Časopis iz fizike za učenike osnovnih i srednjih škola „Mladi fizičar" ulazi u jedanaestu godinu svoga postojanja i uspešnog pomaganja učenicima svih uzrasta (od VI razreda osnovne do IV razreda srednjih škola) u izučavanju fizičkih pojava i njihovih zakonitosti. Časopis naučno obrađuje teme iz klasične i moderne fizike, donosi prikaze iz istorije fizike, a na više od dva autorska tabaka donosi zadatke iz fizike klasifikovane po razredima i postupno obrađeno rešavanje tih zadataka (što pomaže učenicima da se lakše uključuju u takmičenje iz fizike) itd.

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

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

Godišnja pretplata iznosi 800 dinara i odnosi se na četiri broja kao komplet, odnosno na brojeve 41-44, koji izlaze u toku školske 1986/87. godine, svaki broj obima 4 do 5 autorskih tabaka.

Uplate se primaju isključivo preko žiro-računa, broj:

60806–678–77766 SDK BG.

sa obaveznom naznakom: Mladi fizičar 1986/87.

Naziv žiro-računa: „Društvo fizičara Srbije" Beograd.

Pretplatom na 20 i više kompleta časopisa „Mladi fizičar" naručilac stiče pravo na rabat. Naručiocu se odobrava rabat od 20%, 15% ili 10%, zavisno od roka do kog se izvrši uplata potrebne sume novca: 1.XII, 1.II odnosno 1.IV.

Svaki nastavnik fizike koji pretplati 75 (i više) učenika na časopis „Mladi fizičar" biće oslobođen (on ili škola) plaćanja obavezne kotizacije na Republičkom seminaru o nastavi fizike u osnovnim i srednjim školama.

Na zahtev škole ili nastavnika fizike šaljemo na uvid besplatan uzorak časopisa (jedan primerak).

Narudžbenice i priloge slati na adrese:

1. „Mladi fizičar", redakcija
   11000 BEOGRAD,
   Gospodar Jevremova 16 (suteren)
2. „Društvo fizičara Srbije"
   11080 ZEMUN,
   Maksima Gorkog 118
3. „Školska knjiga"
   11000 BEOGRAD,
   Studentski trg 6

Evidencija pretplate:
(011) 489-67-58, Dragana Cerović

Narudžbine i obaveštenja:
(011) 212-219, Jovanka Jeftić
(011) 185-295, „Školska knjiga"

Porudžbina „starih brojeva": Obaveštavamo čitaoce „Mladog fizičara" da raspolažemo sa sledećim brojevima ranijih godišta:

a) za učenike osnovnih škola: br. 13–16,
b) za učenike srednjih i osnovnih škola br. 17–40 i možemo vam ih ponuditi po jedinstvenoj ceni od 150 din. po primerku. Za poručenih 80 i više primeraka odobrava se rabat od 10%.

DIDAKTIČKO-METODIČKO UPUTSVO ZA OSTVARIVANJE VASPITNO-OBRAZOVNOG PROGRAMA IZ FIZIKE

SAMOSTALAN RAD UČENIKA (IZVOD)

Poseban značaj za učenike ima korišćenje časopisa iz fizike, npr. „Mladi fizičar" koji izdaje Društvo fizičara Srbije, i koji se u primeni pokazao kao solidna dopuna nastavi fizike kako u sadržajnom tako i u podsticajnom smislu (članci, ogledi, istorija fizike, test-pitanja, nagradni i konkursni zadaci, i slično).
(„Prosvetni glasnik SR Srbije", br. 3, 4 i 5; strana 335; novembar-decembar 1984., i januar 1985.)

REPUBLIČKI SEMINAR o nastavi fizike u osnovnim i srednjim školama održaće se krajem januara 1987. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu u Beogradu, Studentski trg 14, uz uplatu obavezne kotizacije. Tačan datum održavanja biće objavljen u „Politici" i „Večernjim novostima", a program seminara u decembarskom broju „Prosvetnog pregleda SR Srbije"
Pozivamo predavače fizike i astronomije da konkurišu svojim radovima iz nastave fizike i astronomije za predavače na ovom seminaru.

YU ISSN 0351-5575

# 41 mladi fizičar

## 86/87 časopis iz fizike za učenike

**DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE**
**SERBIAN PHYSICAL SOCIETY**

MLADI FIZIČAR
Naučno-obrazovni časopis iz fizike za učenike osnovnih i srednjih škola, godina XI br. 41 (1986/87)

**YOUNG PHYSICIST**
Magazine for elementary and secondary school students

**JEUNE PHYSICIEN**
Journal pour les éléves des écoles élémentaires et secondaires

**JUNGER PHYSIKER**
Zeitschrift fur 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*
Draško GRUJIĆ

*Kolektivni urednik:*
Jaroslav LABAT
Svetozar BOŽIN, Slobodan ŽEGARAC,
Jablan DOJČILOVIĆ

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

*Ilustracije:* N. Ubović, S. Milić i B. Vild

Na naslovnoj strani:

ЦАР СТЕФАН ДУШАН
Фреска из Дечана, 1348

S A D R Ž A J

strana

J.Labat
Nobelova nagrada za fiziku 1986.: Elektronski tunelni mikroskop za posmatranje atoma _____ 1

L.Rak: Pijani morna - ri i fizika _____ 4

T.Petrović:Značaj rešavanja eksperimentalnih zadataka _____ 9

S.Stanković: Zadaci za domaći rad (O.Š) ___ 11

G.Vuković , Č.Stanković:Konkursni zadaci (O.Š) _____ 13

J.Dojčilović , A.Srećković: Konkursni zadaci (S.Š.) _____ 15

Rešenja konkursnih zadataka iz MF-40 18

Savezno takmičenje iz fizike u Dečanima , 1986 : Specijalna nagrada "Mladog fizičara" ____ 33

L.Rak: Jedna propuš - tena šansa _____ 35

D.Grujić: Rešenje nagradnog zadatka 29 ___ 39

Zadaci sa Republičkog takmičenja iz fizike učenika SŠ SR Crne Gore _____ 41

V.Adamović: Enigmat - ska rešenja iz MF ____ 44

Pravilna rešenja _____ 46

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: NIGP „PRIVREDNI PREGLED" – BEOGRAD MARŠALA BIRJUZOVA 3–5



## NOVA VRSTA ELEKTRONSKOG MIKROSKOPA

## ELEKTRONSKI TUNELNI MIKROSKOP ZA POSMATRANJE ATOMA

J.Labat

Uspeh istraživača IBM centra u Cirihu objavljen 1981. godine, otvara nove mogućnosti posmatranja površinskih slojeva atoma sa razlaganjem jednakim čak stotom delu veličine atoma.

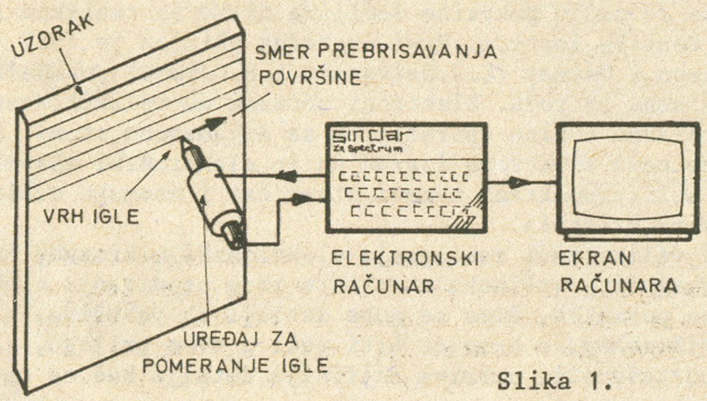
Atome ili molekule nije moguće posmatrati optičkim mikroskopima zbog velike talasne dužine svetlosti u odnosu na dimenzije atoma: talasna dužina vidljive svetlosti je oko 2000 puta veća od prečnika tipičnog atoma koji iznosi oko $3 \cdot 10^{-10}$ metara. Drugim rečima, pokušaj posmatranja atomske strukture materije pomoću vidljive svetlosti je kao pokušaj da se nadju pukotine debljine dlake na teniskom igralištu iz odbijanja teniske loptice. Prvi napredak učinjen je 1927. godine kada su Dejvison i Germer (C.J.Daivsson, L.H.Germer) pokazali da elektron ima i talasnu prirodu. Elektroni ubrzani do velikih energija mogu da imaju talasnu dužinu uporedljivu sa dijametrom atoma. Zahvaljujući ovim osobinama elektrona izgradjen je elektronski mikroskop pomoću koga su bili posmatrani nizovi atoma čak i atomske orbitale u tankim slojevima kristala.

I pored velike moći razlaganja elektronski mikroskop nije u mogućnosti da razluči površinsku strukturu zbog prodiranja elektrona u uzorak koji se posmatra, čime se gube detalji sa površine. Elektronski tunelni mikroskop, o kome će biti reči u ovom prilogu, i pored izrazite jednostavnosti, otkriva najfinije detalje baš na površinama uzoraka.

Osnovna razlika izmedju elektronskog tunelnog mikroskopa i ostalih mikroskopa je u tome što se u njemu ne koriste slobodne čestice ili talasi i zato nema specijalnih sočiva ni izvora elektrona ili svetlosti. Umesto toga koriste se vezani elektroni koji u uzorku već postoje. Ovaj mikroskop se zasniva na jednom kvantnom efektu koji se naziva tunel-efekt. Prema Hajzenbergovom principu neodredjenosti postoji granica tačnosti sa kojom je poznat položaj gde se neka mikročestica, na pr. elektron nalazi. Kao posledica talasnih osobina elektrona postoji verovatnoća da se elektron koji bi trebalo da se nalazi recimo u vrhu igle, nalazi u stvari negde u blizini vrha. Na taj način je položaj elektrona ustvari "razmazan" ali verovatnoća da se on nadje u blizini vrha igle opada vrlo brzo sa povećanjem rastojanja od vrha. U metalu postoji veliki broj slobodnih elektrona tako da možemo zamisliti da se u neposrednoj blizini vrha metalne igle nalazi čitav oblak slobodnih elektrona. Ti elektroni se sami od sebe ne mogu odvojiti od igle; prilikom odvajanja elektrona na igli bi ostao višak pozitivnog naelektrisanja koje svojim električnim poljem vraća nazad taj elektron.

Zamislimo sada da se vrh igle približi na vrlo malo rastojanje nekoj metalnoj površini u blizini koje se takodje nalazi oblak elektrona. Postoji verovatnoća da se elektron koji je pripadao igli nadje na površini metalnog uzorka. Za elektron koji napusti iglu kaže se da je "tunelirao" na površinu, tj. prošao kroz potencijalnu barijeru koja postoji na površini metala. Pošto verovatnoća ovog prelaza vrlo brzo opada sa rastojanjem izmedju igle i površine, struja elektrona od igle prema površini jako zavisi od toga rastojanja. Ako se ono pomeri za prečnik jednog atoma, struja elektrona izmedju igle i površine se promeni čak 1000 puta.

Zahvaljujući toj činjenici moguće je merenjem "tunelne" struje prilikom pomeranja vrha posebno zašiljene igle paralelno sa površinom, dobiti vrlo tačne vrednosti vertikalnog položaja atoma na površini. Na ovom principu izgradjen je uredjaj nazvan elektronski tunelni mikroskop koji, zahvaljujući kompjuteru, daje detaljnu sliku površine uzorka. Vrh na poseban način zašiljene igle pomera se iznad površine uzorka prebrisujući je red po red. Prilikom pomeranja osetljiv uredjaj mereći tunelnu struju podešava vertikalni položaj igle tako da njen vrh bude uvek na istom rastojanju od površine (Slika 1.). Vrh igle, prema



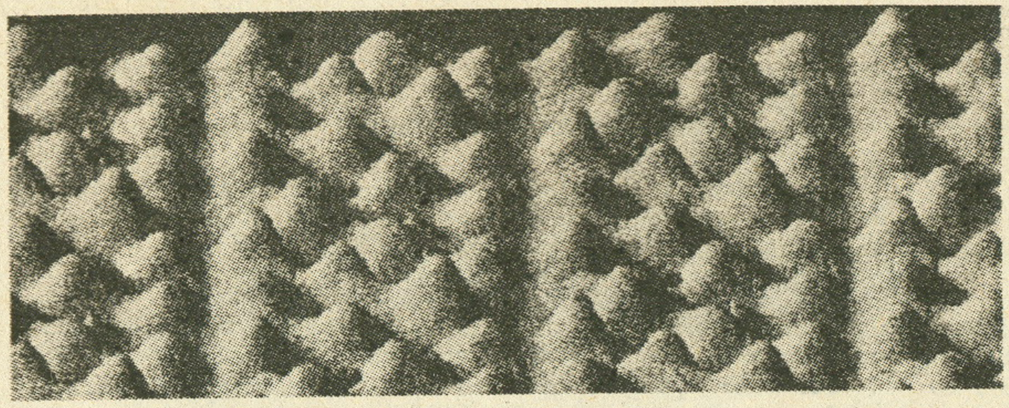

Slika 1.

tome, prati konturu površine. Vertikalno kretanje igle se očitava, obradjuje kompjuterom i prikazuje na ekranu ili pisaču. Na taj način se dobije trodimenzionalni lik površine sa povećanjem i do 100 miliona puta. Na slici 2 prikazan je elektronsko-tunelni mikrograf površine silicijuma. Brežuljci koji se uzdižu iznad površine za $1{,}3 \cdot 10^{-10}$ metara predstavljaju pojedine atome silicijuma. Oni su pravilno rasporedjeni zahvaljujući kristalnoj strukturi silicijuma.

Osnovne teškoće prilikom izgradnje uredjaja bile su čisto mehaničke prirode. Bilo je potrebno napraviti mehanizam koji bi vrhom igle prebrisavao površinu uzorka red po red održavajući pri tome rastojanje od vrha igle do površine manjim od $10^{-9}$ m a da pri tome igla ne odstupi za više od $10^{-11}$ metara. U prvom redu mikroskop mora biti dobro izolovan od potresa izazvanih zvukom, ili hodanjem ljudi u zgradi gde se uredjaj nalazi. Drugo, pomeranje igle mora biti jako precizno i najzad vrh igle mora biti zašiljen do samih granica čvrstoće i stabilnosti materijala od koga je napravljena. Pomeranje igle ostvaruje se pomoću piezoelektričnih uredjaja. Osnovni deo tih uredjaja je



prizma od nekog piezoelektričnog materijala (kao na pr. barijum titanat) koji ima osobinu da se produžava ili skraćuje kada se na njega dovede neki napon. Podešavajući tačno vrednosti napona na piezoelektričnim mehanizmima pomoću programiranog računara može se dobiti vrlo precizno pomeranje igle. Tako na primer napon od 0.1 volta izaziva pomeranje od $10^{-10}$ metara.



Slika 2.

Primena elektronskog-tunelnog mikroskopa mnogo obećava naročito u boljem poznavanju strukture površina. Procesi kao što je kataliza ili rast kristala jako zavise od detalja strukture površine koje do sada nisu bile dovoljno poznate. Biće moguće proučavati i atomsku topografiju mnogo složenijih objekata kao što je na primer živa ćelija. Pri tome je važno da se korišćenjem ovog mikroskopa uzorak ne oštećuje kao što je to bio slučaj kod elektronskog mikroskopa. Elektronskim tunelnim mikroskopom vrlo tačno je odredjen oblik virusa $\varphi$29 kao i veza izmedju njegove glave i repa koja igra glavnu ulogu prilikom izazivanja infekcije.

U toku pripreme ovog broja Mladog fizičara, Švedska kraljevska akademija je odlučila da se Nobelova nagrada za fiziku u 1986.godini dodeli dvojici istraživača IBM istraživačkih laboratorija u Zirihu Gerdu Binningu i Hajnrihu Rohreru za razvoj elektronskog tunelnog mikroskopa. Iako sama ideja nije nova, tek zahvaljujući poslovičnoj švajcarskoj preciznosti ona je mogla biti realizovana na način koji je doneo tako visoko priznanje.

# PIJANI MORNARI I FIZIKA

(O verovatnoći, statistici i fizici III deo)

Rak Lajoš, Beograd

Kao što je poznato svaki gas se sastoji iz velikog broja atoma i molekula. Oni vrše haotično termalno kretanje, sudarajući se medjusobno i sa zidovima suda u kome se nalaze. Sudar bilo koje dve čestice može da se opiše zakonima klasične (ili kvantne) fizike. Drugim rečima,ako su poznate njihove brzine (po intezitetu i smeru) neposredno pre sudara i sile koje deluju izmedju njih može da se izračuna i njihova brzina posle sudara. Za opisivanje osobina bilo koje supstancije bilo bi potrebno pratiti kretanje svakog njenog molekula. Broj molekula je veoma velik (reda $10^{24}$ po $m^3$) a pored toga nije ni moguće direktno posmatrati kretanje svakoga od njih.

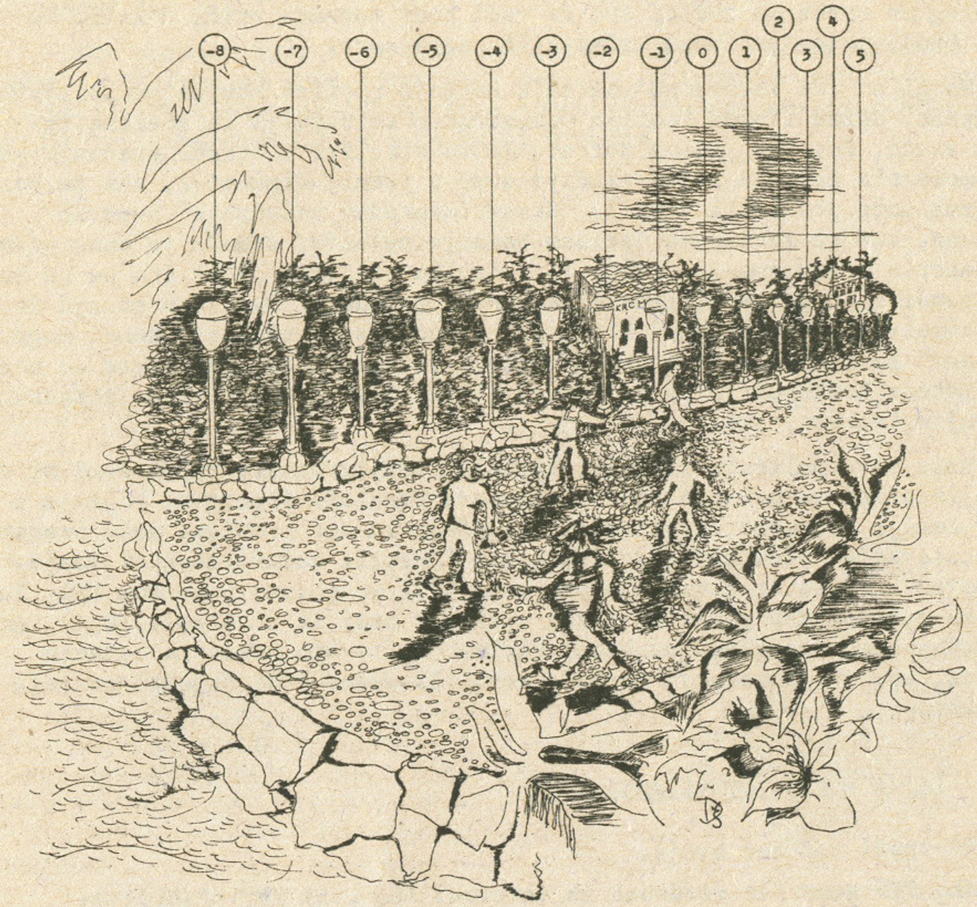
Zbog toga se postupa drugačije. Smatraćemo da je svaki sudar izmedju molekula slučajan dogadjaj. To znači da se molekul posle sudara može kretati u bilo kom pravcu sa istom verovatnoćom.

Pošto su svi elementarni dogadjaji (sudari dva molekula) podjednako verovatni i ravnopravni, o tome šta će se dogoditi sa molekulom u sledećem trenutku ništa ne može da se kaže. Međutim baš zbog podjednakih verovatnoća elementarnih događaja mogu da se pronalaze važne zakonitosti koje će opisati takav sistem kao celinu.

Zamislimo da smo u luci u kojoj je pristao brod nakon duge plovidbe. Mornari su osim onih koji su ostali da dežuraju na brodu,izašli na kopno i otišli su pravo u krčmu. Za kratko vreme su svi pijani. Krčma je u sredini jedne veoma uzane ulice (slika 1). Po toj ulici su postavljene bandere sa osvetljenjem. Od krčme do luke ima osam bandera, a do drugog kraja ulice pet. Tu se nalazi druga krčma, koja radi non stop. Prvu krčmu zatvaraju u ponoć i krčmar sa svojim pomoćnicima izbacuje pijane mornare na ulicu (pošto sami neće da napuste krčmu). Mornari su toliko pijani da ne znaju za sebe i svaki od njih će sa podjednakom verovatnoćom krenuti ka obali ili ka drugom ugostiteljskom objektu. Kad mornar stigne do prve sledeće bandere tu će se pridržati okrenuće se nekoliko puta oko bandere i zatim nastaviti put. Da li će da ide levo ili desno to je opet slučajno (nezavisno od toga kuda su krenuli njegovi drugovi i u kom pravcu je on krenuo iz krčme). Ova slika se ponavlja kod svake bandere sve dok mornar ne stigne do kraja svog puta (do mora ili do krčme).



Ako mornar stigne do mora on padne u vodu i otrezni se. Trezan se vraća na brod i speva. Mornari koji stignu do druge krčme nastave sa pijančenjem (toči se veoma jak Kubanski rum) i na kraj pameti im ne pada da se vrate na brod. Oni će kasnije po pravilu završiti u gradskom zatvoru. Ako kapetan želi da nastavi plovidbu on će sutradan morati da plati sudije za prekršaje po 100 dolara za svakog zatvorenog mornara. Kapetan će kasnije ovu sumu odbiti od njihove plate. Ako je kapetan u grad pustio 87 mornara proceniti koliko dolara treba da spremi.




Slika 1.

Ovaj zadatak može da se reši egzaktno metodima teorije verovatnoće, međutim postoji,prema našem mišljenju, jedan daleko zanimljiviji put rešavanju metodom simulacije. Šta treba uraditi? Stavite jedno dugme na mesto krčme koja je zatvorena i bacite novčić. Ako padne na pismo pomerite dugme do sledeće bandere ka drugoj krčmi, ako glava onda prema moru. Bacanje novčića ponovite kod svake bandere sve dok dugme (mornar) ne stigne do kraja svog puta. Ovaj eksperiment ponovite veliki broj puta (recimo sto puta) i prebrojte koliko mornara padne u more a koliko ih stigne do sledeće porcije ruma. Ovako dobijeni procenat mornara koji stigne do druge krčme može da posluži kapetanu da proceni koliko novaca da spremi. Takođe možete ispitati kako se menja rezultat ako se menja rastojanje do mora i do druge krčme.

Problem u vezi sa lutanjem pijanih mornara u teoriji verovatnoće je davno poznat i predstavlja jedan od njenih klasičnih problema. Problem se postavlja u više dimenzija (ne samo u jednoj kao što je to slučaj sa našim mornarima). On glasi: ako jedan objekt napravi $N$ uzastopnih koraka jednakih dužina, tako da pravac svakog koraka bude slučajno izabran na kom će se rastojanju od početnog položaja taj objekt najverovatnije naći. Mi ćemo izvoditi rezultat, navešćemo samo krajnje rešenje. Posmatrani objekt će se najverovatnije naći na rastojanju $\sqrt{N}$ koraka. Nakon ovog ne treba se čuditi što će veći broj mornara stići u krčmu nego na brod, pošto je druga krčma bliže nego more.

Mnogi od vas verovatno smatraju bacanje novčića suviše neozbiljnim. Oni greše. Naime i sama teorija verovatnoće se razvija iz analize igara na sreću. Putanje jednog mornara dobro simulira haotično kretanje jednog molekula gasa (u našem slučaju samo u jednoj dimenziji, ali se bez problema može proširiti u tri). "Eksperimentalno rešavanje" ovakvih problema, kao sa mornarima metodom bacanja novčića, steklo je puno pravo gradjanstva u savremenoj fizici (i u drugim naukama). Samo što se ne bacaju novčići, nego se koriste elektronski računari. Ovi su u stanju da brzo simuliraju veliki broj slučajnih dogadjaja, u svakoj sekundi mogu da "bace" po nekoliko desetine hiljade novčića! Ovakve procedure se nazivaju metode Monte Carlo po gradu državi na obalama Mediterana, poznatog po svojim kockarnicama.

Kako se simuliraju slučajni dogadjaji elektronskim računarem? Mi ćemo to izložiti na primeru kućnog računara Sinclair Spectrum, koji je u našoj zemlji najrasprostranjeniji. Izloženo se bez problema može preneti na ostale kućne računare. Spectrum, kao i ostali kućni računari imaju "ugradjen" generator slučajnih brojeva, koji se poziva tasterom RND. Funkcijska naredba RND generiše jedan slučajan broj iz intervala $|0,1)$. Ako nam treba samo dva slučajna broja recimo -1 i 1 što odgovara bacanju novčića, odnosno pomeranju mornara levo ili desno onda ćemo to postići naredbom:

```
LET x = 2 * INT (2*RND) - 1.
```

gde *INT* znači ceo deo broja.

Ako *RND* generiše vrednost iz interval (0, 0.5) *INT (2*RND)* će imati vrednost 0 pa je $x=-1$; a ako iz (0.5, 1) onda *INT (2*RND) = 2* pa je $x = 1$.

Kocka se može modelirati naredbom:

```
LET x = INT (6*RND) + 1.
```

Ili ako se želi simulirati $N$-tostrana "kocka", onda ćemo koristiti naredbu:

```
LET x = INT (N * RND) + 1.
```

Promenljivoj $N$, pre nego što izvršenje programa stigne do ove naredbe, treba dodeliti neku konkretnu celobrojnu vrednost.



Kada smo rekli $N$-tostrana kocka nismo učinili nikakav greh prema jeziku, pošto sama reč kocka nema nikakve veze sa heksaedrom nego potiče od reči koska od koje je ona nekada pravljena.

U probleme da li je generator *RND* pravi generator slučajnih brojeva (tačnije rečeno generator pravih slučajnih brojeva) ili nije, ne ulazimo. U teoriji računara se pokazuje da nije i upotrebljava se reč generator kvazislučajnih brojeva. No za sve naše potrebe generator *RND* se ponaša kao pravi.

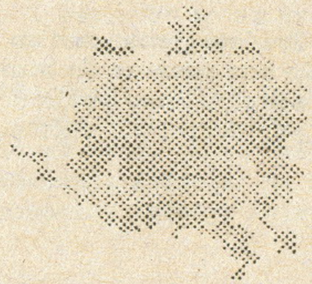
Gore opisanu igru sa mornarima možete i sami da adaptirate za vaš računar. Mi ćemo na ovom mestu dati program za lutanje mornara u dve dimenzije. Pustićemo da 100 mornara krene sa sredine ekrana i nacrtaćemo put koji oni prevaljuju u funkciji vremena.

a) t = 10

b) t = 50

c) t = 100

d) t = 205



Slika 2. Na ovim slikama smo prikazali koliki su put "prebrisali" mornari u različitim trenucima vremena. Ako probate da pustite dati program na vašem računaru i vi ćete verovatno dobiti slične slike.

```
10 DIM x(100)
20 DIM y(100)
30 FOR i=1 TO 100
40 LET x(i)=125
50 LET y(i)=98
60 NEXT i
80 LET t=0
 90 FOR i=1 TO 100
100 PLOT x(i), y(i)
110 LET x(i)=x(i)+2*INT (2*RND)-1
120 LET y(i)=y(i)+2*INT (2*RND)-1
140 NEXT i
160 LET t=t+1
170 PRINT AT 1, 1, "t=",t
180 GO TO 90
```

Naredbama 40 i 50 smo "postavili" mornare u centar ekrana, a naredbama 100 i 110 računaju se njihove koordinate gde će se ovi naći posle sledećeg koraka. U promenljivoj *t* merimo vreme (prebrojavamo korake) i ono se upisuje u gornji levi deo ekrana. Program radi beskonačno dugo i mora se zaustaviti *BREAK* naredbom.

Ovakav model simulira difuziju molekula gasa u gasu ili tečnosti u tečnosti. Slično će se ponašati i pare iz bočice parfema ako se ova otvori u sredini sobe, ili kap mastila ako se kane u čašu vode.

---

*U jednoj Vojvodjanskoj gimnaziji na pitanje profesora fizike šta je ravno ogledalo, maturantkinja je dala svoju definiciju ravnog ogledala koja se ne može naći ni u jednom udžbeniku fizike. Po njenom mišljenju ravno ogledalo je instrument kojim možemo videti ono što se ne može videti golim okom.*

*Ako ne verujete da je odgovor ispravan pokušajte bez ravnog ogledala da saznate kakvo je vaše lice.*

*Prijateljevao sam sa poznatim ljudima i - kozarima sa Radan planine. I bio sam svestan da svaki čovek, bez obzira na zanimanje, ako svoj posao obavlja kako valja i čestit je - pretstavlja vrednost. A to je ono što mi, često, ne poštujemo.*

*Prof.dr Vojislav Stojanović,*
*hirurg*

*Eh, sapun za umivanje, sapun za brijanje - to je za mene suviše komplikovano.*

*A. Ajnštajn*



## ZNAČAJ REŠAVANJA EKSPERIMENTALNIH ZADATAKA

Tomislav Petrović

Prirodno-matematički fakultet,Beograd

U "Mladom fizičaru" br.34-35 objavljen je tekst 10 zadataka koji su korišćeni na medjunarodnim olimpijadama iz fizike poslednjih 10-15 godina. To su tzv. eksperimentalni zadaci do čijeg rešenja se dolazi eksperimentalnim radom, (postavljanjem eksperimenta, merenjima i izračunavanjima). Zbog slabog uspeha u rešavanju ove vrste zadataka jugoslovenska ekipa je gotovo uvek bila medju poslednjima. Zapaženiji uspeh su postizali neki pojedinci, dok je cela ekipa pre bila medju slabima nego uspešnima. Uzroci lošeg ukupnog uspeha jugoslovenske ekipe nalaze se uglavnom u činjenici da se zadaci ove vrste ne rade na časovima fizike, niti se nalaze u programu nižerazrednih takmičenja (republička, savezno).

Zadaci koje dajemo u rubrici "Eksperimentalni zadaci" i koje ćemo verovatno i dalje objavljivati, imaju za cilj da učenicima koliko-toliko pomognu u navikavanju u rešavanju eksperimentalnih zadataka sa kojima bi se mogli sresti. Takvi zadaci će svakako pomoći učeniku da proveri svoje znanje, da razvija svoje mišljenje i osposobi se za primenu stečenih znanja.

Ako postoje uslovi i mogućnosti date zadatke treba uraditi u laboratoriji. Ukoliko to nije moguće, velika korist će se dobiti i onda ako se samo opiše postupak i sve radnje koje treba izvršiti da bi se došlo do rešenja. Predlažemo da pokušate samostalno rešavanje zadatka, pa ako u tome nailazite na teškoće, potražite i dobro proučite rešenje koje se nalazi u ovom istom broju.

Rešite eksperimentalne zadatke:

1. Na raspolaganju imate teg mase 100 g, lenjir sa milimetarskom podelom i običnu olovku. Kako biste odredili masu pljosnatog tela za koju samo znamo da je nešto veća ili nešto manja od 100 g?

2. Na stolu se nalaze: hronometar, slog tegova, lenjir sa milimetarskom podelom, kotur sa pomoćnim delovima za učvršćivanje za ivicu stola, laka, mala kolica i kalem jakog konca. Kako biste uz pomoć raspoloživih sredstava odredili masu datog tela koje se može staviti na kolica?

---

## REŠENJE EKSPERIMENTALNIH ZADATAKA

1. Lenjir ćemo postaviti na položenu olovku tako da on bude uravnotežena ravnokraka poluga. Posle toga teg od 100 g se stavi na jedan kraj lenjira tako da dijametar osnove tega tačno iznad neke uočene crte na lenjiru. Na drugi, na primer, levi kraj lenjira postavi se telo nepoznate mase i pomera sve dotle dok se ne uspostavi ravnoteža.

Znajući da je uslov ravnoteže na poluzi jednakost momenta težine tela i momenta težime tega.

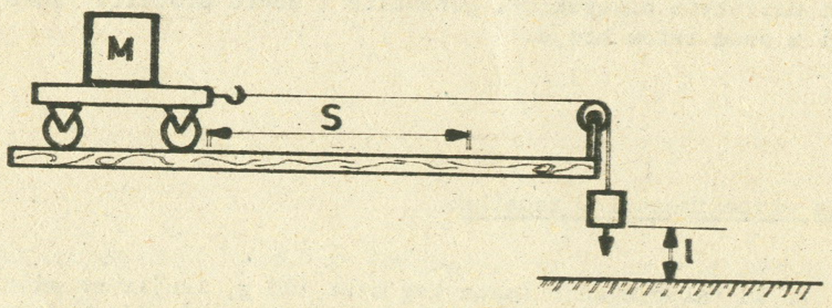
$$Q_1 \cdot a = Q_2 \cdot b$$

i da je $Q_1 = m_x g$, a $Q_2 = mg$, možemo pisati $m_x g \cdot a = mg \cdot b$, odakle se dobija

$$m_x = mb/a$$

($a$ – udaljenost tela od oslonca lenjira na olovci, $b$ – udaljenost tega od oslonca lenjira na olovci).

2) Kotur i kolica treba postaviti kao na datoj slici. Jedan teg iz sloga treba upotrebiti kao preteg za pokretanje kolica na koja je stavljeno telo nepoznate mase. Pri padu pretega sa visine $h$, kolica će za vremenski interval $\Delta t$ preći put $S$. Posle nekoliko ponovljenih merenja, telo se uklanja sa kolica, a na njegovo mesto stavljaju tegovi.




Ponavlja se posmatranje kretanja kolica opterećenih tegovima uz upotrebu istog pretega. Dodavanjem ili oduzimanjem tegova nastoji se da kolica prelaze isti put za isti vremenski interval kao pri eksperimentu kretanja kolica sa telom nepoznate mase. Kada se to postigne, onda je sigurno masa tela jednaka masi tegova na kolicima.

T.Petrović



KONKURSNI ZADACI

# DACI·ZADACI

NAGRADNI ZADACI • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK

## ZADACI ZA DOMAĆI RAD

### Zadaci za učenike VI razreda

1. Na strmoj ravni nalazi se telo mase $m$ = 20 kg. Ako na telo deluje sila uz strmu ravan od 20 N, koliko puta mora biti dužina strme ravni veća od njene visine, da bi telo mirovalo? (trenje zanemariti. Ubrzanje zemljine teže $g$ = 9,81 N/kg).

($l$ = 10 h)

2. Na jednom kraju daske sedi dečak težine 400 N a na drugom devojčica težine 200 N. Koliko je udaljen oslonac od devojčice ako je dužina daske 6 m?

($r_2$ = 4 m)

3. Cisterna mase 800 kg napunjena je vodom do vrha. Masa vode u cisterni iznosi 2000 kg. Cisterna se oslanja na podlogu površine 2,5 $m^2$. Koliki je pritisak kada se cisterna napuni benzinom. (Gustina benzina 730 $kg/m^3$).

($p$ = 8,868 kPa)

4. Za koliko je pritisak čoveka veći kada sedi na stolici a zemlju ne dodiruje nogama, od pritiska kada stoji? Njegova masa je 65 kg. Površina na koju se oslanja stolica je $S$ = 200 $cm^2$ a čovekovog stopala $S_1$ = 180 $cm^2$.

($\Delta p$ = 14170 Pa)

5. Kocka čije su ivice po 5 cm vrši pritisak na podlogu od 4,45 kPa. Od čega je napravljena kocka?

($\rho$ = 9072 $kg/m^3$ – od bakra)

### Zadaci za učenike VII razreda

1. Bazen čije su dimenzije 8x4x1,5 metara ispunjen je do 2/3 vodom čija je temperatura $t$ = 10°C. Koliko litara vode temperature 80°C treba sipati pa da temperatura smeše bude 295 K. Može li ta količina vode stati u bazen a da se ne prepuni? Gubitke toplote zanemariti.

($V$ = 6620,69 lit. Može)

2. Na rastojanju $p$ = 15 cm ispred konkavnog ogledala poluprečnika $r$ = 12 cm nalazi se predmet. Kakav je lik po veličini u odnosu na predmet? Izračunati uvećanje.

(Lik je manji od predmeta.
$u$ = 0,67)

3. Komad leda mase $m$ = 2kg ima temperaturu $t$ = -15°C. Kolika je količina toplote potrebna da voda dobijena od tog leda prokljuća? Specifična toplota vode $c$ = 4186 J/kgK a leda 2100 J/kgK. Toplota topljenja leda $q$ = 336 kJ/kg. Gubitke toplote zanemariti.

($Q$ = 1572,22 J)

4. Komad čelika mase 0,5 kg i temperature $t$ = 250°C hladi se u vodi. Masa vode u kojoj se hladi čelik je $m$ = 10 kg a temperatura $t$ = = 5°C. Kolika je temperatura čelika posle hladjenja ako se gubici toplote na okolinu zanemare? Specifična toplota vode $c_1$ = 4186 J/kg a čelika $c_2$ = 460 J/kg.

($t$ = 6,33°C)

## Zadaci za učenike VIII razreda

1. Radioamateru je potreban otpor od 11 oma. On ima dva otpornika čiji su otpori po tri oma i dva po šest oma. Kako treba vezati ove otpornike da bi pružili otpor od 11 oma?

(3 + 6) oma redno i (3 i 6) oma paralelno.

2. Za koliko treba produžiti klatno dužine $d$ = 1 m pa da period oscilovanja klatna na Zemlji bude isti kao na Mesecu? Ubrzanje na Mesecu iznosi 1,6 m/s$^2$.

($\Delta d$ = 5,12 m)

3. Ako se klatno skrati za 20 cm, period oscilovanja klatna iznosi dve sekunde. Izračunati dužinu klatna i period. ($g$ = 9,81 m/s$^2$)

($d$ = 1 m, $T$ = 2,19 s)

4. Primarni kalem transformatora ima 900 navojaka više od sekundnog. Koliki je broj navojaka na primarnom kalemu a koliki na sekundarnom ako se napon transformiše od 200 V na 2000 V?

($n_p$ = 1000, $n_s$ = 100)

5. Ako tri otpornika, koji imaju isti otpor, vežemo redno u kolo struje pod naponom od 18 V, ampermetar pokazuje struju jačine 0,2 A. Koliku jačinu struje pokazuje ampermetar ako se ti otpornici vežu paralelno?

($I_1$ = 1,8 A)

Slaviša Stanković



## KONKURSNI ZADACI

### A) Za učenike VI razreda

803. Kolika je zapremina leda, koji se dobija zamrzavanjem 4,5 litara vode? Gustina leda je 900 kg/m$^3$ a vode 1000 kg/m$^3$. Zapreminu izraziti u m$^3$ i dm$^3$.

804. Staklena posuda u obliku kvadra ima unutrašnje dimenzije $a$ = 3 dm, $b$ = 4 dm i $c$ = 16 dm. Izračunati težinu žive kojom je ispunjena 1/2 ove posude. Gustina žive je 13 600 kg/m$^3$.

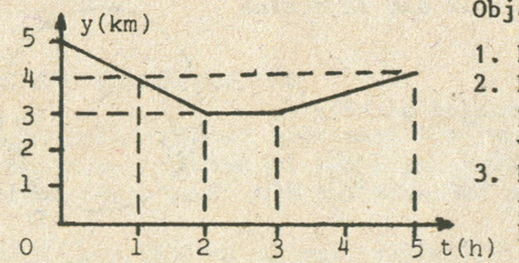
805. Drveni model za livenje ima masu 5 kg. Kolika će biti masa odlivka od gvoždja, ako je gustina drveta 500 kg/m$^3$ a gvoždja 7000 kg/m$^3$?

806. Posuda zapremine 10 litara napunjena je do vrha snegom. Kada se sneg otopi u posudi bude 1850 ml (mililitara) vode. Odrediti gustinu snega.

807. Ukupna težina sanki i predmeta od gvoždja koji prevozimo na sankama iznosi 1000 N. Odrediti težinu i zapreminu predmeta ako je masa sanki 22 kg a gustina gvoždja 7800 kg/m$^3$, a ubrzanje-gravitaciona konstanta $g$ = 10 N/kg.

### B) Za učenike VII razreda

808. Kretanje tela pokazano je na grafiku. Posmatrač je u tački O. Objasnite kretanje tela:




1. Koliki je put prešlo telo?
2. Kolike su brzine kretanja u pojedinim vremenskim intervalima?
3. Kolika je udaljenost tela od posmatrača posle četiri časa kretanja?

809. Na paralelnim šinama idu dva voza jedan u susret drugom. Dužina voza $A$ je 120 m, a kreće se brzinom 20 m/s; dužina voza $B$ je 180 m, a kreće se brzinom 10 m/s.

1) Koliko vremena voz $A$ prolazi pored posmatrača u vozu $B$?
2) Koliko vremena voz $B$ prolazi pored posmatrača u vozu $A$?
3) Koliko je vreme mimoilaženja vozova?

810. Teretno vozilo prelazi rastojanje od $A$ do $B$ stalnom brzinom 15 m/s, a nazad se vraća (od $B$ do $A$) stalnom brzinom 20 m/s. Odrediti srednju vrednost brzine i izraziti je u km/h. Ako je pri kretanju vozila od $A$ do $B$ protektlo vreme od 1/3 h (časa) izračunati ukupan put koji predje vozilo.

811. Telo počinje kretanje niz strmu ravan. Za vreme od 20 s prelazi put $AB$ dužine 50 m, a zatim prelazi put $BC$ = 80 m po horizontali i zaustavi se.

1. Odrediti srednju vrednost brzine.
2. Odrediti ubrzanje (usporenje) na putu $BC$. Kretanje smatrati da je ravnomerno ubrzano.
   (Napomena: Zanemariti smanjenje brzine u tački $B$ usled promene smera kretanja).

812. Dužina minutne kazaljke časovnika je tri puta veća od dužine sekundne kazaljke. Koliko puta je periferna brzina vrha sekundne kazaljke veća od periferne brzine vrha minutne kazaljke? Odredite ugaone brzine ovih kazaljki. (Napomena: Izmerite dužine kazaljki na ručnom časovniku i rešite zadatak sa tim brojnim vrednostima).

C) Za učenike VIII razreda

813. Pločasti kondenzator čije su ploče horizontalno postavljene (jedna iznad druge) naelektrisan je do napona 3000 V. Rastojanje izmedju ploča je 10 cm. Kapljica žive, naelektrisana sa $10^{-6}$C, kreće se naviše pod dejstvom elektrostatičkog polja sa ubrzanjem 2,2 m/s$^2$. Odrediti masu živine kapi.

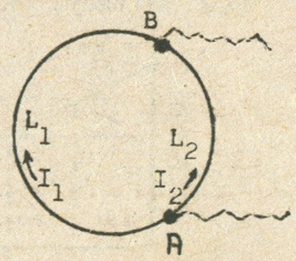
814. Otpor bakarnog provodnika je dva puta veći od otpora aluminijskog provodnika. Masa bakra je četiri puta manja od mase aluminijuma. Gustina bakra je 8900 kg/m$^3$ a aluminijuma 2700 kg/m$^3$. Specifični otpor bakra je $1{,}7\cdot10^{-8}$ om·m a aluminijuma $2{,}8\cdot10^{-8}$ om.m. Odrediti koji je provodnik duži i koliko puta.

815. Bakarni provodnik dužine 60 cm savijen je u kružnicu. Prečnik provodnika je 0,1 mm a specifični otpor $1{,}7\cdot10^{-8}$ om.m. Provodnik je uključen u strujno kolo kako je prikazano na slici: 2.

a) Naći otpor strujnog kola ako se dužine

$L_1 : L_2 = 2 : 1{,}5$

b) Pri kolikoj dužini manjeg odsečka će otpor biti o,2 oma.



Slika 2.

816. Koliko sijalica, od kojih svaka ima otpor od 40 oma, treba da vežemo paralelno na izvor napona od 120 V da bi u nerazgranatom delu kola tekla struja jačine 15 A.

817. Otpornici: $R_1$ = 6 oma, $R_2$ = 10 oma, $R_3$ = 15 oma vezani su paralelno na izvor napona $U$ = 4,5 V. Naći:

a) jačinu struje u nerazgranatom delu kola;
b) jačinu struje kroz svaki otpor.

Dr.G.Vuković, Č.Stanković



D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

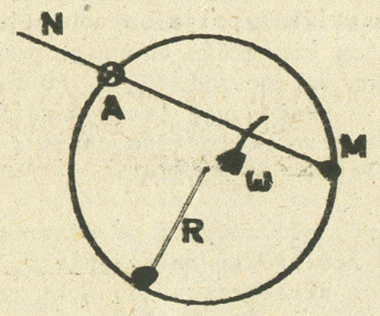
818. Dva tela slobodno padaju sa iste visine. Jedno telo krenulo je $t_0$ = 3s pre drugog. Posle kog vremena će rastojanje izmedju njih iznositi $L$ = 100 m?

819. Brzina tela, koje se kreće pravolinijski, raste linearno sa predjenim putem $x$: $v = v_0 + Kx$ ($v_0$ i $K$ pozitivne konstante). Kako se pri ovom menja ubrzanje? Odrediti njegovu vrednost za $v_0$ = 2 m/s, $K$ = 3 s$^{-1}$ i $x$ = 2m.

820. Dva tela su bačena vertikalno naviše jednakim početnim brzinama $v_0$ = 80 m/s u vremenskom razmaku od $t_0$ = 4 s. Odrediti relativnu brzinu i rastojanje izmedju tela posle $t$ = 6 s od početka kretanja prvog tela.

821. Biciklista se kreće po ravnoj površini po krugu poluprečnika $R$ = 160 m. Ugaona brzina obrtanja točka oko sopstvene ose je $\omega$ = = 4 s$^{-1}$ a njegov poluprečnik $r$ = 0,4 m. Odrediti ubrzanje bicikliste. Uzeti da su ose točkova za sve vreme kretanja horizontalne.

822. Tanak metalni obruč poluprečnika $R$ = 0,5 m se nalazi u horizontalnoj ravni. Oko vertikalne ose koja prolazi kroz tačku $M$ se obrće tanak štap $MN$ konstantnom ugaonom brzinom $\omega$ = 6 s$^{-1}$. Odrediti ugaonu (oko ose $O$) i periferijsku brzinu i ubrzanje alke $A$ na obruču kroz koju je provučen štap (sl.3).



Slika 3.

Pripremio mr J.Dojčilović

E) Za učenike II razreda

823. U čeličnoj boci zapremine 2 m$^3$ nalazi se smeša kiseonika i sumpordioksida na temperaturi 100°C pod pritiskom $4\cdot10^5$ Pa. Ukupna masa sumpordioksida u boci je 8 kg. Odrediti masu kiseonika u boci.

824. Na vertikalnoj opruzi, zanemarljive mase, okačeno je telo mase 25 g. Ovaj sistem osciluje periodom $\pi/3$ s.

a) Za koliko će se izdužiti opruga ako se umesto prethodnog tela na oprugu okači telo mase 45 g?

b) Za koje vreme će telo mase 20 g, kada se okači o istu oprugu i pusti da osciluje, stići iz ravnotežnog u amplitudni položaj?

825. Dva mola idealnog gasa, koji se nalazio na temperaturi 300 K, hladi se izohorski tako da pritisak opadne tri puta. Zatim, gas se širi pri konstantnom pritisku. Na kraju ovog procesa temperatura gasa jednaka je početnoj. Kolikī rad je izvršio gas tokom datog procesa?

826. Nepokretan izvor emituje zvučne talase stalne frekvencije usled čega vazdušni stub u cevi, koja je s jedne strane zatvorena, rezonantno osciluje. Kada se zvučni izvor udaljava od cevi konstantnom brzinom, rezonantno oscilovanje uočava se kada je visina vazdušnog stuba za 15% viša nego u slučaju kada je zvučni izvor nepokretan. Odrediti brzinu kretanja zvučnog izvora. Brzina zvuka u vazduhu pri datoj temperaturi je 330 m/s.

827. Homogena staklena šipka dužine 2 m i poprečnog preseka 0,5 $cm^2$ vuče se bez trenja po horizontalnoj podlozi pod dejstvom konstantne sile od 4 kN.

a) Koliko je izduženje šipke u pravcu dejstva sile?
b) Kolika je gustina energije elastične deformacije u šipki?
Modul elastičnosti stakla je $4 \cdot 10^{10}$ Pa.

Pripremio mr A.Srećković

F) <u>Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja</u>

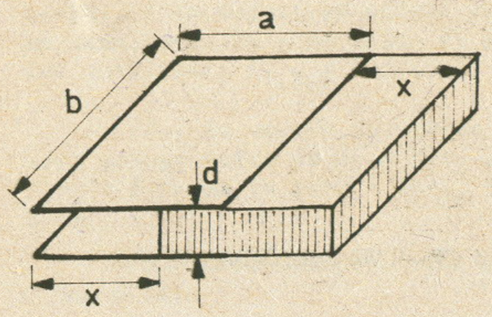
828. U prostor izmedju obloga pločastog kondenzatora, sa brzinom paralelnom pločama (oblogama), uleće u jednom slučaju elektron, a u drugom - negativni jon. Početnu kinetičku energiju jon i elektron su dobili, prošavši istu razliku potencijala $U_0$ = 150 V. Napon na pločama kondenzatora je $U$ = 20 V, a rastojanje izmedju njih $d$ = 2 cm. Odrediti rastojanja na kome naelektrisane čestice udare o pozitivnu elektrodu, ako su u kondenzator uletele po sredini.

829. U ravnom kondenzatoru, obrazovanom od pravougaonih ploča sa stranama $a$ i $b$, razmaknutih na medjusobno rastojanje $d$, nalazi se dielektrik ($\varepsilon = 4$). Kondenzator je naelektrisan do neke razlike potencijala, a zatim odvojen od izvora napajanja. Dielektrik se postepeno izvlači iz kondenzatora povećavajući deo $x$ (sl.4). Kako se pri tome menja napon izmedju ploča i površinska gustina naelektrisanja na popunjenom i praznom delu kondenzatora? Odrediti odnos ovih veličina za $x = a/3$

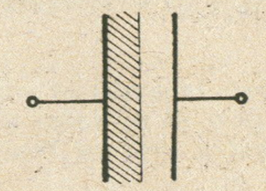
830. Kondenzator je delimično popunjen dielektrikom (sl.5). U kom delu je veća jačina polja, dielektrično pomeranje i gustina energije?

831. Po prstenu čija je masa $m$ = 20 g i poluprečnik $R$ = 8 cm teče struja jačine $I$ = 5 A. Prsten lebdi u horizontalnoj ravni u magnetskom polju. Odrediti promenu indukcije magnetskog polja duž vertikale (gradijent indukcije: $\Delta B/\Delta Z$) na mestu gde se nalaži prsten.



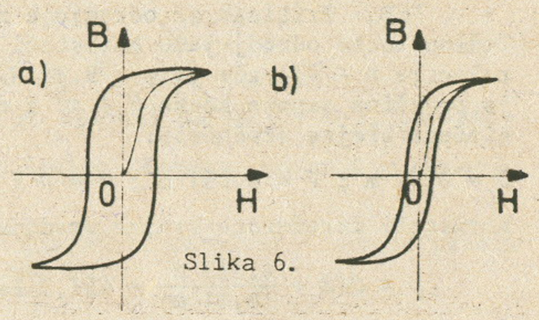



Slika 4.



Slika 5.

832. Dve vrste čelika se pri namagnetisavanju i razmagnetisavanju karakterišu sa dve histerezisne petlje (Sl.6.). Koja vrsta čelika se može upotrebiti za izradu jezgra transformatora, a koja za izradu stalnih magneta?




Slika 6.

Pripremio mr.J.Dojčilović

G) <u>Za učenike IV razreda</u>

833. Amplitude tela koje prinudno osciluje su jednake pri dvema kružnim učestanostima od 300 rad/s i 640 rad/s. Odrediti kružnu učestanost pri kojoj je amplituda oscilovanja ovog tela najveća.

834. Napisati jednačinu longitudinalnog talasa koji se prostire u gvoždju, gustine $7{,}8 \cdot 10^3$ kg/$m^3$ i modula elastičnosti $19{,}5 \cdot 10^{10}$ Pa, ako čestice sredine osciluju maksimalnom brzinom od $\pi \cdot 10^{-2}$ m/s i maksimalnim ubrzanjem $(\pi^2/5) \cdot 10^{+3}$ m/$s^2$.

835. Izvor zvuka frekvencije 18 kHz približava se nepokretnom rezonatoru koji je u obliku cevi, dužine 5,95 cm, zatvorene na jednom kraju. Pri kojoj brzini kretanja izvora zvuka, pri temperaturi 17°C, nastaje rezonantno oscilovanje vazdušnog stuba u rezonatoru?

836. Zvučni talas se prostire duž uske cilindrične cevi. Subjektivna jačina zvuka na početku cevi je 10 dB a na kraju cevi 9,5 dB. Odrediti odgovarajuće objektivne jačine zvuka, kao i odnos amplituda oscilovanja čestica sredine na početku i kraju cevi.

837. Na rastojanju 10 m od izvora zvuka malih dimenzija, subjektivna jačina zvuka je 20 dB. Ako se zanemari apsorpcija zvuka u vazduhu odrediti:
a) subjektivnu jačinu zvuka na rastojanju 5 m od izvora,
b) najveće rastojanje na kome se čuje zvuk

Pripremio mr A.Srećković

## REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ "MLADOG FIZIČARA", BR. 40

768. Pritisak se odredjuje na osnovu relacije $p = F/S = Q/S$. Težinu kocke odredjujemo koristeći se izrazom $Q = mg$, a zatim masu iz relacije $m = \rho V$, gde je $g = 9{,}81$ N/kg a gustina $\rho = 460$ kg/m$^3$. Pošto je površina osnove kocke $S = a^2$ a njena zapremina $V = a^3$ dobijaju se sledeće brojne vrednosti:

$S = 0{,}01$ m$^2$; $V = 0{,}001$ m$^3$; $m = \rho \cdot V = 0{,}46$ kg; $Q = mg = 4{,}513$ N.

Koristeći izračunate brojne vrednosti dobija se za pritisak

$$p = Q/S = \frac{4{,}513 \text{ N}}{0{,}01 \text{ m}^2} = 451{,}3 \text{ Pa}, \quad p = 451{,}3 \text{ Pa}$$

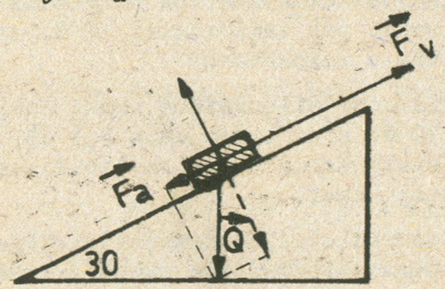
769. Koristeći izraz za težinu tela $Q = \gamma V$, gde je $\gamma$ - specifična težina drveta, a $V$ zapremina grede. Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$V = a \cdot b \cdot c = 0{,}4 \text{ m} \cdot 0{,}6 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} = 2{,}4 \text{ m}^3$$

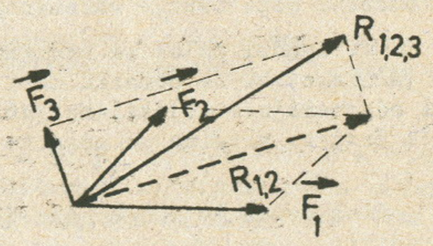
$$Q = \gamma \cdot V = 9000 \text{ N/m}^3 \cdot 2{,}4 \text{ m}^3 = 21600 \text{ N}, \quad Q = 21{,}6 \text{ kN}$$

U uslovu zadatka dato je da čelično uže može da izdrži teret težine $Q_1 = 15\,000$ N. Pošto je $Q$ veće od $Q_1$ ne može se podići drvena greda pomoću datog čeličnog užeta.

770. Grafičkim rešavanjem dobija se za silu koja je paralelna strmoj ravni $F_a = 10$ N. Sila vuče je $F_v = 30$ N. Rezultantna sila je $R = F_v - F_a = 20$ N, znači sila od 20 N deluje uz strmu ravan (S1.1).




S1.1




S1.2

Da bi teret mirovao treba delovati silom od 20 N niz strmu ravan (suprotno od delovanja rezultante).



771. Konstrukcija rezultante vrši se metodom paralelograma kao na S1.2 i to najpre se odredi rezultanta za sile $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$ a tako dobijena rezultanta $R_{1,2}$ sa silom $F_3$ daje ukupnu rezultantu $R_{1,2,3}$. Intenzitet rezultante $R_{1,2,3}$ iznosi 75 N.

772. Iz uslova ravnoteže poluge moguće je odrediti dužinu krakova poluge pošto je $M_1 = F_1 r_1$ a $M_2 = F_2 r_2$ a uslov je $M_1 = M_2$ tj. $F_1 r_1 = F_2 r_2$ pa je $20 r_1 = 36 r_2$, $5 r_1 = 9 r_2$, znači krakovi poluge su 5 i 9 cm.

773. Masa Zemlje i masa Sunca se medjusobno privlače (gravitaciona sila).

a) Smatramo da se Zemlja kreće po kružnici poluprečnika 150 miliona km. Centripetalna sila je

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{r}$$

Potrebno je izračunati masu Zemlje $m$. Znajući da je $\rho = m/V$, odnosno $m = \rho V$, a $V = 4/3\ R^3\pi$ je zapremina Zemlje. Zamenom brojnih vrednosti dobijamo da je $m_z \cong 6{,}1 \cdot 10^2$kg.

(Ako u nekim udžbenicima pročitate drugačiji rezultat - ovo je približna vrednost, jer smo za $R$ uzeli 6400 km).

b) Odredimo brzinu

$$v = \frac{2r\pi}{T}$$

gde je $T = 365 \cdot 24 \cdot 3600$ s $= 31{,}5 \cdot 10^6$ s pa je $v \cong 30 \cdot 10^3$m/s. Zamenom vrednosti za $m$, $v$ i $r$ u izraz za centripetalnu silu $F_{cp} = mv^2/2$ dobija se

$$F_{cp} = \frac{6{,}1 \cdot 10^{24} \cdot (3 \cdot 10^4)^2}{150 \cdot 10^6 \cdot 10^3} \cong 366 \cdot 10^{20} \text{ N}.$$

774. Na telo mase $m$ deluje sila $F$ koja savladjuje silu trenja i saopštava telu mase $m$ ubrzanje. Sila trenja je suprotno usmerena sili $F$ pa možemo pisati $F - F_{tr} = ma$ ili $F = F_{tr} + ma$. Kako je 50% sile $F$ jednako $F_{tr}$, a 50% $= ma$ sledi da je $F_{tr} = ma$. Kako je $F_{tr} = \mu mg$ (kretanje po horizontalnoj ravni) onda je

$$\mu = \frac{a}{g} = 0{,}5/9{,}81\ , \quad \mu = 0{,}05 \ (\text{Za } g \cong 10,\ \mu = 0{,}05)$$

775. a) Kada je valjak potopljen u sud sa vodom uravnotežene su: sila potiska i težina valjka $Q = F_p$; $Q = \rho g V$, $F_p = \rho_v g V_1$, $\rho$ - gustina materijala od koga je načinjen valjak, $\rho_v$ - gustina vode = 1000 kg/m$^3$; $V_1$ - deo zapremine valjka koji je potopljen u vodi.

$\rho g V = \rho_v g V_1$, $V = SH$, $V_1 = Sh_1$, $\rho SH = \rho_v Sh_1$, odakle je

$$h_1 = \frac{\rho H}{\rho_v} = \frac{800 \text{ kg/m}^3 \cdot 0{,}4 \text{ m}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0{,}32 \text{ m},$$

$h_1 = 0{,}32$ m - je potopljeni deo. Iznad vode je 8 cm.

b) Težina valjka je jednaka sili potiska $Q = F_{p1} + F_{p2}$

$\rho gV = \rho_v g h_v S + \rho_t g h_t S$ sledi $\rho H = \rho_v h_v + \rho_t h_t$, $h_t = 20$ cm $= 0{,}2$ m.

Izračunajmo

$$h_v = \frac{\rho H - \rho_t h_t}{\rho_v} = \frac{800\cdot 0{,}4 - 700\cdot 0{,}2}{1000} = 0{,}18 \text{ m}.$$

Potopljeni deo $h_v + h_t = 0{,}18 + 0{,}2 = 0{,}38$ m.

Nepotopljeni deo valjka (zapravo visina koja viri u slučaju b) je $h = (0{,}40 - 0{,}38)$m, $h = 2$ cm.

776. Označimo sa $Q_1$ količinu toplote koju hladnjak oduzme od vode da je ohladi od $+4^oC$ do $0^oC$, $Q_1 = mc_v\Delta t$; a sa $Q_2$ - da vodu na $0^oC$ prevede u led $Q_2 = m\lambda$, gde je $\lambda$ - toplota topljenja (smrzavanja) leda (vode). Snaga hladnjaka je ista u oba slučaja

$$P = \frac{Q_1}{\tau_1} = \frac{Q_2}{\tau_2}, \quad \tau \text{ - je oznaka za vreme}$$

$$\frac{mc\cdot\Delta t}{\tau_1} = \frac{m\lambda}{\tau_2}, \quad \lambda = \frac{\tau_2}{\tau_1}\cdot c\cdot\Delta t = \frac{100}{5}\cdot 4200\cdot 4 = 336 \text{ kJ/kg}$$

777. I - položaj: $d_1$ - rastojanje od predmeta do lika

$d_1 = p_1 + l_1$ kako je $\frac{L}{P} = \frac{l_1}{p_1} = 5$, $l_1 = 5p_1$, $d_1 = 6p_1$.

Na osnovu jednačine sočiva

$$f = \frac{p_1 l_1}{p_1 + l_1} = \frac{5p_1^2}{6p_1} = \frac{5}{6}p_1$$

II - položaj:

$\frac{L}{P} = \frac{l_2}{p_2} = 1$ $l_2 = p_2$ dobijamo $d_2 = p_2 + l_2 = 2p_2$;

rastojanje od predmeta do lika: $f = \frac{1}{2}p_2$.

Kako je u drugom položaju $d_1 - d_2 = 0{,}5$ m dobijamo $6p_1 - 2p_2 = 0{,}5$, a kako je $f = f$; $5/6p_1 = 1/2\ p_2$ znači dve jednačine sa dve nepoznate. Rešavanjem se dobija: $p_1 = 0{,}187$ m, $l_1 = 0{,}939$ m, $d_1 = 1{,}124$m. $D \cong 6{,}4$ dioptrija.

778. 1. Jačinu električnog polja odredjujemo iz jednakosti sila $ma = eE$ odakle je

$$E = \frac{ma}{e} = \frac{9{,}1\cdot 10^{-31}\text{kg}\cdot 10^{12}\ \text{m/s}^2}{1{,}6\cdot 10^{-19}\text{C}} = 5{,}6\ \frac{N}{C}\ \left(\frac{V}{m}\right).$$



2. Ako je kretanje elektrona počelo iz mirovanja relacija za brzinu je $v = at$ pa je zamenom brojnih vrednosti brzina $10^6$ m/s.

3. Rad sile elektrostatičkog polja ekvivalentan je kinetičkoj energiji pomenutog polja

$$A = E_k = 1/2\ mv^2 = \frac{1}{2}\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\cdot 10^{12} = 4{,}5\cdot 10^{-19}\text{J}.$$

4. Razlika potencijala data je kao $U = E\cdot d$ a rastojanje $d$ se odredjuje iz relacije

$$d = s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\cdot 10^{12}\ \text{m/s}^2\cdot 10^{-12}\text{s}^2 = 0{,}5 \text{ m}.$$

Pa je razlika potencijala $U = 5{,}6\ \frac{V}{m}\cdot 0{,}5$ m $= 2{,}8$ V.

779. Jačina struje data je kao količina naelektrisanja koja prodje kroz poprečni presek provodnika u 1 s

$$I = \frac{q}{t} = nevS \qquad (1)$$

gde je $q$ - ukupno naelektrisanje, $n$ - broj elektrona u 1 $\text{cm}^3$, $e$ - naelektrisanje elektrona. Iz jednačine (1) je $v = I/neS$. Pošto je broj elektrona u 1 $\text{cm}^3$ bakra - $n$, jednak broju atoma bakra onda treba odrediti taj broj. Jasno da je $n = \rho/m$, gde je $\rho$ - gustina bakra, $m$ - masa jednog atoma. Medjutim, $m = M/N$, gde je $M$ atomska masa bakra a $N = 6{,}025\cdot 10^{26}$ 1/k mol Avogadrov broj. Onda je

$$n = \rho\cdot\frac{N}{M} \quad \text{a brzina } v = \frac{I\cdot M}{N\cdot S\cdot e} \cong 0{,}77\cdot 10^{-3}\ \text{m/s} \quad v \cong 7{,}7\cdot 10^{-4}\ \text{m/s}.$$

780. Uslov da se izdvaja jednaka snaga na otporu od 3 oma, govori da je jednaka jačina struje, koja protiće u spoljašnjem delu kola za oba slučaja vezivanja akumulatora u bateriju. Na osnovu ovoga imamo $P_1 = P_2$ tj. $I_1^2R = I_2^2R$ pa sledi da je $I_1 = I_2$ (1)

Za paralelnu vezu jačina struje biće

$$I_1 = \frac{4E}{R + R_e'} = \frac{4E}{3 + \frac{4r}{2}}$$

Za rednu vezu struja je $I_2 = \frac{8E}{3 + 8r}$

pa je iz relacije (1) $\frac{4E}{3 + \frac{4r}{2}} = \frac{8E}{3 + 8r}$.

Rešavanjem se dobija da je unutrašnji otpor jednak $r = 0{,}75$ oma.

781. Rastojanje će se odrediti korišćenjem sledećih relacija, tj. izraza za jačinu struje: $I = \frac{U}{R_L + R_p}$

gde je $R_L$ otpor bakarnih provodnika a $R_p$ otpor potrošača, a otpor bakarnog provodnika znamo da je dat kao $R_L = \rho \cdot L/S$. Iz ove relacije odredimo $L$ a ono je u odnosu na dužinu $L_1$ dato kao:

$$L = L_1 + L_1 = 2L_1 \qquad \text{odakle je} \quad L_1 = L/2.$$

Da bi odredili $R_L$ pošto je $R_p$ dato neophodno je odrediti jačinu struje. Struju odredjujemo iz izraza za snagu potrošača $P = I^2 R_p$ odakle je

$$I = \frac{P}{R_p} = \frac{10 \cdot 10^3 \text{W}}{1{,}6 \cdot 10^3 \text{oma}} = \frac{100}{4} = 2{,}5 \text{ A}.$$

Za otpor provodnika se dobija

$$R_L + R_p = \frac{U}{I}, \quad R_L + R_p = \frac{5 \cdot 10^3 \text{V}}{2{,}5\text{A}} = 2000 \text{ oma}$$

pa je $R_L = 2000 \text{ oma} - R_p = 2000 \text{ oma} - 1600 \text{ oma} = 400 \text{ oma}$.

Iz izraza za otpor dobija se dužina $L$, $R_L = \rho \cdot \frac{L}{S}$, $L = \frac{R_L S}{\rho}$ odakle je

$$L = \frac{400 \text{ oma} \cdot 10^{-6} \text{m}^2}{1{,}7 \cdot 10^{-8} \text{om} \cdot \text{m}} = \frac{4}{1{,}7} \cdot 10^4 \text{m} = 2{,}3 \cdot 10^4 \text{m}.$$

Konačno dobija se da je traženo rastojanje $L_1 = L/2 = 1{,}15 \cdot 10^4 \text{m}$.

782. Koristeći se izrazima za uloženu i korisnu snagu odredićemo jačinu struje kroz namotaje motora. Korisna snaga data je kao $P_k = F \cdot v$, gde je $F = mg$ pa se dobija za korisnu snagu $P_k = mgv$ tj. zamenom brojnih vrednosti biće $P_k = 100 \cdot 10 \cdot 0{,}5 = 5 \cdot 10^3$ W. Kako je koeficijent korisnog dejstva dat kao odnos korisne i ukupne snage biće

$$\eta = \frac{P_k}{P_u}, \quad P_u = \frac{P_k}{\eta} = 5450 \text{ W}.$$

Kako je $P_u = UI$ sledi da je jačina struje kroz namotaje motora

$$I = \frac{P_u}{U} = \frac{5450 \text{ W}}{380 \text{ V}} = 14{,}6 \text{ A}.$$

783. Neka se kosmički brod kreće po kružnoj orbiti čiji se centar nalazi u središtu Zemlje. Pri tom brod ima normalno ubrzanje $a_n = v_o^2/(R+h)$, gde je $v_o$ - brzina kretanja broda po orbiti, $R$ - poluprečnik (srednji) Zemlje, a $h$ - srednja visina putanje broda. Ovo normalno ubrzanje saopštava gravitaciona sila

$$F = \gamma \frac{m \cdot M}{(R+h)^2},$$

gde je $M$ - masa Zemlje, $m$ - masa kosmičkog broda, $a$ - gravitaciona konstanta. Prema drugom Njutnovom zakonu dinamike važi relacija

$$\frac{mv_o^2}{R+h} = \gamma \frac{m \cdot M}{(R+h)^2}.$$



S druge strane je $mg = \gamma mM/R^2$, odakle sledi $\gamma M = gR^2$. Za brzinu kretanja broda se dobija

$$v_o = R\sqrt{\frac{g}{R+h}}.$$

Period obrtanja broda oko Zemlje je $T_o = 2\pi/\omega_o$, gde je $\omega_o = v_o/(R+h)$ njegova ugaona brzina. Sledi

$$T_o = \frac{2\pi(R+h)}{v_o} = 2\pi\left(1 + \frac{h}{R}\right)\sqrt{\frac{R+h}{g}}.$$

Ako posle isključivanja motora kosmički brod predje na drugu orbitu, onda će se on kretati sa periodom $T_1 > T_o$, koji je jednak

$$T_1 = 2\pi\left(1 + \frac{h+\Delta h}{R}\right)\sqrt{\frac{R+h+\Delta h}{g}}.$$

Iz ove relacije i formule za $v_o$ se nalazi da se rastojanje broda od površine Zemlje promenilo za

$$\Delta h = \sqrt[3]{\frac{gR^2T_o^2}{4^2}}\left(\sqrt[3]{\left(\frac{T_1}{T_o}\right)^2} - 1\right) = 39{,}5 \text{ km}.$$

Nova brzina kosmičkog broda se izračunava jednostavno kao i $v_o$ iz formule

$$v_1 = \sqrt{\frac{g}{R + h + \Delta h}},$$

tako da je traženi odnos brzina jednak.

$$v_1/v_o = \sqrt[3]{T_o/T_1} = 0{,}997.$$

784. Neka je $m$ - masa rakete sa gorivom, a $m_1$ - masa izbačenog goriva. Prema zakonu održanja količine kretanja, za drugu raketu u trenutku sustizanja važi

$$mv = (m - m_1)1{,}1\,v + m_1(v - 3v).$$

Posle sredjivanja dobija se $3{,}1\,m_1 v = 0{,}1\,mv$, odnosno $m_1/m = 0{,}1/3{,}1 = 0{,}032$.

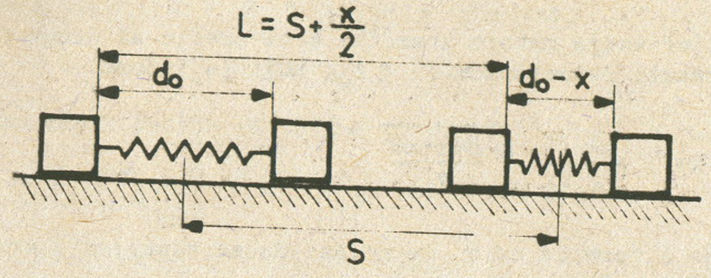
785. Kada je rastojanje izmedju tela minimalno ili maksimalno, onda se ona kreću jednakim brzinama $\vec{v}$. Kinetička energija sistema je tada $E_k = 2mv^2/2 = mv^2$. Pri tome je potencijalna energija sistema jednaka potencijalnoj energiji opruge, odnosno $E_p = kx^2/2$ (promena dužine opruge je pozitivna ako je $d < d_o$ i negativna ako je $d > d_o$). Ukupna energija sistema jednaka je zbiru kinetičke i potencijalne energije $E = mv^2 + kx^2/2$.

Pošto je ovu energiju sistem dobio zahvaljujući radu sile $F$, onda je

$$FL = mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 ,$$

gde je $L$ - rastojanje koje je telo sa leve strane (sl.3) prošlo do trenutka kada je dužina opruge postala minimalna. Ako je $S$ rastojanje koje je pri tome prešao centar masa sistema, onda je dužina $L$ jednaka

$$L = S + \frac{1}{2}d_o - \frac{1}{2}(d_o - x) = S + \frac{x}{2} .$$




Slika 3.

Brzina $\vec{v}$ tela jednaka je brzini centra masa sistema. Pošto na sistem deluje konstanta spoljašnja sila, onda se centar masa kreće jednako ubrzano sa ubrzanjem $a = F/2m$. Zbog toga je, označavajući sa $t$ vreme od početka kretanja do trenutka kada je dužina opruge $d_o - x$, moguće pisati

$$v = at, \quad L = \frac{1}{2}at^2 + \frac{x}{2} .$$

Ako se ovi izrazi za $v$ i $L$ uvrste u relaciju koja daje energijski bilans dobija se

$$F(\frac{1}{2}at^2 + \frac{x}{2}) = ma^2t^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

odakle sledi, stavljajući da je $a = F/2m$

$$\frac{F^2t^2}{4m} + F\frac{x}{2} = \frac{F^2t^2}{4m} + \frac{1}{2}kx^2 ,$$

odnosno $Fx = kx^2$. Rešenja za $x$ su $x_1 = 0$ i $x_2 = F/k$. Prema tome, minimalno rastojanje izmedju tela je $d_{min} = d_o - x_2 = d_o - F/k = 7,5$ cm i maksimalno $d_{max} = d_o - x_1 = d_o = 10$ cm.

786. Promenom magnetske indukcije u ramu se indukuje elektromotorna sila $E = |\Delta\phi/\Delta t|$. Pri tome je jačina struje u ramu jednaka $I = E/R = |\Delta\phi/\Delta t|/R$, a protekla količina elektriciteta iznosi

$$q = I\Delta t = \frac{|\Delta\phi|}{R} = S\frac{B_1 - B_2}{R} = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}\frac{B_1 - B_2}{R} = 69,2\ \mu C.$$



787. Kada se gornjoj kuglici saopšti brzina $\vec{v}$ kuglice počinju da se okreću oko centra masa, koji sa svoje strane počinje da se kreće translatorno brzinom $\vec{v}/2$. Ako se donja kuglica odmah posle udara odvaja od podloge, onda na sistem kao celinu deluje samo sila zemljine teže. Ona saopštava sistemu, pa prema tome i donjoj kuglici ubrzanje $\vec{g}$. Znači, da bi se kuglica odvojila od stola treba da je njeno centripetalno ubrzanje veće od $g$. U koordinatnom sistemu vezanom za centar mase, brzine obe kuglice su po intenzitetu jednake i iznose $v/2$, pa je centripetalno ubrzanje jednako

$$a_n = \frac{(v/2)^2}{L/2} = \frac{v^2}{2L} .$$

Dakle, donja kuglica se odvaja od stola ako je $v^2/2L \geq g$, odnosno $L \leq v^2/2g$. Znači minimalna dužina štapa iznosi $L_{min} = v^2/2g = 0,6$ m.

J.Dojčilović

788. Promena kinetičke energije elektrona, naelektrisanja $e$, u električnom polju, pri potencijalnoj razlici $U$, jednaka je radu električnog polja:

$$\Delta E_k = A_e = eU.$$

S obzirom da je brzina elektrona u početku bila jednaka nuli ($v_1 = 0$), sledi

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{m_e v_2^2}{2} - \frac{m_e v_1^2}{2} = \frac{m_e v_2^2}{2} ,$$

gde je $m_e$ - masa elektrona a $v_2$ - brzina elektrona na kraju predjenog puta u električnom polju.

Na osnovu prethodnih relacija dobija se vrednost kinetičke energije elektrona

$$E_k = E_{k2} = eU = 510 \text{ keV}.$$

S obzirom da energija mirovanja elektrona iznosi $E_{oe} = m_{oe}c^2 = 511$ keV$\cong$ $\cong E_k$, sledi da se pri rešavanju ovog zadatka moraju primeniti odgovarajući relativistički izrazi za energiju i impuls elektrona.

Pri relativističkim brzinama ukupna energija čestice jednaka je zbiru energije mirovanja i kinetičke energije

$$E = E_o + E_k = m_o c^2 + E_k.$$

S druge strane, ukupna energija i impuls vezani su relacijom

$$E = (E_o^2 + p^2c^2)^{1/2},$$

gde je sa $p$ označen impuls čestice.

Na osnovu prethodnih dveju relacija sledi

$$p = \frac{1}{c}\left[E_k(2E_o + E_k)\right]^{1/2} = \frac{1}{c}\left[E_k(2m_{oe}c^2 + E_k)\right]^{1/2}.$$

Talasna dužina talasa pridruženog elektronu, koji karakteriše njegova talasna svojstva, odredjena je de Broljevom relacijom $\lambda = h/p$, tako da u konkretnom slučaju $(A = E_k = eU)$, sledi

$$\lambda = hc \cdot [eU(2m_{oe}c^2 + eU)]^{-1/2} = 1{,}40\ 10^{-12}\text{m} = 1{,}40\ \text{pm}.$$

Ukoliko bi, naravno neopravdano, primenili klasičan (nerelativistički) izraz koji povezuje kinetičku energiju i impuls čestice $(E_k = p^2/2m)$, dobilo bi se

$$\lambda_{kl} = h/p = h\ (2m_{oe}E_k)^{-1/2} = h(2m_{oe}eU)^{-1/2} = 1{,}74\ \text{pm}.$$

Očigledno, primena klasičnih izraza umesto relativističkih, u ovom slučaju bila bi gruba greška, što se vidi iz dobijenih rezultata. Talasna dužina $\lambda_{kl}$ odstupa od tačne vrednosti za

$$\frac{\lambda_{kl} - \lambda}{\lambda} \cdot 100 \cong 23\%\ !$$

789. Kako se pri nestajanju para pozitron-elektron stvore dva gama-fotona jednakih energija sledi da su impulsi nastalih fotona jednaki

$$p_f = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c} = \frac{E_f}{c} \qquad (1)$$

Na osnovu zakona održanja impulsa, napisanog za pravac normalan na pravac upadnog pozitrona, :

$$p_f \sin\theta_1 - p_f \sin\theta_2 = 0 \qquad (2)$$

gde su $\theta_1$ i $\theta_2$ uglovi pod kojim se kreću nastali fotoni u odnosu na pravac kretanja upadnog pozitrona, sledi da se fotoni razilaze simetrično $\theta_1 = \theta_2 = \theta/2$, gde je $\theta$ - ugao pod kojim se razilaze fotoni.

Na osnovu zakona održanja impulsa primenjenog na pravac pod kojim uleće pozitron i na osnovu prethodnog zaključka sledi

$$2p_f \cos\frac{\theta}{2} = p^+ \qquad (3)$$

gde je $p^+$ - impuls upadnog pozitrona.

S obzirom da je kinetička energija pozitrona veća od energije mirovanja pozitrona $E_k^+ > E_o^+ = m_{oe}c^2$, mora da se primeni relativistički izraz za impuls:

$$p^+ = \frac{1}{c}\left[E_k^+(2m_{oe}c^2 + E_k^+)\right]^{1/2} \qquad (4)$$

Na osnovu zakona održanja energije

$$E^+ + E^- = 2E_f \qquad (5)$$

gde je $E^+ = E_k^+ + m_{oe}c^2$ - ukupna energija pozitrona a $E^- = E_o^- = m_{oe}c^2$ - - ukupna energija elektrona koji je pre interakcije s pozitronom bio u



stanju mirovanja, i relacije (1), sledi

$$E_k^+ + 2m_{oe}c^2 = 2p_f c \qquad (5')$$

Uvrštavanjem izraza za $p^+$ i $p_f$ iz (4) i (5') u izraz (3), posle sredjivanja, dobija se

$$\cos\frac{\theta}{2} = \sqrt{\frac{E_k^+}{E_k^+ + 2m_{oe}c^2}} = 0{,}7032$$

pa je ugao razilaženja fotona u datom slučaju $\theta = 90{,}6^\circ$.

790. Iz zakona radioaktivnog raspada $N = N_o \cdot 2^{-t/T}$ sledi da se tokom vremena $t$ raspalo $\Delta N = N_o - N = N_o \cdot (1-2^{-t/T})$ jezgara, što u isto vreme odgovara broju emitovanih alfa-čestica. Pri tome, zahvatajući elektrone, formiraju se atomi helijuma čija je ukupna masa srazmerna broju emitovanih alfa-čestica

$m_{He} = m_\alpha \Delta N = m_\alpha N_o(1 - 2^{-t/T})$, gde je $m_\alpha$ - masa alfa-čestice.

S obzirom da je $N_o = m_{Po}\, Na/M_{Po}$, gde je $m_{Po}$ - ukupna masa polonijuma, $M_{Po} = A_{Po} = 0{,}210$ kg/mol - molarna masa polonijuma ${}_{84}Po^{210}$, a $Na$ -avo gadov broj, sledi

$$m_{He} = \frac{m_\alpha m_{Po} N_a}{M_{Po}}(1 - 2^{-t/T}).$$

Kako je, na osnovu jednačine idealnih gasova,

$$pV = nRT = m_{He}RT/M_{He} \quad \text{i} \quad M_{He} = m_\alpha N_a$$

sledi $$V = \frac{RTm_{Po}}{pM_{Po}}(1-2^{-t/T}) = 99\ \text{cm}^3.$$

791. Energija veze jezgra $E_v$ jednaka je proizvodu defekta mase $M$ i kvadrata brzine svetlosti: $E_v = \Delta M \cdot c^2$, gde je defekt mase dat izrazom $\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_j$ ;$Z$ je broj protona u jezgru, $N$ - broj neutrona u jezgru, $M_j$ - masa jezgra a $m_p$ i $m_n$ su mase protona i neutrona respektivno. Kako je $N = A-Z$, gde je $A$ - ukupan broj nukleona u jezgru, sledi

$$E_v = \left[Zm_p - (A - Z)\, m_n - M_j\right] c^2.$$

U datom slučaju je $M_j = m({}_7N^{14}) = 14{,}0041\ u$, gde je $u = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg - atomska jedinica mase, $Z = 7$, $A = 14$. Koristeći podatke da je $m_p = 1{,}0078\ u$ i $m_n = 1{,}0087\ u$, sledi $\Delta M = 0{,}1114\ u = 1{,}86038\ 10^{-28}$kg pa je $E_v = 1{,}674 \cdot 10^{-11}$J = 104,6 MeV.

Energija veze po nukleonu $f = E_v/A$ u slučaju jezgra datog izotopa azota iznosi $f = 7{,}47$ MeV.

792. Iz zakona radioaktivnog raspada $N = N_o \cdot 2^{-t/T}$ sledi da broj raspadnutih jezgara tokom vremena $t$ iznosi $\Delta N = N_o - N = N_o(1-2^{-t/T})$.

S obzirom da u konkretnom slučaju $t << T$, računski je vrlo teško dobiti korektan rezultat jer je $2^{-t/T} \cong 1$, tako da bi se dobilo $\Delta N \cong 0$, korišćenjem običnih digitalnih kalkulatora, što očigledno ne odgovara stvarnosti. Ukoliko se koristi poznat izraz za aktivnost $A^* = \Delta N/\Delta t$ sledi

$$\Delta N = A^* \Delta t. \text{ Kako je } A^* = 0{,}693\, N/T \text{ dobija se } \Delta N = 0{,}693\, Nt/T.$$

S obzirom da je $t << T$ sledi $N \cong N_o$ pa je $\Delta N \cong 0{,}693\, N_o t/T$. Početni broj jezgara $N_o$ u datoj masi $m$ urana $_{92}U^{235}$ iznosi $N_o = mN_a/A$, gde je $N_a$ - avogadov broj a $A = 0{,}235$ kg/mol - molarna masa urana.

Na kraju, dobija se da je

$$\Delta N = \frac{0{,}693\, m\, N_a t}{AT} = 3{,}94 \cdot 10^{14}.$$

A.Srećković

793. U ovom zadatku je trebalo odrediti vrednost elektromotorne sile $\varepsilon$. Napon izmedju ploča kondenzatora je $U = RI = R\varepsilon/(R + r) = \varepsilon/(1+r/R)$, a preko jačine električnog polja izmedju ploča kondenzatora $U = Ed$. Iz ove dve relacije se dobija za elektromotornu silu

$$\varepsilon = Ed(1 + r/R).$$

Treba još da se odredi $R$. Kako za električni otpor i kapacitet pločastog kondenzatora sa dielektrikom važe relacije

$$R = \rho d/S \quad \text{i} \quad C = \varepsilon_o \varepsilon_r S/d$$

sledi $R = \rho \varepsilon_o \varepsilon_r / C$

Prema tome, za elektromotornu silu u ovom kolu se dobija vrednost

$$\varepsilon = Ed\left(1 + \frac{rC}{\varepsilon_o \varepsilon_r \rho}\right) = 14{,}15 \text{ V}.$$

794. U dobijenom optičkom sistemu jedan lik se formira od zrakova ,koji prolaze kroz polupropustljivi sloj, a drugi od onih koji se odbijaju od njega. U prvom slučaju lik daje sočivo, a u drugom sistem sočivo-ogledalo. Pošto su veličine likova u oba slučaja jednake, to su optičke jačine sočiva i sistema sočivo-ogledalo iste $1/f = 1/2f + 1/f_1$ gde je $f$ - žižna daljina sočiva, a $f_1$ - žižna daljina ogledala. Sledi dalje $f_1 = f$, odnosno poluprečnik krivine zadnje površine sočiva je $R_2 = -2f = 20$ cm. Poluprečnik krivine $R_1$ se nalazi iz optičarske jednačine

$$1/f = (n - 1)(1/R_1 + 1/R_2),$$

tako da se dobija $R_1 = 2f\,\frac{n-1}{n+1} = -4$ cm. Sočivo je izdubeno-ispupčeno (konkavno-konveksno).

795. Pritisak na površini Marsa se može izraziti iz jednačine stanja idealnog gasa



$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{m}{V}\frac{R_u T}{\mu} = \rho \frac{R_u T}{\mu},$$

gde je $\mu$ - tražena molarna masa, a $R_u$ - univerzalna gasna konstanta. Kako je atmosfera homogena, i kako je njena visina mnogo manja od poluprečnika planete, to se gornji pritisak može izraziti i preko formule $p = \rho g_1 h$, gde je $g_1 = \gamma M/R^2$ - ubrzanje slobodnog padanja na Marsu. Znači, može se pisati jednakost

$$\rho R_u T/\mu = \rho \cdot \gamma\, Mh/R^2$$

iz koje se dobija da je molarna masa gasa jednaka

$$\mu = \frac{R_u T}{\gamma M h} \cdot R^2 = 0{,}029 \text{ kg/mol}.$$

796. Iz prvog principa termodinamike sledi da je rad koji izvrši gas pri izobarnom procesu jednak

$$A = Q - \Delta U = nC_p \Delta T - nC_v \Delta T = n\Delta T(C_p - C_v) = nR\Delta T,$$

gde su $C_p$, $C_v$ - molarne specifične toplote gasa pri konstantnom pritisku, odnosno, zapremini. Kako je broj molova gasa jednak odnosu njegove mase i molarne mase $n = m/M$, to traženi rad iznosi $A = mR\,\Delta T/M = 384{,}375$ J.

Do ovog rešenja se moglo doći i iz jednačine stanja idealnog gasa. Pri izobarnom procesu rad je jednak proizvodu pritiska i promene zapremine $A = p\Delta V$. Kako je $\Delta V = V_2 - V_1 = nR(T_2 - T_1)/p = nR\Delta T/p$, sledi $A = p \cdot nR\Delta T/p = mR\Delta T/M$.

797. Za prvo telo je, prema Vinovom zakonu, maksimum emisione moći na talasnoj dužini $\lambda_{1m} = b/T_1$, a za drugo na $\lambda_{2m} = b/T_2$. Sledi

$$\lambda_{2m} - \lambda_{1m} = b(1/T_2 - 1/T_1)$$

odnosno $\Delta\lambda = b/T_2 - b/T_1$. Tražena temperatura drugog apsolutno crnog tela se nalazi iz relacije $b/T_2 = \Delta\lambda + b/T_1$. Dobija se

$$T_2 = \frac{bT_1}{b + \Delta\lambda \cdot T_1} = 2457{,}6 \text{ K} \qquad \text{za } \Delta\lambda = 20 \text{ nm}.$$

J.Dojčilović

798. Da bi se odredila de Broljeva talasna dužina $\lambda_e$ elektrona izbačenog fotoelektričnim efektom fotonima talasne dužine $\lambda_f$ primenićemo de Broljevu relaciju $\lambda_e = h/p_e$, gde je $p_e$ - impuls elektrona.

Na osnovu Ajnštajnove relacije za fotoelektrični efekt: $E_f = A_i + E_k$, gde je $A_i = 4{,}7$ eV - izlazni rad za srebro, $E_f = hc/\lambda_f = 621$ keV $>> A_i$ - energija upadnog fotona a $E_k$ - kinetička energija izbačenog elektrona, sledi $E_k \cong E_f$. Kako je u datom slučaju $E_k > E_{0e} = m_{0e}c^2 = 511$ keV, mora da se koristi relativistički izraz za vezu impulsa i kinetičke energije:

$$p_e = \frac{1}{c}\sqrt{E_k(E_k + 2m_{oe}c^2)} = \frac{1}{c}\sqrt{E_f(E_f + 2m_{oe}c^2)}$$

Na osnovu prethodnog sledi

$$\lambda_e = hc/\left[\frac{hc}{\lambda_f}\left(\frac{hc}{\lambda_f} + 2m_{oe}c^2\right)\right]^{1/2} = 1{,}23 \text{ pm}.$$

799. Na osnovu zakona održanja energije, primenjenog na slučaj rasejanja fotona na slobodnim ili slabo vezanim elektronima (Komptonov efekt), sledi

$$E_f + E_{oe} = E_f' + E_e \qquad (1)$$

gde je $E_f = hc/\lambda$ energija upadnog fotona talasne dužine $\lambda$, $E_f' = hc/\lambda'$ energija rasejanog fotona, promenjene talasne dužine $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda$, gde je

$$\Delta\lambda = 2\frac{h}{m_{oe}c}\sin^2\frac{\theta}{2}, \quad E_o = m_{oe}c^2$$

energija mirovanja elektrona a $E = E_{oe} + E_k$ – ukupna energija odbačenog elektrona. Kako je

$$E_f' = hc/\lambda' = hc/(\lambda + \Delta\lambda) = hc/\left(\lambda + 2\frac{h}{m_{oe}c^2}\sin^2\frac{\theta}{2}\right) =$$

$$= \frac{hc}{\lambda}/\left(1 + 2\frac{hc}{m_{oe}c^2}\sin^2\frac{\theta}{2}\right) = E_f \cdot E_{oe}/(E_{oe} + 2E_f\sin^2\frac{\theta}{2}),$$

smenom u relaciju (1), sledi

$$E_f + E_{oe} = \frac{E_f E_{oe}}{E_{oe} + 2E_f\sin^2\frac{\theta}{2}} + E_{oe} + E_k$$

odnosno

$$2\sin^2\frac{\theta}{2}E_f^2 - 2E_k\sin^2\frac{\theta}{2}E_f - E_k E_{oe} = 0$$

Rešenje date kvadratne jednačine, uz uslov $E_f > 0$, je

$$E_f = \left[E_k\sin^2\frac{\theta}{2} + \sqrt{E_k^2\cdot\sin^4\frac{\theta}{2} + 2E_k E_{oe}\cdot\sin^2\frac{\theta}{2}}\right]/2\sin^2\frac{\theta}{2} =$$

$$= 0{,}94 \text{ MeV}.$$

800. U ovom zadatku podrazumeva se slučaj čeonog sudara protona mase $m_p$ s nepokretnim jezgrom deuterijuma mase $m_d = 2m_p$, inače rešenje zadatka ne bi bilo jednoznačno.



Na osnovu zakona održanja impulsa i zakona održanja energije sledi

$$m_p v_p = m_d v_d - m_p v_p' \qquad (1)$$

$$m_p v_p^2 = m_p v_p'^2 + m_d v_d^2 \qquad (2)$$

gde je $v_p$ – brzina protona pre sudara, $v_p'$ – brzina protona posle sudara a $v_d$ – brzina jezgra deuterijuma posle sudara. Kako je $m_d = 2m_p$ eliminacijom $v_d$ iz prethodnih jednačina, dobija se kvadratna jednačina po $v_p'$:

$$3v_p' + 2v_p v_p' - v_p^2 = 0$$

Rešenje, koje ima fizički smisao, je $v_p' = v_p/3$.

Kako je $E_k'/E_k = v_p'^2/v_p^2 = 1/9$, sledi $E_k' = E_k/9 = 0{,}10$ MeV.

801. Neka je $m_\alpha$ – masa alfa-čestice, $m_j$ – masa jezgra na kome se rasejava alfa-čestica, $v_\alpha$ – brzina alfa-čestice pre rasejanja, $v_\alpha'$ – brzina alfa-čestice posle rasejanja, $v_j$ – brzina jezgra a $2\theta$ – ugao razilaženja alfa-čestice i jezgra.

Kako se obe čestice rasejavaju simetrično u odnosu na pravac upadne alfa-čestice, na osnovu zakona održanja impulsa napisanog za pravac koji je normalan na pravac upadne alfa-čestice

$$m_\alpha v_\alpha' \sin\theta = m_j v_j \sin\theta$$

sledi $v_j = m_\alpha v_\alpha'/m_j$.

Slično, za pravac upadne alfa-čestice, sledi

$$m_\alpha v_\alpha = m_\alpha v_\alpha' \cos\theta + m_j v_j \cos\theta$$

Zamenom $v_j$ u prethodni izraz dobija se $v_\alpha = 2v_\alpha' \cos\theta$.

Kada se $v_j$ i $v_\alpha$ zamene u izraz napisan na osnovu zakona održanja energije

$$m_\alpha v_\alpha^2 = m_\alpha v_\alpha'^2 + m_j v_j^2 \quad \text{sledi} \quad 4\cos^2\theta = 1 + m_\alpha/m_j$$

tako da je

$$m_j = m_\alpha/(4\cos^2\theta - 1) = m_\alpha/2,$$

što znači da je dato jezgro, jezgro izotopa vodonika, tj. deuterijum ($_1H^2$).

802. U vodoničnoj bombi odvija se nuklearna reakcija

$$ {}_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 $$

pri čemu se oslobadja energija

$$ E_1 = \Delta m \cdot c^2 = \left[m({}_1H^3) + m({}_1H^3) - m({}_2He^4) - m({}_0n^1)\right]c^2. $$

Ukupna energija oslobodjena pri sintezi helijuma mase $M$ iznosi

$E = N E_1$, gde je $N = M N_a/A$. Sa $A = 0{,}004$ kg/mol je označena molarna masa helijuma.

Kako je $m({}_1H^2) = 3{,}34560 \cdot 10^{-27}$kg, $m({}_1H^3) = 5{,}009926 \cdot 10^{-27}$kg, $m({}_2He^4) = 6{,}648705 \cdot 10^{-27}$kg i $m({}_0n^1) = 1{,}674955 \cdot 10^{-27}$kg, sledi $\Delta m = 0{,}03186 \cdot 10^{-27}$kg, tako da je $E_1 = 2{,}868 \cdot 10^{-12}$J = 17,92 MeV. Kako je $N = 1{,}5055 \cdot 10^{26}$, konačno se dobija $E = 4{,}3 \cdot 10^{14}$J $= 2{,}7 \cdot 10^{33}$eV.

---

## О СИЛИ ТЕЖЕ

Тако убо телеса планетнаја движу се около солнца вечним и непременим законом! Тако наша Луна около земље теченије своје у времја опредељено точно совершава! Тако и проче Луне около својих планет обрашчавају се и јединаком отдаљенију отстоје. Ако толико телес около всјаке неподвижне звезде движу се, то колико милионов светов у порјадочному својему и вечному движенију не находе се.

Но от куд ови совершенејши порјадок, зачто се кој планет не удаљи, зачто се к својему солнцу не приближи, зачто пут свој натраг не узме, како може земља всјакаго года оно исто отстојаније около својего солнца задержати, како је можно да она по воздуху плива, что јој противостојит да или у солнце не падне или у бесконечни простор не низруши се? Что держи луну да она к земљи не приближује се? Милиони телес која кругообразноје теченије совершују, вечно совершују и вечно по оном истом путу иду, како то бива?

Сила тјажести... није само на земљи и приземних телах. Она је и по целому миру распростерта. Она привлачи луну и земљу нашу оставити јој не допушча. Солнце притеже земљу к себи и не да јој от себе отступити. Чрез всја небесна телеса царствује ова иста сила тјажести или ова иста сила притјагателњаја. Всја ова телеса тако су на својему месту, тако су у својему предељу да все силе притјагателне једна с другом своје у взаимном вечном равновесију.

Atanasije Stojković: FISIKA (fragment), Budim 1801.



SAVEZ DRUŠTAVA MATEMATIČARA, FIZIČARA I ASTRONOMA JUGOSLAVIJE

4. savezno takmičenje iz fizike učenika osnovnih škola
Dečani, 30. maj - 1. juni 1986.

*Specijalna nagrada časopisa "Mladi fizičar" za originalno rešenje teorijskog (računskog) zadatka iz fizike*

Za najoriginalnije rešenje prvog zadatka nagradu časopisa "Mladi fizičar" dobio je Darko Tanasković, učenik VIII razreda Osnovne škole "Svetozar Miletić" u Zemunu.

Učenik je nagradjen luksuzno opremljenom i izuzetno vrednom knjigom (po sadržini): "Riznica manastira Dečani".

Profesor fizike: Branislava Jovanović

Učenikovo rešenje donosimo u originalu, bez ikakvih ispravki.

**Tekst zadatka nagradjenog rešenja:**

Pored posmatrača, koji stoji na platformi, prolazi voz. Dužina lokomotive i svakog vagona je 12 m. Masa voza je 1000 tona. Posmatrač utvrdjuje (merenjem) da je lokomotiva pored njega prošla za 1 s, a prvi vagon za 1,5 s.

Na osnovu ovih podataka odredi:

a) Na kojoj se udaljenosti od posmatrača zaustavi prednji kraj lokomotive;

b) Silu koja zaustavlja voz;

c) Rad ove sile na pomenutom rastojanju.

**Rešenje:**

$s_1 = 12$ m $\quad t_1 = 1$ s
$m = 10^6$kg $\quad t_2 = 1{,}5$ s

a) $l = ?$ . b) $F = ?$ c) $A = ?$

$$ l = \frac{v}{2} \cdot \frac{v}{a} $$

$$ l = \frac{v^2}{2a} $$

$$ s_1 = v t_1 - \frac{a t_1^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{I} $$

a) $l = \frac{v}{2} \cdot t$, $v$ – brzina voza kada je naišla lokomotiva

$$ s_1 = (v - a t_1) \cdot t_2 - \frac{a t_2^2}{2} $$

$$s_1 = v\cdot t_2 - at_1t_2 - \frac{at_2^2}{2} \quad .... \quad II$$

iz prve jednačine dobijamo

$$v\cdot t_1 = s_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

$$v = \frac{s_1 + \frac{at_1^2}{2}}{t_1} .$$

Metodom zamene dobijamo:

$$s_1 = \frac{s_1 + \frac{at_1^2}{2}}{t_1} \cdot t_2 - at_1t_2 - \frac{at_2^2}{2} /\cdot \frac{t_1}{t_2}$$

$$s_1 \cdot \frac{t_1}{t_2} = s_1 + \frac{at_1^2}{2} - at_1^2 - \frac{at_2t_1}{2} /\cdot 2$$

$$2s_1 \frac{t_1}{t_2} = 2s_1 + at_1^2 - 2at_1^2 - at_2t_1$$

$$2s_1 \frac{t_1}{t_2} - 2s_1 = -at_1^2 - at_1t_2 /\cdot (-1)$$

$$2s_1 - 2s_1 \frac{t_1}{t_2} = at_1^2 + at_1t_2$$

$$2s_1 - 2s_1 \frac{t_1}{t_2} = a(t_1^2 + t_1t_2)$$

$$a = \frac{2s_1 - 2s_1 \frac{t_1}{t_2}}{t_1^2 + t_1t_2}$$

$$a = \frac{2\cdot 12m - 2\cdot 12m\cdot \frac{1s}{1,5s}}{(1s)^2 + 1s\cdot 1,5\ s}$$

$$a = \frac{24m - 16m}{2,5\ s^2}$$

$$a = \frac{8\ m}{2,5\ s^2}$$

$$a = 3,2\ m/s^2$$

$$v = \frac{12m + \frac{3,2m/s^2\cdot 1s^2}{2}}{1\ s}$$

$$v = 13,6\ m/s$$

$$l = \frac{v^2}{2a} = \frac{184,96\ m^2/s^2}{6,4\ m/s^2}$$

$$l = 28,9\ m$$

b) $F = m\cdot a$

$F = 10^6 kg\cdot 3,2\ m/s^2$

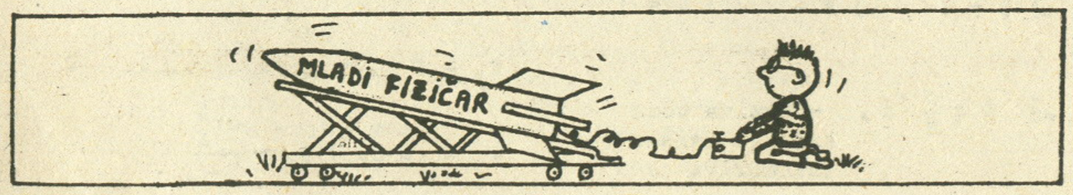
$F = 3,2\ MN$

c) $A = F\cdot l$

$A = 3,2\cdot 10^6 N\cdot 28,9m$

$A = 92,48\cdot 10^6 J$

$A = 92,48\ MJ$






## JEDNA PROPUŠTENA ŠANSA

Rak Lajoš
Prirodno-matematički fakultet, Beograd

Goran Mitić, učenik IV razreda škole "Bora Stanković" iz Niša učestvovao je od 11.-13. aprila 1986. godine u Valjevu na 25.republičkom takmičenju iz fizike, i sa osvojenih 19 od 25 mogućih poena osvojio je i drugu nagradu.

Medjutim, bio je na najboljem putu da osvoji i specijalnu nagradu za originalno rešavanje četvrtog zadatka u kategoriji učenika četvrtih razreda, ali ... .

Da bi se i naši mladi čitaoci i korisnici "Mladog fizičara" i sami uverili u našu tvrdnju, donećemo zadatak i njegovo rešavanje u celini, sa minimalnim obrazloženjima.

Zadatak:

Katoda vakuumske fotoćelije površine $S = 2\ cm^2$ homogeno je osvetljena monohromatskim snopom svetlosti snage $P = 50$ mW, koji potiče od kratkotalasne granice Lajmanove serije atoma vodonika. Kvantna osetljivost fotoćelije za ovu svetlost je $\gamma = 0,12$. Izmedju elektroda se održava konstantna potencijalna razlika od $U = 10$ V. Površina anode jednaka je površini katode. Odrediti: a) jačinu fotostruje; b) koncentraciju elektrona izmedju elektroda fotoćelije. Predpostaviti da je kinetička energija elektrona neposredno posle napuštanja katode zanemarljiva u odnosu na njihov izlazni rad i da svi fotoelektroni stižu na anodu.
($h = 6,62\cdot 10^{-34}$Js, $R = 1,1\cdot 10^7\ m^{-1}$, $m_e = 9,1\cdot 10^{-31}$kg, $e = 1,6\cdot 10^{-19}$C).

Rešenje zadatka:

Jačina fotostruje se izračunava kao:

$$I = n_e \cdot e, \qquad (1)$$

gde smo sa $n_e$ obeležili broj elektrona koji izlaze sa katode u jedinici vremena, a sa $e$ naelektrisanje jednog elektrona.

Broj elektrona koji u jedinici vremena izlazi sa katode možemo izračunati ako znamo broj upadnih fotona $n_f$ u jedinici vremena i osetljivost fotoćelije:

$$n_e = n_f \cdot \gamma. \qquad (2)$$

Veza izmedju snage upadnog snopa monohromatske svetlosti i energije jednog kvanta svetlosti $h\cdot\nu$ data je izrazom:

$$P = n_f \cdot h \cdot \nu = n_f \frac{h \cdot c}{\lambda} , \qquad (3)$$

gde su $h$ - Plankova konstanta, $c$ - brzina svetlosti, $\lambda$ - talasna dužina svetlosti a $\nu$ - frekvencija svetlosti. Ako se iz poslednje jednačine izrazi $n_f$ dobićemo:

$$n_f = \frac{P}{h \cdot c} . \qquad (4)$$

Lajmanova serija u spektru atoma vodonika data je izrazom:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right) \quad \text{(gde je } m = 2, 3, 4, \ldots\text{)} \qquad (5)$$

Kratkotalasna granica serije se dobija ako $m \to \infty$, pa je talasna dužina u ovom slučaju:

$$\lambda = \frac{1}{R} \qquad (6)$$

Zamenom jednačine (6) u (4) dobićemo:

$$n_f = \frac{P}{h \cdot c \cdot R} . \qquad (7)$$

Iz jednačina (1), (2) i (7) sledi:

$$n_e = \frac{\gamma P}{h \cdot c \cdot R} . \qquad (8)$$

Odnosno:

$$I = \frac{e \cdot P}{h \cdot c \cdot R} . \qquad (9)$$

Zamenom brojnih vrednosti u ovaj izraz dobijamo da je jačina fotostruje $I = 0{,}439$ mA.

b) Iz zakona održanja energije može da se izračuna brzina elektrona kojom ovi stižu na anodu:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = e \cdot U . \qquad (10)$$

Odavde je:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} . \qquad (11)$$

Vreme preleta elektrona izmedju elektroda je:

$$\tau = \frac{l}{\langle v \rangle} \qquad (12)$$

gde smo sa $l$ obeležili rastojanje izmedju elektroda a sa $\langle v \rangle$ srednju vrednost brzine na putu $l$. Pošto se elektroni izmedju elektroda kreću jednakoubrzano:

$$\langle v \rangle = \frac{1}{2} v = \sqrt{\frac{eU}{2m}} \qquad (13)$$



Ukupan broj elektrona izmedju elektroda je:

$$N = n_e \cdot \tau = \frac{n_e \, l}{\langle v \rangle} \qquad (14)$$

Koncentracija elektrona je broj elektrona u jedinici zapremine:

$$\rho = \frac{N}{V} = \frac{N}{Sl} \qquad (15)$$

Iz jednačina (13), (14) i (15) sledi:

$$\rho = \frac{n_e \, l}{Sl \, \langle v \rangle} = \frac{n_e}{S} \sqrt{\frac{2m}{eU}} \qquad (16)$$

Ako se u jednačinu (16) zameni jednačina (8) dobiće se izraz za gustinu elektrona:

$$\rho = \frac{\gamma P P}{hcRS} \sqrt{\frac{2m}{eU}} = 1{,}46 \cdot 10^{13} \ \mathrm{m}^{-3}$$

Drugi deo ovog zadatka je na takmičenju u Valjevu na originalan način rešio učenik Mitić Goran iz škole "Bora Stanković" Niš (njegov profesor fizike je Vučković Milan). Na žalost svoju inače veoma dobru ideju nije uspeo da sprovede do kraja. Osim toga i u prvom delu zadatka je učinio mali previd kada je smatrao da se kratkotalasna granica Lajmanove serije dobija za $m = 2$ (umesto za $m \to \infty$). Zbog ovih razloga njemu je izmakla specijalna nagrada za originalnost rešenja. Medjutim, smatramo da je drugi deo zadatka razmatrao i rešavao tako originalno da to zaslužuje da bude objavljeno u "Mladom fizičaru". Na kraju ćemo ukazati i na to kako je trebao da završi svoje rešenje. Dalji tekst smo preuzeli iz njegovog rada i samo smo malo stilski doterali.

Kako se elektroni nalaze u električnom polju, ono ih ubrzava tako da koncentracija elektrona nije konstantna, već je u blizini katode mnogo veća, a sa udaljenjem od nje opada. Neka je rastojanje izmedju elektroda $x_o$. Posmatrajmo koncentraciju elektrona na nekom rastojanju $x \leq x_o$ od katode.

Za vreme $dt$ kroz poprečni presek $S$ prodje $dn = n_e \cdot dt$ elektrona. Svi oni se nalaze u zapremini: $dV = S \cdot v \cdot dt$ . Koncentracija elektrona je:

$$\rho = \frac{dn}{dV} = \frac{n_e dt}{S \cdot V dt} = \frac{n_e}{SV} .$$

Pri prolasku rastojanja $x$ elektroni su prešli potencijalnu razliku $\Delta U = \frac{x}{x_o} U$ i na račun nje stekli kinetičku energiju:

$$E_{\mathrm{kin}} = \frac{mv^2}{2} e \cdot \Delta U = e \frac{x}{x_o} U$$

Odavde dobijamo brzinu koju elektroni imaju na rastojanju $x$ od katode:

$$V = \sqrt{\frac{2eU}{m \cdot x_o}} \sqrt{x}$$

Gustina elektrona je prema tome:

$$\rho(x) = \frac{n_e}{S \cdot v} = \frac{n_e}{S} \sqrt{\frac{m \, x_o}{2eU}} \frac{1}{\sqrt{x}}$$

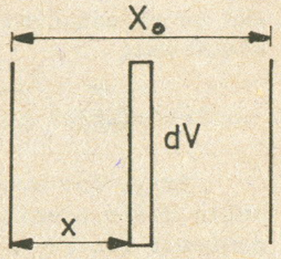
Prema tome Mitić Goran je našao kako se menja gustina elektrona sa rastojanjem od katode. Na žalost nije nastavio rešavanje ovog zadatka. U zadatku se traži srednja gustina elektrona. Kako se ona može izračunati? Treba se setiti definicije srednje vrednosti funkcije $f(x)$ na intervalu $(a,b)$ iz matematike:

$$\langle f(x)\rangle = \frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)dx$$

i primeniti na nadjenu funkciju gustine.

Ako se ovo primeni na funkciju gustine ρ dobijamo:

$$\langle\rho\rangle = \frac{1}{x_o}\int_0^{x_o}\rho(x)dx = \frac{1}{x_o}\int_0^{x_o}\frac{n_e}{S}\sqrt{\frac{mx_o}{2eU}}\,\frac{dx}{\sqrt{x}}$$




Konstante izvucimo ispred znaka integrala:

$$\langle\rho\rangle = \frac{n_e}{S}\sqrt{\frac{mx_o}{2eU}}\int_0^{x_o}\frac{dx}{\sqrt{x}}$$

Ovaj integral je tablični i jednak je:

$$J = \int_0^{x_o}\frac{dx}{\sqrt{x}} = \int_0^{x_o}x^{-\frac{1}{2}}dx = 2\sqrt{x}\,\Big|_o^{x_o} = 2\sqrt{x_o}$$

Zamenom vrednosti integrala u jednačinu za srednju gustinu dobijamo:

$$\langle\rho\rangle = \frac{n_e}{S}\sqrt{\frac{2m}{eU}}$$

Što se poklapa sa tačnim rešenjem (vidi obrazac (16)).

---


Obaveštavamo naše pretplatnike da je u prodaji kapitalno delo prof.dr.Milorada Mladjenovića

R A Z V O J  F I Z I K E

u tri knjige :

- Mehanika i gravitacija . . 2.600 din.
- Elektromagnetizam . . . . 3.500 din.
- Optika . . . . . 1.500 din.

Prodaja i informacije: "Školska knjiga",Beograd


---



**Draško Grujić**

## REŠENJE NAGRADNOG ZADATKA br. 29

## KVAR NA LIČNOM VODOVODU

**Ovakav vodovodni objekat, slika 1, radi na principu natege, i zato kada prodre vazduh u cev kroz rupu u tački "a" (kaže se: "sistem je dobio vazduh"), koja se nalazi iznad nivoa vode u bunaru (nužan uslov), na mestu B prestaje curenje vode, posle čega vodovod više ne funkcioniše.**

**Ovaj zadatak u principu se može rešiti na više načina, ali sva nezadovoljavaju postavljeni uslov u zadatku da to bude uz minimalni utrošak fizičkog rada.**

**a) Da bi smo otkrili otvor na vodovodnoj cevi u tački "a" na potezu $\overline{AB}$, uz dati uslov najmanjeg utroška fizičkog rada, potrebno je da pribegnemo izvodjenju manjeg eksperimenta. Naime, slavinom u tački $B$ treba zatvoriti vodovodnu cev a na mestu $A$ treba obezbediti mogućnost punjenja vodom na celom potezu $\overline{AB}$. Posle toga potrebno je da dovoljno dugo, recimo izmedju dva nedeljna odmora (vikenda) sačekamo da voda iz dela cevi $\overline{Aa}$ otekne kroz načinjeni otvor na mestu "a". Vodu iz dela cevi $\overline{aB} = l$ kroz slavinu $B$ treba ispustiti u neki pogodan sud i izmeriti njenu zapreminu $V$, odnosno zapreminu vodovodne cevi koju je ispunjavala ova količina vode.**

**Iz formule za izračunavanje zapremine cilindra: $V = r^2\cdot\pi\cdot l$, može se računskim putem odrediti dužina cevi $l$ na potezu $\overline{aB}$, uz pretpostavku da je poluprečnik vodovodne cevi $r$ konstantan (koji se može izmeriti). Na taj način se dobija: $l = V/(r^2\pi)$.**

**Dakle pošavši od mesta $B$ uzbrdo treba odmeriti dužinu $l$ i na tom mestu kopati rupu u zemlji u horizontalnom pravcu da bi se pronašao otvor na cevi (tačka "a").**

**b) Rešenje na bazi hidrostatičkog pritiska je takodje jedno od mogućih.**

**Pod pretpostavkom da imamo konstruisan, nazovimo ga, "visinomer" na kome se može očitavati visina stuba vode u vodovodnoj cevi (u metrima) i čija bi se konstrukcija zasnivala na poznatoj formuli za hidrostatički pritisak $P = \rho gh$ , moguće je doći do podatka za visinu stuba vode : $h(m) = P/\rho g$.**

**Da bi smo rešenje doveli do kraja potrebno je eksperimentalno odrediti ugao α u pravouglom trouglu, slika 2, i primenom Pitagorine teoreme odrediti dužinu $l$,**

$$l^2 = h^2 + l^2\cdot\sin^2\alpha$$

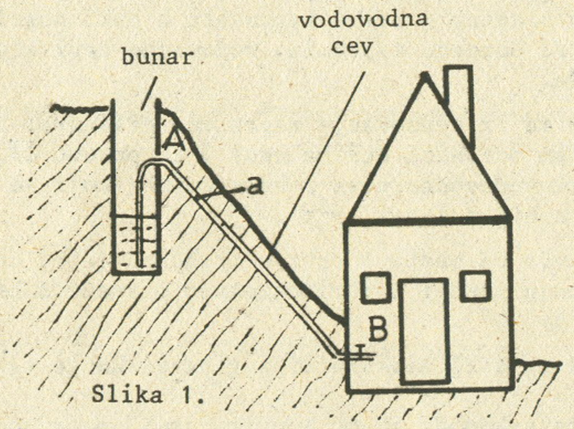
**odnosno:**

$$\overline{aB} = l = \sqrt{\frac{h^2}{1-\sin^2\alpha}}\ .$$

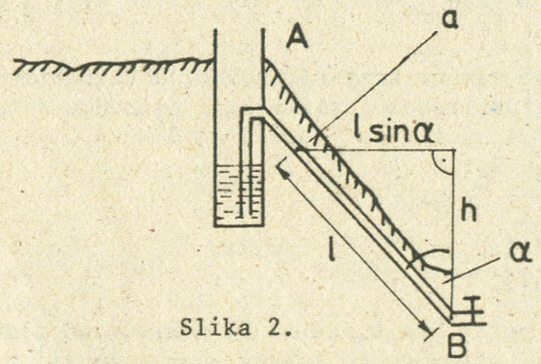
**Pošto se računskim putem nadje dužina $l$, pošavši od mesta $B$ uzbrdo treba odmeriti dužinu $l$ i na tom mestu kopati rupu u zemlji u horizontalnom pravcu da bi se pronašao otvor na cevi (tačka "a").**

c) Neki od učenika su pristupili čisto eksperimentalnom rešavanju problema, pošavši od zakona spojenih sudova. Naime, na mestu $B$ vodovodna cev se može "nastaviti" providnim plastičnim crevom, tako da se ovo crevo postavi po zemlji iznad vodovodne cevi u pravcu tačke (mesta) $A$. Kada se spojeni sudovi, vodovodna cev i plastično providno crevo, napune vodom kroz otvor na mestu A, u tački "a" kroz načinjeni otvor će iz dela cevi $\overline{Aa}$ isteći voda, i u horizontalnoj ravni kojoj pripada i tačka "a" zadržaće se nivo vode, što se da lako primetiti u providnom crevu. Posle toga rupu u brdu treba kopati u horizontalnom pravcu.

Zadovoljavajuća rešenja predložili su:
Nebojša Božanić, O.Š. "Stjepan Stjepo Filipović", Beograd,
Aleksandar Djindjić, O.C. "15 maj", Prokuplje;
Dragan Filipović, O.Š. "D.Radosavljević-Narod", 15353 Majur;
Banić Nada, OVC "Milić Radovanović", Topola;
Vladimir Stojanović, Prokuplje;
Nedeljković Saša, O.Š. "Djura Jakšić", Zaječar;
Begović Predrag, O.Š. "Heroj Ivan Muher", Smer.Palanka.



Slika 1.



Slika 2.

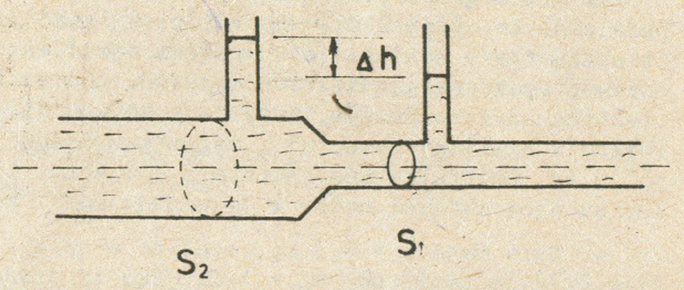
REPUBLIČKO TAKMIČENJE IZ FIZIKE UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA SR CRNE GORE 1985.

G R U P A – A

1. Telo se u toku vremena $\tau$ kreće konstantnom brzinom $v_0$. Zatim mu se brzina linearno povećava s vremenom, tako da je u trenutku $2\tau$ jednaka $2v_0$. Odredite predjeni put od početka kretanja do trenutka $2\tau$.

2. Po glatkoj horizontalnoj podlozi kreću se brzinom $v_0$ čvrsta kolica mase $M$. U nekom trenutku sa visine $h$ na kolica vertikalno padne telo mase $m$ i zalepi se za njih, pa se sistem nastavi kretati kao celina. Nadjite odnos oslobodjene toplote i kinetičke energije kolica pre sudara. Dato je $g$.

3. Na slici 1. je predstavljena shema vodomera: kroz horizontalnu cev protiče voda. Poznate su vrednosti $\Delta h$, $S_1$ i $S_2$. Na osnovu toga odredite protok vode. Dato je $g$.



Slika 1.

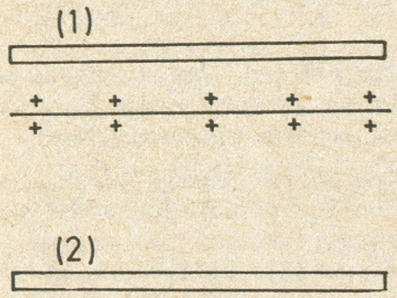
4. Za koliko je teži litar vazduha u Titogradu od litra vazduha na Bobotovom kuku (vrh Durmitora)? Uzmite da je u Titogradu atmosferski pritisak $p_0 = 1{,}02 \cdot 10^5$ Pa i temperatura $t_0 = 25^oC$, a na Bobotovom kuku $p = 0{,}98 \cdot 10^5$ Pa i $t = 5^oC$. Srednja molarna masa vazduha je $M = 1{,}29$ kg/kmol, a univerzalna gasna konstanta $R = 8{,}36$ J/(kg·mol). Smatrajte da gravitaciono ubrzanje ne varira na toj visinskoj razlici i da iznosi $g = 9{,}81$ m/s$^2$.

5. Automatski čekić mase $M = 100$ kg, čiji je hod $h = 0{,}5$ m, udara jedanput svakog sekunda u gvozdeni predmet mase $m = 80$ kg. Pri svakom udaru čekića polovina njegove energije pretvori se u toplotu. Za koliko će se povećati temperatura predmeta posle 10 minuta kovanja? Specifična toplota gvoždja je $c = 0{,}46$ J/(g·K), a ubrzanje Zemljine teže $g = 9{,}81$ m/s$^2$.

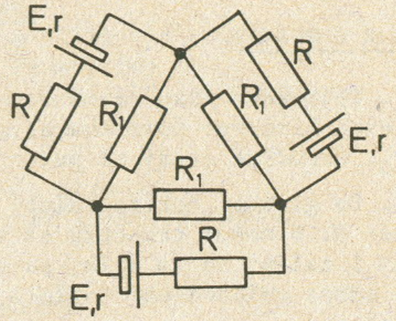
## G R U P A – B

1. Izmedju dve paralelne metalne ploče, medjusobno povezane metalnim provodnikom, postavljena je metalna folija, kao na slici 1. Ako je ukupna površinska gustina elektriciteta na foliji $\sigma = 3\ nC/m^2$ a elektrostatička energija u prostoru izmedju ploče (1) i folije dva puta veća od elektrostatičke energije izmedju ploče (2) i folije, nadjite površinske gustine naelektrisanja na unutrašnjim stranama ploča.

2. Snaga Džulovih gubitaka u kolu sa slike 2 iznosi 30 W. Nadjite elektromotorne sile izvora ($E$ = ?). Dat je unutrašnji otpor izvora $r$ = 1Ω i $R$ = 9 Ω.




Slika 1.



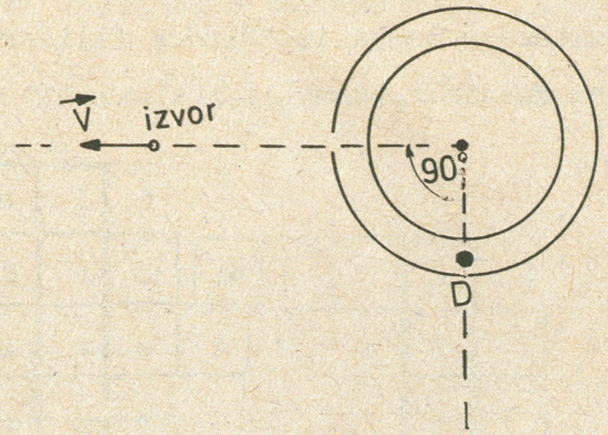

Slika 2.

3. Pravougaona provodna kontura dužine $a$ i širine $b$ postavljena je paralelno površini Zemlje na visini $h$ iznad južnog magnetnog pola. U trenutku $t = 0$ konturi je saopštena odredjena ugaona brzina i ona je zatim prepuštena gravitacionom polju. Ako kontura učini $n$ obrtaja do trenutka udara o Zemlju, nadjite struju u njoj kao funkciju vremena. Ubrzanje Zemljine teže ($g$) i magnetsku indukciju Zemljinog magnetskog polja ($B$) smatrajte konstantnim i poznatim. Induktivnost konture je $L$, dok su njen aktivni otpor i kapacitivnost zanemarljivi.

4. Telo mase $m$ = 0,5 kg, obešeno o oprugu, vrši harmonijske oscilacije čija je amplituda $\psi_0$ = 1 cm. Ako je srednja brzina tela u vremenu za koje ono predje put jednak $\sqrt{3/2}$ - ti deo amplitude, $\langle v \rangle$ = 2 m/s, startujući iz ravnotežnog položaja, kolika je krutost opruge?

5. U kružno savijenu cev postavljen je detektor zvuka u tački $D$, slika 3. Zvuk od pokretnog izvora dopire unutar cevi kroz otvor $O$. Odredite najmanju moguću frekvenciju izvora pri kojoj detektor registruje maksimalno pojačanje zvuka. Izvor zvuka se udaljava od cevi brzinom $v = c/2$, gde je $c$ = 340 m/s brzina prostiranja zvuka u vazduhu. Cev je nepokretna, a njen poluprečnik iznosi $R$ = 1 m.






Slika 3.

## G R U P A – C

1. Horizontalno cilindrično izdubljeno ogledalo sa radijusom krivine $R$ = 60 cm napunjeno je vodom. Odredite žižnu daljinu ogledala. Indeks prelamanja vode je $n = 4/3$. Uzmite da je dubina vode mala u poredjenju sa $R$.

2. Na tanku opnu od sapunice, koja se nalazi u vazduhu, pada svetlost talasne dužine $\lambda_0$ = 550 nm normalno na površinu opne. Koliku najmanju debljinu treba da ima opna da od nje odbijena svetlost bude maksimalnog intenziteta.

3. U sunčevom sistemu, na istom rastojanju $R$ od Sunca kao i Zemlja, nalazi se čestica sfernog oblika. Smatrajući da je Sunce apsolutno crno telo na temperaturi $T_s$ i da je temperatura čestice ista u svim njenim delovima, odredite njenu temperaturu polazeći od pretpostavke da čestica ima osobine sivog tela. Dat je poluprečnik Sunca ($R_s$).

4. Posmatrajući kretanje elektrona u elektrostatičkom polju protona pokažite da važe sledeći energetski odnosi:

$$E_k = -E \quad \text{i} \quad E_p = 2E,$$

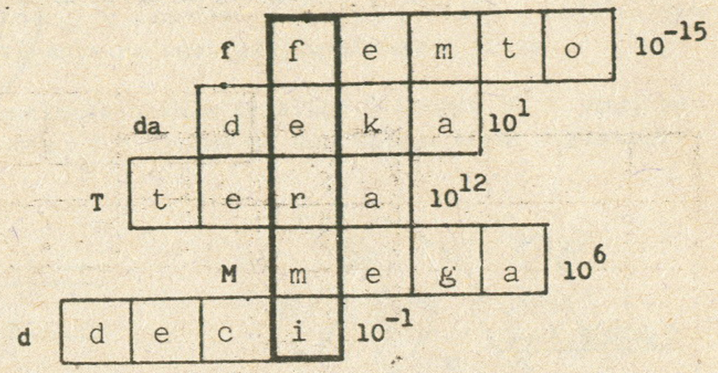
gde su $E_k$, $E_p$ i $E$ redom kinetička, potencijalna i ukupna energija elektrona. Nadjite izraz za dozvoljene vrednosti ukupne energije elektrona, polazeći od činjenice da elektronovoj "orbiti" odgovara stojeći De Broljev talas.

5. Izračunajte energije veze jezgara $^3H$ i $^3He$ i objasnite zašto se razlikuju? Mase $^3H$, $^3He$, neutrona i protona sa redom: 3,016049 uj; 3,01630 uj; 1,008665 uj i 1,0084 uj. Dat je Avogadrov broj $N_A = 6{,}023 \cdot 10^{23}$ 1/mol.

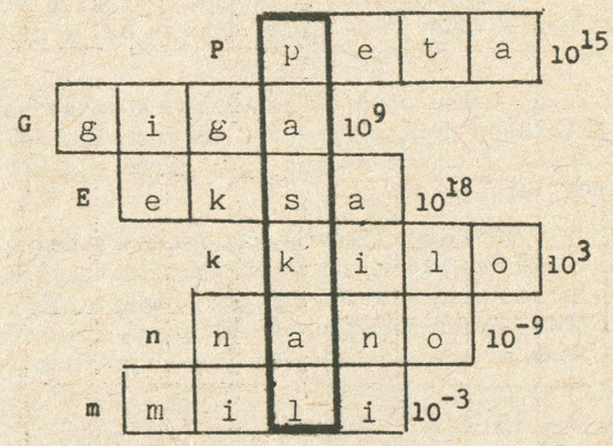
Enigmatska rešenja iz "Mladog fizičara",br.38-39,str.15.

Autor: Vladimir Adamović

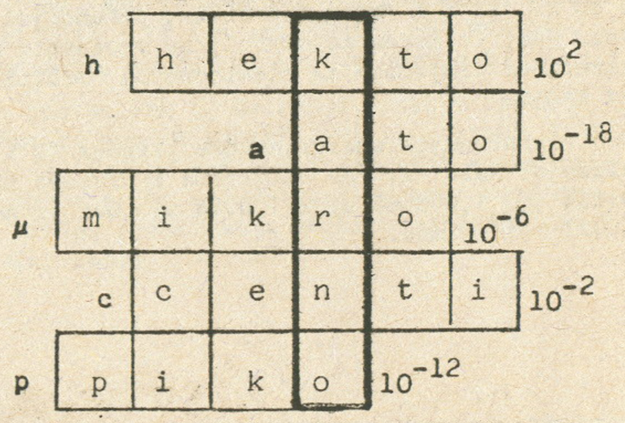
Slika 1.




Slika 2.




Slika 3.

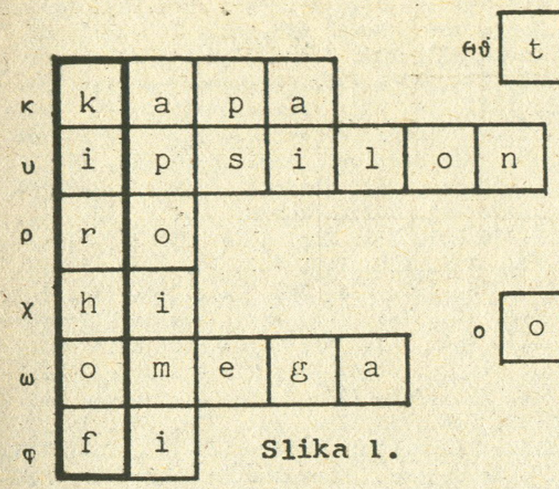




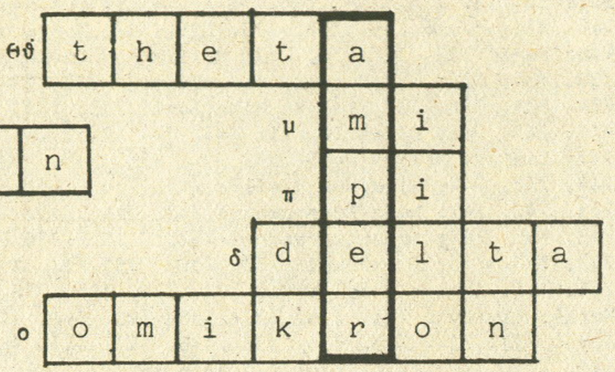



Enigmatska rešenja iz "Mladog fizičara",br.40 , str.48.

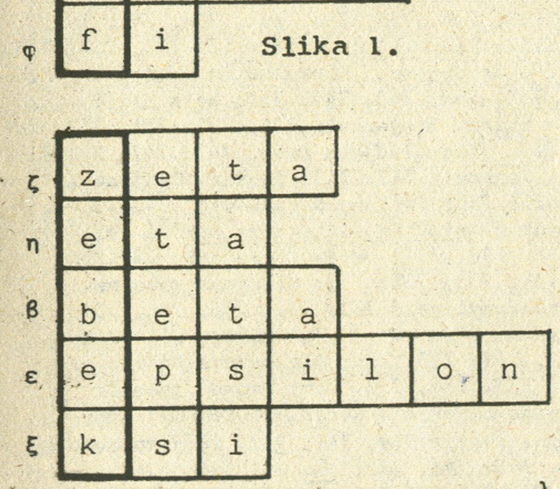
Autor: Vladimir Adamović.



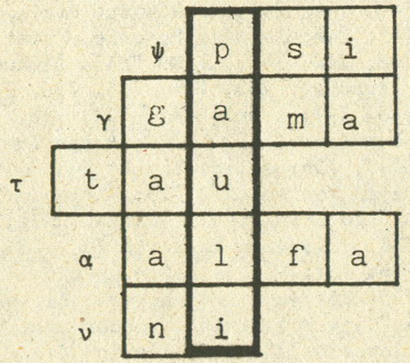

Slika 1.



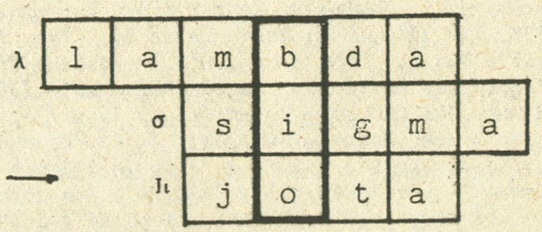

Slika 3.




Slika 2.




Slika 4.




Slika 5. →

## PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF-40 DOSTAVILI SU:

1. OŠ "Stevan Čolović", Arilje, (nastavnik fizike: Vuković Momir): Mara Jovanović 733, 734, 736, 737; Nebojša Krupniković 734, 736, 737; Milan Djukić 733, 734, 735, 736, 737; Snežana Brojković 733, 734, 735, 736, 737; Violeta Vitorović 733, 734, 735, 736, 737; Jelena Vukotić 733, 734, 735, 736, 737; Olja Nedić 733, 734, 735, 736, 737; Ivan Milićević 733, 734, 735, 736, 737; Ivana Djuković 733, 734, 735, 736, 737; Dragan Djoković 733, 734, 735, 736, 736; Lidija Bojović 733, 734, 735, 736, 737; Velimir Vasiljević 733, 734, 735, 736, 737; Milena Blagojević 733, 734, 735, 736, 737; Nenad Bošnjaković 733, 734, 736, 737; Mikica Bojić 733,734, 736, 737; Milica Radojević 733, 734, 736, 737;Biljana Popović 733, 734, 736, 737;Mirjana Dimitrijević 733, 734, 736, 737; Aleksandra Stojić 733, 734, 735, 736, 737; Željko Mihajlović 733, 734, 736, 737; Nataša Dimitrijević 743, 744, 745, 746; Elena Draškić 743, 744, 745, 746; Ivana Dostanić 743, 744, 745,746, 747; Radisav Milivojević 733, 734, 735, 736, 737; Radulović Aleksandra 742, 743, 744, 745, 747; Sladjana Vasilić 743, 744, 745, 746, 747; Mladenka Ćirković 743,744, 745, 746, 747; Nada Bošnjaković 743, 744, 745, 746, 747; Ivana Milićević 743, 744, 745, 746, 747; Nemanja Popović 733,734,735,736,737, 738; Zorica Perović 734, 736, 742, 743, 745; Ivan Žunić 733, 734, 735, 736, 737, 738, 740, 742, 743, 744, 745, 746, 747; Marija Nedeljković 733, 734, 735, 736, 737, 738, 743, 744, 745, 746, 747, Nataša Živković 735, 736, 737, 738, 742, 743, 744, 745, 747; Jasmina Milovanović 733, 734, 735, 736, 737, 738, 742, 743, 744, 745, 746, 747; Goran Sofijanić 743, 744, 745, 746, 747; Ksenija Radulović 743, 744, 745, 746, 747; Miloš Slović 743, 744, 745, 746, 747; Marija Varagić 743, 744, 745, 746, 747; Dušica Ristanović 743, 744, 745, 746, 747; Aleksandra Bogićević 733, 734, 735, 736, 737, 738, 742, 743, 744, 745, 746; Jasmina Popović (nast. fizike Slavoljub Marković) 733, 734, 735, 736, 738, 740, 742. 2. OŠ "Miša Živanović", Srednjevo, (Slaviša Stanković): Svetlana Živanović 733, 734, 735, 736, 737, 738, 742, 743, 745, 747; Nela Milić 743, 744, 745, 747; Irena Selić 734, 736, 737; Suzana Stojanović 734, 735, 736, 737; Nadica Damnjanović 737, 738; Boban Tomić 735, 736; Sladjana Mišić 743, 747; Mališa Perić 735, 736; Jelena Besulj 743; Gorica Janković 742, 743; Snežana Ognjanović 743; Dejan Radivojević 735; Mirjana Mitrović 736; Tatjana Stepanović 734, 736. 3. OŠ "Ivo Lola Ribar", Raška, (Milijana Kostić): Aleksandar Bekčić 733,734, 735, 736, 737; Mila Knežević 733, 734, 735, 736, 737; Dejan Čitlučanin 733,734, 735, 736, 737; Sladjana Stefanović 733, 734, 735, 736, 737; Sladjana Joksimović 734, 735; Ljiljana Kominac 735; Aleksandra Penjišević 733, 734, 735, 736, 737. 4. OŠ "Olga Milošević", Smederevska Palanka, (Borivoje Vukomanović): Milena Stojanović 738, 740; Slavica Jelić 733, 734, 735, 736; Aleksandra Djordjević 733, 734, 735, 736, 737, 738; Sonja Rusić 733, 734, 735, 736; Nenad Janković 733, 734, 735, 736, 737. 5. OŠ "Dr Dragiša Mišović", Čačak, (Draginja Nikšović i Radmila Aćimović): Katarina Čvrkić 740, 741, 742; Ivan Radović 738, 739, 740, 741; Sanja Tamaš 743, 744, 745, 746, 747; 6. OŠ "Jusuf Jakupović", Tuzla, (Ankica Peran): Sahiba Grabčanović 736; Jasmina Husanović 738; Denis Matić 738; Sanela Altumbakić 738; 7. OŠ "August Cesarec", Krapina, (Veselko Ćotić): Dejan Krkalo 734, 735, 736; Božidar Daković 733, 735, 736, 738; Branko Horvat 734, 735; 8. OŠ "Branko Miljković", Niš, (Kostadin Aleksov): Ljiljana Plavšić 743, 744, 745, 747; Sanja Zdravković 733, 734, 735, 736, 737; Ivona Mitrović 743, 744, 745, 747; Ana Jovanović 733, 734, 735, 736, 737; 9. OŠ "Kopaonički partizanski odred", Jošanička Banja, (Stanislav Lukić): Milijana Novković 733, 735; Gorica Trifunović 735; 10. OŠ "Stevan Filipović", Radalj, (Dragica Mitrović): Milena Pavlović 733, 735; Dragan Jokić 734,735; 11. OŠ "17. oktobar", Svetozarevo, (Milutin Mikić): Aleksandra Cvetković 738, 739, 740, 741, 742; Katarina Nikolajević 738, 739, 740, 741, 742; 12. OŠ "Milan Munjas", Ub, (Dragica Starčević i Živka Nedić): Jasmina Petrović 733, 735, 736, 737; Jelena Petrović 733, 735, 736, 737, 738, 743, 744; 13. OŠ "Miša Živanović", Makce, (Slaviša Stanković): Gorica Jocić 734, 736; Vladana Živković 734, 736; 14. OŠ "Ivan Milutinović", Beograd, (Nada Radosavljević): Slavica Popović 734, 735, 736; Ljiljana Marković 734, 735, 736, 737; 15. OŠ "Veljko Vlahović", Borča, (Živorad Petrović): Dragana Kamenica 733, 734, 735, 736, 737; 16. OŠ "Heroj Sveta Mladenović", Saraoci, (Mira Stevanović): Violeta Jović 733, 735, 736. 17. OŠ "Josip Pančić", Beljevac na Ibru, (Milan Zdravković): Svetlana Maričić 738, 740, 742. 18. OŠ "25. maj", Delimedje, (Salih Saraćević): Nermin Badić 733, 734, 735, 736. 19. OŠ "21. decembar, Derventa, (Miodrag Starčević): Biljana Kovačević 733, 735, 736, 737, 738,741, 742, 745, 746, 747. 20. OŠ "Sedam partizana, Knić, (Ljubica Stepanović): Tatjana Basarić 734, 741. 21. OŠ " Andra Savčić", Valjevo, (Dragan Popović): Snežana Kovačević 743, 744, 747. 22. OŠ "Stevan Sindjelić", Beograd, (Spas Harizanov): Ivana Damnjanović 733, 734, 736, 737, Djordje Djokić: 733, 734, 735, 736, 738. 23. OŠ "Ćirilo i Metodije", Beograd, (Milomir Djuruć): Slobodan Matić 733, 734, 735, 736, 737; 24. OŠ "Miodrag Čajetinac Čajka", Trstenik, (Vojislav Lazarević): Ivan Pantelić 733, 735, 736, 737. 25. OŠ "Joca Milosavljević", Miloševo, (Miodrag Milanović): Branka Milojković 733, 736, 737. 26. OŠ "Vlada Obradović Kameni", Novi Beograd, (Danica Ralić): Dragana Denac 741, 743, 747. 27. OŠ "Nada Purić", Valjevo, (Ljiljana Milić): Ljiljana Djurić 734. 28. OŠ "Bratstvo jedinstvo", Sarajevo, (Milijana Kankaraš): Goran Ružić 733, 734, 736, 737, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746. 29. OŠ "Boris Kidrič", Gornji Matejevac, (Vukadin Ristić): Jasmina Filipović 736, 738, 743, 745, 747. 30. OŠ "Milan Tasić", Vrhpolje, (Radojica Ilić) : Miodrag Simić 738, 740, 741, 742. 31. OŠ "Ivan Milutinović", Vrnjačka Banja, (Nada Radosavljević): Dragana Pejović 743, 744, 745, 746, 747. 32. OŠ "Djuro Djaković", Beograd, (Bojka Lovren): Vladimir Marić 734, 735, 736, 737. 33. OŠ "Anta Bogićević", Loznica, (Dragica Trišić): Pedja Djurić 733, 734, 735, 736, 737. 34. OŠ "Branko Miljković", Niš, (Kostadin Aleksov): Ivan Krstić 743, 744, 745,747. 35. OŠ "20. oktobar", Novi Beograd, (Mira Vuković): Ivan Ristić 738. 36. OŠ "Božidar Dimitrijević Kozica", Bare, (Sladjana Randjelović): Stiven Todorović 698, 700, 701, 702. 37. OŠ "Milica Pavlović", Čačak, (Jevrem Ristanović): Aleksandra Radojičić 733, 734. 38. OŠ "8. oktobar", Vlasotince, (Mihajlo Djokić): Snežana Krstić 733, 741. 39. OŠ "Ivo Lola Ribar", Grdelica, (Smilja Ivanović): Milena Pešić 733, 734, 735, 736, 737. 40. OŠ "Ljubiša Urošević", Ribare kod Svetozareva, (Simonida Milenković): Olivera Ignjatović 743, 744, 745, 746, 747. 41. OŠ "Filip Filipović", Čačak, (Ružica Stojanović): Aleksandar Aleksić 743, 744, 745, 746, 747. 42. OŠ "Žića Marković", Donje Crnjevo, (Radmila Petrović): Mirjana Tomić 733, 734, 735, 736, 737. 43. OŠ "Milan Milošević", Mrčajevci, (Stanojka Milisavljević): Željka Nikitović, 741. 44. OŠ "Braća Ribar", Beograd, (Nenad Golović): Vuk Bijelić 733, 734,735. 45. OŠ "Ćirilo i Metodije", Beograd, (Milomir Djukić): Radmila Tutunović 733, 734, 735, 736, 737. 46. OŠ "Dušan Popović", Dragovo, (Gordana Krstić): Dejan Dimitrijević 734. 47. OŠ "Hasan Kikić", Sanski Most, (Dmitar Jeličić): Ljubica Delić 743, 744, 745, 747. 48. OŠ "Josip Pančić", Baljevac na Ibru, (Milan Zdravković): Zdravko Pantović 738, 740, 742. 49. OŠ "8. septembar", Pirot, (Milorad Vidanović): Dragan Mladenović 735, 736, 737, 738, 740, 743, 744, 746, 747. 50. OŠ "Radoje Domanović", Vranje, (Vojislav Trajković): Siniša Ristić 733, 735, 736. 51. OŠ "Joca Milosavljević", Bagrdan, (Miodrag Milaković): Ivan Veličković 733, 734, 735, 736, 737. 52. OŠ "Josif Pančić, Brvenik, (Milan Zdravković): Mira Gvozdenović 733, 734, 735, 736, 737. 54. OŠ "Ljubiša Urošević", Ribare kod Svetozareva, (Simonida Milenković): Nevenka Mladenović 743, 744, 745, 747. 55. OŠ "25. maj", Krupanj, (Marina Femić): Miodrag Stakić 735. 56. OŠ "Tanasko Rajić", Čačak, (Vera Tomašević): Svetlana Djordjević 734, 735, 736.57. OŠ "Ljupče Nikolić", Aleksinac, (Srba Ivanović): Danijela Mitić 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 742, 743. 58. OŠ "Stjepan Stevo Dilipović", Beograd, (Dobrila Vranješević): Nebojša Tanević 698, 701. 59. OŠ "B.D. Kozica", Kosidol, (Sladjana Randjelović): Dafina Berjanović 700, 701. 60. OŠ "Kikinda", (Saveta Živić): Dragana Rankov 743, 747. 61. ŠPO "Nikola Tesla", Foča, (Prgo Šefik): Zdravko Radović 748 (Dragan Kovač): Lejla Drapić 748. 62. OC Zdravstvene struke, Zemun, (Bogdan Abramović): Vladimir Jekić 755; Adrijana Antonić 755; Dijana Klačar 755; Čedomir Kasagić 755. 63. OOUR "Vera Blagojević", Šabac, (Miladin Veljović): Danijela Knežević 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 745, 746, 747, 748.

## NAPOMENE O REPUBLIČKOM SEMINARU O NASTAVI FIZIKE
(Obaveštenje nastavnicima i profesorima fizike)

U okviru "Januarskih dana prosvetnih radnika SR Srbije" tradicionalno,svake godine,Društvo matematičara,fizičara i astronoma SR Srbije a potom i Društvo fizičara Srbije,organizuje stručni seminar o nastavi fizikeu osnovnim i srednjim školama.

Prvi put 1982. godine,a potom i naredne dve godine 1983. i 1984. , štampani su integralni tekstovi ovih predavanja u posebnoj publikaciji "PREGLED",što je bila dobra zamena za časopis o nastavi fizike koga ne - ma,ne izlazi na srpsko-hrvatskom jeziku,iako je Društvo matematičara i fizičara SR Hrvatske u ime Saveza društava matematičara,fizičara i astronoma Jugoslavije pokušavalo u više navrata da izdaje "Bilten" za obradu ove materije.

U navedene tri godine troškovi štampanja "Pregleda" bili su lako pokrivani iz sredstava kotizacije. Medjutim,stalna poskupljenja i neprestani porast stope inflacije dovela su do obustave u daljem izlaženju,nadamo se,ove dragocene publikacije. I pored uloženog napora nismo uspeli da pribavimo dodatna novčana sredstva od institucija zaduženih za obrazovanje,iako bi im moralo to biti dužnost i obaveza.

Samo nekoliko dana ranije i po prvi put u istoriji ovih seminara,Republički zavod za unapredjivanje vaspitanja i obrazovanja SR Srbije za - tražio je od Društva fizičara Srbije da napravi plan troškova održavanja ovog seminara. Ponadajmo se da nailaze bolja vremena za obrazovanje i nauku,uopšte.

Draško Grujić

**KUPON**

x Konkursni zadaci  x Zadaci - pitanja

x Nagradni zadaci  x E-zadatak

Učenik _____

Škola i razred _____

Nastavnik fizike _____

Pošt.broj i mesto _____

Ulica i broj _____

"Mladi Fizičar", redakcija

Rešenja zadataka iz "Mladog fizičara"

11000 BEOGRAD, Gospodar Jevremova 16.



---

ZAJEDNICA NAUKE ZA TERITORIJU REPUBLIKE SR SRBIJE POMOGLA JE IZLAŽENJE NAUČNO-OBRAZOVNOG ČASOPISA IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNIH I SREDNJIH ŠKOLA "MLADI FIZIČAR" U 1986. GODINI SA 200.000 DINARA.

PREDSEDNIŠTVO DRUŠTVA FIZIČARA SRBIJE I UREDJIVAČKI ODBOR ČASOPISA ZAHVALJUJU ZAJEDNICI NA OVOJ POMOĆI.

Draško Grujić

---

MATEMATIČKO-FIZIČKI LIST" za učenike srednjih škola izlazi u četiri broja tokom školske godine. Pojedini se broj prodaje po 150 dinara. Pretplata za 4 broja iznosi 500 dinara, za inozemstvo dvostruko.
Adresa lista je:"Matematičko-fizički list",Ilica 16/III , 41000 ZAGREB,pošt. pretinac 258,tel.041/425-288 .Uplate se vrše na čekovni žiro-račun: "Društvo matematičara i fizi - čara ",Zagreb,br.30102-678-4202.
Na uputnici kao svrhu uplate valja bezuvjetno naznačiti: "Za mat. fiz. list".

Zbirku rešenih zadataka MEDJUNARODNE OLIMPIJADE IZ FIZIKE možete naručiti kod istog izdavača po ceni od 300 dinara.

---

**„VASIONA", časopis za astronomiju**
**Časopis „Vasiona" u 5 brojeva godišnje donosi naučno-popularne i stručne članke, astronomske emeferide, posmatračke priloge, članke iz nastave i novosti iz svih oblasti astronomije i srodnih nauka. „Vasiona" je namenjena profesorima astronomije, učenicima, studentima i svim ljubiteljima neba. Godišnja pretplata za 1986. godinu iznosi 400 dinara, i uplaćuje se na žiro račun br.: 60806-678-6639.**
**Časopis izdaje Astronomsko društvo „Ruđer Bošković", 11000 BEOGRAD, Gornji grad 16; tel. (011) 624-605.**

---