni talas koji se primenjuje u terapiji može biti kontinuiran ili u vidu niza impulsa, što je poželjnije sa gledišta odvođenja viška toplote.

Pri prolasku kroz tkivo ultrazvuk uslovljava širenje krvnih sudova, vrši »masažu« ćelija, utiče na povećanje permeabilnosti ćelijskih membrana itd.

U stomatologiji je ultrazvuk prvi put primenjen pre tridesetak godina, međutim, zbog preskupe i glomazne aparature (u poređenju sa klasičnom zubnom bušilicom), kao i nepreglednosti »radnog polja«, metoda je ubrzo napuštena. Ipak se od 1955. godine ultrazvuk uspešno primenjuje za skidanje zubnog kamenca, na obostrano zadovoljstvo pacijenta i terapeuta.

Danas se ultrazvučni efekti koriste i za lečenje oboljenja potpornog aparata zuba, unošenje materijala za plombiranje zubnih površina itd.

S druge strane, pokušaj da se ultrazvuk iskoristi za dezinfekciju i sterilizaciju nije dao očekivane rezultate, ali se kombinacija ultrazvuka sa klasičnim dezinficijentnim sredstvima pokazala kao uspešna. Ultrazvuk, naime, pojačava u velikoj meri dejstvo dezinficijentnog sredstva, čak i pri veoma malim koncentracijama. Tako je dezinfekcija i čišćenje medicinskih instrumenata postalo primenom ove metode znatno efikasnije i brže.

Pre nekoliko godina uočena je, međutim, i pojava negativnog delovanja ultrazvuka na organ sluha, pa se stoga njegova primena u stomatologiji može uspešno odvijati samo uz sve mere predostrožnosti.

Ultrazvučna fotografija uterusa trudne žene sa blizancima. Dva nepotpuna kruga su glave fetusa.

HRONOMETAR NAŠE PROŠLOSTI

MIRJANA LIVADA (Beograd)

Geohronologija — nauka koja se bavi određivanjem starosti minerala, Zemlje i nebeskih tela, duguje svoj nastanak razvoju jedne druge prirodne nauke — nuklearne fizike.

Znamo da se radioaktivni elementi u prirodi raspadaju i obrazuju stabilne izotope: ako znamo krajnji proizvod u lancu raspada, možemo da odredimo početni element, a osim toga, ako znamo period poluraspada početnog i svih međuelemenata, možemo relativno lako da izračunamo starost ispitivanog materijala. Postoje brojne radiološke metode određivanja starosti minerala. Koju od njih ćemo primeniti, zavisi pre svega od elemenata koji ulaze u sastav materijala koji ispitujemo.

Uzmimo, na primer, minerale koji sadrže olovo i helijum. Oni predstavljaju krajnje produkte raspada porodice urana 238. Jezgra U-238, raspadajući se s periodom poluraspada od 4,5 milijardi godina, ispuštaju alfa čestice i transformišu se u torijum-234. Torijum s periodom poluraspada od 24 dana prelazi u protoaktinijum, koji, sa svoje strane, prelazi u U-234. Za 248 hiljada godina polovina jezgara U-234 transformiše se u jonijum, koji s periodom poluraspada od 80 hiljada godina prelazi u radijum. Period poluraspada radijuma iznosi 1622 godine i vrši se uz emisiju alfa, beta i gama zraka. Alfa raspadom radijum prelazi u radon, a zatim u polonijum. Na kraju se polonijum u nizu raspada transformiše u stabilne izotope olova Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208} i helijum. U praksi, na osnovu odnosa količina urana (početni element u lancu) i olova (krajnji element u lancu) u datom mineralu, možemo proceniti njegovu starost. Naglasimo samo da nisu svi izotopi olova u zemljinoj kori radioaktivnog porekla, već samo oni koji sadrže i helijum, iako u veoma malom procentu.

Za određivanje geološke starosti uglavnom se koriste dva metoda — »kalijum — argonski« metod i »rubidijum — stroncijum« metod. U oba slučaja osnova za proračun geološke starosti je odnos kalijuma i argona, odnosno rubidijuma i stroncijuma. Odnos se dobija primenom masenog spektrometra. U nekim slučajevima koristi se i »torijum — olovo« metod.

Poznavanje starosti minerala je od suštinske važnosti za razumevanje geološke istorije naše planete, nastanka planinskih masiva i rudnih nalazišta u njima. Po tzv. »radioaktivnom časovniku« određena je i starost naše planete i procenjena na 4,56 milijardi godina. Na isti način određena je i starost pojedinih geoloških formacija na Zemlji — formacije stare 4 miliona godina nađene su na Grenlandu, 3,5 miliona godina u Ukrajini i oko 3 miliona godina u Centralnom Kazahstanu.

Posebno poglavlje u »izotopnoj hronometriji« otvoreno je kada je čovek stupio na mesečevo tlo: na osnovu uzoraka tla naučnici su starost našeg prirodnog satelita procenili na 4,6 milijardi godina. Po podacima »uran-torijum-olovo« i »rubidijum-stroncijum« metode kristalni minerali sa Meseca nešto su mlađi: oko 3,5 do 4 milijarde godina.

Na sličan način, samo razmatranjem raspada izotopa ugljenika, naučnici su zaključili da je otprilike pre 3,5 milijardi godina došlo do razdvajanja tečne i gasovite faze Zemljinog omotača. Takođe su uspeli da odrede i sastav atmosfere u to doba. Pošli su od pretpostavke da odnos koncentracija izotopa C^{13} i C^{12} zavisi od odnosa CO_2 i CH_4 u atmosferi i, proučivši rezultate izotopne analize mermernih i krečnjačkih stena iz tog perioda, zaključili su da se atmosfera naše planete pre više od tri milijarde godina sastojala uglavnom od ugljenmonoksida. To svakako nije bilo najprijatnije mesto za život!

I geohronologija okeanskih dubina se zasniva na istoj metodi. Uzorci tla iz morskih dubina su pravi muzej ostataka ledenih doba i drugih događaja iz istorije Zemlje, čije su tragove na kopnu uništile tektonske pojave, vetar, padavine i sl. Tako je određeno i trajanje ledenih doba na Severnoj i Južnoj polulopti, kao i brzina obrazovanja okeanskih sedimenata.

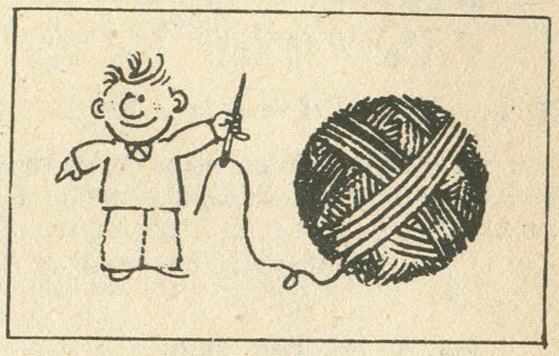
Izložen pritisku praznoverja, **Galileo** je pisao **Kepleru**: »Moj dragi Keplere, kako želim da se zajedno od srca nasmejemo. Ovde, u Padovi, profesor filozofije, kojeg sam nekoliko puta molio da gleda Mesec i planete, odbio je da to učini...«

*

Ako su kasni XVIII i XIX vek doba parne mašine, onda su kasni XVI i XVII vek doba naučnih instrumenata, eksperimentalnih uređaja: složeni mikroskop pronađen je 1590. godine, teleskop 1608. godine. Galileo je, izgleda, izumeo i termometar, njegov učenik Toričeli barometar, a Gerike je pronašao vazdušnu pumpu. Časovnici su, iako poznati i ranije, u XVII veku bitno usavršeni.

ADACIZADACIZADACIZ

KONKURSNI ZADACI
NAGRADNI ZADACI
ZADACI PITANJA
E — ZADATAK

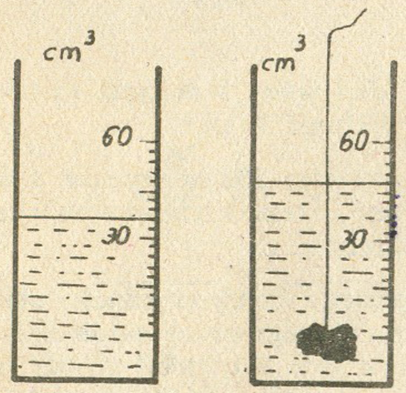


KONKURSNI ZADACI

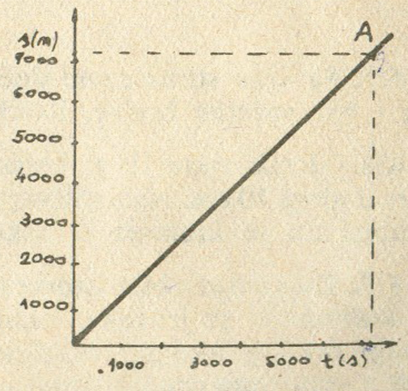
A) Za učenike VI razreda

418. Odrediti vrednost jednog podeoka na menzuri i zapreminu tela potopljenog u tečnost (sl. 1).

419. Brzina veštačkog satelita Zemlje je 8 km/s, a puščanog zrna je 800 m/s. Čija je brzina veća?



Slika 1



Slika 2

420. Na grafiku (sl. 2) je prikazana zavisnost pređenog puta pešaka od vremena.

a) Posle koliko vremena je stigao u mesto *A*?
b) Koliko je rastojanje za to vreme prešao?
c) Kojom se brzinom kretao?

421. Pri brzini od 4,5 m/s premotavanje magnetofonske trake traje 1 minut. Koliko vremena traje snimanje na traci, ako je njena brzina 19,05 cm/s?

422. Putnički voz, čija je brzina 80 km/h, pošao je iz mesta A u mesto B. Jedan čas kasnije u istom pravcu pošao je brzi voz, krećući se prosečnom brzinom 100 km/h.

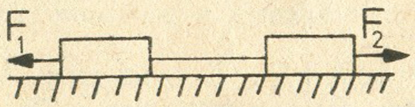
a) Posle koliko vremena je brzi voz stigao putnički?

b) Na kom rastojanju od mesta A je brzi voz stigao putnički?

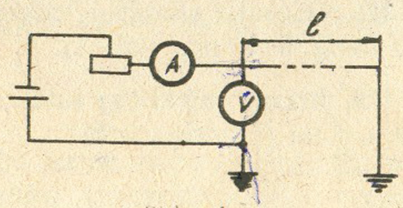
B) Za učenike VII razreda

423. Telo je bačeno sa površine zemlje vertikalno uvis nekom početnom brzinom v_0, a drugo pada sa visine h bez početne brzine. Kretanja su počela istovremeno i vrše se po istom pravcu. Odrediti početnu brzinu prvog tela, ako je poznato da posle t sekundi od početka kretanja rastojanje između tela iznosi s.

424. Na glatkom stolu leže dva tela međusobno povezana koncem (sl. 3). Masa prvog tela je $m_1=0{,}2$ kg, a drugog $m_2=0{,}3$ kg. Na njih dejstvuju sile $F_1=0{,}6$ N i $F_2=1$ N, čiji se pravac dejstva poklapa sa pravcem konca. Kolikim se ubrzanjem kreću tela? Silu trenja zanemariti.



Slika 3



Slika 4

425. Sa vrha strme ravni dužine 20 m i visine 8 m kreće se telo bez trenja i bez početne brzine. Koliko je ubrzanje kugle?

426. Metak mase 10 g, krećući se brzinom 800 m/s, udara u drvo i prodire u njega 10 cm. Naći silu otpora drveta i vreme kretanja zrna u drvetu, smatrajući da je kretanje jednako usporeno.

427. Dva automobila istovremeno polaze i kreću se jednako ubrzano. Mase automobila su jednake. Koliko je puta snaga prvog automobila veća od snage drugog, ako za jedno isto vreme prvi automobil postiže brzinu dva puta veću nego drugi? Trenje između točkova i puta zanemariti.

C) Za učenike VIII razreda

428. Motor automobila se pokreće starterom. Starteru pri uključivanju potrebna je struja od 300 A. Radi sprečavanja kvara automobila, on se uključuje ne duže od 15 s. Koliki broj elektrona prođe kroz starter, ako pri jačini struje od 1A u 1 s kroz poprečni presek provodnika prolazi $6{,}25 \cdot 10^{18}$ elektrona?

429. Otpor školskog voltmetra iznosi 40Ω, opseg merenja 4V. Može li se prepraviti voltmetar tako da se njime meri napon do 200 V. Ako je moguće, kako? Izračunajte i objasnite.

430. Za određivanje mesta gde se jedan od provodnika električnog kabla usled oštećenja spojio sa Zemljom, koristi se šema data na slici 4. Na kom rastojanju je došlo do spajanja kabla sa Zemljom, ako je pri jačini struje 0,5 A voltmetar pokazivao napon 12 V? Provodnik je od aluminijuma površine poprečnog preseka 5 mm². Otpor Zemlje uzeti da je 10 Ω.

$$(\rho_{Al}=2{,}9\cdot 10^{-8}\,\Omega m)$$

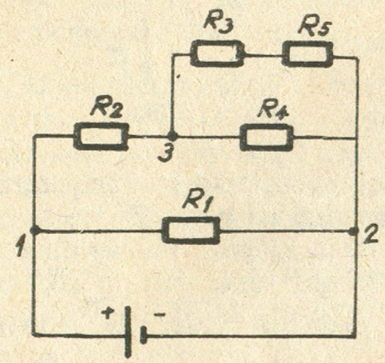
431. Radioamateru je potreban otpornik otpora 70 kΩ. Ali, on ima tri otpornika otpora 100 kΩ, 50 kΩ i 25 kΩ. Može li on sastaviti od njih otpor koji mu je potreban? Ako može, kako?

432. Naći ekvivalentni otpor otpora $R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R$ priključenih u strujno kolo kao na slici 5.

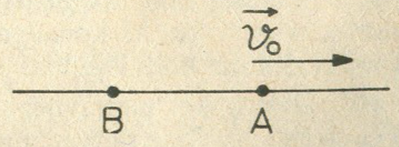
D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

433. Za vreme t telo je prešlo put d, pri čemu mu se brzina povećala k puta. Ako je kretanje bilo jednako ubrzano i pravolinijsko, odrediti ubrzanje tela. Brojne vrednosti za t, d i k su 2 s, 5 m i 4, respektivno.

434. Telo počinje da se kreće iz tačke A brzinom $v_0=6$ m/s i posle nekog vremena dolazi u tačku B (sl. 6). Koliki je put prešlo telo, ako se ono kretalo jednako promenljivo ubrzanjem čija je brojna vrednost $a=4$ m/s²? Rastojanje između tačaka A i B iznosi $L=1$ m. Odrediti i srednju brzinu tela.



Slika 5



Slika 6

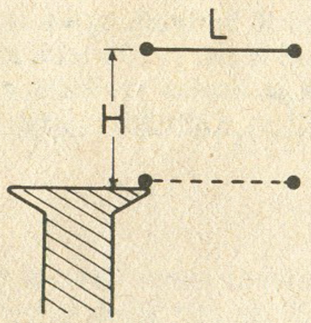
435. Lenjir dužine 30 cm okačen je za konac čiji je drugi kraj vezan za ekser na zidu. Na zidu vertikalno ispod lenjira nalazi se mali otvor. Kada konac pregori, lenjir slobodno pada i neko vreme prekriva otvor. Na kojoj visini iznad otvora treba da se nalazi donja ivica lenjira da vreme prekrivanja otvora bude 0,05 s?

436. Avionu koji neprekidno leti duž ekvatora stalnom brzinom prema zapadu dan traje dvostruko duže, nego kada leti prema istoku. Kojom brzinom leti avion? Kolika je dužina dana u oba slučaja (vreme između dva zenita Sunca)? Poluprečnik Zemlje je $6{,}367 \cdot 10^6$m. (*Republičko takmičenje, SR Hrvatska*, 1983.)

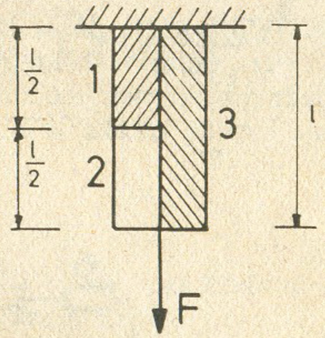
437. Na kraju horizontalnog stola, sa visine $H=1{,}5$ m, pada horizontalno postavljen štap, na čijim krajevima su učvršćene dve jednake masivne kuglice (sl. 7). Štap je zanemarljivo težak, a njegova dužina je $L=1$ m. Na kojoj visini od nivoa površine stola se nalazi sredina štapa posle elastičnog udara o sto, a u trenutku kada on prvi put zauzima vertikalni položaj?

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

438. Vertikalno postavljen cilindar podeljen je na dva jednaka dela teškim, toplotno neprovodnim klipom koji može da klizi bez trenja. U gornjoj polovini cilindra nalazi se vodonik na temperaturi 300 K i pritisku 10^5 Pa. U nižem delu nalazi se kiseonik na temperaturi 600 K. Cilindar se prevrne, tako da je u gornjem delu kiseonik, a u donjem vodonik. Da bi klip, kao u prethodnom slučaju, delio cilindar na dva jednaka dela, mora se kiseonik ohladiti do temperature 150 K. Pri tome temperatura vodonika ostaje nepromenjena. Odrediti pritisak kiseonika u oba slučaja.



Slika 7



Slika 8

439. Tri mola idealnog gasa, koji se nalazio na temperaturi 300 K, hladi se izohorski, tako da pritisak opadne tri puta. Zatim se gas širi pri konstantnom pritisku. U konačnom stanju njegova temperatura je jednaka početnoj. Odrediti koliki je rad izvršio gas tokom datog ciklusa.

440. Dve šipke, napravljene od različitih materijala, jednakih dužina $(L/2)$ i jednake površine poprečnog preseka (S), nastavljene su jedna na drugu. Treća šipka, koja je od materijala kao jedna od prethodnih, dvostruko veće dužine (L), a istog poprečnog preseka, postavljena je paralelno prethodnim šipkama i učvršćena kao što je predstavljeno na slici 8. Odrediti izduženje ovog sistema šipki, ako na donji kraj sistema deluje sila $F=10^4$ N. Dužina duže šipke je $L=1$ m, površina poprečnog preseka je $S=1$ cm^2, modul elastičnosti duže i jedne od kraćih šipki je $E_1=2 \cdot 10^{11}$ Pa, a druge, kraće šipke $E_2=1{,}5 \cdot 10^{11}$ Pa.

441. Telo se nalazi u nekoj tački A na unutrašnjoj površini sfere poluprečnika R. U kom slučaju će ono brže dostići najnižu tačku B sfere: ako kliza po površini sfere, ili po strmoj ravni AB? Pretpostaviti da je početna brzina tela jednaka nuli, da se trenje može zanemariti i da je rastojanje AB mnogo manje od poluprečnika sfere.

442. Telo, mase 0,1 g i naelektrisanja $3{,}14 \cdot 10^{-7}$ C, može da se kreće bez trenja po zategnutoj izolatorskoj niti dužine 0,2 m, na čijim krajevima su učvršćena nepokretna naelektrisanja od po $8{,}85 \cdot 10^{-8}$C. Odrediti ugaonu frekvenciju malih oscilacija naelektrisanog tela. Zanemariti sve gravitacione interakcije.

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

443. Naelektrisanje od 10 nC nalazi se u električnom polju beskonačne naelektrisane ravni i pravog, neograničenog i naelektrisanog tankog provodnika. Površinska gustina naelektrisanja ravni je 400 nC/m^2, a linijska gustina naelektrisanja provodnika je 100 nC/m. Naelektrisanje se nalazi na rastojanju $r=10$ cm od provodnika, pri čemu se ono i provodnik nalaze u ravni koja je paralelna sa naelektrisanom ravni. Izračunati jačinu i smer sile koja deluje na naelektrisanje. Poznato je $\varepsilon_0=8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m. (*Republičko takmičenje, SR Crna Gora*, 1983.)

444. Tačkasto naelektrisanje $Q=-20$ nC nalazi se na osi dipola (bliže pozitivnom naelektrisanju dipola) čiji je dipolni moment $p=30$ nCm, na rastojanju $r=0{,}2$ m od njegovog centra $(b \ll r)$. Odrediti rad koji treba uložiti da bi se ovo naelektrisanje prenelo u tačku koja je simetrično postavljena sa druge strane dipola.

445. Avion, čiji je raspon krila $L=40$ m, leti horizontalno brzinom $v=900$ km/h. Odrediti razliku potencijala na krajevima krila, ako je vertikalna komponenta jačine magnetnog polja Zemlje $H=40$ A/m.

446. U akceleratorskoj komori, po krugu poluprečnika R, kreće se u tankom snopu n elektrona, ravnomerno raspoređenih po orbiti. Magnetski fluks kroz površinu koja obuhvata snop, linearno raste sa vremenom: $\Phi=at$. U nekom trenutku jačina struje snopa je I_0. Kolika je jačina ove struje posle jednog obrta elektrona po orbiti?

447. Između elektroda u elektrolitičkoj kadi nalazi se 400 cm^3 rastvora KCl. Površina jedne elektrode je $S=300$ cm^2. Koncentracija jona u rastvoru je $5{,}3 \cdot 10^{13}$m^{-3}. Koliki napon treba dovesti na elektrode, da bi jačina struje u kolu iznosila $2 \cdot 10^{-6}$A? Pokretljivost jona je $u_+=5{,}4 \cdot 10^{-4}$m^2/(Vs) i $u_-=7{,}4 \cdot 10^{-4}$ m^2/(Vs).

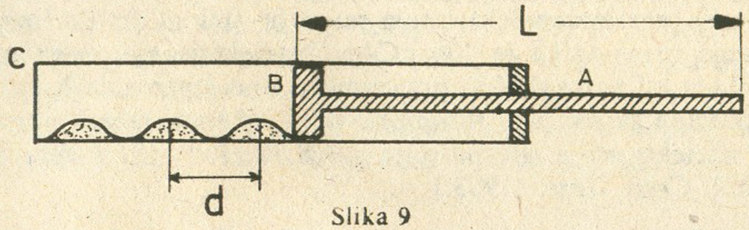
G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

448. Telo mase $m=10$ g osciluje okačeno o oprugu čija je konstanta $k=10$ N/m. Posle vremena $t=100$ s od početka posmatranja ono je izgu-

bilo $\eta = 70\%$ svoje energije oscilovanja. Odrediti: a) koeficijent otpora sredine b; b) broj oscilacija koje je izvršilo telo za vreme dok se amplituda oscilovanja smanjila dva puta.

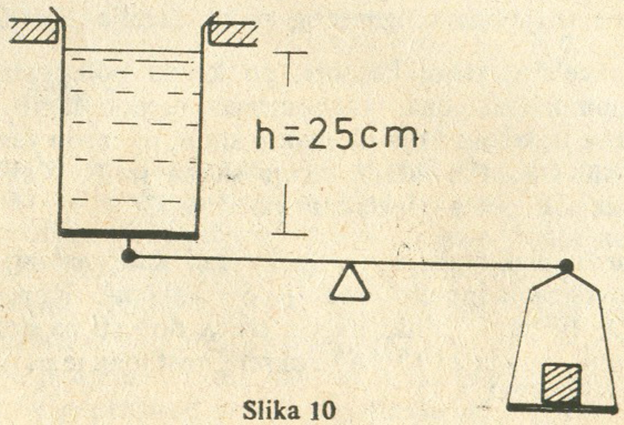
449. Telo vrši prinudne oscilacije u sredini čiji je koeficijent otpora $b = 10^{-3}$ kg/s. Smatrajući da je prigušenje malo, odrediti amplitudnu vrednost sile F_0, koja izaziva prinudno oscilovanje tela, ako je rezonantna amplituda $X_r = 0{,}5$ cm, a frekvencija sopstvenih oscilacija $f_0 = 10$ Hz.

450. Na slici 9. je šematski prikazana aparatura za određivanje brzine zvuka u čvrstim telima i gasovima. Mesingana šipka A, koja je učvršćena na sredini, pobuđuje se na oscilovanje. Pri određenom položaju lakog klipa B koji je učvršćen na kraju šipke, prašak (ili opiljci plute), koji se nalaze u cevi C, raspoređuju se u vidu malih gomilica na jednakim rastojanjima. Odrediti brzinu v zvuka u mesingu, ako je rastojanje d između gomilica jednako 8,5 cm. Dužina šipke iznosi $L = 0{,}8$ m.



Slika 9

451. Na terazijama za demonstraciju pritiska tečnosti na dno suda postavljena je posuda s vodom (sl. 10). Visina stuba vode u posudi iznosi $h = 25$ cm. Za koliko će se promeniti sila Q, koja uravnotežava silu pritiska na dno posude, ako kroz otvor na dnu posude, čiji je presek $S = 0{,}25$ cm, ističe voda? Zanemariti opadanje nivoa vode u posudi usled isticanja.



Slika 10

452. Odrediti vrednost sile F, koja deluje na dno cilindričnog suda površine $S = 10^{-2}\text{m}^2$, u koji se uliva voda stalnog dotoka $Q = 10^{-3}$ m^3/s sa visine $H = 2$ m u odnosu na dno suda, posle vremena $t = 5$ s od početka punjenja suda.

ZADACI PITANJA

A) *Pri vrhu brodskog jarbola, za olujnog nevremena, mogućno je zapaziti manje-više neprekidno svetlucanje. Ova pojava, inače bezopasna za brod, naziva se vatrom svetog Ilije. Kako se objašnjava?*

B) *Ako bezbojnu, belu Sunčevu svetlost posmatramo iz »riblje perspektive«, ispod površine mora, imaćemo osećaj da je nad nama izvor žutozelene ili čak modroplave svetlosti. Zašto?*

C) *Vazduh u unutrašnjosti frižidera je hladniji od vazduha u kuhinji. Ipak, da li bi frižider širom otvorenih vrata dobro rashlađivao prostoriju?*

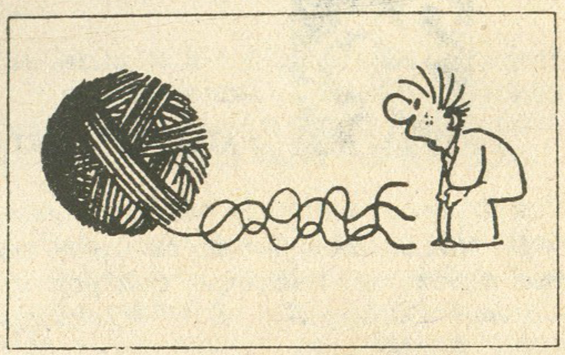
D) *Na koji način opažamo da li je izvor zvuka levo ili desno od nas? Uopšte, kako se orijentišemo u »zvučnom prostoru«?*

E) *Kako biste utvrdili da li je žilet namagnetisan, ne koristeći bilo kakav instrument ili druge metalne predmete?*

F) *Pasati spadaju među najstalnije vetrove na Zemlji. Oni su na severnoj hemisferi skrenuti udesno u odnosu na pravac sever - jug. Na južnoj hemisferi, međutim, pasati su skrenuti ulevo u odnosu na isti pravac. Zašto?*

D. Koledin

TEST



A) Za učenike VI razreda

1. Osnovnim jedinicama Međunarodnog sistema pripadaju
a) metar, gram, sekunda. b) milimetar, kilogram, sekunda.
c) metar, kilogram, minut. d) metar, kilogram, sekunda.

2. Milimetar se može izraziti na sledeći način:
a) 0,01 cm. b) 0,1 cm. c) 10 cm. d) 0,001 cm.

3. Vreme od 0,05 minuta je
a) 1 s. b) 3 s. c) 5 s.

4. Ako bi se atomi prosečnih dimenzija poređali u niz, na dužini od jednog centimetra bilo bi
a) 10^{11} atoma. b) 10^{13} atoma. c) 10^{15} atoma.

5. Međumolekulske sile su
a) privlačne. b) odbojne. c) privlačne i odbojne.

6. Pri promeni agregatnog stanja materije ne menjaju se
a) gustina i masa. b) gustina i hemijski sastav.
c) masa i hemijski sastav.

7. Brzina od 120 km/h izražena u metrima po sekundi iznosi
a) 3,33. b) 33,3. c) 333.

8. Vektori nisu
a) masa i temperatura. b) masa i put.
c) temperatura i put.

9. Za posmatrača u automobilu koji se kreće, centar točka se u odnosu na tačke po obodu točka kreće
a) manjom brzinom. b) istom brzinom. c) većom brzinom.

10. Pri sadejstvu dva tela, njihove mase odnose se prema njihovim brzinama
a) direktno srazmerno. b) obrnuto srazmerno.

B) Za učenike VII razreda

1. Pri slobodnom padu tela ne menja se
a) put. b) vreme. c) brzina. d) ubrzanje.

2. Pri porastu nagiba strme ravni (od 0 do 90 stepeni), efektivno ubrzanje tela na njoj
a) opada. b) ne menja se. c) raste.

3. Po površini stola novčić je gurnut početnom brzinom 2 m/s. Zaustavio se na rastojanju od 20 cm. Ubrzanje (odnosno usporenje) novčića iznosi
a) 5 m/s^2. b) 10 m/s^2. c) 20 m/s^2.

4. Sila se može prikazati proizvodom mase i ubrzanja tela, ukoliko je
a) telo pravilnog oblika. b) ubrzanje tela napromenljivo.
c) masa tela nepromenljiva.

5. Koeficijent trenja
a) nema dimenzije. b) ima dimenzije sile.
c) ima dimenzije mase. d) ima dimenzije ubrzanja.

6. Slobodno padajući sa visine h, telo mase m neposredno pre udara o tlo ima kinetičku energiju
a) $1/2\ mgh^2$. b) mgh. c) $2\ mgh$.

7. Džul se preko osnovnih jedinica Međunarodnog sistema izražava na sledeći način:
a) kgm^2s^{-2}. b) $kgm^{-2}s^2$. c) kg^2ms^{-2}, d) $kg^{-2}ms^2$.

8. Sa porastom nadmorske visine, potencijalna energija tela
a) raste srazmerno gravitacionom ubrzanju i raste srazmerno visini.
b) opada srazmerno gravitacionom ubrzanju i raste srazmerno visini.
c) raste srazmerno gravitacionom ubrzanju i opada srazmerno visini.

9. Kilovat-čas je jedinica za
a) silu. b) energiju. c) snagu.

10. Koeficijent korisnog dejstva hidroelektrane
a) ima dimenzije rada. b) ima dimenzije snage.
c) nema dimenzije.

C) Za učenike VIII razreda

1. Atom vodonika u odnosu na atom olova ima
a) veće naelektrisanje. b) isto naelektrisanje.
c) manje naelektrisanje.

2. Količina elektriciteta q može se prikazati u obliku $q=xe$ (e je naelektrisanje elektrona), ukoliko je x
a) prirodan broj. b) ceo broj.
c) realan broj. d) racionalan broj.

3. Elementarno naelektrisanje imaju
a) pozitron i proton. b) neutron i pozitron.
c) proton i neutron. d) pozitron i alfa-čestica.

4. Elektromotorna sila se izražava u
a) njutnima. b) kulonima. c) voltima.

5. Ukupni kapacitet serijske veze dva jednaka kondenzatora je u odnosu na ukupni kapacitet njihove paralelne veze
a) dva puta veći. b) dva puta manji.
c) četiri puta veći. d) četiri puta manji.

6. Pri proticanju električne struje kroz serijsku vezu dva različita otpora, veća količina toplote oslobađa se u
a) većem otporu. b) manjem otporu.

7. Sa porastom temperature raste otpor
a) metala. b) poluprovodnika. c) elektrolita

8. Pri opisivanju i rešavanju razgranatih električnih kola koriste se
a) Omov zakon i Hajgensov princip. b) Kirhofljeva pravila.
c) Šredingerova jednačina i Lencovo pravilo.

9. Ampermetar u odnosu na voltmetar ima
a) manji unutrašnji otpor. b) isti unutrašnji otpor.
c) veći unutrašnji otpor.

10. Ako je klasa ampermetra 1,5, a njegov merni opseg 100 mA, greška merenja tim ampermetrom iznosi
a) 0,15 A. b) 0,015 A. c) 0,0015 A. d) 0,00015 A.

D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

1. Osnovne dimenzije su
a) dužina i površina. b) količina materije i temperatura.
c) masa i težina. d) jačina struje i otpor.

2. Osnovnim jedinicama Međunarodnog sistema ne pripadaju
a) metar i kelvin. b) kilogram i sekunda.
c) amper i njutn. d) kandela i mol.

3. Za dva vektora nije definisan
a) zbir. b) razlika. c) skalarni proizvod.
d) vektorski proizvod. e) količnik.

4. Zakon puta pri jednako ubrzanom pravolinijskom kretanju, posmatran kao algebarska jednačina po vremenu, ima
a) jedan koren. b) dva korena. c) tri korena.

5. Ravnomerno kružno kretanje je
a) uvek ubrzano. b) uvek usporeno.
c) ubrzano ili usporeno, zavisno od sistema reference.

6. Ako se šipka dužine 1 m kreće u pravcu svoje uzdužne ose brzinom $2{,}14 \cdot 10^8$ m/s, posmatrač iz nepokretnog referentnog sistema izmeriće njenu dužinu od
a) 0,7 m. b) 1,0 m. c) 1,3 m.

7. Ugaona brzina long-plej ploče iznosi
a) 0,55 rad/s. b) 1,73 rad/s. c) 3,45 rad/s.

8. Jedinica sile izražava se preko osnovnih SI jedinica na sledeći način:
a) $kg \cdot m \cdot s^{-2}$. b) $kg \cdot m^{-2}\, s$. c) $kg^{-2}\, m \cdot s$.

9. Silu je mogućno prikazati proizvodom mase i ubrzanja, ukoliko je brzina posmatranog tela u odnosu na brzinu svetlosti
a) mnogo manja. b) približno jednaka. c) mnogo veća.

10. Sile dugog dometa su
a) gravitacione i jake. b) gravitacione i elektromagnetne.
c) slabe i jake.

11. U opštem slučaju, brojno je moment sile u odnosu na proizvod intenziteta sile i njenog kraka
a) manji. b) isti. c) veći.

12. Promena momenta impulsa po jedinici vremena ima dimenzije
a) impulsa. b) sile. c) toplote. d) snage.

13. Ukoliko rastojanje od centra Zemlje poraste dva puta, odgovarajući gravitacioni potencijal se
a) smanji dva puta. b) smanji četiri puta.
c) poveća dva puta. d) poveća četiri puta.

14. Ako se disk poluprečnika jednog metra i mase jednog kilograma obrće ravnomerno linijskom brzinom od tri metra u sekundi, njegova kinetička energija iznosi
a) 4,5 J. b) 2,25 J. c) 6,75 J. d) 8,25 J.

15. Ukoliko telo mase jednog kilograma obiđe pun krug poluprečnika jednog metra, krećući se linijskom brzinom stalnog intenziteta od tri metra u sekundi, centrifugalna sila izvrši rad
a) 0. b) 18,84 J. c) 56,52 J.

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

1. Pri izotermnim procesima ($T = \text{const}$) prvi princip termodinamike iskazuje se na sledeći način
a) $\Delta A = \Delta U$. b) $Q = \Delta A$. c) $Q = \Delta U$.

2. Iskaz — »Pri svim termodinamičkim procesima koji se odvijaju u zatvorenom i toplotno izolovanom sistemu, entropija ili raste ili ostaje stalna« — — ekvivalentan je
a) prvom principu termodinamike.
b) drugom principu termodinamike.
c) Bojl-Mariotovom zakonu.
d) jednačini stanja idealnog gasa.

3. Za gram-molsku količinu idealnog gasa nepromenljiv količnik je
a) pV/T. b) pT/V. c) TV/p.

4. Srednja kinetička energija molekula gasa srazmerna je
a) njegovoj apsolutnoj temperaturi.
b) kvadratu njegove apsolutne temperature.
c) kvadratnom korenu njegove apsolutne temperature.

5. Međumolekulske sile u tečnosti su po svojoj prirodi
a) gravitacione. b) elektromagnetne.
c) jake. d) slabe.

6. Površinski napon tečnosti sa porastom temperature
a) raste. b) ostaje isti. c) opada.
d) raste ili opada, zavisno od vrste tečnosti.

7. SI jedinica za koeficijent viskoznosti je poazej i preko osnovnih jedinica izražava se na sledeći način
a) kg/s·m. b) s/kg·m. c) m/s·kg.

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.

8. U zakonu koji opisuje elastično deformisanje čvrstih tela, normalni napon ima dimenzije
a) sile. b) pritiska. c) energije.

9. Pri mehaničkom oscilovanju tela vezanog za elastičnu oprugu, njegovo ubrzanje srazmerno je
a) kvadratnom korenu rastojanja od ravnotežnog položaja.
b) rastojanju od ravnotežnog položaja.
c) kvadratu rastojanja od ravnotežnog položaja.

10. Period električnih oscilacija u oscilatornom kolu zanemarljivog termogenog otpora izražava se Tomsonovim obrascem koji glasi
a) $2\pi\sqrt{LC}$. b) $2\pi/\sqrt{LC}$. c) $1/2\pi\sqrt{LC}$.

11. U talasnoj jednačini — $y=A\cos\omega(t-x/u)$ — veličina y predstavlja rastojanje uočene čestice elastične sredine od
a) ravnotežnog položaja. b) izvora poremećaja.

12. Mehaničke oscilacije se prenose kroz čvrstu sredinu u vidu
a) longitudinalnih talasa. b) transverzalnih talasa.
c) longitudinalnih i transverzalnih talasa.

Čest je slučaj da čitaoci koji šalju rešenje konkursnih zadataka, rešenje nagradnog zadatka ili odgovore na zadatke pitanja izostavljaju neke tražene, a često i neophodne podatke. Najčešće nedostaje ime i prezime predmetnog nastavnika, a često naziv škole i adresa rešavača. Zbog toga je redakcija »Mladog fizičara« odlučila da odštampa poseban kupon u koji treba uneti tražene podatke. **Uz rešenje konkursnih zadataka, rešenje 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.

KUPON

UČENIK .....

ŠKOLA I RAZRED .....

NASTAVNIK .....

ADRESA UČENIKA .....

NAGRADNI ZADATAK BROJ 26

Kako biste odredili nagib autoputa (ugao između ravni puta horizontale), koristeći drvenu polugu i dinamometar?

REŠENJE NAGRADNOG ZADATKA 25

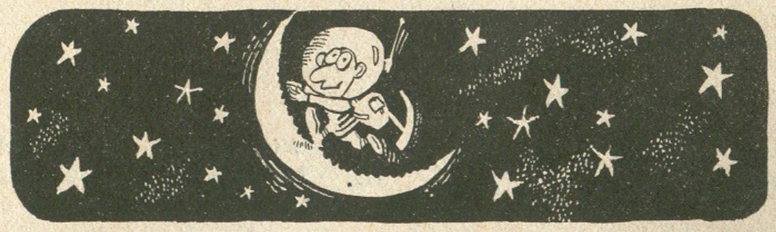
Pomoću špiritusne lampe u posudi sa vodom zagrejte gvozdeni predmet do 100°C. Spustite ga u kalorimetar u kome se, izmerena menzurom, nalazi određena količina vode. Početna i krajnja temperatura vode mere se kalorimetrijskim termometrom, a tražena masa m_1 izračunava se iz jednačine energetskog balansa:

$$m_1c_1(100-t)=m_2c_2(t-t_1)+m_3c_3(t-t_1).$$

U toj relaciji su m_2 i m_3 mase vode i kalorimetra, respektivno; veličine c_1, c_2 i c_3 su specifične toplote gvožđa, vode i materijala od koga je sačinjen kalorimetar, dok t_1 i t označavaju početnu i krajnju temperaturu vode u kalorimetru.

ODGOVORI NA ZADATKE PITANJA IZ PROŠLOG BROJA

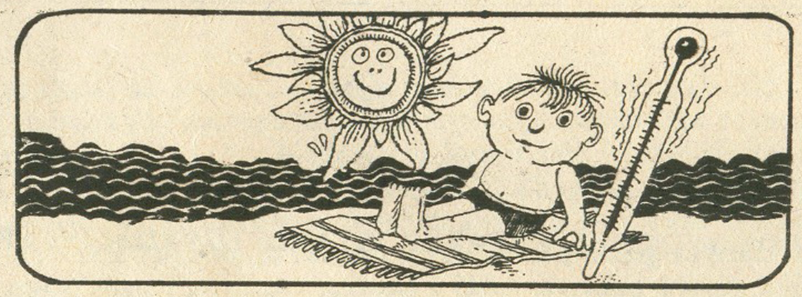
A) Mesečeva sila teže je šest puta manja od Zemljine. Upravo mala sila teže nije bila u stanju da zadrži Mesečevu atmosferu. Zato su prvo lakši, a potom i teži gasovi napustili Mesec i otišli u međuplanetarni prostor. Otuda je Mesec danas bez atmosfere. Na njemu nema ni vazduha, ni vode, pa zato, razume se — ni života.



B) Vazduh je u gradovima suvlji i topliji nego u okolini, pa bi u njima trebalo očekivati i manje padavina, jer se hladniji vazduh koji prodire ka centru grada zagreva i na taj način udaljava od tzv.rosne tačke.Međutim,veća količina padavina u gradu nego u okolini posledica je veće količine prašine u gradskom vazduhu koja, obezbeđujući mnoštvo kondenzacionih jezgara, omogućuje brže stvaranje oblaka i izlučivanje padavina. Sem toga, izraženije zagrevanje vazduha iznad gradova dovodi do uzlaznih struja, stvaranja oblaka i izlučivanja padavina, često u vidu pljuskova.

C) Vodonik je, u poređenju s vazduhom, veoma lak. Njegova gustina je 0,07 puta manja od gustine vazduha. U normalnim uslovima, litar ovog gasa sadrži samo 0,09 grama. S druge strane, frekvencija tona je obrnuto srazmerna kvadratnom korenu iz gustine gasa. Otuda i vaš glas i orgulje postaju piskaviji pri »udisanju« vodonika, umesto vazduha.

D) Sa fizičkog stanovišta, boja morske vode zavisi od apsorpcije i rasipanja svetlosti u njoj. S druge strane, karakter ovih fizičkih procesa u posebnim situacijama određen je mnoštvom faktora: količinom suspendovanih čestica, salinitetom, temperaturom, bojom neba, uglom pod kojim Sunčevi zraci padaju na površinu, rečnim nanosima . . . Povećana količina suspendovanih čestica dovodi do većeg rasipanja svetlosti, pa morska voda dobija plavozelenu ili zelenu boju. Tropska i suptropska mora, s velikom prozirnošću, imaju zatvoreno plavu boju. Mora sa slanom i toplom vodom, a siromašna planktonom, imaju plavu boju. Pri vedrom vremenu more ima plavu boju, a pri mutnom zelenkastosivu. Žuto more je dobilo ime zbog velike količine žutog mulja koje Hoangho donosi u njega. Crveno more je dobilo ime po mnoštvu crvenih algi koje vodi zaista daju crvenkastu boju.



E) Intenzitet direktnog Sunčevog zračenja raste s porastom visine, kako u planinama tako i u slobodnoj atmosferi, jer je vazduh na većim visinama redi, a njegova vlažnost i zamućenost su manje. Na planinama je intenzivnije i Zemljino izračivanje. Stene se na planinama u toku dana mnogo zagreju i šire, a u toku noći ohlade i skupljaju. To često dovodi do njihovog raspadanja i zato su planinski vrhovi stenoviti i oštri.

ZADATAK 12 E

Ako bi u laboratoriji na stolu bio sledeći pribor: stakleni sud sa vodom. vodeni kalorimetar, električni rešo, termometar i menzura, kako biste odredili masu čeličnog tela koje može da stane u kalorimetarski sud?

Masa i materijal kalorimetarskog suda su poznati, a na raspolaganju imate i fizički priručnik u kome se nalaze potrebni podaci.

T. P.

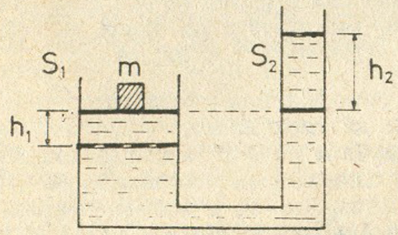
REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA

383. Stavljanjem tereta mase $m=1$ kg na širi klip površine $S_1=100$ cm$^2=0{,}01$ m^2, klip se spusti za visinu h_1 (slika 1.). U isto vreme manji klip se podigne za visinu h_2 u odnosu na početni nivo. Kako je tečnost nestišljiva, zapremina vode S_1h_1 koju je veći klip istisnuo mora biti jednaka zapremini S_2h_2 vode koja se podigla iznad početnog nivoa: $S_1h_1=S_2h_2$. Postavimo jednačinu ravnoteže pritisaka na novom nivou šireg klipa. Kako na širi klip deluje pritisak mg/S_1, a na uži klip pritisak $\rho g(h_1+h_2)$, sledi: $mg/S_1=\rho g\cdot(h_1+h_2)$. Atmosferski pritisak nije uzet u obzir, jer deluje na oba klipa jednako. Ako se iz prve jednačine izrazi visina h_1 pomoću visine h_2: $(h_1=S_2h_2/S_1)$ i zameni u drugu jednačinu, dobija se

$$\frac{mg}{S_1}=\rho g\left(\frac{S_2h_2}{S_1}+h_2\right),$$

odakle se nalazi visina za koju se podigao uži klip:

$$h_2=\frac{m}{\rho(S_1+S_2)}=1\text{ m}.$$



Slika 1

384. Neka su m_1, ρ_1, i V_1 masa, gustina i zapremina komada olova, a m_2, ρ_2 i V_2 masa, gustina i zapremina komada aluminijuma. Na dno suda komad olova deluje silom sopstvene težine (koju je imao u vazduhu) umanjenom za veličinu sile potiska u vodi:

$$F_1=Q_1-P_1=m_1g-\rho_0V_1g.$$

Kako je $V_1=m_1/\rho_1$, sledi

$$F_1=m_1g-\frac{\rho_0m_1g}{\rho_1}=m_1g\frac{\rho_1-\rho_0}{\rho_1},$$

gde je ρ_0 gustina vode ($\rho_0=1000$ kg/m^3). Slično prethodnom, sila kojom komad aluminijuma deluje na dno suda iznosi:

$$F_2=Q_2-P_2=m_2g-\rho_0V_2g=$$

$$=m_2g-\frac{\rho_0m_2g}{\rho_2}=m_2g\frac{\rho_2-\rho_0}{\rho_2}.$$

Odnos ovih sila je

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{m_1\rho_2(\rho_1-\rho_0)}{m_2\rho_1(\rho_2-\rho_0)}=1{,}158.$$

Znači, sila kojom komad olova deluje na dno suda veća je približno 1,16 puta od sile kojom komad aluminijuma deluje na dno suda, tako da će pretegnuti onaj deo suda u kome se nalazi komad olova.

385. Kada se telo mase m i gustine ρ nalazi u vazduhu, na njega deluje sila Zemljine teže $Q=mg$ i nasuprot njoj sila potiska jednaka težini istisnutog vazduha $P_v=\rho_vgV$, gde je ρ_v gustina vazduha, a V zapremina tela. Kako je $V=m/\rho$, sledi da je težina tela u vazduhu:

$$F_v=Q-P_v=mg-\frac{\rho_vgV}{\rho}=mg\frac{\rho-\rho_v}{\rho}.$$

Na isto telo u vodi deluje sila potiska vode, koja je jednaka težini istisnute vode: $P_0=\rho_0gV=\rho_0gm/\rho$, gde je ρ_0 gustina vode. Težina tela u vodi iznosi

$$F_0=Q-P_0=mg-\frac{\rho_0gm}{\rho}=mg\frac{\rho-\rho_0}{\rho}.$$

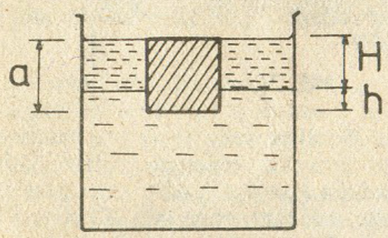
Odnos veličina ovih sila je $F_v/F_0=(\rho-\rho_v)/(\rho-\rho_0)$. Kako je u uslovu zadatka rečeno $F_v/F_0=3$, sledi $(\rho-\rho_v)/(\rho-\rho_0)=3$, pa je gustina tela jednaka $\rho=(3\rho_0-\rho_v)/2$. S obzirom da je gustina

vazduha mnogo manja od gustine vode, sledi:

$$\rho \approx \frac{3\rho_0}{2} = 1{,}5\,\rho_0 = 1{,}500 \cdot 10^3\ \mathrm{kg/m^3}.$$

386. Iz teksta zadatka sledi da kocka lebdi u vodi i delom u živi, što znači da je sila težine tela jednaka zbiru sila potisaka kojima živa i voda deluju na kocku. Na deo kocke zapremine a^2h (sl. 2.) deluje živa potiskom $P_1=\rho_1 a^2 hg$. Na preostali deo kocke zapremine $a^3-a^2h=a^2(a-h)$ deluje voda potiskom $P_2=\rho_0 a^2(a-h)g=g\rho_0 a^2 H$. Kako je $Q=P_1+P_2$ i kako je $Q=mg=\rho a^3 g$, sledi $\rho a^3 g=\rho_1 a^2 hg+\rho_0 a^2 Hg$,
odakle se dobija da se iznad žive nalazi sloj vode debljine

$$H=a\frac{\rho_1-\rho}{\rho_1-\rho_0}=0{,}046\,\mathrm{m}.$$



Slika 2

387. Neka je h_1 nadmorska visina podnožja brda, a h_2 nadmorska visina njegovog vrha. Opadanje atmosferskog pritiska sa povećanjem nadmorske visine uslovljeno je opadanjem debljine vazdušnog stuba:

$$p_1-p_2=\rho g\,(h_2-h_1),$$

gde je p_1 atmosferski pritisak na nadmorskoj visini h_1, p_2 je atmosferski pritisak na nadmorskoj visini h_2, a $\rho=1{,}293\ \mathrm{kg/m^3}$ je gustina vazduha na 0°C. Na osnovu prethodnog sledi da je visina brda (računata od njegovog podnožja)

$$H=h_2-h_1=\frac{p_1-p_2}{\rho g}=315\,\mathrm{m}.$$

388. Iz jednačine sfernog ogledala $\frac{1}{p}+\frac{1}{l}=\frac{1}{f}$ sledi da je, kada se zna žižna daljina f ogledala i udaljenost p predmeta od temena ogledala, položaj l lika datog predmeta određen izrazom $l=pf/(p-f)$. Kada se predmet nalazio na rastojanju $p_1=10$ m od ogledala žižne daljine $f=1$ m, lik se nalazio na rastojanju $l_1=p_1 f/(p_1-f)=1{,}111$ m. Posle dve sekunde predmet se, krećući se brzinom $v_p=2$ m/s, našao na rastojanju $p_2=p_1-v_p t=6$ m od ogledala. U datom trenutku lik se nalazi na rastojanju $l_2=p_2 f/(p_2-f)=1{,}200$ m. Znači, lik se udaljio od ogledala za $l_2-l_1=0{,}089$ m. Srednja brzina kretanja lika u posmatranom vremenskom intervalu od $2s$ iznosi $v_l=(l_2-l_1)/t=4{,}5$ cm/s.

389. Optička jačina D sočiva (izražena u dioptrijama) jednaka je recipročnoj vrednosti žižne daljine f (izražene u metrima): $D=1/f$. Znači, za sočivo jačine 2,5 dioptrija žižna daljina iznosi $f=1/D=0{,}4$ m. Iz jednačine sočiva $\frac{1}{p}+\frac{1}{l}=\frac{1}{f}$ sledi da se lik l predmeta, koji je za $p=50$ cm$=0{,}5$ m udaljen od sočiva, nalazi na rastojanju $l=pf/(p-f)=p/(pD-1)=0{,}2$ m $=20$ cm. Kako se veličina lika L prema veličini predmeta P odnosi kao njihova rastojanja od sočiva $(L/P=l/p)$ sledi $L=Pl/p=4$ mm.

390. Sila kojom električno polje E deluje na naelektrisanje q iznosi $F=qE$. Zna se da je jačina homogenog električnog polja između ploča kondenzatora srazmerna naponu U, a obrnuto srazmerna rastojanju između ploča d : $E=U/d$. Na osnovu prethodnog dobija se izraz za silu, kada se zna veličina naelektrisanja, napon i rastojanje između ploča kondenzatora: $F=qU/d$. Na elektron električno polje kondenzatora, kod koga je razmak između ploča $d=1$ cm$=0{,}01$ m i napon između ploča $U=1$ kV$=1000$ V, deluje silom $F=eU/d=1{,}6\cdot10^{-14}$ N. S druge strane, težina elektrona mase $m=9{,}1\cdot10^{-31}$ kg iznosi $Q=mg=8{,}93\cdot10^{-30}$N. Znači, u ovom slučaju, sila kojom električno polje kondenzatora deluje na elektron je $1{,}8\cdot10^{16}$ puta veća od gravitacione sile kojom Zemlja deluje na elektron.

(Nastavak na str. 21)

UČENIČKA LABORATORIJA

ODREĐIVANJE PROMENE UNUTRAŠNJE ENERGIJE ISTIH MASA VODE NA RAZLIČITIM TEMPERATURAMA

Ako bismo tražili najuspešniju sekciju mladih fizičara, sigurno bi u najuži izbor došla sekcija mladih fizičara osnovne škole »*Marija Bursać*« iz Beograda. Dovoljno je istaći da su članovi ove sekcije bili dva puta prvaci Jugoslavije, dva puta drugi u Jugoslaviji, a više puta prvaci opštine, grada i republike.

Individualni rad je najviše doprineo ovim uspesima. Odvijao se kroz rešavanje računskih zadataka i laboratorijske vežbe. Ove poslednje rade se brzo, sigurno i veoma sadržajno. Na takmičenjima su postavke njihovih vežbi bile u centru pažnje. Zanimljivo je da ovi mladi fizičari, objašnjavajući mnoge fizičke pojmove, koriste vrlo inventivne animacije. Ilustracije radi, navedimo neke od njih: model nuklearnog reaktora, demonstraciona tabla lančane reakcije, grafoskopski model za prikazivanje električnog otpora, principa rada elektromotora . . .

U radu sekcije ističu se *Igor Herbut*, *Aleksandar Marković*, *Milan Đurović* i drugi.

U procesu mešanja istih masa vode na različitim temperaturama dolazi do izražaja temperaturna i toplotna ravnoteža, što su posledice zakona o održanju energije. Naime, količina toplote koju oda toplija voda jednaka je količini toplote koju primi hladnija. Simbolički, $Q_2=Q_1$, odnosno $mc(t_s-t_1)=mc(t_2-t_s)$, odakle sledi za temperaturu mešavine

$$t_s=\frac{t_1+t_2}{2}.$$

Pri tome su upotrebljene sledeće oznake: Q_1 je promena unutrašnje energije hladnije vode, Q_2 je promena unutrašnje energije toplije vode, t_1 je temperatura hladnije vode, a t_2 je temperatura toplije vode.

U vežbi se upoređuju temperature smeše dobijene računski i eksperimentalno. Takođe se upoređuju promene unutrašnjih energija toplije i hladnije vode pri njihovom mešanju.

PRIBOR: menzura, dve laboratorijske čaše od 200 ml, laboratorijski termometar, špiritusna lampa, tronožac i azbestna mrežica.

POSTUPAK: 1. Menzurom odmeriti po 100 ml vode i nasuti ih u laboratorijske čaše. 2. Termometrom promešati vodu u prvoj čaši i izmeriti njenu temperaturu t_1. 3. Vodu u drugoj čaši zagrejati pomoću špiritusne lampe i potom izmeriti njenu temperaturu t_2. 4. Sipati vodu iz prve u drugu čašu, promešati i izmeriti temperaturu t_s'. 5. Izračunati temperaturu smeše i uporediti taj podatak sa eksperimentalnom vrednošću, izračunavajući apsolutnu i relativnu grešku. 6. Koristeći navedene obrasce za Q_1 i Q_2, izračunati promene unutrašnje energije. Pri tome masu vode prikazati proizvodom njene gustine i zapremine.

REZULTATI:

broj merenja	t_1(°C)	t_{1s}(°C)	t_2(°C)	t_{2s}(°C)	t_s'(°C)	t_s (°C)
I	18,0		32,5			
II	18,0	17,83	33,0	32,83	25,0	25,3
III	17,5		33,0			

$Q_1 = 3122{,}46$ J, $Q_2 = 3122{,}46$ J, $\Delta t_s = 0{,}3$°C, $\delta = 1{,}2\%$

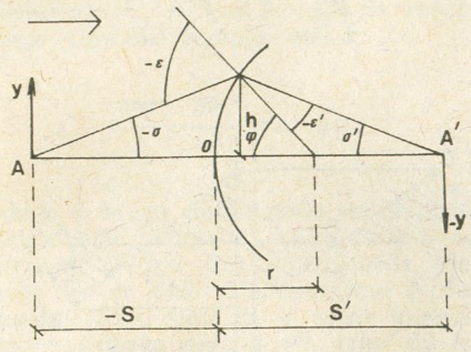
Pripremio: *T. Senćanski*

PRAVILA PREDZNAKA U GEOMETRIJSKOJ OPTICI

MITA SEKULIĆ (Beograd)

Predznaci rastojanja i uglova u geometrijskoj optici određuju se primenom različitih usvojenih konvencija — dogovora. Ovde ćemo pomenuti dve: jednu, koja se obično koristi u opštim kursevima fizike i, drugu, koja se koristi u literaturi iz tehničke (primenjene) optike.

Prema prvoj, opštoj, pozitivnim predznakom označavaju se svi uglovi i rastojanja do predmeta i realnih likova, a negativnim rastojanja do imaginarnih likova. Pravila predznaka druge, tehničke konvencije bitno se razlikuju od prve. Na sl. 1 prikazano je prelamanje svetlosti na sfernoj površini, kao ilustracija navedenih razlika.



Slika 1

Pravila predznaka za rastojanja. Pozitivnim predznakom označavaju se rastojanja koja se mere duž optičke ose, ako im se smer poklapa sa smerom prostiranja svetlosti; ako im je smer suprotan smeru prostiranja svetlosti, predznak je negativan (vidi sl. 1). Pri tome se obično uzima da se svetlosni zrak prostire s leva na desno. Na sl. 1 rastojanja s, s' i r odmeravaju se od temene tačke O: rastojanje s je negativno, a rastojanja s' i r pozitivna.

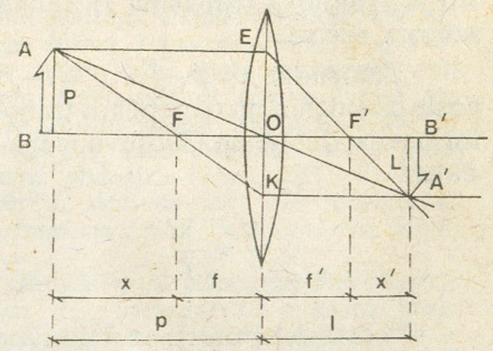
Rastojanja u pravcu zraka koji gradi određen ugao sa optičkom osom odmeravaju se od tačke preseka zraka sa površinom na kojoj dolazi do prelamanja ili odbijanja svetlosti. Rastojanja normalna na optičku osu su pozitivna, ako su orijentisana naviše, a negativna, ako su orijentisana naniže.

Poprečni presek (debljina) optičkih elemenata u vazduhu između dve prelomne površine smatra se pozitivnim.

Pravila predznaka za uglove. Uglovi σ i σ' odmeravaju se od optičke ose sistema, a upadni ε i prelomni ε' od normale na optičku osu. Kod sfernih površina normala je poluprečnik krivine u datoj tački. Uglovi σ i σ' su pozitivni, ako se dobijaju rotacijom optičke ose u smeru kazaljke na satu, a negativni, ako osu treba rotirati u suprotnom smeru. Uglovi ε i ε' između zraka i normale su pozitivni, ako normalu, da bi se poklopila sa zrakom, treba rotirati u smeru kretanja kazaljke na satu i obratno. Uglovi σ, ε i ε' na sl. 1 su negativni.

Sve veličine koje se odnose na predmet pišu se bez indeksa i apostrofa (s, σ, ε); sve veličine koje se odnose na lik pišu se sa apostrofom (s', σ', ε').

Njutnova i Gausova jednačina za tanka sabirna sočiva. Njutnova i Gausova jednačina za tanka sabirna sočiva, napisane po jednoj i drugoj konvenciji, nemaju isti oblik. Razmotrimo prvo oblik koji ove jednačine imaju u opštoj fizici.



Slika 2

Na sl. 2 prikazana je konstrukcija lika kod tankog sabirnog sočiva: AB — predmet, A_1B_1 — njegov realan i obrnut lik. Na slici se lako uočava sličnost pravouglih trouglova,

$$ABF \sim KOF \text{ i } EOF \sim A_1B_1F',$$

odakle sledi, za prvi par trouglova

$$\frac{AB}{OK}=\frac{BF}{FO},$$

odnosno za drugi par

$$\frac{OE}{A_1B_1}=\frac{OF'}{F'B_1}.$$

Kako je $OE=AB$ i $A_1B_1=OK$, leve strane gornje dve jednačine su jednake, a samim tim su im jednake i desne

$$\frac{BF}{FO}=\frac{OF'}{F'B_1}.$$

Ako u gornjem izrazu stavimo $BF=x$ i $F'B_1=x'$, a pošto je $FO=F'O=f$, dobićemo

$$\frac{x}{f}=\frac{f}{x'},$$

ili

$$x\cdot x'=f^2,$$

što je Njutnova jednačina za tanka sabirna sočiva.

Zamenom $x=p-f$ i $x'=l-f$, posle određenih matematičkih transformacija, dobijamo Gausovu jednačinu

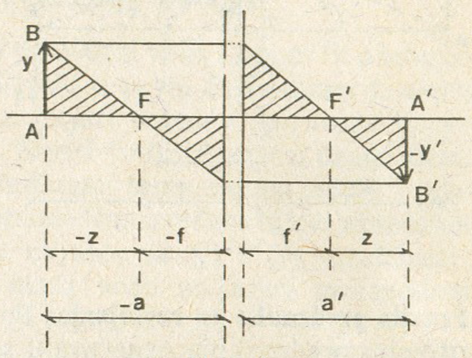
$$\frac{1}{p}+\frac{1}{l}=\frac{1}{f}.$$

Prema konvenciji iz tehničke optike, gornje jednačine imaju, međutim, drugi oblik: ako gornji postupak primenimo na sl. 3, dobićemo za Njutnovu jednačinu

$$z\cdot z'=-f^2,$$

odnosno za Gausovu jednačinu za tanka sabirna sočiva

$$\frac{1}{a'}-\frac{1}{a}=\frac{1}{f'}.$$



Slika 3

Dakle, postoje razlike između pojedinih oznaka i predznaka u navedene dve konvencije. Posebno ističemo onaj »minus« koji se javlja u Njutnovoj i Gausovoj jednačini za tanka sabirna sočiva po konvenciji iz primenjene optike, a koji ne postoji u istim jednačinama kada se izvode po konvenciji koja se koristi u opštoj fizici. Način predstavljanja karakterističnih zrakova za navedeni slučaj takođe se razlikuje. U opštoj fizici zanemaruje se debljina po osi, pa se uzima samo jedna glavna ravan (ravan koja prolazi kroz optički centar i normalna je na glavnu optičku osu), dok se u tehničkoj optici tretiraju dve glavne ravni. Ovo je jasno uočljivo sa slika 2 i 3. Važno je napomenuti da se kod rešavanja datog problema treba pridržavati samo jedne konvencije.

(Nastavak sa str. Z272)

391. Čestica naelektrisanja q, mase m i početne brzine v, koja se kreće u električnom polju, pri potencijalnoj razlici (naponu) U, vrši rad $A=qU$ na račun svoje kinetičke energije $mv^2/2$:

$$\frac{mv^2}{2}-\frac{mv_1^2}{2}=A=qU,$$

gde je v_1 brzina čestice posle »savladane« potencijalne razlike U. Kako se u konkretnom slučaju čestica zaustavila pre nego što je dodirnula negativnu ploču kondenzatora, sledi da je njena krajnja brzina jednaka nuli, $v_1=0$, tako da je $mv^2/2=qU$. Dalje, može da se zaključi da je čestica negativno naelektrisana, jer je zaustavlja negativno naelektrisana ploča kondenzatora. Iz prethodne jednačine može da se zaključi da čestice koje se zaustavljaju pri datoj potencijalnoj razlici U, a kreću se najmanjom brzinom $v_{min}=0{,}001$ m/s, nose najmanju količinu elektriciteta: $mv^2_{min}/2=q_{min}U$. Odavde sledi

$$q_{min}=\frac{mv_{min}^2}{2U}=1{,}6\cdot10^{-19}\,\mathrm{C}.$$

Ovo naelektrisanje odgovara elementarnom negativnom naelektrisanju. Čestica prašine koja se kreće brzinom $v=1{,}44\cdot10^{-3}$ m/s nosi naelektrisanje

$$q=\frac{mv^2}{2U}=2e.$$

Znači, ove čestice nose dvostruko elementarno negativno naelektrisanje.

392. Na jednoj ploči kondenzatora, kapaciteta C, pri naponu U između ploča, može se »smestiti« količina elektriciteta $Q=CU$. Kako kod metala ovu količinu elektriciteta nose elektroni, određenog broja n, znači $Q=ne$, gde je $e=1{,}6\cdot10^{-19}$ C naelektrisanje jednog elektrona. Iz prethodnog sledi $ne=CU$, odakle dobijamo da se na ploči kondenzatora kapaciteta $C=1{,}6$ pF $=1{,}6\cdot10^{-12}$ F, pri naponu $U=1$V, nalazi

$$n=\frac{CU}{e}=10^7 \text{ elektrona}.$$

393. Energija od jednog eV (elektron-volta) jednaka je radu koji treba izvršiti da se naelektriše jedno elektrona premesti iz jedne u drugu tačku električnog polja između kojih je napon od 1V. Iz izraza za rad u električnom polju $A=qU$, gde je U napon, a q naelektrisanje, sledi da energija od jednog elektron-volta iznosi $E=eU=1{,}6\cdot10^{-19}$ J. Znači, energija od 13,6 eV izražena u džulima iznosi $13{,}6\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\,\mathrm{J}=21{,}76\cdot10^{-19}$J.

394. Treba napomenuti da se energija elektrona računa u odnosu na energiju elektrona koji je »beskonačno udaljen« od jezgra, odnosno jonizovan. Uzima se da je njegova energija jednaka nuli. Znači, energija elektrona u ljuskama je negativna. U prethodnom zadatku dobijen je rezultat da elektron koji se nalazi u K ljusci atoma vodonika ima energiju $E_1=-21{,}76\cdot10^{-19}$ J. Dato je da isti elektron u L ljusci ima energiju $E_2=-5{,}44\cdot10^{-19}$ J (odnosno 3,4 eV). Ovu razliku u energiji posle i pre pobuđenja elektron je stekao od elektromagnetnog zračenja. Znači, elektromagnetno zračenje koje pobuđuje elektron da iz K ljuske pređe u L ljusku mora imati energiju $E=E_2-E_1=16{,}32\cdot10^{-19}$ J.

395. Energija veze jednaka je energiji, odnosno radu, koji je potrebno uložiti da se elektron iz date ljuske oslobodi veze sa jezgrom, odnosno da se atom jonizuje. Ukoliko svetlost date talasne dužine λ ima energiju veću od energije veze, tada može jonizovati dati atom. Kako svetlost talasne dužine $\lambda=10\ \mu m=10^{-5}$m ima energiju $E=2\cdot10^{-20}$J, a energija veze elektrona u M ljusci atoma vodonika iznosi 2,42 eV$=38{,}7\cdot10^{-20}$J, sledi da dato elektromagnetno zračenje ne može jonizovati ovaj atom.

396. Za vreme jednog perioda poluraspada $T_{1/2}$ raspadne se polovina broja prethodno neraspadnutih jezgara. Ako se sa N_0 označi početan broj jezgara, sledi da će se posle prvog perioda poluraspada raspasti $N_0/2$ jezgara. Ostalo je neraspadnuto takođe $N_0/2$ jezgara. Za vreme drugog perioda poluraspada raspašće se polovina od broja trenutno neraspadnutih jezgara: $(N_0/2)/2=N_0/4$. Ostalo je neraspadnuto $(N_0/2)-(N_0/4)=N_0/4$ jezgara. Za vreme trećeg perioda poluraspada raspašće se polovina od broja trenutno neraspadnutih jezgara $(N_0/4)/2=N_0/8$. Ostalo je neraspadnuto $(N_0/4)-(N_0/8)=N_0/8$. Znači, za

vreme $3\ T_1/2=3\cdot 3{,}82$ dana $=11{,}46$ dana $=11$ dana, 11 h, 2 min, 24 s raspalo se ukupno $N_0-(N_0/8)=7\ N_0/8$ jezgara.

397. Vreme za koje će ostati 25% neraspadnutih jezgara, odnosno $N_0/4$ jezgara, gde je N_0 početan broj jezgara, odgovara vremenu od dva perioda poluraspada (videti prethodni zadatak): $t=2\,I_{1/2}=2\cdot 138$ dana $=276$ dana.

398. Na osnovu principa superpozicije traženo električno polje je jednako $\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{F}_2$, gde je $\vec{E}_1$ električno polje u centru šuplje metalne lopte bez kružnog otvora, $\vec{E}_2$ — jačina električnog polja u centru ove lopte, a koje potiče od negativnog naelektrisanja q koje se nalazi na mestu kružnog otvora. Ovo negativno naelektrisanje je jednako proizvodu površine kružnog otvora i površinske gustine naelektrisanja lopte, odnosno

$$q=-\frac{\pi r^2}{4\pi R^2}\,Q=\frac{-r^2}{4R^2}\,Q.$$

Kako je iz razloga simetrije jačina električnog polja u centru sfere jednaka nuli ($E_1=0$), to je

$$E=E_2=\frac{q}{4\pi\in_0}\,\frac{1}{R^2}=-\frac{r^2 Q}{16\pi\in_0 R^2}=$$

$$=-0{,}347\ V/\mathrm{m}.$$

Znak minus ukazuje da električno polje potiče od negativnih naelektrisanja, a to znači da je usmereno od centra lopte ka otvoru na njoj.

399. Težina tela je sila kojom ono deluje na nepokretnu podlogu ili tačku vešanja. Prema trećem Njutnovom zakonu i na telo od strane podloge deluje sila Q_1 jednaka težini tela Q i suprotnog smera. Tako na telo koje miruje na površini planete deluju dve sile: sila teže F_t i reakcija podloge Q_1. Ove sile saopštavaju telu centrifugalno ubrzanje pri obrtanju planete oko svoje ose. I na polu i na ekvatoru ove sile su normalne na površinu planete. Prema II Njutnovom zakonu je

$$\frac{mv^2}{R}=F_t-Q_1,$$

gde je m masa tela; R je poluprečnik planete i v je brzina tela u odnosu na osu planete. Na polu je brzina kretanja v jednaka nuli i tada je reakcija podloge, odnosno težina tela jednaka sili teže: $Q_1=Q_0=F_t$. Na ekvatoru je brzina kretanja tela jednaka

$$v=\frac{2\pi R}{T},$$

gde je T period obrtanja planete oko svoje ose. Sledi da je sila reakcije, odnosno težina tela na ekvatoru jednaka

$$Q_e=F_t-\frac{mv^2}{R}=F_t-\frac{m\,4\pi^2 R}{T^2}.$$

Kako je sila teže $F_t=\gamma mM/R^2$, gde je $M=4\pi\rho R^3/3$ masa planete, to je, prema uslovu zadatka ($Q_0=3Q_e$, odnosno $Q_e=Q_0/3=F_t/3$):

$$\frac{F_t}{3}=F_t-\frac{4m\pi^2 R}{T^2},$$

odnosno

$$\frac{2}{3}\gamma\frac{4}{3}\frac{\pi R^3\rho}{R^2}=\frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

Posle sređivanja i rešavanja po T dobija se

$$T=\sqrt{\frac{9\pi}{2\gamma\rho}}=9{,}2\cdot 10^3\,s=2{,}557\ \mathrm{h}.$$

400. Iz zakona očuvanja momenta impulsa sledi

$$I_1\omega_1-I_2\omega_2=0,$$

gde je $I_1=m_1r^2$ moment inercije čoveka, $I_2=\frac{1}{2}m_2R^2$ je moment inercije platforme u odnosu na osu obrtanja, $\omega_1=v_1/r$ je ugaona brzina čoveka, a ω_2 je tražena ugaona brzina platforme. Linijska brzina čoveka u odnosu na osu obrtanja je

$$v_1=v-v_2=v-\omega_2 r,$$

gde je v_2 brzina tačaka platforme na rastojanju r u odnosu na osu obrtanja. Posle zamene izraza za momente inercije i ugaonu brzinu ω_1, odnosno linijsku brzinu v_1 u prvu relaciju dobija se

$$m_1 r^2\frac{v-\omega_2 r}{r}-\frac{1}{2}m_2 R^2\omega_2=0.$$

Posle sređivanja i rešavanja po nepoznatoj ugaonoj brzini platforme, dobija se

$$\omega_2=\frac{2m_1 rv}{2m_1 r^2+m_2 R^2}=7{,}82\cdot 10^{-2}\,\mathrm{s}^{-1}.$$

401. Ukupna energija sistema u početku je jednaka zbiru kinetičkih energija oba elektrona:

$$E=2E_k=\frac{2m_e v_0^2}{2}=m_e v_0^2.$$

Približavanjem elektrona smanjuje se kinetička energija sistema, a na osnovu zakona održanja energije raste potencijalna. U trenutku kada elektroni dođu na minimalno rastojanje, kinetička energija postaje jednaka nuli i celokupna energija sistema je potencijalna i iznosi

$$E=e\cdot\varphi,$$

gde je

$$\varphi=\frac{e}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

potencijal jednog elektrona na mestu gde se nalazi drugi elektron. Sledi, na osnovu zakona održanja energije da je

$$m_e v_0^2=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r},$$

odnosno

$$r=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_e v_0^2}=6{,}33\cdot 10^{-5}\ \mathrm{m}.$$

402. U poređenju sa prethodnim zadatkom, ovde ukupni impuls elektrona nije jednak nuli. Zbog toga je bolje da se zadatak rešava u referentnom sistemu koji se kreće brzinom $v_0/2$ u smeru kretanja elektrona. U ovom referentnom sistemu oba elektrona se kreću jedan drugom u susret sa brzinom $v_0/2$ i ukupna količina kretanja je jednaka nuli. Na osnovu zakona održanja energije (videti prethodni zadatak) sledi:

$$2\frac{m(v_0/2)^2}{2}=e\varphi,$$

gde je

$$\varphi=\frac{e}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

električni potencijal jednog elektrona na mestu gde se nalazi drugi i u trenutku kada je njihovo međusobno rastojanje minimalno. Znači,

$$\frac{1}{4}\cdot mv_0^2=\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r},$$

odnosno

$$r=\frac{e^2}{\pi\varepsilon_0 mv_0^2}=2{,}53\cdot 10^{-4}\ m.$$

403. Energija veze jezgra rednog broja Z i masenog broja A, gde je redni broj jednak broju protona u jezgru, a maseni broj jednak zbiru broja protona i broja neutrona N u jezgru ($A=Z+N$), jednaka je proizvodu defekta mase datog jezgra i kvadrata brzine svetlosti:

$$B(Z,N)=\Delta Mc^2.$$

Defekt mase ΔM jednak je razlici zbira masa slobodnih nukleona i mase datog jezgra M_j:

$$\Delta M=Zm_p+Nm_n-M_j$$

gde je $m_p=1{,}00759\,u=1{,}6726\cdot 10^{-27}$kg masa protona, a $m_n=1{,}00899$u$=1{,}6749\cdot 10^{-27}$ kg — masa neutrona.

Zbirna masa slobodnih nukleona koji ulaze u sastav jezgra ($_{92}U^{235}$) jednaka je: $92\ m_p+143\ m_n=393{,}3899\cdot 10^{-27}$ kg. Kako je masa jezgra $_{92}U^{235}$ jednaka $235{,}1175$ u$=390{,}2950\cdot 10^{-27}$kg, sledi da defekt mase datog jezgra iznosi: $\Delta M_U235=3{,}0949\cdot 10^{-27}$kg.

Zbirna masa slobodnih nukleona koji ulaze u sastav jezgra $_{92}U^{238}$ iznosi: $92\ m_p+146\ m_n=398{,}4146\cdot 10^{-27}$kg. Kako je masa jezgra $_{92}U^{238}$ jednaka $238{,}12522$u$=395{,}2879\cdot[10^{-27}]$kg, sledi da defekt mase datog jezgra iznosi: $\Delta M_U238=3{,}1267\cdot 10^{-27}$kg.

Na osnovu prethodnog sledi da energija veze jezgra $_{92}U^{235}$ iznosi $B(92{,}143)=\Delta M_U235\cdot c^2=2{,}7854\cdot 10^{-10}J=1741$ MeV, a energija veze jezgra $_{92}U^{238}$ iznosi $B(92{,}146)=\Delta M_U238\cdot c^2=2{,}8140\cdot 10^{-10}J=1759$ MeV.

S obzirom da je energija veze jezgra U^{238} veća od energije veze jezgra U^{235}, sledi da je jezgro U^{238} stabilnije.

404. Znajući snagu P nuklearne elektrane i energiju E_1, koja se oslobađa pri fisiji jednog jezgra $_{92}U^{235}$, možemo odrediti broj n jezgara koji u toku datog vremena t učestvuju u fisiji:

$$n=\frac{P_t}{E_1}=7{,}695\cdot 10^{22}.$$

Pri jednoj fisiji ukupna masa urana smanjena je za masu jednog jezgra $_{92}U^{235}$, koju ćemo izračunati na osnovu poznatih masa nukleona i poznate energije veze, odnosno efekta mase:

$$\Delta m_1=M_j=Zm_p+Nm_n-\Delta M=Zm_p+$$

$$+Nm_n-\frac{E_1}{c^2}=395{,}3704\cdot 10^{-27}\ \text{kg}.$$

Ukupno utrošena masa urana srazmerna je broju n jezgara koja su učestvovala u fisiji:

$$\Delta m=n\cdot\Delta m_1=30{,}42\cdot 10^{-3}\text{kg}\approx 30\text{g}.$$

405. Pri termonuklearnoj reakciji $_1H^2+{}_1H^3\rightarrow{}_2He^4+{}_0n^1$ oslobađa se energija srazmerna defektu mase, tj. razlici masa jezgara na kraju, u odnosu na mase jezgara na početku reakcije:

$$B=\{[m(_1H^2)+m(_1H^3)]-[m(_2He^4)+$$

$$+m(_0n^1)]\}\cdot c^2.$$

Kako je masa neutrona $m(_0n^1)=$ $=1{,}0087$ u$=1{,}6845\cdot 10^{-27}$kg, masa jezgra deuterijuma $m(_1H^2)=2{,}0141$ u$=3{,}3635\cdot 10^{-27}$kg, masa jezgra tricijuma $m(_1H^3)=$ $=3{,}0160$ u$=5{,}0367\cdot 10^{-27}$kg i masa jezgra helijuma $m(_2He^4)=4{,}0026$ u$=6{,}6843\cdot 10^{-27}$kg, sledi da oslobođena energija iznosi:

$$B=2{,}826\cdot 10^{-12}\ \text{J}.$$

406. Pri anihilaciji para elektron-pozitron stvaraju se dva γ — kvanta jednakih energija. Znači, energija jednog γ — kvanta jednaka je polovini zbira energija elektrona i pozitrona:

$$E=h\nu=\frac{1}{2}(m_e c^2+m_p c^2),$$

gde je m_e masa elektrona, a m_p je masa pozitrona. Kako je $m_e=m_p=9{,}1\cdot 10^{-31}$kg, sledi

$$\nu=\frac{m_e c^2}{h}=1{,}24\cdot 10^{20}\ s^{-1}.$$

407. Poznato je da na elektron koji se kreće brzinom v normalno na pravac magnetnog polja indukcije B deluje Lorencova sila

$$|\vec{F}|=e|(\vec{v}\times\vec{B})|=evB\sin\sphericalangle(\vec{v},\vec{B})=evB.$$

Znajući da je gustina električne struje j srazmerna brzini elektrona i njihovoj koncentraciji $j=nev$, sledi

$$F=\frac{jB}{n}.$$

Po definiciji, gustina struje jednaka je jačini struje po jedinici normalnog preseka provodnika: $j=I/S$, gde je S površina poprečnog preseka provodnika. Znači:

$$F=\frac{IB}{ns}.$$

Ako se sa d označi debljina pločice, tj. širina njegovog preseka (sl. 3), a sa c njegova širina, sledi da je $S=dc$, pa je

$$F=\frac{IB}{ndc}.$$

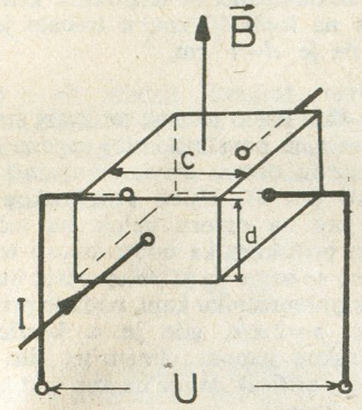
S druge strane, zna se da je sila F, koja deluje na elektron, izazvana električnim poljem E koje je normalno na pravac magnetnog polja i pravac prvobitnog kretanja elektrona, $F=eE$. Kako je jačina električnog polja srazmerna potencijalnoj razlici između tačaka koje se nalaze na rastojanju c, $E=U/c$, sledi

$$F=\frac{eU}{c}.$$

Na osnovu prethodnih izraza sledi

$$U=\frac{IB}{ned},$$

što je i trebalo dokazati.



Slika 3

408. Kako je $I_1+I_2\neq I$, to znači da su jačine struja I_1 i I_2 fazno pomerene. Međutim, kako se iz brojnih vrednosti jačina struja može videti da postoji jednakost

$$I_1^2+I_2^2=I^2.$$

to znači da fazni pomeraj između jačina struja I_1 i I_2 iznosi 90°. Iz toga sledi da se u »crnim kutijama« nalaze aktivni i reaktivni elementi, koji obezbeđuju ovakav fazni pomeraj. Najprostije rešenje je da se u »crnoj kutiji« 1 nalazi samo omski otpor, a u drugoj samo induktivni (zavojnica), ili kapacitativni (kondenzator) otpor. Ova varijanta rešenja može da se ostvari samo približno, pošto svaka zavojnica i svaki kondenzator poseduju neki, mada veoma mali, aktivni otpor.

409. Na klip deluje centrifugalna sila i sila koja potiče od razlike pritisaka p_2—p_1. Kako se klip ne kreće duž cilindra za vreme obrtanja (sl. 4), to je

$$m\omega^2 x=(p_2-p_1)\,S,$$

gde je S poprečni presek cilindra, a p_1 i p_2 su pritisci razređenog i sabijenog gasa, respektivno. Kako je $T=$const., to je $p_1V_1=p_0V/2$ i $p_2V_2=p_0V/2$, odnosno

$$p_1\cdot\left(\frac{L}{2}+x\right)\cdot S=p_0\frac{L}{2}\cdot S,$$

$$p_2\cdot\left(\frac{L}{2}-x\right)\cdot S=p_0\cdot\frac{L}{2}\cdot S.$$

Odavde sledi da su pritisci p_1 i p_2 jednaki:

$$p_1=\frac{L}{L+2x}\cdot p_0$$

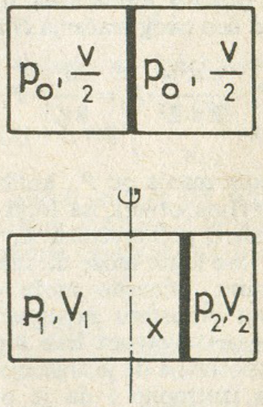
$$p_2=p_0\cdot\frac{L}{L-2x}.$$

Razlika pritisaka je

$$p_2-p_1=\frac{4Lx}{L^2-4x^2}.$$

Ako se ovaj izraz zameni u prvu relaciju i reši se po ω, dobija se

$$\omega=\sqrt{\frac{4p_0\cdot V}{m(L^2-4x^2)}}=97{,}6\ \text{s}^{-1}.$$



Slika 4

410. Rad koji daje parna mašina je maksimalan, ako je ciklus po kojem ona radi reverzibilan. Kako u sistemu postoje dva termostata sa temperaturama $T_1=$ $=273+t_1$ (K) i $T_2=273+t_2$ (K), to je jedini reverzibilni ciklus Karnoov ciklus za koji važi

$$\eta=\frac{T_1-T_2}{T_1},$$

gde je η koeficijent korisnog dejstva. S druge strane, koeficijent korisnog dejstva je jednak odnosu dobijenog korisnog rada i uložene toplote $\eta=A/Q_1$, tako da se može napisati relacija

$$\frac{A}{Q_1}=\frac{T_1-T_2}{T_1},$$

odnosno

$$A=Q_1\cdot\frac{T_1-T_2}{T_1}.$$

Količina toplote predata hladnjaku jednaka je razlici uložene energije i dobijenog rada

$$Q_2=Q_1-A=Q_1\cdot\frac{T_2}{T_1}=3{,}15\text{ kJ}.$$

411. Emisiona moć leve lopte je jednaka $E_1=\sigma T_1^4$, a njena snaga zračenja kroz otvor iznosi

$$P_1=E_1 S=\frac{\pi d^2}{4}\cdot\sigma\cdot T_1^4,$$

gde je σ Štefan-Bolcmanova konstanta, a T_1 je temperatura koja se održava u njoj. U drugu (desnu) loptu kroz njen otvor ulazi samo deo ovog zračenja čija je snaga

$$P_2=\frac{\pi d^2/4}{2\pi L^2}\cdot P_1=\frac{d^2}{8L^2}\cdot P_1,$$

onoliko puta manja od P_1, koliko je puta manja površina otvora na lopti od površine polusfere poluprečnika L. (Zračenje iz otvora leve lopte može da ide samo na desnu stranu, odnosno može da prođe kroz desnu polusferu poluprečnika L i centra na mestu otvora leve lopte. Ovde se još pretpostavlja da je zračenje iz otvora leve lopte izotropno i da je ovaj otvor tačkasti izvor zračenja u odnosu na položaj desne lopte). S druge strane, po uspostavljanju temperature T_2 u drugoj lopti, ona će zračiti sa istom snagom P_2, koja kao i u prvom slučaju iznosi

$$P_2=\frac{\pi d^2}{4}\cdot\sigma\cdot T_2^4.$$

Iz poslednjih dveju relacija sledi da je

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4=\frac{d^2}{8L^2},$$

odnosno

$$T_2=T_1\cdot\sqrt[4]{d^2/(8L^2)}=307\text{ K}.$$

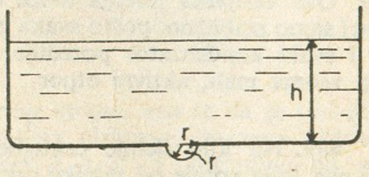
U tekstu ovog zadatka (MF—28) je greškom odštampano da je prečnik kružnog otvora na lopti 10 cm, a trebalo je da stoji da je $d=1$ cm.

412. Pošto tečnost ne kvasi staklo, onda se njen površinski sloj na dnu suda i na mestu otvora krivi, obrazujući kap tečnosti (sl. 5). Usled površinskog napona kap na otvoru deluje na tečnost u sudu pritiskom ka unutrašnjosti tečnosti. Ako se uzme da je poluprečnik otvora jednak poluprečniku kapi, onda je pritisak jednak: $p=2\alpha/r$, gde je α koeficijent površinskog napona. Intenzitet sile, kojom ovaj pritisak deluje na kap vertikalno naviše, iznosi:

$$F=p\cdot S=\frac{2\alpha}{r}\cdot\pi\cdot r^2=2\pi r\cdot\alpha.$$

Sve dok je intenzitet ove sile veći od intenziteta težine stuba tečnosti iznad otvora, tečnost neće isticati. Znači, treba da je $F\geqslant Q$, odnosno

$$2\pi r\alpha\geqslant\rho ghS=\rho gh\pi r^2.$$



Slika 5

Sledi da maksimalna visina tečnosti u sudu iznosi

$$h_{max}=\frac{2\alpha}{\rho gr}=3{,}56\text{ mm}.$$

413. Molekul vodonika, mase jednake dvostrukoj masi protona $M=2m_p=2\cdot1{,}0078$ u $=2\cdot1{,}0078\cdot1{,}67\cdot10^{-27}$ kg, gde je u atomska jedinica mase, ima na temperaturi T srednju kinetičku energiju

$$\frac{M\overline{v^2}}{2}=\frac{3}{2}kT,$$

gde je $\overline{v^2}$ srednji kvadrat brzine, a $k=1{,}38\cdot10^{-23}$ J/K je Bolcmanova konstanta. Iz prethodnog se dobija da je kvadratni koren iz srednje kvadratne brzine jednak

$$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3kT}{M}}.$$

Srednji impuls $\bar{p}$ molekula vodonika na datoj temperaturi jednak je proizvodu mase M i kvadratnog korena iz srednje kvadratne brzine:

$$\bar{p}=M\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{3kTM}.$$

Kako je impuls fotona $p_f=m_f c$, gde je m_f masa fotona, a c je brzina svetlosti, jednak srednjem impulsu molekula vodonika na temperaturi $T=293$ K, $p_f=\bar{p}$, sledi

$$m_f=\frac{M\sqrt{\overline{v^2}}}{c}=\frac{\sqrt{3kTM}}{c}=2{,}1\cdot10^{-32}\text{ kg}.$$

414. Aktivnost A date količine radioaktivne supstance eksponencijalno opada s vremenom t u odnosu na početnu aktivnost A_0:

$$A=A_0\exp\left(-\frac{0{,}693}{T_{1/2}}\cdot t\right).$$

Znajući sadašnju aktivnost date količine radioaktivnog ugljenika ${}_6C^{14}$($A=14\,\text{min}^{-1}$), kao i aktivnost iste količine radioaktivnog ugljenika, koja je tek počela da se raspada ($A_0=9{,}2\ \text{min}^{-1}$), lako može da se odredi vreme trajanja raspada, odnosno starost tkanine, za poznatu vrednost perioda poluraspada ugljenika ${}_6C^{14}$ ($T_{1/2}=5730$ god):

$$t=\frac{T}{0{,}693}\ln\frac{A_0}{A}=3382\text{ godine}.$$

Znači, tkanina potiče iz vremena oko 1400. godine pre naše ere.

415. Pri prolazu gama zračenja kroz homogenu sredinu, intenzitet $I(x)$ datog monohromatskog snopa opada s povećanjem dubine x sloja kroz koji je zračenje prošlo po eksponencijalnom zakonu u odnosu na upadni intenzitet $I_0=I(x=0)$:

$$I(x)=I_0 e^{-\mu x},$$

gde je μ linearni koeficijent apsorpcije, zavisan od prirode supstance i energije fotona datih zraka.

Prethodan izraz može se napisati u drugačijem obliku, ukoliko se zna poludebljina $d_{1/2}$, tj. debljina sloja koji smanjuje intenzitet upadnog zračenja za polovinu. Kako je

$$I(d_{1/2})=\frac{I_0}{2}=I_0 e^{-\mu d_{1/2}},$$

sledi

$$\mu d_{1/2}=\ln 2=0{,}693,$$

odakle se dobija da je

$$\mu=\frac{0{,}693}{d_{1/2}}.$$

Smenom u izraz za $I(x)$ dobija se

$$I(x)=I_0\exp\left(-\frac{0{,}693}{d_{1/2}}\cdot x\right).$$

Kako u ovom slučaju pri prolazu kroz sloj apsorbera debljine d intenzitet snopa gama zračenja opada za 3% u odnosu na upadni,

$$\frac{I_0-I(d)}{I_0}=0{,}03,\quad\text{sledi}$$

$$I(d)=I_0\exp\left(-\frac{0{,}693}{d_{1/2}}\cdot d\right)=0{,}97\,I_0.$$

Odavde se dobija tražena vrednost debljine apsorbera

$$d=\frac{\ln 1{,}0309}{0{,}693}\cdot d_{1/2}=0{,}44\text{ cm}.$$

416. Pri zahvatu jednog protona mase $m_p=1{,}0078$ u$=1{,}6830\cdot10^{-27}$ kg, jezgro litijuma mase $m_{Li}=7{,}0159$ u$=11{,}7166\cdot10^{-27}$ kg raspada se na dve

alfa čestice mase od po $m_\alpha=4{,}0026$ u$=6{,}6843\cdot10^{-27}$kg. Reakcija može da se napiše u obliku

$$_3Li^7+{}_1H^1\rightarrow2\,{}_2He^4.$$

Pri ovoj reakciji oslobađa se energija srazmerna razlici masa Δm na početku u odnosu na kraj reakcije i kvadratu brzine svetlosti:

$$E=\Delta m\cdot c^2=(m_{Li}+m_p-2\,m_\alpha)\cdot c^2=$$

$$2{,}79\cdot10^{-12}\,\text{J}.$$

417. Ukupna energija elektrona mase $m_e=9{,}1\cdot10^{-31}$kg, kao i ukupna energija pozitrona mase m_p ($m_p=m_e$), čije su kinetičke energije jednake $E_{ke}=E_{kp}=240$ keV, jednaka je zbiru energije mirovanja elektrona, odnosno pozitrona, i njene kinetičke energije: $E=E_0+E_{ke,p}$. Kako energija mirovanja datih čestica iznosi $E_0=(m_{e,p})_0\cdot c^2=8{,}19\cdot10^{-14}$ J$=512$ keV, sledi da je ukupna energija elektrona, odnosno pozitrona, jednaka $E_{e,p}=752$keV $=0{,}120$ pJ.

Talasne dužine oba fotona su jednake i iznose

$$\lambda=\frac{hc}{E}=1{,}66\,pm.$$

REŠENJE ZADATKA 11 E

Balistički pištolj se postavi na stativ iznad stola, tako da zauzme vertikalan položaj. U momentu oslobađanja opruge, pregorevanjem ili presecanjem niti, koja je drži u sabijenom stanju, uključi se hronometar. Projektil će izvršiti vertikalan hitac, a zatim i slobodni pad. Ako se hronometar zaustavi u momentu kada se čuje udar projektila u sto, izmeriće se ukupno vreme kretanja projektila.

Početnu brzinu projektila možemo da odredimo znajući dve činjenice:
1) Vreme trajanja vertikalnog hica t_1 jednako je vremenu slobodnog padanja t_2 odnosno polovini izmerenog vremena t;
2) Po isteku vremena t_1 projektil se zaustavlja, tj. njegova brzina je jednaka nuli.

Prema tome, za vreme trajanja vertikalnog hica brzina se menja po zakonu:

$v=v_0-gt$, a za $t=t_1$ je $v=0$, pa je $v_0=gt_1$, odnosno $v_0=gt/2$.

Do istog rezultata možemo da dođemo koristeći isti merni podatak (vreme t), razmišljajući nešto drukčije. Za kretanje tela u polju stalne sile (gravitacionom polju) zakon puta ima oblik:

$$s=v_0t-gt^2/2.$$

Po isteku vremena t koje smo izmerili, koordinata $s=0$. Prema tome

$$v_0t-gt^2/2=0 \qquad \text{ili} \qquad t(v_0-gt^2/2)=0.$$

Rešenja ove kvadratne jednačine su:

$t_1=0$ (početni trenutak kretanja)

$t_2=2v_0/g=t$ (krajnji trenutak kretanja).

Ako za ubrzanje tela pri slobodnom padanju uzmemo $g\approx10$ m/s^2, onda je

$$v_0=gt/2=10\cdot3/2=15\text{ m/s} \qquad (t=3\text{ s})$$

PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 27 DOSTAVILI SU:

1. OŠ »Karađorđe«, Topola (nastavnik fizike Mladenović Miomir): Jovanović Saša 358, 359, 360, 362; Vasiljević Vesna 349, 350, 351; Marinković Branka 349, 350, 351; Jelić Tatjana 349, 350, 351; Arsenijević Verica 349, 350, 351; Nekić Zoran 325, 326, 327; Radojević Gordana 349, 350; Jakovljević Viktor 350; Jokić Gordana 351.
2. OŠ »Ljubiša Maksić«, Bioska (Danilović Trnjina): Radivojčević Milijana 358, 362; Rogić Mileva 358; Stevanović Milenija 358; Milivojčević Milomir 358; Bogdanović Ljilja 350; Rogić Milena 358; Rogić Milanka 354; Simić Mira 354.
3. OŠ »Miodrag Čajetinac Čajka«, Trstenik (Vojislav Lazarević): Gordić Goran 348, 349, 350; Erac Danijela 349, 350; Glišić Ljiljana 349, 350; Ilijev Biljana 349, 350; Stevanović Jelena 349, 350; Radović Milorad 349; Novaković Jelena 349; Brkić Katarina 349.
4. OŠ »Olga Milošević«, Smederevska Palanka (Borivoje Vukomanović): Simović Nadežda 358, 361, 362; Nikolić Svetlana 358, 361, 362; Radojčić Snežana 358, 361, 362; Milovanović Nenad 358, 361, 362; Talijan Svetlana 358, 361; Nikosavić Biljana 358, 361; Vladisavljević Nebojša 361.
5. OŠ »Moša Pijade«, Vitoševac (Stefanović Milorad): Popović Saša 314, 316; Gagić Mirko 314, 316; Jovanović Aleksandra 316, 317; Arsović Dubravka 314.
6. OŠ »Milan Ilić Čiča«, Aranđelovac (Kosić Savka, Milivojević Mila): Urošević Mirjana 358, 360, 361, 362; Rankusović Ivanka 358, 360, 361, 362; Marković Miroslav 348, 349, 351.
7. OŠ »Nada Purić«, Valjevo (Milić Ljiljana): Đurić Biljana 358, 359, 360, 324; Zdravković Biljana 358, 359, 362.
8. OŠ »Vuk Karadžić«, Vranje (Nacković Dobrila): Stajić Nataša 358, 362; Palamarević Bojana 358.
9. OŠ »Stevan Sinđelić«, Beograd (Harizanov Spas): Stanković Nebojša 314, 315, 316, 317, 348, 351.
10. OŠ »Braća Ribar«, Beograd (Nahtigal Branka): Rutar Teodora 358, 359, 360, 362; Rutar Simonida 348, 350, 351; Stevanović Dragan 348, 350.
11. OŠ »Ivo Lola Ribar«, Raška (Kostić Miliana, Đorđević Zorica): Martić Suzana 349; Babić Katarina 324.
12. OŠ »20. oktobar«, N. Beograd (Antonić Irena): Milić Slobodan 350; Radosavljević Ljubica 350; Marijana Zorić 350; Tmušić Biljana 350.
13. OŠ »Dušan Poleksić«, Grbovac (Vranić Ljiljana): Matijević Slavica 358, 362.
14. OŠ »Radoje Domanović«, Vranje (Milivoje Milovanović): Ristić Saša 358.
15. OŠ »Janko Veselinović«, Beograd (Krunić Anđelka): Radulović Predrag 349, 362.
16. OŠ »Ljubica Radisavljević Nada«, Zaječar (Mitić Olga): Svetlana Milošević 358.
17. OŠ »Boris Kidrič«, Gornji Matajevac (Ristić Vukadin): Branko Radojković 351, 355, 358, 362.
18. OŠ »Njegoš«, Kotor (Janko Vujović): Koh Slađana 358, 360.
19. OŠ »Jovo Kursula«, Kraljevo (Dimić Milka): Miladinović Milivoje 350.
20. OŠ »IV kraljevački bataljon«, Kraljevo (Stanimirović Radomir): Radović Nadežda 324, 325, 326.
21. OŠ »Vuk Karadžić«, Lebane (Nikolić Gospava): Stevanović Srđan 349, 350.
22. OŠ »9. maj«, Šabačka Kamenka (Petrović Radmila): Trifunović Zoran 358, 359, 360, 362.

23. OŠ »Jelena Ćetković«, Beograd (Krsmanović Stjepan): Nurbegović Aida 358.
24. OŠ »Popinski borci«, Vrnjačka Banja (Sretenović Angelina): Irena Miodragović 351.
25. OŠ »Vladimir Živković Vitko«, Minićevo (Tomislavka Pavlović): Ana Mladenović 348, 349, 358.
26. OŠ »Kosta Stamenković«, Leskovac (Milenković Boško): Đokić Slobodan 349, 350, 351, 353, 355, 356, 358, 360, 362.
27. OŠ »Heroj Rosa Trifunović«, Aleksandrovac (Novaković Miodrag): Pavlović Dubravka 350.
28. OŠ »Svetolik Ranković«, Aranđelovac (Kostić Savka): Đorđević Tanja 348, 349, 350.
29. OŠ »Rosa Trifunović«, Vlaški Dol (Kukalj Vukajlo): Perić Vesna 314, 315, 316.
30. OŠ »25. maj«, Svetozarevo (Đurđević Dragica): Kocić Mikica 358, 259, 360, 362.
31. OŠ »Andrija Đurović«, Stapari (Danilović Trnina): Perišić Milun 350.

*

32. CDD »Dušan Vasiljev«, N. Kozarci (Vuca Petar): Borenović Milan 374, 375, 378, 379, 380, 381; Ros Alfred 374, 375, 378, 380, 381.
33. OC »Stojan Ljubić«, Lebane (Kostov Nikola): Stevanović Ljiljana 368, 369, 370, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381.
34. OVO »Beogradski bataljon«, Beograd (Stanković Zorka): Ilić Slobodan 368, 369, 372, 374, 375, 381, 383.
35. OOUR »4. jul«, Čačak (Aleksić Ljubinka): Koričanac Goran 333, 334, 336, 337.
36. »Dušan Vasiljev«, Kikinda (Vuca Petar): Jovičin Svetozar 368, 369, 374, 375, 378, 379, 380, 381.; Ivetić Dragan 368, 374, 375, 378, 379, 380, 381.
37. OVO »Moša Pijade«, Beograd (Panić Kosta): Ristić Ivan 354, 357, 358, 359, 362.
38. OC »Za brodarstvo, brodogradnju i hidrogradnju«, Ripanj (Đula Hasanbegović): Andrić Goran 349, 350.
39. I zemunska gimnazija, Zemun (Miščević Ljubica): Stević Stevo 339, 340, 341, 342, 343, 346, 347, 348, 349, 353, 354, 355, 356, 358, 360, 362, 368, 369, 370, 374, 375, 379, 380, 381.
40. OC »Viktor Nešović«, Gornji Milanovac (Radojković Zora): Dejan Veljković 348, 349, 350, 351, 354, 355, 356, 358, 359, 360, 362, 363, 364, 365, 366, 368, 369, 370, 372, 374, 375, 380, 381, 382.

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

Za najuspešnije rešavanje konkursnih zadataka u školskoj 1982/83. godini nagrađeni su sledeći učenici:

1. Novaković Jelena, VI razred OŠ »Miodrag Čajetinac-Čajka«, Trstenik, nastavnik fizike Lazarević Vojislav.

2. Stanković Nebojša, VI razred OŠ »Stevan Sinđelić«, Beograd, nastavnik fizike Harizanov Spas.

3. Jovanović Saša, VII razred OŠ »Karađorđe«, Topola, nastavnik fizike Mladenović Micmir.

4. Zdravković Biljana, VIII razred OŠ »Nada Purić«, Valjevo, nastavnik fizike Milić Ljiljana.

5. Radojković Branko, VIII razred OŠ »Boris Kidrič«, Gornji Matajevac, nastavnik fizike Ristić Vukadin.

6. Veljković Dejan, II razred OC »Viktor Nešović«, Gornji Milanovac, profesor fizike Radojković Zorka.

7. Stevanović Ljiljana, II razred OC »Stojan Ljubić«, Lebane, profesor fizike Kostov Nikola.

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

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 200 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**)

Maksima Gorkog 118, 11080 Zemun.

Sva ostala obaveštenja na telefon (011) 218-130.