## OBAVEŠTENJE UREDNIŠTVA

Časopis iz fizike za učenike osnovih i srednjih škola **„Mladi fizičar"** ulazi u jubilarnu desetu godinu svoga postojanja i uspešnog pomaganja učenicima svih uzrasta (od VI razrada osnovne do IV razrada 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 takmičenja iz fizike), itd.

**PRILOZI** koje nam šaljete, osim rešenja zadataka, treba da budu otkucani sa dvostrukim proredom na hartiji formata A—4, i ne treba da budu duži od pet kucanih strana. Crteži treba da budu Izrađeni tušem na posebnoj hartiji. Rukopisi se ne vraćaju. Uređivački odbor zadržava pravo da rukopise rediguje bez traženja posebne saglasnosti autora, i da ih objavljuje redom koji ne zavisi od redosleda prispeća.

Zbog isplate autorskih honorara potrebno je na odvojenom listu hartije ispisati: prezime i ime, zvanje i zanimanje, adresu (sa pošt. brojem) i broj žiro-računa, odnosno potpisanu izjavu da se ne poseduje žiro-račun.

Takođe treba dostaviti opštinsku stopu poreza i doprinosa na autorske honorare i broj žiro-računa opštine (na kojoj stanujere) na koji se uplaćuju porezi i doprinosi.

**Godišnja pretplata** se odnosi na četiri broja kao komplet, odnosno na brojeve 37—40, koji izlaze u toku školske 1985/86 godine.

U zavisnosti od datuma uplate novca na žiro-račun Društva fizičara Srbije, broj:

**60806-678-77766, SDK BG,** sa naznakom „Mladi fizičar 85/86", pretplata iznosi:

a) **440** dinara ako se uplata novca izvrši do **30 Novembra,** uz rabat **12%**

b) **500** dinara, ako se uplata novca izvrši posle **1. Decembra,** uz rabat **10%**

Pravo na rbat imaju samo ona pravna i fizička lica koja poruče **20** i više kompleta časopisa.

Porudžbine do 10 (deset) komipleta-pretplata isporučuju se naručiocu pošto se prethodno i u celosti izvrši uplata novca na žiro-račun .

Svaki nastavnik fizike koji pretplati 75 ( i više) učenika na časopis „Mladi fizičar" biće oslobođen (on ili škola) plaćanja obavezne kotizacije na Republičkom (godišnjem) seminaru o nastavi fizike, ili će pak dobiti „PREGLED" — zbornik predavanja ako ne bude učestvovao u radu ovog seminara.

**Na zahtev škole odnosno nastavnika fizike šaljemo besplatan uzorak časopisa.** (jedan primerak).

U interesu korisnika časopisa „Mladi fizičar", Društvo fizičara Srbije kao Izdavač, zadržava pravo da i parcijalno, posle svakog isporučenog broja časopisa, zatraži uplatu adekvatnog iznosa novca kao deo pretplate.

Izmirenje pretplate potrebno je u potpunosti izvršiti najkasnije 15 dana (zakonski rok) po prijemu poslednjeg broja časopisa. Posle ovog roka na iznos duga Društvu fizičara Srbije zaračunava se zatezna kamata za svaki dan zakašnjenja.

**Narudžbenica i priloge,** sa naznakom „za Mladi fizičar", slati na adrese:
1. DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE,
11080 ZEMUN, ul. M. Gorkog 118, i
2. ŠKOLSKA KNJIGA,
11000 BEOGRAD, ul. Studentski trg 6.

Evidencija pretplate: 011/478-758, Dragana Cervović, od 8—12 časova.

Ostala obaveštenja: 011/212-219, Jeftić Jovanka, od 7—15 časova

011/185-295 „Školska knjiga", od 8—20 čas.

U Beogradu časopis „Mladi fizičar" može se nabaviti i u slobodnoj prodaji u knjižarama:

1. „Školska knjiga", ul. Studentski trg 6, tel. 185-295
2. „Tehnička knjiga", ul. Maršala Tita 21. tel. 332-687
3. „Naučna knjiga", ul. Knez Mihailova 19 (prolaz), tel. 633-867
4. „Naučna knjiga", ul. Kneza Mihailova 40, tel. 186-831.

**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—36, i možemo vam ih ponuditi po jedinstvenoj ceni od 70 dinara po primerku. Za poručenih 80 i više primeraka odobrava se rabat od 10%.

YU ISSN 0351-5575

# mladi fizičar 37

85/86

*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 X, br. 37 (1985/86)

**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:*
Božidar S. MILIĆ, 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: duga

Autor fotografije: Prof.dr J.Labat

S A D R Ž A J

strana

L.Rak: O verovatnoći, statistici i fizici ..... 2
D.Redžić: Duga ..... 7
D.Grujić: Plivanje tečnosti 13
Prof.P.Savić: Nekoliko misli 19
ZADACI:
Zadaci za domaći rad ..... 20
Konkursni zadaci ..... 21
Rešenja konkursnih zadataka iz MF-34/35 (II deo) .... 25
Rešenja konkursnih zadataka iz MF-36 ..... 35
Nagradni zadatak, br.29... 43
Dobitnici godišnjih nagrada časopisa "Mladi fizičar" .. 44
Za mlade fizičare - enigmatičare ..... 45
Ispravke iz MF-36 ..... 46
Pravilna rešenja ..... 47
Uputstvo za rešavanje zadataka ..... 48
"Vasiona" i "Matematičko-fizički list", poziv na pretplatu ..... 49
"Mladi fizičar", obaveštenja (zadnja strana korica) .... 50

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

## POZIV NA SARADNJU

Uređivački odbor poziva čitaoce „Mladog fizičara", učenike srednjih i osnovnih škola, studente, profesore i nastavnike fizike, i druge, da svojim prilozima na temu iz fizike pomognu izlaženje časopisa i da ga u isto vreme učine još privlačnjim. Kao priloge pošaljite nam originalne računske i druge zadatke iz fizike, opis originalnih i prilagođenih eksperimenata iz fizike koji se mogu izvoditi samostalno (za rubriku „Kutak istraživača" ili rad kod kuće), fiziku u fotografiji, humor u fizici (šale, anegdote, stripove, karikature, crteže) ukrštenice, rebuse, pomeraljke (po ugledu iz „Mladog fizičara", br. 36), neke interesantne zgode sa časova fizike, i slično.

Autoru svakog vrednog priloga koji bude objavljen u „Mladom fizičaru" biće zahvalno više od 20 000 učenika širom Jugoslavije. Najzad, vašim prilozima najbolje ćemo obeležiti i desetogodišnjicu izlaženja „Mladog fizičara". U prvoj deceniji izlaženja časopis je doživeo različite promene u traganju za pravom fizionomijom i rešenjima. Trpeo je i materijalne teškoće, od nestašice papira u štamparijama do šokantnih poskupljenja svega što je bilo u neposrednoj vezi sa izlaženjem i distribucijom časopisa. Na teškoće se mora i na dalje računati, što će zahtevati veliku upornost svih onih koji su se okupljali oko „Mladog fizičara" i brinuli brigu o njemu, počev od prvog broja, da se izlaženje časopisa nastavi na isti način kao i do sada.

Draško Grujić, gl. urednik

**DIDAKTIČKO-METODIČKO UPUTSTVO 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.)**

Rak Lajoš
Prirodno-matematički fakultet
B e o g r a d

# O VEROVATNOĆI, STATISTICI I FIZICI

Verovatno ste već čuli šalu o tome kako se redjaju laži prema "jačini": mala laž, nužna laž, velika laž i statistika. Iz ovog bi se moglo zaključiti da se statističkim podacima može "dokazati" bilo koja odabrana tvrdnja ali i sasvim suprotna od nje. U poslednje vreme novine, radio i televizija (neki bi rekli sredstva masovnih medija) prosto nas bombarduju različitim statističkim podacima. Čujemo o dugu prosečnog Jugoslovena prema inostranstvu, prosečnom prinosu kukuruza po hektaru, prosečnim ličnim dohocima zaposlenih u pojedinim privrednim granama i u vanprivrednim delatnostima itd. Doba u kome živimo mnogi nazivaju atomsko doba, ili doba treće tehnološke revolucije, ali bi ga mogli nazvati i dobom "poplave statističkih podataka". Statističkim podacima barataju ne samo oni koji se u to razumeju, već i oni koji samo misle da se u to razumeju (a zapravo nemaju pojma o statistici). Ova druga grupa je, na žalost, često znatno brojnija. Nije ni čudo što je zbog njih statistika kao nauka mnogo izgubila od svog ugleda, iz čega je i proizašla navedena šala.

Statistika je zapravo veoma ozbiljna i važna nauka koja se bavi obradom velikog broja podataka iz raznih oblasti ljudskih aktivnosti. Na osnovu ove obrade, odnosno zaključaka koji slede iz nje donose se veoma važne odluke, od kojih često zavisi budućnost velikog broja ljudi, čak i cele zemlje. Rezultati obrade, pa i zaključci koji proizlaze iz njih, zavise i od tačnosti polaznih podataka i od načina statističke obrade. U principu mogu se sresti četiri mogućnosti:

1. Lažni polazni podaci, pogrešna statistička obrada; rezultati i zaključci će nužno biti netačni;
2. Istiniti podaci, pogrešna statistička obrada; rezultati i zaključci, isto tako neminovno pogrešni;
3. Lažni podaci, ispravna statistička obrada; rezultati i zaključci će opet biti potpuno bezvredni i neispravni;
4. Istiniti podaci, ispravna statistička obrada rezultati i zaključci ispravni i mogu se pametno iskoristiti.

Očigledno, samo je ovaj poslednji slučaj interesantan za nas, ali se u praksi veoma često susreću i prva tri.

U fizici se statističke metode pojavljuju uglavnom na dva mesta: u obradi rezultata merenja, i u proučavanju sistema sa velikim brojem čestica u posebnoj oblasti savremene fizike koja se zove statistička fizika. Neke pojmove koji imaju veze sa statistikom, kao što je na primer, srednja brzina susrećemo naravno i u drugim oblastima fizike.



Kod sistema sa velikim brojem čestica kojima se bavi statistička fizika, proučavanje kretanja pojedinačnih čestica (izračunavanje njihovih položaja i brzina za svaki trenutak vremena) ne bi imalo nikakav praktičan značaj. Naime, sa podacima o kretanju pojedinih čestica ne bismo umeli ništa pametno da uradimo. Savremena fizika ovaj problem rešava na vrlo razborit način tako što odustaje od praćenja pojedinačnih molekula i mnogočestični sistem opisuje sa nekoliko neposredno merljivih veličina koje se zovu makroskopske i odnose se na sistem kao celinu. Makroskopske veličine su na primer: pritisak, temperatura, zapremina, masa itd. a one se, priznaćete, relativno lako mere. Statistička fizika pronalazi vezu izmedju njih i tzv. mikroskopskih veličina koje se odnose na pojedinačne molekule. U takve veličine spadaju, na primer, srednja brzina molekula, srednja promena impulsa pri sudaru molekula sa zidom suda, srednja kinetička energija molekula itd.

U daljem tekstu ovog članka i u sledećih nekoliko nastavaka, izložićemo neke osnovne veličine, kojom operiše statistika. Na primerima iz svakodnevnog života i iz fizike ukazaćemo gde i kako ima ili nema smisla primeniti statistiku. Autor se nada da će mu čitaoci oprostiti, što neće biti preterano sistematičan u izlaganju ni posebno precizan pri definisanju pojedinih pojmova sa matematičkog stanovišta.

## Srednja (prosečna) vrednost

Srednja vrednost je u statističkim obradama najčešće upotrebljavana veličina, odakle su je mnogi preuzeli i primenjuju je na sve i svašta. Na ovom mestu nećemo vas zamarati matematičkom definicijom ove veličine, nego ćemo smatrati da je ona toliko očigledna da je svakom jasna. Krenimo odmah sa konkretnim primerima.

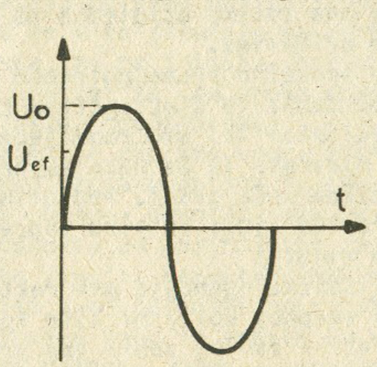
Prema statističkim podacima, prosečno vreme potrebno da jedan čovek sagradi porodičnu kuću* je 160 dana. (U statističkom kalendaru se podaci ove vrste daju sa dve decimale, ali smo radi jednostavnosti izvršili zaokruživanje). Navedeni podataka je za neke svrhe razuman, jer dočarava brzinu kojom se porodična kuća gradi. Medjutim, da li se na osnovu nje može zaključiti da će 160 ljudi tu kuću sagraditi za jedan dan ili 234 000 ljudi za jedan minut?!

Da bi primamili turiste, turističke agencije pri reklamiranju odmarališta često navode podatak o ukupnoj količini kiše koja tamo padne za godinu dana. Da li ovaj podatak, sam po sebi, ima praktičnu vrednost za budućeg posetioca? Odgovor je "ne" jer, priznaćete, za čoveka koji je došao na letovanje nije svejedno da li ta ukupna količina kiše padne u toku samo nekoliko dana (i to letnjih) kao provala oblaka, a ostalih dana je vedro, ili kiša sipi svaki dan po malo. A u oba slučaja se dobija ista "srednja godišnja količina kiše".

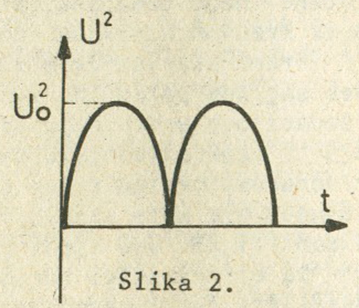
Prosečna temperatura u pustinji je oko 20°C. Da li to znači da je istraživaču koji doputuje u tu pustinju, recimo radi ispitivanja mineralnog bogatstva, dovoljno da ponese samo letnju garderobu? Nije, pošto je ta srednja temperatura rezultat činjenice da se dnevna temperatura penje i iznad 50°C, a noćna spušta i ispod 0°C. Kao što je poznato ljudski organizam reaguje na trenutne i lokalne vrednosti temperature, a ne na srednje. Ako neko ne veruje u to nek dodirne vruću peglu samo vrhom prsta. Kad to ne bi bilo tako, neko kome je jedna noga u rastopljenom asfaltu a druga u tečnom vazduhu bio bi na "prosečno" vrlo ugodnoj temperaturi.

U svim ovim primerima je očevidno primenjena mogućnost 2 (istiniti podaci pogrešna statistika). Dobijeni rezultati imaju isto toliko smisla i isto su toliko upotrebljivi za donošenje daljih zaključaka, kao kad bi u bolnici, glavna sestra na viziti izvestila lekara o srednjoj temperaturi svih bolesnika u sobi ili navela srednji broj njihovih istorija bolesti. Možemo da navedemo i bezbroj drugih primera gde se srednja vrednost takodje upotrebljava na pogrešan način jer ne daje pravu sliku o usrednjenim veličinama, i koje susrećemo skoro svaki dan. Takvi su na primer svi podaci o Prosečnom Jugoslovenu[1], podatak da je broj dece u prosečnoj porodici recimo 2,34, ili onaj o prosečnoj potrošnji alkoholnih pića "po glavi", pri čemu se uzima da bebe isto toliko piju koliko i hronični alkoholičari itd. Nakon ovih primera, u kojima je srednja vrednost nadjena formalno, bez analize o tome koji je smisao takvog podatka ("ja jedem kupus, on jede meso - u proseku jedemo sarmu"), navedimo jedan primer drugačije vrste, iz fizike.

Naizmenična struja, kao što i sam naziv kazuje nije stalna, nego se menjaju njena jačina i smer u vremenu $t$ (slika 1). Za one koji malo bolje znaju matematiku napominjemo da se naizmenična zove ona struja koja se menja po sinusnom zakonu, ma da ovaj podataka nećemo u daljem izlaganju koristiti. Kolika je srednja vrednost naizmenične struje? Pošto je struja u toku jednog poluperioda pozitivna a u toku drugog negativna i menjaju se u vremenu na isti način srednja vrednost njene jačine je nula. Boljim matematičarima ćemo prepustiti da to i egzaktno dokažu integraleći sinusnu funkciju po jednom periodu, a ostale nećemo opterećivati sa detaljima ovog dokaza.




Slika 1.




Slika 2.

Kod naizmenične struje i napon se menja po sličnom zakonu, pa je srednja vrednost napona takodje nula. Prema tome srednja jačina struje i srednji napon u gradskoj električnoj mreži, pošto kroz nju teče takodje naizmenična struja jednaki su nuli. Iz iskustva nam je dobro poznato da je naizmenična struja veoma korisna za nas, kada pokreće električne uredjaje u našim domaćinstvima, a često i opasna. Zbog toga su fizičari (ili elektroinženjeri) umesto "obične srednje jačine struje" i "srednjeg napona" uveli veličine koje su daleko praktičnije. To su tzv. efektivne vrednosti napona i jačine struje. Od svih dejstava struje često je najvažnije toplotno, pa je ono uzeto kao polazna osnova pri ovome. Podsećamo da veliki broj uredjaja u domaćinstvima električ-

---

1) Prosečni smo pisali velikim početnim slovom, pošto je to verovatno prezime tog čoveka.



nu energiju pretvara u toplotnu (grejalice, štednjaci, rešoi, bojleri, sijalice itd.). Efektivna vrednost naizmenične struje ($I_{ef}$) je ona vrednost stalne (jednosmerne) struje koja bi imala isto toplotno dejstvo kao i ta naizmenična struja. Toplotno dejstvo, tačnije rečeno količina oslobodjene toplote (Džulova toplota), proporcionalna je kvadratu jačine struje (odnosno napona). Zbog toga smo funkciju sa slike 1. kvadrirali (slika 2). Tako smo dobili funkciju koja nema negativne vrednosti, što smo i očekivali jer je kvadrat negativnog broja pozitivan. Ako se sada sprovede matematički postupak nalaženja srednje vrednosti, čiji detalji za nas nisu ovde bitni dobijamo:

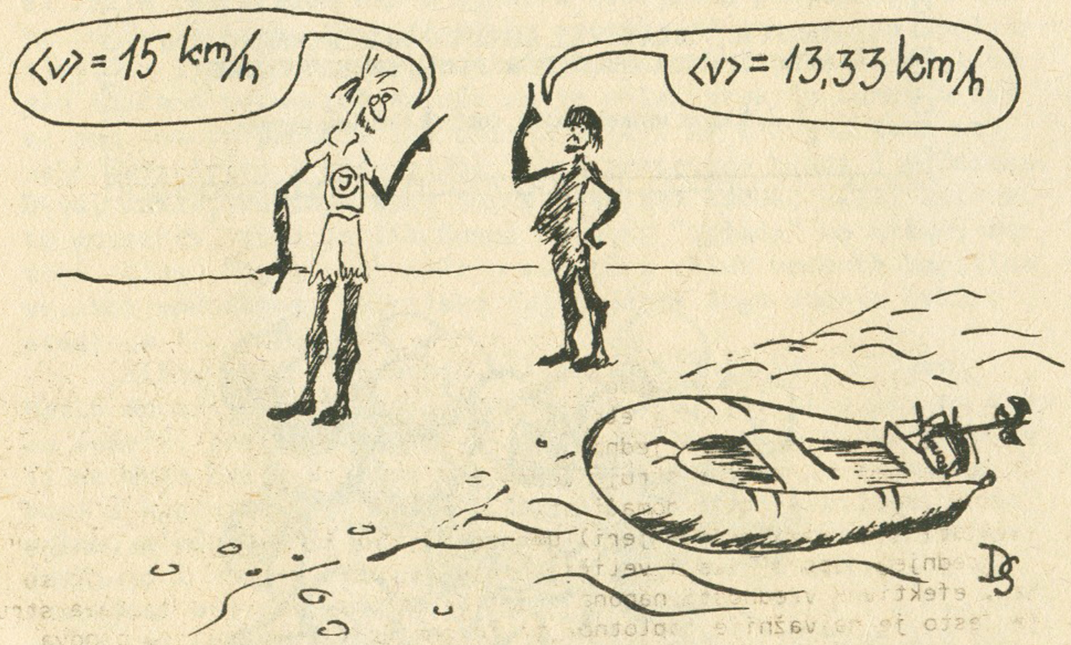
$$I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad , \qquad U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \quad ;$$

gde su $I_0$ i $U_0$ maksimalne vrednosti naizmenične struje, odnosno napona. Interesantno je da efektivne vrednosti ne zavise od učestanosti naizmenične struje.

Ovako definisane efektivne vrednosti napona i struje imaju veliki praktičan značaj, pošto se pomoću njih veoma lako može izračunati potrošnja električne energije u domaćinstvima. Svi znamo da je napon gradske mreže 220 V. Ovaj podatak predstavlja efektivnu vrednost napona. To znači da maksimalna vrednost napona iznosi 311 V, a taj podatak, osim stručnjaka, niko i ne zna.

Ovaj članak završićemo jednom pričom, koja nije sasvim bez pouke.

Dvojica dobrih prijatelja, nazovimo ih Perica i Jovica, otišli su na višednevni izlet na reku. Sa sobom su poneli šator, kamp opremu i gumeni čamac sa malim motorom. Svežu hranu kupuju svakog dana u pro-




davnici, koja se nalazi nizvodno, na 10 km od mesta gde su razapeli šator. Prvog dana je Jovica išao u kupovinu i pri povratku oduševljeno priča da je sa ovim malim motorom postigao prosečnu brzinu od 15 km/sat. Kada se Perica počeo čuditi, on objasni:

– Do prodavnice sam stigao za pola sata. Dakle brzina mi je bila 10 km/0,5 sati = 20 km/sat. Pri povratku, pošto sam vozio uzvodno, deset kilometara sam prešao za 1 sat. Brzina mi je prema tome, bila 10 km/1 sat = 10 km/sat. Kada usrednjim ove brzine dobijam: (20+10)/2 km/sat = 15 km/sat.

Perica i dalje sumnja i reši da proveri sam. Brzo skoči u čamac i zaplovi prema prodavnici. Na pola puta primeti da je u žurbi zaboravio svoj časovnik u šatoru. On ipak ne očajava, već nastavlja put nadajući se da će njegov prijatelj izmeriti vreme. Kad se vrati saznaje da je Jovica izmerio vreme i ono iznosi 1,5 sat. Sada Perica računa srednju brzinu:

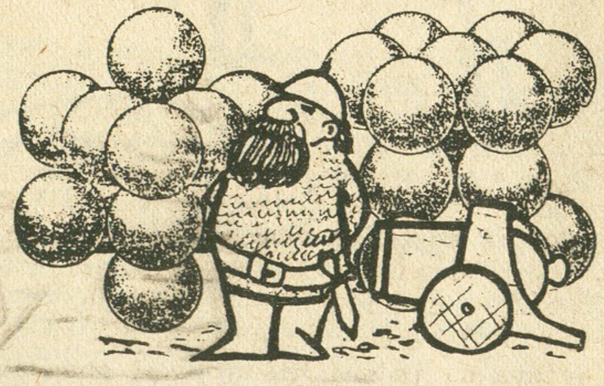
– Ja sam put od 20 km prešao za 1,5 sat dakle za isto vreme kao i moj prijatelj. Moja srednja brzina je medjutim samo: 20 km/1,5 sat= = 13,33 km/sat.

I izmedju njih započinje diskusija, o tome kako i zbog čega je nastala ova razlika u srednjim brzinama od 1,67 km/sat. Za 1,5 sat ovom brzinom čamac bi mogao da predje još oko 2,5 km!

Vi već verovatno znate ko je od njih dvojice bio u pravu tj. koji je primenio mogućnost 2, a koji mogućnost 4 i odakle ova razlika puteva od 2,5 km. Ako niste uspeli da rešite ovu malu zagonetku, odgovor potražite u sledećem broju MF, u nastavku ovog članka.

„TEORIJA JE DOBRA STVAR, ALI ISPRAVNI EKSPERIMENTALNI REZULTATI ZAUVEK SU UGRAĐENI U TEMELJE FIZIKE"

P. L. Kapica, sovjetski fizičar, dobitnik Nobelove nagrade.





# ŠTA JE...

DUGA

Dragan Redžić
Prirodno-matematički fakultet, Beograd

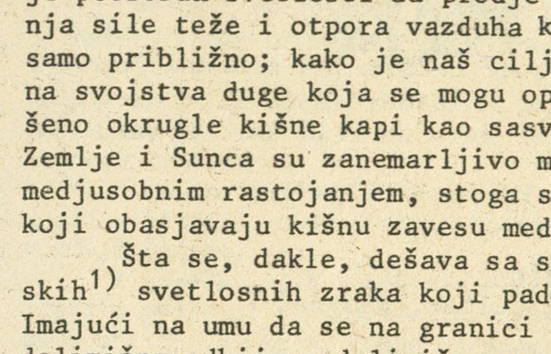
Prema starom engleskom verovanju u podnožju duge može se naći ćup pun zlatnika. Srbi kažu: ako žensko prodje ispod duge, postaće muško, i obrnuto. Da li je duga dobro znamenje, odnosno šta znači njena pojava na nebeskom svodu, možda znaju pesnici ili proroci. Fizičari, po običaju, pokušavaju da rastave igračku da bi videli šta se krije unutra.

Pažljivi posmatrač primećuje da se duga uvek vidi na onom delu neba iz kojeg još pada kiša i samo ako je pri ovome posmatrač okrenut ledjima prema Suncu. Dugine boje smenjuju se istim redosledom kao u spektru dobijenom propuštanjem snopa Sunčevih zraka kroz staklenu prizmu, od crvene, na spoljašnjoj, do ljubičaste, na unutrašnjoj strani duge. Ako duga naglo nestane posmatrač zapaža da je oblak prekrio Sunce a čim se ono ponovo promoli iza oblaka pojavi se i duga. Kako se nebo razvedrava i kiša slabi, duga postepeno bledi i iščezava. Duga, dakle, nastaje kada Sunce obasjava zavesu kiše. Slikovito govoreći, duga je lik Sunca koje se "ogleda" na kišnoj zavesi. Ulogu "ogledala" može preuzeti i oblak vodenih kapljica velikog vodoskoka. Teorijsko objašnjenje duge dao je Dekart sredinom 17. veka.

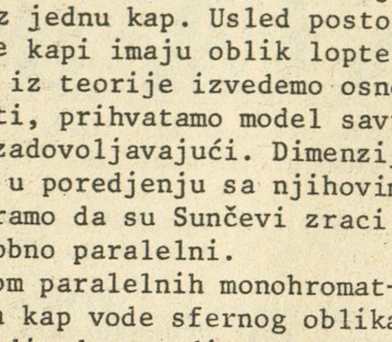
Kišnu zavesu obrazuju milijarde kišnih kapi. Slavni Marko Antonije de Dominis, nadbiskup splitski, bio je, po svemu sudeći, prvi fizičar koji je eksperimentalno proveravao da li se duga krije u jednoj kišnoj kapi. Dominis je staklene boce i kugle ispunjene vodom izlagao Sunčevoj svetlosti i na njima, gledajući iz odredjenog ugla, opažao boje koje se pojavljuju i u dugi. Čitalac treba da ima u vidu doba kada su izvodjeni ovi eksperimenti – kraj šesnaestog veka – i činjenicu da oni prethode Dekartovoj teoriji duge. Pre nego što opišemo šta se dešava na jednoj kišnoj kapi obasjanoj zracima svetlosti, neophodno je obrazložiti pretpostavke na kojima se taj opis zasniva.

Kapi kiše padaju pod delovanjem sile Zemljine teže, ali pošto je njihova brzina zanemarljivo mala u poredjenju sa brzinom svetlosti, možemo smatrati da one miruju tokom veoma kratkog intervala vremena (reda veličine $10^{-11}$ sekundi) koji je potreban svetlosti da prodje kroz jednu kap. Usled postojanja sile teže i otpora vazduha kišne kapi imaju oblik lopte samo približno; kako je naš cilj da iz teorije izvedemo osnovna svojstva duge koja se mogu opaziti, prihvatamo model savršeno okrugle kišne kapi kao sasvim zadovoljavajući. Dimenzije Zemlje i Sunca su zanemarljivo male u poredjenju sa njihovim medjusobnim rastojanjem, stoga smatramo da su Sunčevi zraci koji obasjavaju kišnu zavesu medjusobno paralelni.

Šta se, dakle, dešava sa snopom paralelnih monohromatskih[1] svetlosnih zraka koji pada na kap vode sfernog oblika? Imajući na umu da se na granici izmedju dve sredine svetlost delimično odbija a delimično prelazi u drugu sredinu, može se uvideti da iz kapi izlaze zraci nakon dva prelamanja i proizvoljnog broja odbijanja na unutrašnjoj površini kapi. Razmatraćemo slučaj svetlosnih zraka koji iz kapi izlaze posle dva prelamanja i jednog odbijanja, kao što je prikazano na sl.1. Na toj slici je sa $\gamma$ označen ugao izmedju upadnog i izlazećeg svetlosnog zraka, r je rastojanje od posmatranog zraka do njemu paralelne prave koja prolazi kroz centar kapi, a R je poluprečnik kapi. Usled simetrije kapi, svi zraci sa istom vrednošću r prolaze kroz kap na isti način i izlaze iz nje pod istim uglom u odnosu na prvobitni pravac. Iz zakona odbijanja i prelamanja svetlosti sledi da put svakog zraka leži u ravni koja sadrži upadni zrak i njemu paralelnu pravu koja prolazi kroz centar kapi.



sl.1.

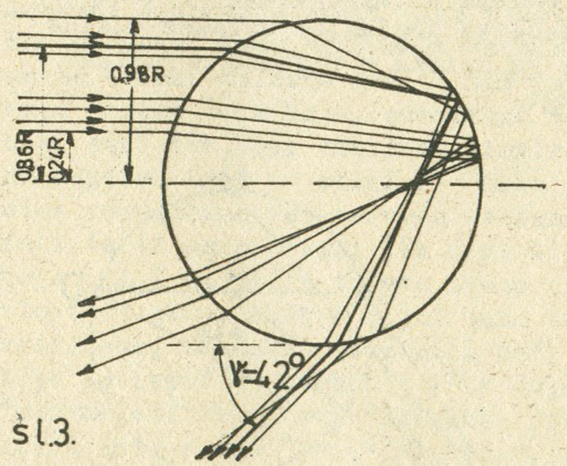


sl.2.

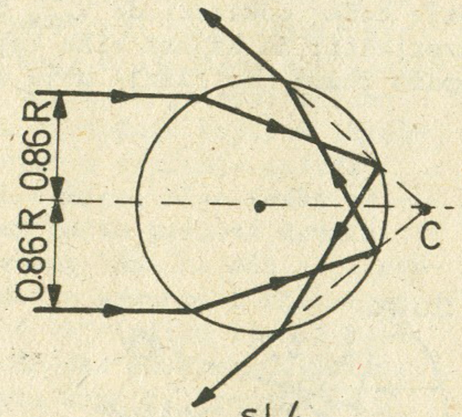
Koristeći zakone odbijanja i prelamanja svetlosti moguće je ustanoviti kako ugao skretanja zraka $\gamma$ zavisi od r, R i indeksa prelamanja n kapi. Na slici 2. ta zavisnost je grafički prikazana za slučaj n = 4/3 (to je vrednost indeksa prelamanja vode za žutu svetlost talasne dužine 589 nm). Na kišnu kap padaju zraci sa vrednostima r od 0 do R. Oni izlaze iz



kapi pod raznim uglovima $\gamma$. Posmatrač vidi kao najintenzivnije one zrake koji spadaju u oblast maksimuma krive na slici 2, a to su zraci za koje je $\gamma \cong 42^{o}$. "Zgusnutost" zraka koji izlaze iz kapi pod uglovima bliskim $42^{o}$ pokazana je na slici 3. gde su nacrtani tačno izračunati putevi nekih svetlosnih zraka sa različitim vrednostima r, za slučaj n = 4/3. U svom teorijskom objašnjenju nastanka duge, Dekart je izračunao puteve za nekoliko hiljada zrakova koji padaju u razne tačke površine kišne kapi. Zamislite "svetlosnu cev" koju obrazuju upadni zraci sa vrednostima r bliskim 0,86 R. Nakon izlaska iz kapi svi ti zraci obrazuju konus divergentnih zrakova koji prividno polaze iz tačke C (slika 4). Osa tog konusa je prava paralelna upadnim zracima koja prolazi kroz centar kišne kapi a ugao otvora konusa (ugao izmedju ose konusa i njegove proizvoljne izvodnice) jednak je $42^{o}$. Od snopa paralelnih svetlosnih zraka koji padaju na kap sa svim mogućim vrednostima r po izlasku iz kapi, na osnovu izloženog, "najzgusnutiji" su zraci iz okoline ovog konusa. Za posmatrača čija je udaljenost od kišne kapi veoma velika u poredjenju sa poluprečnikom kapi, vrh pomenutog konusa C i kišna kap slivaju se u jednu tačku. Možemo reći da kišna kap postaje kvazi-tačkast izvor anizotropnog zračenja (videti članak "Zašto je kandela ...", Mladi fizičar , br. 31-32).



sl.3.

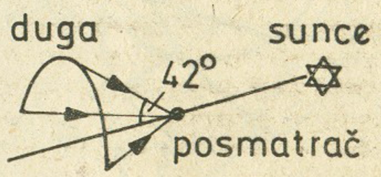


sl.4

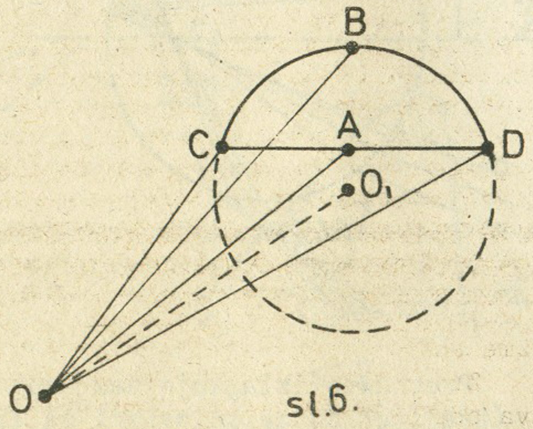
Prethodno izlaganje nam omogućava da analiziramo sledeću situaciju: Sunce se nalazi na liniji horizonta i obasjava zavesu kiše koja ima oblik okomitog zida čija ravan je normalna na pravac prostiranja Sunčevih zraka. Pretpostavimo da je posmatrani deo površine Zemlje vrlo približno ravan i da Sunčev spektar čine elektromagnetni talasi samo jedne talasne dužine, 589 nm. Šta bi video posmatrač koji se nalazi izmedju Sunca i kišne zavese okrenut ledjima Suncu?

Pošto su kišne kapi veoma male u odnosu na rastojanje do oko posmatrača, tako da se fizički mogu smatrati za tačke, ne treba uopšte razmatrati njihove veličine već samo uglove koje obrazuju upadni zraci sa izlazećim. Zamislite konus u čijem vrhu se nalazi posmatrač a osa konusa je paralelna pravcu Sunčevih zraka. Neka je ugao otvora konusa 42°. Konus iseca u ravni kišne zavese kružnicu; deo te kružnice iznad linije horizonta posmatrač bi video kao žuti lûk, jer jedino kišne kapi sa te kružnice jako odbijaju svetlost ka oku posmatrača (slika 5).

Sunčev spektar nije monohromatski već kontinualan, što znači da je Sunčevo zračenje mešavina elektromagnetnih talasa svih mogućih talasnih dužina. Osim toga, voda je supstancija u kojoj dolazi do disperzije svetlosti - indeks prelamanja vode zavisi od talasne dužine svetlosti (i to tako da u vidljivom delu spektra opada sa rastom talasne dužine). Znajući vrednosti indeksa prelamanja vode koje odgovaraju raznim talasnim dužinama mogu se izračunati odgovarajući maksimalni uglovi skretanja $\gamma_{max}$. Tako se dobija da za crveni zrak kojem odgovara indeks prelamanja $n = 1{,}331$ $\gamma_{max}$ ima vrednost 42°22' ($r = 0{,}862\ R$), a za ljubičasti zrak, sa $n = 1{,}344$, $\gamma_{max}$=40°36' ($r = 0{,}855\ R$)[2]. Kišne kapi sa kružnice koju u ravni kišne zavese iseca konus čiji je ugao otvora 42°22' jako "odbijaju" crvenu svetlost ka oku posmatrača, a kapi sa kružnice koja odgovara uglu od 40°36' jako "odbijaju" ljubičastu svetlost. Nije teško dokazati da $\gamma_{max}$ raste sa uvećanjem talasne dužine svetlosti; na kapima kiše koje se nalaze u prstenu posmatrač opaža redom unutrašnje boje duge.




Slika 5.




sl.6.

Slika 6. O - posmatrač; OCD-ravan Zemljine površine; CAD-linija horizonta; $OO_1$-pravac Sunčevih zraka; $BOO_1$- ugao otvora konusa; $AOO_1$- elevacija Sunca; BOA-ugaona visina vrha duge nad horizontom.

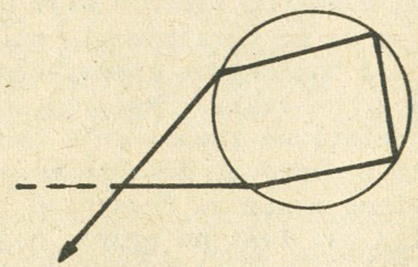


Kada je ugaona visina Sunca nad horizontom (elevacija Sunca) različita od nule, posmatrač vidi kao dugu onaj deo preseka pomenutih "svetlosnih konusa" sa ravni kišne zavese koji se nalazi iznad linije horizonta (slika 6). Odavde sledi da lûk duge u opštem slučaju nije deo kružnice nego elipse. Očigledno je da sa porastom elevacije Sunca uglovna visina vrha duge nad horizontom opada; ako elevacija Sunca prevazilazi 42° dugu ne vidimo. Naravno, ovo važi ako se posmatrač nalazi na relativno ravnom delu Zemljine površine. Sa vrha planine ili iz aviona, duga se može videti u obliku (zatvorenog) ovalnog prstena. Posmatrač je uvek u vrhu "svetlosnih konusa" čija osa leži na pravoj koja spaja posmatrača sa Suncem[3]. Veličina ugla otvora "svetlosnog konusa "zavisi samo od vrednosti odgovarajućeg indeksa prelamanja. Usled toga, približavanjem posmatrača kišnoj zavesi menja se položaj duge u odnosu na okolni pejzaž, duga se smanjuje, jer ugao otvora "svetlosnog konusa" ostaje isti. Lovci na zakopano blago uzalud trče za dugom; ćup sa zlatnicima zakopan je svuda i nigde. Za onoga ko se suviše približi zavesi kiše duga iščezava. Ostaje samo igra svetlosti na pojedinačnim kišnim kapima.

Iz prethodnog izlaganja možemo nešto zaključiti i o duginim bojama. Izvodnice "svetlosnog konusa" su zraci svetlosti odredjene talasne dužine; iz unutrašnjosti konusa do posmatrača dospevaju zraci iste talasne dužine ali znatno manjeg intenziteta. Kada bi Sunečvo zračenje činili samo elektromagnetni talasi talasne dužine 589 nm, koji u ljudskom oku izazivaju osećaj žute boje, posmatrač bi umesto duge opažao samo uski žuti lûk koji oivičava prozirnu bledožutu koprenu (kružni odsečak CADB na slici 6). Kako Sunčevo zračenje sadrži elektromagnetne talase svih talasnih dužina, nije teško uvideti da je samo crveni lûk duge lišen malih primesa drugih boja. Kapi sa kišne zavese iznad crvenog lûka ne odbijaju svetlost ka oku posmatrača jer ugao izmedju upadnog i izlazećeg svetlosnog zraka ne može biti veći od 42° (slika 2). Sa kapi koje su ispod ljubičastog lûka duge do oka posmatrača dolaze "razredjeni" zraci svih talasnih dužina koji bi trebalo da u zbiru daju slabu "belu" svetlost, ako teorija odgovara činjenicama. Zbog ovoga Sunčev spektar dobijen pomoću staklene prizme sadrži boje koje su znatno čistije od duginih boja.

Zraci koji izlaze iz kišne kapi nakon dva prelamanja i dva odbijanja (slika 7) stvaraju lik sekundarne duge. Naime, iznad jarke duge o kojoj je dosad bilo reči, čije boje se redjaju od crvene ka ljubičastoj idući prema Zemlji, često se može opaziti još jedna (sekundarna) duga, nešto šira od osnovne i manje živih boja, koje se redjaju obrnutim redosledom, od ljubičaste ka crvenoj. Na osnovu razmatranja sličnih onima

za slučaj jednom odbijenog svetlosnog zraka može se odrediti veličina ugla otvora za "svetlosne konuse" sekundarne duge. Recimo za žutu svetlost talasne dužine 589 nm sekundarni "svetlosni konus" ima ugao otvora približno 52°.



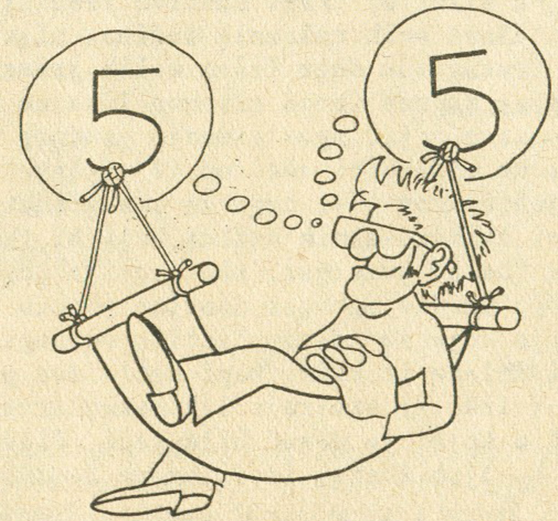
Slika 7.

---

1) Svetlošću se nazivaju elektromagnetni talasi čija je talasna dužina u vakuumu izmedju 400 nm i 700 nm. Za elektromagnetne talase jedne odredjene talasne dužine koristi se naziv monohromatska ("jednobojna") svetlost.

2) Promena indeksa prelamanja vode ne utiče na karakter zavisnosti ugla skretanja zraka $\gamma$ od $r$ (slika 2). Mala promena vrednosti indeksa prelamanja dovodi samo do male promene položaja maksimuma krive na slici 2, što je dovoljno za pojavu duge.

3) U izrazu "svetlosni konus" pridev svetlosni odnosi se samo na onaj deo površine zamišljenog konusa koji je iznad površine Zemlje i ispred kišne zavese; otuda navodnici.





# PLIVANJE TEČNOSTI

Draško Grujić
Institut za nuklearne nauke "Boris Kidrič", Vinča

Kada se u svakidašnjim prilikama, kao i u školskim udžbenicima, susrećemo sa pojmovima plivanja nekog tela, obično se to odnosi na primere plivanja čvrstih tela.

Naša je namera da ovoga puta zadržimo vašu pažnju na pojavi plivanja tečnih tela zbog opasnosti po živi svet do kojih dolazi zbog zagadjivanja vode, vazduha, zemljišta, o kojima se sve češće čuje, i razume se, zbog kojih se sve češće zgražamo. U svakom takvom slučaju plivanje tečnosti (telo u tečnom agregatnom stanju) može da bude pogubno za živi svet, što nije slučaj sa plivanjem čvrstih tela.

Zagadjivanje nastaje prekomernim ispuštanjem otrovnih gasova u atmosferu i nekontrolisanim izlivanjem tečnosti nepogodnog hemijskog sastava u reke. Bilo bi mudro da se ljudski rod više zabrine za zaštitu i očuvanja zdrave životne sredine i prirode. Nastojimo da ovim napisom damo svoj prilog naporima koji nam predstoje na tom planu.

Primeri plivanja tečnosti na koje ćemo vam ukazati kroz više eksperimenata i, koje bi vi mogli da izvedete kod kuće, pomoći će vam da se sa pojavom plivanja tečnosti malo bolje upoznate.

Plivanje jedne tečnosti na drugoj je fizička pojava koja se objašnjava različitim gustinama tečnosti koje su u neposrednom dodiru u nekom sudu i koje se ne mešaju. Do ove pojave može doći samo kad su tečnosti u nekom gravitacionom polju.

Šta je gustina nekog tela, učili ste na časovima fizike, a mi ćemo u ovoj priči učiniti još samo dve napomene koje se odnose na gustine tečnih tela:

a) gustina tečnosti nekog odredjenog hemijskog sastava zavisi od temperature na kojoj se ova nalazi; ukoliko je temperatura tečnosti viša utoliko je njena gustina manja, tj. $\rho \sim 1/T$, i

b) dve ili više tečnosti različitih hemijskih sastava, pod uslovom da ne stupaju u hemijske reakcije, na istoj tempe-

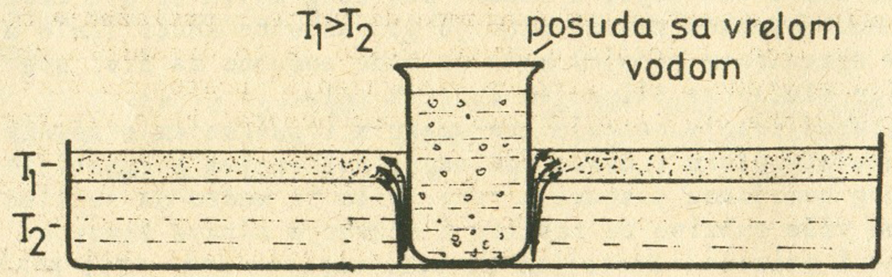
raturi imaju, ili mogu imati, različite gustine, bez obzira da li se medjusobno rastvaraju ili ne: $\rho_1 \neq \rho_2 \neq \ldots$, T =const

Jedna ista tečnost čiji se pojedini slojevi nalaze na različitim temperaturama takodje predstavlja primer plivanja tečnosti, i to toplije na hladnijoj. Da bi ste se i sami u to uverili, preporučujemo vam da izvedete jednostavan eksperiment sa vodom.

EKSPERIMENT Br.1

Uzmite jednu pliću posudu, recimo šerpu, i u nju naspite hladnu vodu. U manjem lončetu zagrejte vodu do ključanja i tako sa vrelom vodom spustite ga u sredinu šerpe sa hladnom vodom, slika 1. Već posle nekoliko minuta moćićete termometrom (na primer "alkoholnim", koji se može kupiti u apoteci) da izmerite da je voda u površinskom sloju,daleko od lončeta, toplija od one pri dnu šerpe, mereno na istoj vertikali.

U nedostatku termometra, ovaj fenomen možete konstatovati i kažiprstom, zaranjajući ga uspravno u vodu.




Slika 1.

Potsetićemo vas i na jedan primer postojanja slojevitosti vode, usled različitih temperatura slojeva, koji se sreće u prirodi. Verovatno da je i od vas neko, dok je plivao ili "plutao" na ledjima u mirnom moru, "po bonaci", zapazio da voda u površinskom sloju ponekada biva prijatno topla, ali čim se ispravite u vodi osetite da je voda znatno hladnija na većim dubinama.

Podsetićemo se da kod tečnosti koje se ne mešaju a različitih su gustina, kao što su na primer ulje i voda, tečnost manje gustine pliva na tečnosti veće gustine. Ova osobina je iskorišćena u mnogim tehnološkim procesima, od čega imamo velike koristi.

Medjutim, nevolja nastupa onog trenutka kada se čovek, iako jedino svesno biće, ponese neodgovorno i neprijateljski prema prirodi, kojoj i sam pripada. Setimo se samo mazutnih



ili naftnih mrlja ogromnih razmera, koje plivaju po rekama i morima, i ekoloških katastrofa koje one izazivaju. U takvim okolnostima dolazi do pomora ptica plivačica zbog ulepljenog tela opasnim materijama i onemogućene ishrane. Naftne i druge mrlje na vodi onemogućavaju rastvaranje u vodi kiseonika iz vazduha zbog čega dolazi i do pomora riba, a velike ljudske naseobine, koje se snabdevaju rečnom vodom za zadovoljavanje životnih potreba ostaju bez pijaće vode.

Ako bismo fenomen plivanja proučavali u slučaju dve tečnosti koje se mešaju u svim proporcijama i grade tz. prave rastvore, na prvi pogled moglo bi se činiti da će se naići na izvesne teškoće u eksperimentalnom radu. Medjutim, pažljivim rukovanjem uvek možemo sloj tečnosti manje gustine "postaviti" na tečnost veće gustine, a jedini je uslov da se sloj održi je da se obe tečnosti nalaze na istoj temperaturi.

Rastvaranje jedne tečnosti u drugoj je fizički a ne hemijski proces, i u njemu svaka od supstancija zadržava svoje fizičke i hemijske osobine. Proces rastvaranja dve tečnosti koje se mešaju u svim proporcijama, kada jedna pliva na drugoj, odvija se samo putem uzajamne difuzije - prelaženja molekula iz jedne tečnosti u drugu. Pošto je to dinamički proces, tokom vremena se "granica razdvajanja" postepeno širi sve do izjednačenja koncentracija komponenata, kada rastvor postaje homogen u svim svojim delovima. Da bi ovo bilo lako uočljivo, poželjno je da se pojava posmatra kod dveju tečnosti različitih obojenosti. Da biste videli difuziju kroz dodirnu površinu dveju tečnosti različite gustine, predlažemo da izvedete sledeći eksperiment.

EKSPERIMENT Br.2

Neka nam u ovom eksperimentu kao različito obojene tečnosti posluže voda i crno vino. Čisto, prirodno, crno vino je manje gustine od vode zbog sadržaja alkohola, i zato mora da pliva na vodi.

Za izvodjenje ovog eksperimenta poslužite se običnom providnom čašom glatkih zidova. Stavite je u široku tacnu ili duboki tanjir da biste izbegli eventualna prljanja stolnjaka, ukoliko eksperiment ne izvodite na "ultrapas" ploči kuhinjskog stola. Zatim, napunite čašu pijaćom vodom do samog "vrha". Sačekajte da se voda u čaši umiri a zatim kafenom kašikom zaranjajući je polako donjim delom u vodu, pažljivo nanesite vino. Ako vino nije "dopravljeno" dodatkom nekih soli ono će ostati i plivati na vodi. Posle više sati čekanja moći čete primetiti kako se granična površina izmedju obojenog vina i vode proširila u čitavu zonu, zahvaljujući difuziji - prolasku molekula vina u vodu i obrnuto.

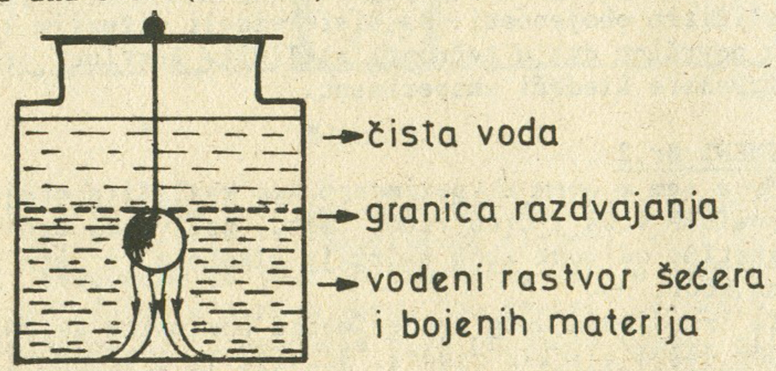
Za uspeh ovog eksperimenta uslovili smo da vino bude prirodno. Medjutim, šta ako nam do ruku dodje veštačko vino, ili pak prirodno ali "dopravljeno" nekim solima zbog navodnog poboljšanja kvaliteta? Veštačko vino je u osnovi vodeni rastvor nekih supstancija i odgovarajućeg alkohola sa dodatkom bojenih materija. Takav vodeni rastvor je uvek veće gustine od čiste vode, i kada se pokuša sa gore opisanim eksperimentom veštačko ili "dopravljeno" vino, sve ili delimično, propada kroz vodu ka dnu čaše.

Ako ste u nekom većem društvu prijatelja vaših roditelja, recimo na kakvoj svečarskoj proslavi, šale radi i dobrog raspoloženja prisutnih, ovim eksperimentom "na licu mesta" možete poklonicima Boga Bahusa dokazati kakvo vino hvale a šta uistinu piju, što će svakako mnoge iznenaditi i, nadajmo se, oraspoložiti i nasmejati.

EKSPERIMENT Br. 3

Da biste se uverili da vodeni rastvor neke supstancije ima veću gustinu nego čista voda, pomoći će vam ogled sa "lilihipom" ogrugle glave. Evo kako.

Uzmite jednu staklenu tegliću od neobojenog stakla ili čašu za vodu zapremine oko 200 $cm^3$. U nju naspite vodu (ne mora biti destilovana). Uz pomoć lepljive providne trake držku lilihipa pričvrstite "u krst" sa jednim štapićem, i glavicu spustite u vodu tako da se njen centar nalazi na približno 3 cm od dna suda (slika 2).




Slika 2.

Ovim eksperimentom moći ćete proveriti postojanje više fenomena na koje smo vam već skrenuli pažnju u ovom napisu.

a) Proces rastvaranja

Rastvaranje šećerne glavice lilihipa biće otkriveno (primećeno) po strujnim linijama vodenog rastora šećera i bojenih materija, koje "se kreću" ka dnu suda kroz vodu, jer imaju veću gustinu od vode.



b) Plivanje tečnih tela

Pošto se za pola do jednog sata završi rastvaranje šećerne glavice, može se lako zapaziti postojanje oštre granice izmedju vodenog rastvora šećera u donjem delu tegle i vode koja pliva na ovom rastvoru.

c) Proces difuzije

Već posle nekoliko sati mirovanja ovog sistema zapaziće se, po boji, da je oštra granica izmedju vode i vodenog rastvora šećera i bojenih materija prestala da postoji zbog difuzije molekula vode u rastvor i obrnuto.

Ako ostavimo dovoljno dugo vremena naše tečne sisteme iz sva tri eksperimenta u stanju mirovanja koncentracije komponenata u svakom sloju tečnosti će se difuzijom molekula izjednačiti.

Napomena. U poslednja dva eksperimenta otkrivanje fizičkih fenomena zasnivala su se na vizuelnim zapažanjima. Medjutim, u eksperimentima 2. i 3. možemo se osloniti i na čulo ukusa.

Odnos koncentracija komponenata u različitim slojevima opisanog tečnog sistema, u eksperimentu br. 3, može se kvalitativno konstatovati ovim čulom. Naime, ako uzmete plastičnu "slamku" i kroz nju usisate malu probu (po jedan manji gutljaj) na tri mesta:pri slobodnom nivou tečnosti, iz zone u kojoj je visila šećerna glavica za vreme rastvaranja i sa dna čaše, moći ćete sa lakoćom konstatovati da te tri probe nisu podjednako slatke.

— - —

U opisanim eksperimentima često smo vašu pažnju usmeravali na pojam temperature i na merenja ove fizičke veličine. Neka nam to bude povod i opravdanje da vas uputimo još i na:

a) laičko odredjivanje toplotnog stanja nekog fizičkog sistema,

b) merenja u fizici.

a) Laičko odredjivanje toplotnog stanja nekog fizičkog sistema

Opažanja" prstom u eksperimentu br.1 da postoje različite temperature slojeva, ili otkrivanje različitih temperatura slojeva vode u mirnom moru "po bonaci" celim telom, zasnivaju se na subjektivnom, fiziološkom osećaju.

Donošenje sudova o tome šta je "toplo" a šta "hladno", spada u domen kvalitativnog odredjivanja onog što "merimo" na ovaj način. Primera radi, vodu iz česme koja ima 10°C do 15°C sigurno ćemo podvesti pod pojam "hladne" vode. Naprotiv, kada je temperatura vode približno jednaka temperaturi tela zdravog čoveka (36°C do 37°C), reći ćemo da je voda "mlaka". Za

neko telo čija temperatura je samo desetak stepeni viša, reći ćemo da je "toplo". Za telo zagrejano do 70°C i više stepeni, reći ćemo da je "vrelo". Medjutim, za vodu koja se nalazi u toplotnoj ravnoteži sa ledom (led je voda u čvrstom, kristalnom stanju) na 0°C, kaže se da je "ledena" ili "mrzla".

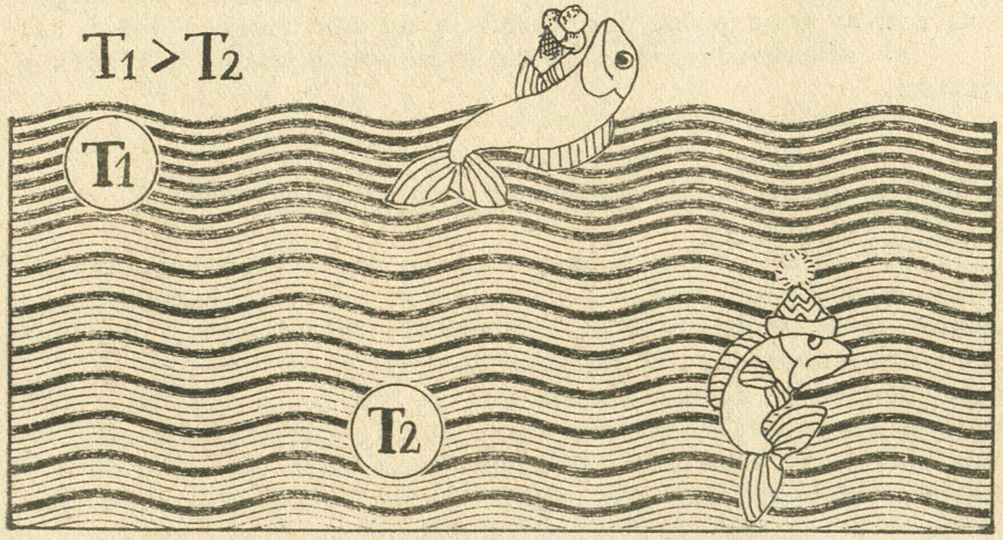
Prema tome, zbog praktičnih potreba i zbog lakšeg medjusobnog sporazumevanja stvorili smo čitav niz pojmova za laičko opisivanje toplotnog stanja nekog tela: ledeno, mrzlo, hladno, mlako, toplo, vruće, vrelo i usijano (za čvrsta tela).

Korisno će biti da vam svratimo pažnju na još jedan temperaturski pojam. Naime, u istraživanjima u oblasti prirodnih nauka: hemije, biologije i fizike, uvek se moraju definisati uslovi pod kojima se izvodi neki eksperiment. Jedan od tih uslova je "sobna temperatura", koja nije strogo definisana, ali po dogovoru najčešće iznosi 22°C.

b) O merenjima u fizici

U ovom napisu o plivanju tečnih tela često smo vas, u nedostatku drugih, boljih mogućnosti, upućivali na subjektivna opažanja koja se zasnivaju na fiziološkom osećaju: toplote, vida i ukusa. No, moramo vas upozoriti da se u fizici ovakva neobjektivna "merenja" čiji ishod se ne može izraziti brojem, ne priznaju kao način prikupljanja eksperimentalnih podataka vrednih pažnje. Pa i pored svega, u svim našim pobrojanim eksperimentima mogli smo da se poslužimo jedino našim čulima, i da tako dodjemo do informacija koje su nas interesovale.

Fizika kao egzaktna (tačna) nauka odredjuje da se osobine tela mere etaloniranim (baždarenim) instrumentima i da se izražavaju kvantitativno u priznatim mernim jedinicama, posle čega se takva merenja smatraju kao objektivna.






*Čovek treba da se potrudi da živi bez pravdanja i dostojanstveno.*

*Odgovorni smo što se talenti ne razvijaju. Što ljudi nemaju uslove da se bave onim za šta imaju volju, sposobnost, želju da se razviju. Tu treba da tražimo svoje krivce i da ispravljamo svoje greške.*

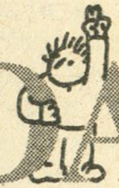
*Naučnik treba da ima razumevanja i za protivno mišljenje, za kontraverzu. Razvitak nauke počiva na kontraverzama a ne na onim oktroisanim principima koje ideologija nastoji da nametne.*

*Svaki je istraživač, ustvari, jedno matoro dete.*

*Akad. Prof. Pavle Savić*

KONKURSNI ZADACI

# DACI·ZADACI



**NAGRADNI ZADACI • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK**

## ZADACI ZA DOMAĆI RAD

### VI razred

1. Čega ima više u prirodi: supstanci ili fizičkih tela? Obrazložiti odgovor. (fizičkih tela)

2. Koliko litara vode može stati u bazen čije su dimenzije $a$ = 3 m, $b$ = 120 cm i $c$ = 8 dm? (2880 litara)

3. Izračunati površinu dna akvarijuma čija je zapremina 0,75 $m^3$ i visina 50 cm. (1,5 $m^2$)

4. Koliko kockica zapremine 1 $cm^3$ može stati u kutiju čija je površina dna 130 $cm^2$ i visina 0,1 m? (1300 kockica)

5. Putujete brodom i u 9 h ste udaljeni od polazne luke 90 km. Brod se kreće ravnomerno pravolinijski i u 9,55 h ste od polazne luke udaljeni 105 km. Kolika je brzina broda? (4,5 m/s)

### VII razred

1. Telo je pošlo iz stanja mirovanja i posle 2 s ravnomerno pravolinijskog kretanja dostiglo je brzinu 25 m/s. Posle 4 s kretanja imalo je brzinu 50 m/s. Koliki je put telo prešlo za 10 s? (625 m)

2. Automobil se kreće brzinom 24 m/s. Vozač automobila je prinudjen da naglo koči. Posle 3 s automobil se zaustavio. Kolika je dužina puta bila potrebna da bi zakočio kola za to vreme (odnosno koliki je bio trag kočenja)? (36 m)

3. Tela čije su mase $m_1$ = 5 kg i $m_2$ = 8 kg, slobodno padaju sa visine 50 m. Za koje će vreme pasti na zemlju? Obrazložiti rešenje. (3,192 s)

4. Jedno telo pada sa visine 50 m a drugo sa visine 100 m na zemlju. Kolike su njihove brzine pri udaru o zemlju? ($v_1$=31,31 m/s, $v_2$=44,29 m/s)

5. Koliki rad izvrši kosmički brod, koji se kreće usled inercije, na putu $10^8$m? Obrazložiti rešenje. ($A$=0)



### VIII razred

1. Koliki rad izvrši električna struja, jačine 0,2 A ua 5 min pri naponu od 12 V? (720 J)

2. Kapacitet akumulatora je 35 Ah. Kolika je jačina električne struje koja je tekla kroz provodnik za vreme 17,5 h pri korišćenju ovog akumulatora? (2 A)

3. Dva provodnika su od istog materijala. Neka su njihove dužine u odnosu 2:1 a površine poprečnog preseka su u odnosu 1:2. U kom odnosu su otpori ovih provodnika? (4:1)

4. Da li će se promeniti električni otpor dela električnog kola ako se razlika potencijala izmedju krajeva tog dela kola poveća 5 puta? Obrazložiti odgovor. (ne)

5. Izračunati ukupni otpor provodnika koji se sastoji od 5 žica medjusobno upletenih. Tri žice su od bakra a dve žice su od čelika. Dužina provodnika je 50 m a površina poprečnog preseka jedne žice je 2 $mm^2$. (0,127 Ω)

Stepan Krsmanović i Tomislav Senćanski

## KONKURSNI ZADACI

### A) Za učenike VI razreda

698. Merenjem dužine štapa dobijene su vrednosti: Prvim merenjem $l_1$ = 44,3 cm, drugim merenjem $l_2$ = 44,2 cm, trećim merenjem $l_3$ = 43,9 cm i četvrtim merenjem $l_4$ = 44,1 cm. Kolika je srednja vrednost ovih merenja? Koje je merenje najtačnije a koje najviše odstupa?

699. Pri merenju mase nekog tela pomoću terazija nedostajali su tegovi manji od jednog grama. Kolika je greška merenja mase tela ako je izmerena masa na ovaj način 38 grama?

700. Brzina puščanog metka iznosi 750 m/s. Za koje vreme ovaj metak predje rastojanje od 400 m? Koliki će put preći čovek za vreme kretanja metka, ako je njegova brzina 1,5 m/s?

701. Odjek od druge obale reke čuje se posle vremena od dve sekunde. Kolika je širina reke? Uzeti da je brzina zvuka 340 m/s.

702. Učenik prelazi put od 2160 metara tako što svake minute učini sto koraka. Prosečna dužina koraka je 36 cm. Kolika je prosečna brzina kretanja učenika? Za koje vreme će učenik preći ovaj put?

### B) Za učenike VII razreda

703. Izračunati zapreminu tela (sante leda) ako se zna da je zapremina onog dela tela iznad vode 500 $m^3$; gustina tela 920 kg/$m^3$ a vode 1000 kg/$m^3$.

704. Autobus je prešao 30 km puta srednjom brzinom 40 km/h i zaustavio se. Stajanje je trajalo 30 min. Posle toga autobus se kreće 15 min srednjom brzinom 60 km/h i zaustavlja se. Odrediti srednju brzinu kretanja autobusa.

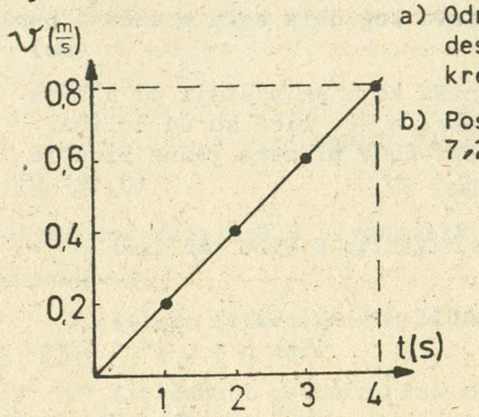
705. Rastojanje izmedju grada A i grada B je 250 km. Istovremeno iz tih gradova krenu dva automobila jedan u susret drugom. Iz grada A automobil se kreće brzinom 60 km/h, a iz grada B brzinom 40 km/h.

a) Nacrtati grafik zavisnosti puta od vremena i na osnovu grafika odrediti mesto i vreme susreta.

b) Računskim putem (na osnovu znanja o kretanju) proveriti grafičko rešenje.

706. Brzina voza se za 50 s poveća od 36 km/h do 45 km/h. Odrediti vrednost ubrzanja i srednju vrednost brzine.

707. Na grafiku je prikazana zavisnost brzine od vremena kretanja čamca.




a) Odrediti brzinu na kraju prve, druge i desete sekunde ako čamac nastavi ovakvim kretanjem.

b) Posle koliko vremena će brzina čamca biti 7,2 km/h i koliki će put čamac preći?

C) Za učenike VIII razreda

708. Na naelektrisanje od $0{,}5\cdot10^{-7}$ C u nekoj tački polja deluje sila $2\cdot10^{-5}$ N. Naći jačinu polja u toj tački?

709. Pri pomeranju naelektrisanja od 0,3 C u homogenom električnom polju izmedju tačaka na rastojanju 0,25 m izvršen je rad od 150 J. Odrediti jačinu električnog polja i razliku potencijala izmedju pomenutih tačaka.

710. Ubrzivač naelektrisanih čestica (akscelerator) ubrzava protone (masa protona $1{,}6\cdot10^{-27}$ kg, naelektrisanje protona $1{,}6\cdot10^{-19}$ C). Protoni prolaze potencijalsku razliku 10000 V. Odrediti brzinu protona pri izlasku iz ubrzivača. (Smatrati da protoni polaze iz mirovanja).

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

712. Bakarni provodnik dužine 50 m i poprečnog preseka 0,5 $mm^2$ priključen je na napon 1,2 V. Koliki broj elektrona u jednoj sekundi prodje kroz provodnik? ($1C = 6{,}25\cdot10^{18}$ e. , $\rho_\omega = 8\ 900\ kg/m^3$)

Zadatke su pripremili:

Gavrilo Vuković i Čedomir Stanković



D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

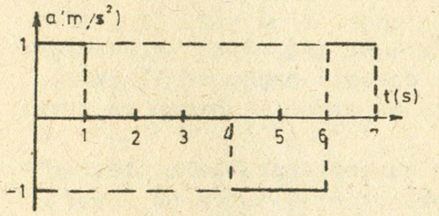
713. Zavisnost ubrzanja tela od vremena je prikazana na sl. 2. Odrediti srednji intenzitet brzine kretanja tela za vreme $t = 7$ s, ako je početna brzina bila jednaka nuli.

714. Odrediti put koji prodje telo pri slobodnom padanju sa visine $h = 250$ m za prvu, petu i poslednju sekundu padanja.

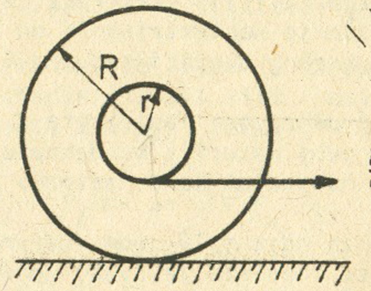
715. Odrediti vreme za koje je telo prešlo prvi i poslednji metar puta ako je slobodno palo sa visine $h = 250$ m.

716. Kalem sa namotanim koncem se nalazi na horizontalnom stolu po kome može da se kotrlja bez klizanja. Sa kojom brzinom i u kom smeru će se pomerati osa kalema ako se konac vuče u horizontalnom pravcu brzinom $v = 2$ m/s (sl.3)? Poluprečnici kalema su $R = 5$ cm i $r = 3$ cm.

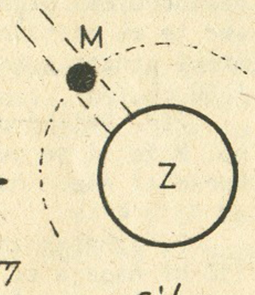
717. Odrediti brzinu kojom se kreće senka Meseca po Zemljinoj površini za vreme potpunog pomračenja Sunca. Pomračenje se posmatra u podne na ekvatoru, a uzeti da je Zemljina osa obrtanja normalna na površinu Mesečeve orbite. Smer obrtanja Zemlje oko svoje ose i Meseca oko Zemlje se poklapaju (sl.4). Rastojanje izmedju Meseca i Zemlje je $r=3{,}8\cdot10^8$m, poluprečnik Zemlje $R_z = 6{,}4\cdot10^6$m, a Mesec obidje oko Zemlje za 28 dana. Zanemariti popravke orbitalnog kretanja.




sl.2.




sl.3.




sl.4.

pripremio mr J.Dojčilović

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

718. Kolika se količina toplote utroši da se kiseoniku mase 10 g, koji se nalazi na temperaturi 27°C, poveća zapremina 3 puta pri stalnom pritisku a zatim povisi pritisak 2 puta pri stalnoj zapremini? Specifične toplote kiseonika pri stalnom pritisku i stalnoj zapremini su respektivno 908 J/kgK i 653 J/kgK.

719. Dve kapi vode poluprečnika 1 mm i 2 mm spoje se u jednu kap. Kolika se količina toplote pri tome izdvoji? Koeficijent površinskog napona vode na sobnoj temperaturi iznosi 0,073 N/m.

720. Iz dečijeg pištolja s elastičnom oprugom, čiji je koeficijent elastičnosti 200 N/m, izbacuje se kuglica mase 10 g. Pre izbacivanja kuglice opruga je bila sabijena za 5 cm. Odrediti domet kuglice ako se ona izbaci u horizontalnom pravcu. Visina horizontalno podignute ruke u odnosu na podlogu je 160 cm.

721. Kolika je masa tela koje vrši harmonijsko oscilovanje s amplitudom 0,1 m, frekvencijom 2 Hz i početnom fazom 30°, ako mu je ukupna energija oscilovanja 7,7 mJ? Za koje vreme od početka oscilovanja će kinetička energija biti jednaka potencijalnoj energiji?

*722.* U datom pravcu prostire se talas brzinom 50 m/s i periodom 0,3 s. Posle 3 s od početka oscilovanja izvora talasa elongacija čestice na rastojanju 100 m od izvora iznosi 5 cm. Odrediti elongaciju čestice koja se nalazi na rastojanju 112,5 m od izvora u istom trenutku posmatranja.

pripremio mr A.Srećković

## F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

*723.* U vodi je 3% molekula orijentisano duž linija spoljašnjeg električnog polja, a ostali molekuli su rasporedjeni haotično. Odrediti polarizaciju vode, ako je dipolni moment njenog molekula jednak $p = 6{,}22 \cdot 10^{-30}$ cm.

*724.* Dve metalne koncentrične sfere imaju poluprečnike $a = 0{,}1$ m i $b = 4$ cm. Na unutrašnjoj sferi se nalazi količina elektriciteta $q = 20$ nC, a na spoljašnjoj $Q = 70$ nC. Odrediti intenzitet jačine električnog polja i električni potencijal izvan sfera, izmedju njih i unutar manje sfere.

*725.* Po površini dveju koncentričnih metalnih sfera ravnomerno je rasporedjena neka količina elektriciteta. Odrediti ovo naelektrisanje, ako je za prenošenje naelektrisanja od 2 nC iz beskonačnosti u zajednički centar potrebno uložiti rad $A = 1$ mJ. Poluprečnici sfera su 5 i 10 cm.

*726.* Tri kondenzatora kapaciteta 2 nF, 4 nF i 6 nF su vezani redno. Može li se ovoj bateriji kondenzatora dovesti napon od 11 kV? Odrediti napon na svakom kondenzatoru, ako je probojni napon za svaki od njih 4 kV.

*727.* Baterija od $n = 12$ redno vezanih kondenzatora kapaciteta $C =$ 150 pF napaja se tako što je svaki kondenzator priključen na izvor stalne struje. Odrediti promenu energije baterije i rad izvora struje u slučaju proboja jednog kondenzatora.

pripremio mr J.Dojčilović

## G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

*728.* Telo vrši prigušeno oscilovanje s početnom amplitudom 2 cm, periodom 0,5 s i koeficijentom prigušenja 0,008 $s^{-1}$. Koliki put predje telo do zaustavljanja?

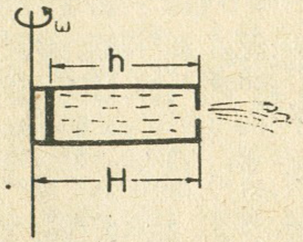
*729.* Odrediti koeficijent prigušenja i period prigušenih oscilacija matematičkog klatna dužine 1 m ako tokom 45 s njegova ukupna energija oscilovanja opadne 8100 puta.

*730.* Za koliko se promeni frekvencija oscilovanja vazdušnog stuba u zatvorenoj cevi dužine 0,5 m kada se temperatura vazduha promeni sa -13°C na 37°C? Molarna masa vazduha je 0,029 kg/mol a odnos specifičnih toplota pri konstantnom pritisku i pri konstantnoj zapremini je 1,40.

*731.* Široka cilindrična posuda visine $H$ napunjena je vodom do visine $h$. Na dnu posude nalazi se mali otvor kroz koji ističe voda. Posuda se pažljivo dovede u rotaciono kretanje ugaonom brzinom $\omega$ u horizontalnoj ravni oko vertikalne ose koja prolazi kroz kraj posude koji se nalazio na vrhu (slika 5). Odrediti početnu brzinu isticanja mlaza vode.



*732.* Na kojoj visini treba napraviti otvor na bočnoj strani cilindrične posude u kojoj se nalazi voda visine 1 m da bi domet mlaza vode na horizontalnoj podlozi bio najveći? Odrediti maksimalan domet mlaza. Ako se cilindričan sud s vodom date visine nalazi na glatkoj horizontalnoj podlozi koliko će biti ubrzanje posude s vodom usled isticanja vode kroz bočni otvor? Površina otvora je 100 puta manja od površine osnove cilindra. Zanemariti kontrakciju mlaza vode.




Slika 5.

pripremio mr A.Srećković

## REŠENJE KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 34-35
(Drugi deo)

*628.* a) Dobiće jednaku količinu brašna. b) U Skoplju će biti više, a u Ljubljani manje nego u Beogradu, zbog različite gravitacione konstante u ova tri grada.

*629.* Pošto se telo kreće ravnomerno, onda je komponenta $F_1$ težine tela $Q$ (Sl.1), koja izvodi kretanje jednaka sili trenja. Sila trenja jednaka je proizvodu koeficijenta trenja i normalne komponente na tu podlogu, pa je onda

$F_{tr} = \mu F_2$ ; $F_{tr} = F_1$ ; $\mu F_2 = F_1$ pa je $\mu = F_1/F_2$

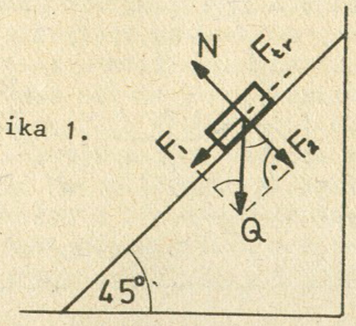
Pošto je paralelogram sila na slici 3 kvadrat (jer je ugao 45°), onda će biti $F_1 = F_2$ pa je $\mu = F_1/F_2 = 1$.

*630.* a) Grafički rezultantu možemo dobiti konstrukcijom kao na sl.4 i približno iznosi $F \sim 6$ N. b) Računski takodje možemo odrediti rezultantu $F$, ako se koristimo jednim dodatnim šrafiranim pravouglim trouglom takodje na sl. 2. Koristeći sada sliku kao jednu celinu vidimo da je $e = \frac{3\sqrt{3}}{2} = 2{,}6$, zatim da je $f = 3/2 = 1{,}5$ a da je rezultanta koristeći se Pitagorinom teoremom jednaka:

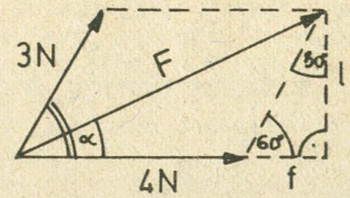
$F = \sqrt{5{,}5^2 + 2{,}6^2} = 6{,}1$ N.

*631.* Koristeći se uslovom jednakosti momenata, tj. momenta sile $F_1$ i momenta sile otpora eksera $F_o$, u odnosu na osu koja prolazi kroz tačku oslonca i normalna je na ekser, dobija se

$F_1 r_1 = F_o r_2$ pa je $F_1 = F_o r_2 / r_1 = \frac{160\text{N} \cdot 8\text{cm}}{32\text{ cm}} = 40$ N.




Slika 1.




Slika 2.

*632.* Na slici 3 su predstavljene sile koje deluju na brvno. Saglasno trećem Njutnovom zakonu, $F_1$ i $F_2$ jednake su po veličini traženim paralelnim silama. Premestimo u centar težine brvna-O, osu obrtanja. Koristeći se jednakošću momenata sila $F_1$ i $F_2$ u odnosu na tu osu biće: $F_1(L/2 - a) = F_2 L/2$

Zbir intenziteta sila $F_1$ i $F_2$ jednak je intenzitetu težine brvna: $Q = F_1 + F_2$. Rešavanjem ove dve jednačine dobija se: $F_1 = 653{,}3$ N a za $F_2 = 326{,}7$ N.

*633.* Temperatura smeše odredjuje se korišćenjem jednačine toplotne ravnoteže tj. da je količina toplote $Q_1$ jednaka količini toplote $Q_2$. Gde su $Q_1$ i $Q_2$ date sledećim relacijama:

$Q_1 = m_1 c\,(t_1 - t_s)$ gde je $m_1 = \rho V_1 = \rho\frac{3}{4}\ V = 150\cdot10^{-3}$kg; $t_1 = 100^oC$

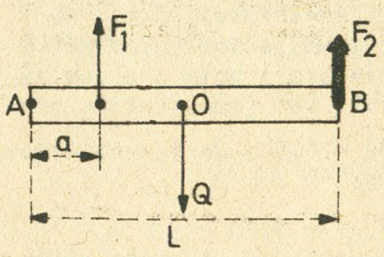
$Q_2 = m_2 c\,(t_s - t_2)$ gde je $m_2 = \rho V_2 = \rho\frac{1}{4}\ V = 50\cdot10^{-3}$kg; $t_2 = 20^oC$

$t_s$ - je temperatura mešavine koja se traži. Izjednačavanjem $Q_1 = Q_2$ dobija se $3(100^oC - t_s) = t_s - 20^oC$ pa je $4t_s = 320^oC$ odakle je $t_s = 80^oC$.

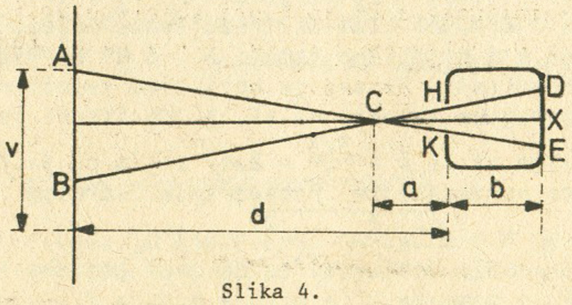
*634.* Na sl.4 $x$ je veličina slike na mutnom staklu. Iz sličnih trouglova ABC i SED proizilazi: $v:x = (d-a) : (b+a)$. Iz sličnih trouglova ABC i CHK proizilazi: $v:2r = (d-a) : a$ odakle je $a = 2rd/(v+2r)$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se $a = \frac{0{,}2\cdot30\cdot10^3}{10\ 000+0{,}2} = 0{,}6$ mm.

A za $x$ biće: $x = \frac{v(b+a)}{d-a} = \frac{10\cdot10^3(100+0{,}6)}{30\ 000 - 0{,}6} = 33{,}5$ mm. Slika predmeta na mutnom staklu iznosi 33,5 mm.

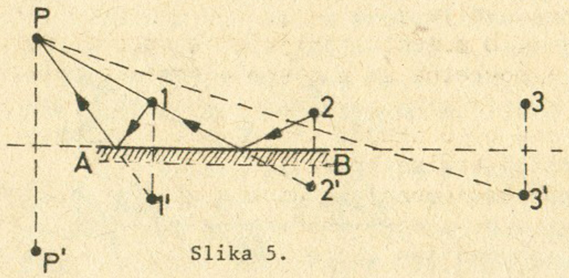


Slika 3.

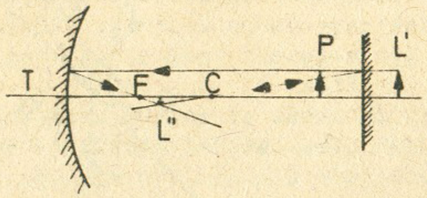


Slika 4.

*635.* Kao što se može zaključiti sa slike 5, čovek sebe ne vidi. Može videti predmete u tačkama 1 i 2, a ne može u tački 3.



Slika 5.



Slika 6.



*636.* Ravno ogledalo daje sliku $L'$ 30 cm iza ravnog ogledala kao što se vidi sa sl. 6. Dobijeni lik $L'$ je sada predmet za konkavno ogledalo. Koristeći se jednačinom za sferno ogledalo odredjuje se rastojanje lika. Pošto je

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f}\ ;\ \frac{1}{l} = \frac{1}{50} - \frac{1}{230} = \frac{18}{1150\text{cm}}\ ;\ l = 63{,}8\text{ cm}.$$

Uvećanje je dato kao $U = l/p = L''/L'$ odakle je $L'' = 0{,}08$ cm. Slika je realna, umanjena i obrnuta.

*637.* Na osnovu podataka datih u zadatku vidimo da je rastojanje predmeta od sočiva $p = 25$ cm $- 2$ cm $= 23$ cm, a rastojanje lika $l = 120$ cm $- 2$ cm $= 118$ cm. Na osnovu jednačine sočiva: $1/p + 1/l = 1/f$ žižna daljina je $f = 19{,}2$ cm. Na osnovu ove vrednosti dobija se da sočivo ima 5,2 dioptrija.

*638.* Koristeći izraz za snagu uz uzimanje u obzir navedenih gubitaka dobija se opšti izraz: $0{,}03\ P = RI^2$.

Koristeći ovu relaciju i znajući od čega zavisi otpor provodnika može se izraziti kao $P = UI \Longrightarrow I = \frac{P}{U}$ pa je $0{,}03P = RP^2/U^2 \Longrightarrow$

$R = 0{,}03\ U^2/P \Longrightarrow \rho\cdot2L/S = 0{,}03\ U^2/P \to 2L/(V/2L) = 0{,}03\ U^2/P \to$

$\rho\cdot 4L^2/(m/d) = 0{,}03\ U^2/P$. Na kraju se dobija izraz za masu:

$$m = \frac{4\rho\ dL^2P}{0{,}03\ U^2}$$

tako da je za a) $m = 28050$ kg $= 28\cdot10^3$ kg, a za b) $m = 3{,}11\cdot10^3$ kg.

*639.* Električna energija koja se troši pri elektrolizi za dobijanje 1 kg aluminijuma, biće jednaka: $E_e = qU/\eta$, gde je $q$- količina elektriciteta koja se propušta kroz elektrolit za izdvajanje 1 kg aluminijuma, a $U$-napon pri kojem se vrši elektroliza, dok je $\eta$ -koeficijent korisnog dejstva uredjaja. Iz Faradejevih zakona nalazi se $q$:

$$m = \frac{A_{at.tež.}}{Z}\cdot\frac{q}{F}\ .$$

Kako je $F = 96500$ C/mol, ili $965\cdot10^5$C/kg·ekvival.(kilomol), zamenom $q$ u jednačinu (1) dobija se

$$E_e = \frac{mFZU}{A_{at}\cdot\eta} = 37\text{ kWh}.$$

*640.* Period oscilovanja matematičkog klatna u brodu je:

$$T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{l}{(g+a)}}$$

U momentu isključivanja motora i kasnije $a = -g$ tj. $T = \infty$ period oscilovanja postaje beskonačno veliki. U momentu isključenja motora u brodu nastupa bestežinsko stanje, i povratna sila postaje jednaka nuli. Prema tome oscilatornog kretanja neće biti jer: a) u ovom slučaju klatno ostaje u krajnjem položaju, b) u drugom slučaju klatno (ako tačka vešanja dozvoljava) će vršiti kružno kretanje.

*641.* Uslov jednakosti perioda oscilovanja klatna različite dužine na različitim visinama izražava se na sledeći način: $l_o/g_o = l/g_h$ ako obrazujemo odgovarajuću proporciju dobijamo $(l_o - l)/l_o = (g_o - g)/g_o$ kako je $g_o = \gamma M/R^2$ i $g_h = \gamma M(R+h)^2$ može se pokazati da je:

$g_h = \gamma M(R+h)^2 = g_o R^2/(R+h)^2$ onda se dobija da je: $(l_o-l)/l_o = 2h/R =$ $= 2h/R = 0{,}003$ znači, treba smanjiti dužinu klatna za približno 0,3%.

*642.* Treba odrediti $T_1$, $T_2$ i $T_3$ periode oscilovanja klatna u odredjenim delovima puta. U drugom delu puta je brzina lifta $v_2$ konstantna. Krajnja brzina lifta je $v_k = 0$, $t_3 = 3$ s - vreme kretanja na poslednjem delu puta, a $t_1 = 3$ s, vreme kretanja na prvom delu puta. a) Period oscilovanja matematičkog klatna je $T = 2\pi\cdot\sqrt{l/g}$ i ne zavisi od brzine kretanja i mase. Pri ravnomernom kretanju je

$$T_2 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{l}{g}}$$

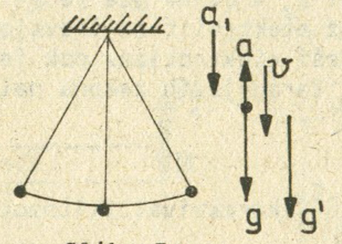
Pri jednakopromenljivom kretanju tačke vešanja, period oscilovanja odredjuje se po formuli:

$$T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{l}{g'}}$$

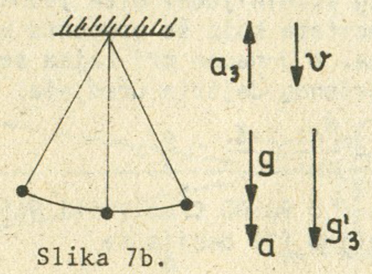
gde je $g'$ moguće naći iz relacije $\vec{g}' = \vec{g}+\vec{a}$. Vektor $\vec{a}$ po veličini je jednak vektoru ubrzanja tačke vešanja i suprotan je njemu po smeru. Pri kretanju tačke vešanja nadole sa ubrzanjem $\vec{a}_1$ kao na sl.7a, u skalarnom obliku imamo $g' = g-a_1$. Pri zaustavljanju tačke vešanja kao na sl.7b, $g'_3 = g+a_3$, gde je $a_3 = a_1$ (po veličini), pošto se klatno koči toliko vremena, koliko se ubrzava iz stanja mirovanja ($t_1 = t_3 = 3$s). Onda su rešenja:

$$T_1 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{l}{g-a}} = 2{,}3\text{s};\quad T_2 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\text{s};\quad T_3 = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{l}{g+a}} = 1{,}8\text{s}$$

b) Pri promeni mase klatna period oscilovanja se ne menja.



Slika 7a.



Slika 7b.

*643.* Prema Hukovom zakonu pri elastičnoj deformaciji opruge javlja se sila $F = -kx$. To znači, da bi se deformacija uvećala potrebno je uvećati intenzitet sile kojom se deluje na oprugu. Pri deformaciji opruge za dužinu $x$, sila kojom se deluje na oprugu ravnomerno se menja (povećava) od intenziteta $F_o = 0$ do $F = kx$. Delovanje ove sile promenljivog intenziteta može da se zameni delovanjem neke sile konstantnog intenziteta $F_{sr} = (F_o+F)/2 = kx/2$. Rad ove sile pri deformaciji opruge je jednak $A = F_{sr}x = kx^2/2 = 9$ kJ.

*644.* Normalno ubrzanje tela je dato izrazom $a_n = v^2/r$. Ono je najveće na početku zaobljene površine stola i iznosi $a_n = g$, kada je ujedno poluprečnik krive putanje minimalan $r_{min} = v^2/g$. Telo neće dodirnuti zaobljenu površinu stola ako je za sve vreme kretanja $r \geq R$, odnosno $v^2 \geq Rg$, odakle se za minimalnu brzinu tela dobija vrednost $v_{min} = \sqrt{Rg} = 1{,}4$ m/s.



*645.* Na osnovu zakona održanja energije, kinetička energija štapa u horizontalnom položaju iznosi $I\omega^2/2 = mgL/2$, gde je $\omega$ ugaona brzina štapa u trenutku kada zauzima horizontalan položaj, $I = mL^2/3$ - moment inercije štapa u odnosu na osu $O$. Sledi $\omega = \sqrt{mgL/I}$. Radijalno (normalno) ubrzanje težišta štapa u horizontalnom položaju je $a_n = \omega^2 L/2$. Kako se ono kreće duž radijusa, to na osnovu II Njutnovog zakona važi: $F_h - ma_n = 0$, gde je $F_h$ - horizontalna komponenta sile kojom osa deluje na štap. Sledi dalje $F_h = ma_n = m\omega^2 L/2 = \ldots = 3mg/2$
Na osnovu osnovnog zakona dinamike rotacije $I\alpha = M$, gde je $M$ - moment težine štapa u odnosu na osu rotacije, sledi da je ugaono ubrzanje jednako $\alpha = M/I = mgL/2I$. Kada se uzme u obzir i veza izmedju ugaonog i tangencijalnog ubrzanja $a_t = \alpha\cdot L/2 = \ldots = 3g/4$, onda II Njutnov zakon za vertikalan pravac glasi: $ma_t = mg - F_n$, gde je $F_n$ - vertikalna komponenta sile kojom osa deluje na štap kada se ovaj nadje u horizontalnom položaju. Intenzitet ove komponente je, na osnovu prethodne relacije, jednak $F_n = mg - ma_t = mg/4$. Intenzitet tražene sile iznosi $F = \sqrt{F_h^2 + F_n^2} = mg\sqrt{9/4 + 1/16} = 1{,}52\,mg = 29{,}82$ N. Ugao koji rezultujuća sila zaklapa sa horizontalom može da se odredi konstrukcijom pravouglog trougla čije su katete $F_n$ i $F_h$ (ili $\alpha = \text{arctg}\, F_n/F_h$) i on iznosi 26,565°.

*646.* Motor automobila vrši rad protiv sile trenja i na račun povećanja kinetičke energije, odnosno važi relacija

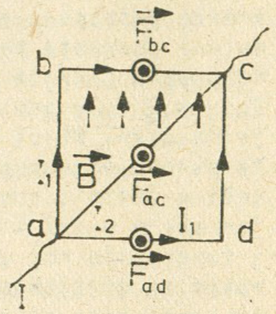
$$A = F_{tr}s + E_k = F_{tr}s + (mv_2^2/2 - mv_1^2/2)$$

gde je $F_{tr} = \mu mg$ - sila trenja, a $s$ - predjeni put. Zamenom brojnih vrednosti dobija se da je $A = 1{,}1886\cdot 10^6$J (u tekstu zadatka je greškom ispušteno da je $s = 2$ km). Srednja snaga motora je jednaka proizvodu vučne sile motora i srednje brzine kretanja automobila na putu $s$ : $P = F_v v_{sr}$. Rad koji izvrši motor na ovom putu je jednak proizvodu ove sile i predjenog puta $A = F_v s$. Sledi dalje $F_v = A/s$. Pošto je kretanje automobila jednako ubrzano, to je srednja brzina jednaka polovini početne i krajnje brzine: $v_{sr} = (v_1+v_2)/2$. Zamenom izraza za vučnu silu i srednju brzinu u relaciju za srednju snagu motora, dobija se $P = A(v_1+v_2)/2s = 11{,}886$ kW.

*647.* Da bi se našla rezultujuća sila svih sila, koje deluju na strujnu konturu od strane magnetskog polja, potrebno je odrediti intenzitet i smer svake sile koja deluje na odredjene delove konture. Na strujni provodnik u spoljašnjem magnetskom polju deluje sila $\vec{F} = \vec{IL}\cdot\vec{B}$, gde je $I$ jačina struje koja protiče kroz provodnik, $L$ - dužina provodnika i $\vec{B}$ - magnetska indukcija spoljašnjeg magnetskog polja. Intenzitet ove sile je jedank površini koju obrazuju vektori $\vec{IL}$ i $\vec{B}$. Provodnici $ab$ i $cd$ su paralelni linijama indukcije magnetskog polja (sl.8), što znači da su vektori $I_1\vec{ab}$ i $\vec{B}$, odnosno $I_1\vec{dc}$ i $\vec{B}$ paralelni. Sledi da su sile kojim magnetsko polje deluje na ove delove konture jednake nuli. Delovi konture $ad$ i $bc$ su normalni na linije polja, pa su intenziteti sila koje deluje na ove delove medjusobno jednaki i iznosi $F_{ad} = F_{bc} = BI_1L$ ($L$ je strana kvadrata). Jačina struje $I_1$ je jednaka $I_1 = U/R_{adc} = U/2\rho L$ pa je $F_{ad} = BUS/(2\rho)$. Slika koja deluje na dijagonalni deo konture je normalna na ravan slike 8, njen intenzitet je jednak $F_{ac} = I_2 I_1 B_\perp$ gde je $I_2$ - jačina struje koja prolazi kroz dijagonalu konture čija je dužina $L_1 = L\sqrt{2}$ i $B_\perp$ intenzitet komponente indukcije magnetskog polja koja je normalna na dijagonalu konture, a

smer joj je isti kao kod sila $F_{ad}$ i $F_{bc}$ (pravilo desnog zavrtnja). Kako je $B_\perp = B\sqrt{2}$, a $I_2 = US/(\rho L\sqrt{2})$, to je intenzitet sile kojom spoljašnje magnetno polje deluje na dijagonalu konture jednak

$$F_{ac} = \frac{BUS}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} .$$



Slika 8.

Rezultujuća sila ove tri paralelne sile jednaka je njihovom zbiru

$$F = 2F_{ad} + F_{ac} = \frac{BUS}{\rho} + \frac{BUS}{\rho}\frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$\frac{BUS}{\rho}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 60 \text{ N},$$

pošto je specifični otpor bakra $1{,}7\cdot10^{-8}$ Ωm.

*648.* Kako je talasna dužina svetlosti $\lambda_{nm}$, koji su emitovali atomi vodonika pri prelazu elektrona iz stanja $m$ u stanje $n$ $(m < n)$, odredjena izrazom

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$ , gde je $R \cong 1{,}1\cdot10^7 \text{m}^{-1}$ – Ridbergova konstanta,

sledi da talasna dužina prve linije Balmerove serije $(n = 2, m = 3)$ iznosi

$$\lambda_{23} = \frac{1}{R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)} = \frac{36}{5R} = 654{,}5 \text{ nm}.$$

Na osnovu uslova za difrakciju svetlosti na difrakcionoj rešetci $k\cdot\lambda = d\cdot\sin\theta$ sledi, $\sin\theta = k\lambda/d$. Kako je konstanta rešetke $d$ obrnuto srazmerna broju $N$ zareza po jedinici dužine rešetke $d = 1/N$ sledi $\sin\theta = k\lambda N$. Za drugi difrakcioni maksimum $(k = 2)$ prve linije Balmerove serije je $\sin\theta_{23} = 2\lambda_{23}N = 0{,}13090$, pa je $\theta_{23} = 7{,}5^\circ$. S obzirom da je ovo relativno mali ugao sledi da je $\sin\theta_{23} \cong tg\,\theta_{23} \cong r/L$, gde je $r$ – rastojanje drugog difrakcionog maksimuma od centralnog maksimuma na ekranu koji se od difrakcione rešetke nalazi na rastojanju $L$. Na osnovu prethodnog, sledi $r/L \cong \sin\theta_{23} = 2\lambda_{23}NL = 6{,}54$ mm. Za više redove difrakcionog maksimuma, odnosno za veće vrednosti ugla difrakcije, rastojanje datog difrakcionog maksimuma reda $k$ od centralnog iznosi:

$$r_k = \frac{k\,NL\,\lambda}{\sqrt{1-(k\lambda N)^2}} .$$

*649.* Iz uslova za difrakciju elektrona na kristalnoj rešetki $n\lambda = 2d\sin\theta$, sledi da će se prvi $(n = 1)$ difrakcioni maksimum, pri difrakciji na kristalografskim ravnima čija su medjuravanska rastojanja $d$, pojaviti pod uglom $\theta$ za elektrone talasnih dužina $\lambda = 2d\sin\theta/n = 2{,}4\cdot10^{-10}$m. Na osnovu de Broljeve relacije $\lambda = h/mv$ sledi da dati elektroni poseduju brzinu $v = h/m\lambda = hn/m\,2d\sin\theta = 3{,}02\cdot10^6$ m/s. Za elektrone ovih brzina važe nerelativistički izrazi jer je njihova kinetička energija mnogo manja od njihove energije mirovanja $E_k = mv^2/2 = 4{,}15\cdot10^{-18}$J $<< E_o = m_oc^2 = 8{,}19\cdot10^{-14}$ J. Da bi elektroni stekli prethodno odredjenu brzinu, odnosno kinetičku energiju, u električnom polju pri razlici potencijala $U$ električno polje vrši rad $A = eU = E_k = mv^2/2$. Sledi $U = mv^2/2e = h^2n^2/8emd^2\,\sin^2\theta \cong 26$ V.



*650.* Na elektron koji se kreće brzinom $v$ u magnetnom polju indukcije $B$ deluje Lorencova sila $|\vec{F}| = |e(\vec{v}\cdot\vec{B})| = evB\sin(\vec{v},\vec{B}) = evB$ (jer je $\vec{v}\perp\vec{B}$) saopštavajući mu ubrzanje $a_c = v^2/R$, gde je $R$ poluprečnik kružne putanje elektrona u magnetnom polju. Na osnovu II Njutnovog zakona sledi $evB = mv^2/R$, odnosno $v = eBR/m$, tako da je kinetička energija elektrona $E_k = mv^2/2 = e^2B^2R^2/(2m) = 2{,}25\cdot10^{-19}$J. Kako je energija mirovanja elektrona $E_o = m_oc^2 = 8{,}19\cdot10^{-14}$J, u ovom slučaju, mnogo veća od kinetičke energije elektrona, sledi da se kretanje elektrona može opisati klasičnim (nerelativističkim) izrazima. Na osnovu Ajnštajnove jednačine za fotoefekat $hc/\lambda = A_i + E_k$ sledi da je fotoefekat moguć pod uslovom da je $\lambda \leqq \lambda_m = hc/A_i$, $(E_k = 0)$. Znajući talasnu dužinu tzv. crvene granice fotoefekta $(\lambda_m)$ može se odrediti izlazni rad elektrona iz metala: $A_i = hc/\lambda_m = 9{,}9\cdot10^{-19}$J tako da je energija upadnih fotona $E_f = hc/\lambda = (hc/\lambda_m) + e^2B^2R^2/2m = 1{,}215\cdot10^{-18}$J, odakle se dobija da je talasna dužina svetlosti koja je fotoefektom izbacila elektrone iz metala $\lambda = hc/E_f = 1{,}63\cdot10^{-6}$m. (Napomena: Usled tehničke greške, iz teksta zadatka nije jasno koliko iznosi talasna dužina crvene granice za fotoefekat na datom metalu. Podatak je trebao da glasi $\lambda_m = 2\cdot10^{-7}$ m).

*651.* Kako je kinetička energija termalnih neutrona jednaka srednjoj kinetičkoj energiji gasa na sobnoj temperaturi $E_k = (3/2)\cdot kT$, sledi da je impuls termalnih neutrona $p = \sqrt{2mE_k} = \sqrt{3mkT}$, gde je $m$ – masa neutrona. Na osnovu de Broljeve relacije sledi da talasna dužina termalnih neutrona iznosi $\lambda = h/p = h/\sqrt{3mkT} = 1{,}466\cdot10^{-10}\text{m} \cong 0{,}147$ nm.

*652.* Elektroni mogu napustiti metalnu kuglicu koja je naelektrisana do potencijala $V$ ukoliko je njihova kinetička energija brojno jednaka radu koji je potreban da se elektron sa površine metala odvede u beskonačnost, $(V_\infty = 0)$ : $E_k = A = eV$. Kako je, na osnovu Ajnštajnove jednačine za fotoefekt, $hc/\lambda = A_i + E_k$, odnosno $hc/\lambda = A_i + eV$ sledi da se izolovana bakarna kuglica može naelektrisati do potencijala $V = (hc/\lambda e) - A_i/e = 4{,}37$ V $\cong 4{,}4$ V.

*653.* Energija jonizacije je jednaka radu koji treba uložiti da bi se atom jednokratno jonizovao, odnosno da bi se iz njegovog omotača udaljio jedan elektron. Sudar jonizujuće čestice i atoma je neelastičan, pa na osnovu zakona održanja količina kretanja sledi: $mv=(m+M)u$, gde je $m$ – masa jonizujuće čestice, $v$ – njena brzina, $M$ – masa atoma, a $u$ – brzina sistema posle sudara. Zakon održanja energije daje relaciju $mv^2/2 = E_i + (m+M)u^2/2$ gde je $E_i$ – energija jonizacije atoma. Iz poslednje dve jednačine, eliminisanjem fizičke veličine $u$, dobija se posle sredjivanja izraz $mv^2/2 = E_i(1 + m/M)$. Tako, uslov za udarnu jonizaciju jednoatomskog gasa glasi $mv^2/2 \geqq E_i(1 + m/M)$, što znači, da je kinetička energija čestice, sposobne da izazove udarnu jonizaciju, tim viša od energije jonizacije, što je razlika izmedju masa čestica manja. Tako, naprimer, ako je $m = M$, onda je $E_k = 2E_i$; ili ako je $m<<M$, onda je $E_k = E_i$. Zbog ovoga se pri samostalnom pražnjenju gasa elektronska udarna jonizacija javlja na nižim potencijalnim razlikama nego jonska. Na kraju, za minimalnu brzinu čestice koja može da izazove udarnu jonizaciju se dobija izraz (iz poslednje relacije): $v_{min} = \sqrt{2E_i(1/m + 1/M)}$.

*654.* Praskavi gas predstavlja smešu gasova kiseonika i vodonika, pa je ukupan pritisak smeše jednak zbiru parcijalnih pritisaka kiseo-

nika $p_1$ i vodonika $p_2$ : $p = p_1 + p_2$. Pritisci $p_1$ i $p_2$ mogu da se izraze preko jednačine stanja $p_1 = m_1 RT/M_1V$ i $p_2 = m_2 RT/M_2V$ gde su $m_1$ i $m_2$ - mase kiseonika i vodonika; $M_1$ i $M_2$ - njihove molekulske težine; $V$ - zapremina smeše, a $T$ - njena temperatura. Mase izdvojenog kiseonika i vodonika mogu da se odrede iz Faradejevog zakona: $m_1 = M_1It/N_Az_1e$ i $m_2 = M_2It/N_Az_2e$, gde su $z_1$ i $z_2$ - valence kiseonika i vodonika ($z_1 = 2$, $z_2 = 1$); $N_A$ - Avogadrov broj, $e$ - naelektrisanje elektrona, $I$ - jačina propuštene električne struje i $t$ - vreme elektrolize. Sada je ukupan pritisak smeše gasova jednak

$p = \frac{RTIt}{VN_Ae}\left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}\right)$, odakle se za traženu jačinu struje dobija izraz:

$$I = \frac{pVN_Ae}{RTt\left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}\right)} .$$

Kada se uzme još u obzir da je $N_A = 6{,}025 \cdot 10^{23}$ molekula po molu, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$C, $R = 8{,}31$ J/(mol·K) i kada se zamene ostali brojni podaci dati u tekstu zadatka, za jačinu struje se dobije vrednost $I = 5{,}73$ A.

*655.* Ako je termogena otpornost oscilatornog kola zanemarljiva, onda se u njemu, posle priključenja kondenzatora na izvor napona, javlja neamortizovano elektromagnetno oscilovanje, pri čemu se naelektrisanje na kondenzatoru menja po zakonu: $q = q_{max} \sin(\omega t + \phi_o)$, gde je $\omega$ - učestanost oscilovanja, a $\phi_o$ - faza. Jačina struje je jednaka promeni naelektrisanja u jedinici vremena: $I = \Delta q/\Delta t = \omega q_{max} \cos(\omega t + \phi_o)$. Očigledno je, da je maksimalna vrednost jačine struje jednaka $I_{max} = \omega q_{max}$. Kako je, prema Tomsonovoj formuli $\omega = \sqrt{1/(LC)}$, i ujedno $q_{max} = CU_{max}$, onda je $I_{max} = U_{max}\sqrt{C/L} = 0{,}447$ A. Ovaj zadatak se može rešiti i na drugi način, preko energije. U procesu neamortizovanog elektromagnetnog oscilovanja ukupna elektromagnetna energija kola je konstantna. Pri ovom, kada je kondenzator maksimalno napunjen jačina struje je jednaka nuli, što znači, da je ukupna energija oscilatornog kola jednaka $E_e = CU_{max}^2/2$. U trenutku kada je kondenzator ispražnjen ($U = 0$), jačina struje dostiže maksimalnu vrednost. Tada je ukupna energija oscilatornog kola jednaka $E_m = LI_{max}^2/2$. Izjednačavajući desne strane poslednje dve relacije dobija se za maksimalnu jačinu struje $I_{max} = U_{max}\sqrt{C/L} = 0{,}447$ A.

*656.* Neka su otpori provodnika na temperaturi $t_o = 0^oC$ $R_1$ i $R_2$, a na temperaturi $t$ $R_1'$ i $R_2'$ respektivno. Tada je:

$$R_1 = \rho_1 \frac{L_1}{S} \; ; \; R_1' = R_1(1+\alpha_1 t) = \rho_1 \frac{L_1}{S}(1+\alpha_1 t)$$

$$R_2 = \rho_2 \frac{L_2}{S} \; ; \; R_2' = R_2(1+\alpha_2 t) = \rho_2 \frac{L_2}{S}(1+\alpha_2 t)$$

Sa povišenjem temperature otpor $R_1'$ će da raste, a otpor $R_2'$ će da opada, ali ukupan otpor, prema uslovu zadatka, ne bi trebao da se menja sa promenom temperature. To znači da važi jednakost: $R = R_1 + R_2 = R_1' + R_2'$, odnosno:

$$\frac{\rho_1 L_1 + \rho_2 L_2}{S} = \frac{\rho_1 L_1(1+\alpha_1 t)}{S} + \frac{\rho_2 L_2(1+\alpha_2 t)}{S} .$$

Posle sredjivanja dobija se da odnos dužina provodnika mora da ima vrednost: $L_1/L_2 = -\rho_2\alpha_2/(\rho_1\alpha_1) = 0{,}485$.



*657.* Površina vode u bari, u odnosu na Mesec, predstavlja deo ispupčenog sfernog ogledala čiji je poluprečnik krivine približno jednak poluprečniku Zemlje $R_z = 6370$ km). Zraci koji stižu sa Meseca, zbog njegove udaljenosti, su paralelni, pa oni formiraju lik u žiži "ogledala", Znači, iz relacije $1/p + 1/l = 1/f$, za $1/p \sim 0$ sledi $1/l = 1/f$, odnosno $l = f = R_z/2 = 3{,}185 \cdot 10^6$m.

*658.* Ako sa $P_o$ označimo snagu tačkastog izvora svetlosti, sledi da snaga svetlosti koja prodje kroz površinu $S = \pi d^2/4$ (zenice oka, gde je $d$ prečnik zenice) na rastojanju $r$ od izvora iznosi $P_s = P_o S/4\pi r^2 = P_o d^2/16r^2$. Kako je $P_s = E_s/t = nhc/\lambda t$, sledi da broj fotona koji za dati vremenski interval $t$ prodju kroz zenicu oka iznosi $n = P_o d^2 \lambda t/(16r^2hc)$. Iz uslova $n \geq n_g$, gde je $n_g$ broj fotona koji odgovara granici osetljivosti čovečijeg oka za zračenje date talasne dužine, sledi

$$r_g \leq \frac{d}{4}\frac{P_o \lambda t}{hcn_g} = 1720 \text{ m}.$$

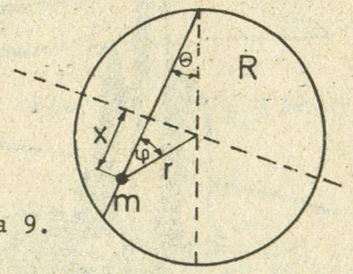
*659.* Usled refleksije fotona talasne dužine $\lambda$, koji normalno padaju na površinu tela koeficijenta refleksije $R$, dolazi do promene njihovog impulsa za veličinu $2h/\lambda$. Kako se od ukupnog broja $n$ fotona, koji u jedinici vremena padaju na površinu tela, reflektuje $nR$ fotona, ukupna promena impulsa usled refleksije u jedinici vremena iznosi $2nRh/\lambda$, tako da pritisak na površinu tela usled refleksije fotona iznosi $p_r = 2nRh/(\lambda S)$, gde je $S$ površina sa koje se reflektuju fotoni. Za neprozirno telo koeficijent apsorpcije vezan je s koeficijentom refleksije relacijom $A = 1 - R$. Kako je promena impulsa fotona usled apsorpcije jednaka početnom impulsu $h/\lambda$, sledi da ukupna promena impulsa usled apsorpcije fotona iznosi $nAh/\lambda = n(1-R)h/\lambda$, tako da je pritisak na površinu tela usled apsorpcije $p_a = n(1-R)\,h/\lambda$. Ukupan pritisak svetlosti na površinu tela iznosi $p = p_r + p_a = n(R+1)h/(\lambda S)$ odakle je $\lambda = n(R+1)\,h/(pS) = 497$ nm. Snaga laserskog mlaza svetlosti jednaka je ukupnoj energiji koja u jedinici vremena pada na površinu tela $P = E/t = nhc/\lambda$. Na osnovu prethodnog sledi $P = pSc/(R+1) \cong 1$ W.

*660.* Na telo mase $m$ koje se nalazi u unutrašnjosti Zemlje na rastojanju $r$ od njenog centra deluje gravitaciona sila koja je srazmerna delu mase Zemlje obuhvaćene sferom poluprečnika $r$ (MF-27. zad.382):

$$F(r) = \gamma \frac{mM\,r}{r^2} .$$

Predpostavljajući da je Zemlja homogena sledi

$$M(r) = \frac{Mr^3}{R^3} .$$



Slika 9.

($M$ je masa Zemlje, a $R$ poluprečnik Zemlje), tako da je: $F(r) = \gamma mMr/R^3$. Kako je $F(R) = mg$ sledi $g = \gamma M/R^2$ pa je $F(r) = mgr/R$. Telo će se kretati duž kanala pod dejstvom sile $F(\phi) = F(r)\cdot\cos\phi = (mgr\cos\phi)/R$. Kako je rastojanje tela od simetrale kanala $x = r\cos\phi$ (sl.9), sledi $F(x) = mgx/R = kx$, gde je $k = mg/R$. Znači, telo će vršiti harmonijsko oscilovanje duž kanala oko tačke preseka s njegovom simetralom. Kako je kod harmonijskog oscilovanja ukupna energija $E_o = kx_o^2/2$, gde je u našem slučaju $x_o = R\cos\Theta$, sledi da maksimalna kinetička energija tela iznosi $E_{ko} = E_o = kx_o^2/2 = 1/2\; mgR\cos^2\Theta$

661. Pod dejstvom Lorencove sile $\vec{F} = e(\vec{v}x\vec{B})$ elektron u magnetnom polju, čiji je vektor indukcije normalan na vektor brzine elektrona, dobija centralno ubrzanje $a_c = v^2/r$, krećući se po kružnoj putanji poluprečnika $r = mv/eB$. Kako je $E_k = mv^2/2 = eU$ i $v = eBr/m$ sledi $U = mv^2/(2e) = eB^2r^2/(2m)$. S obzirom da poluprečnik n-te orbite elektrona u atomu vodonika iznosi: $r_n = 4\pi\varepsilon_o h^2n^2/(me^2)$ sledi da su elektroni pre uletanja u magnetno polje bili ubrzani u električnom polju pri potencijalnoj razlici $U = \varepsilon_o^2 B^2h^2n^4/(2\pi^2m^3e^3) \cong 247$ V. Kako je $m>>n$ sledi da se pri prelazu elektrona iz stanja $m$ u osnovno stanje $(n=1)$ emituje foton frekvencije $\nu_{nm} = (E_n - E_m)/h = cR(1/n^2 - 1/m^2) = cR/n^2 = cR = 3{,}29\cdot10^{15}$ Hz.

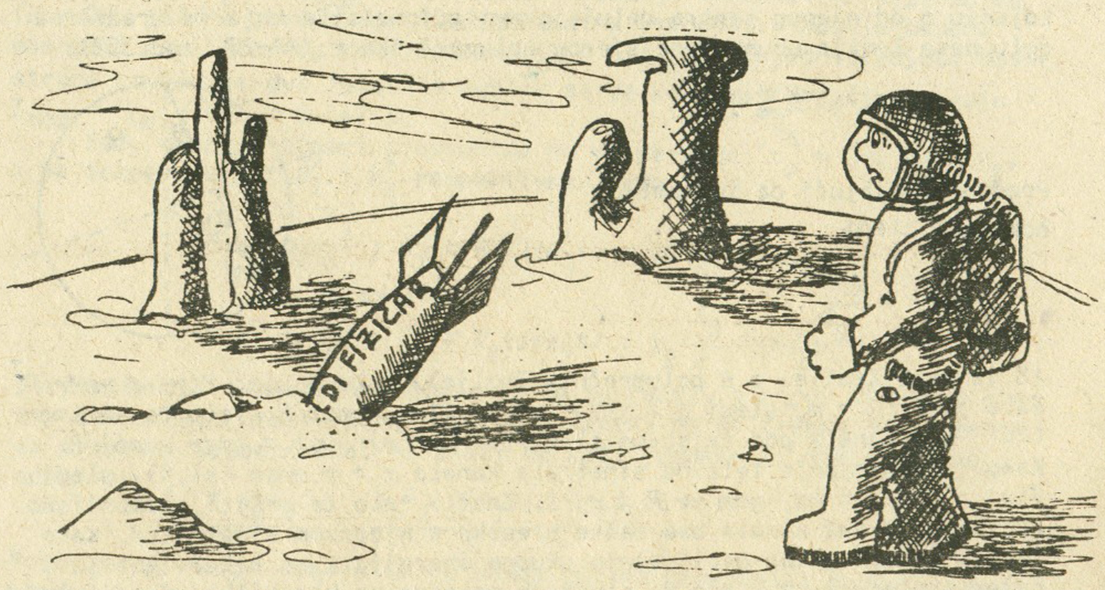
662. Relativna promena energije fotona pri interakciji sa slabo vezanim elektronom (Komptonov efekt) iznosi: $\Delta E/E = (h\nu - h\nu')/h\nu = (\lambda'-\lambda)/\lambda' = \Delta\lambda/(\lambda+\Delta\lambda)$. Kako je promena talasne dužine fotona pri Komptonovom efektu: $\Delta\lambda = h/m_oc\ (1-\cos\Theta)$, gde je $\Theta$ ugao pod kojim se rasejao foton, sledi:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{1}{1 + \dfrac{m_oc\,\lambda}{h(1-\cos\Theta)}}.$$

Relativna promena energije fotona je maksimalna kada je $\Theta = \pi$;

$(\Delta E/E)_{max} = 1/(1 + \dfrac{m_oc\lambda}{2h})$, tako da maksimalna promena energije fotona date talasne dužine iznosi

$$\Delta E_{max} = hc/\lambda\ (1 + \frac{m_oc\lambda}{2h}) = 9{,}13\cdot10^{-17}\ \text{J} \cong 571\ \text{eV}.$$








663. Silu $F_2$ koja deluje na duži krak poluge $r_2$ naćićemo iz jednakosti momenata, tj. iz uslova $F_1r_1 = F_2r_2$ odakle je $F_2 = F_1r_1/r_2$. Zamenom brojnih vrednosti dobija se za $F_2 = 60$ N.

Mesto dejstva rezultante paralelnih sila $F_1$ i $F_2$ nalazi se upravo u osloncu. Rezultanta je ujedno i pritisak na tačku oslonca, ona iznosi $R = F_1 + R_2 = 80\text{N} + 60\text{N} = 140$ N.

664. Znajući da je pritisak brojno jednak jačini sile koja normalno deluje na jedinicu površine, neophodno je najpre odrediti ukupnu silu. Ukupna sila je ustvari jednaka zbiru zadate sile i težine tela tj. $F_u = Q + F = \rho gV + F = 456000\text{N} + 700\text{N} = 456700$ N. Ukupnu površinu odredjujemo koristeći se izrazom $p = F/S$ odakle je $S = F/p$. Zamenom brojnih vrednosti dobija se:

$$S = F_u/p = \frac{456700\ \text{N}}{8000\ 000\ \text{N/m}^2} = 0{,}57087\ \text{m}^2;\quad S = 0{,}57\ \text{m}^2.$$

665. Pritisak na dno posude potiče od pritiska vode $p_1$ i pritiska neke tečnosti $p_x$: $p = p_1 + p_x$; $p_1 = \rho_1gh_1 = 6000\ \text{N/m}^2$. Pritisak $p_x$ iznosi $p_x = p-p_1 = \rho_xgh_2$ odakle je $\rho_x = p-p_1/gh_2 = 920\ \text{kg/m}^3$ (ulje). Sila pritiska na dno iznosi $F = pS = pr^2\pi = 275$ N (274,964N).

666. Voda izbacuje bure silom potiska (uzgona) $F_p$ umanjenom za težinu bureta $-Q$. Prema tome tražena sila iznosi $F = F_p - Q$ Silu $F_p$ izračunavamo pomoću težine vode istisnute buretom. Pošto znamo da bure ima zapreminu $V = 5\ \text{m}^3$ onda je $F_p = \rho gV = 1000\ \text{kg/m}^3\cdot10\text{m/s}^2\cdot5\text{m}^3 = 50\ 000$N. Pa je $F = 50\ 000\text{N} - 2000\text{N} = 48000$ N $= 48$kN.

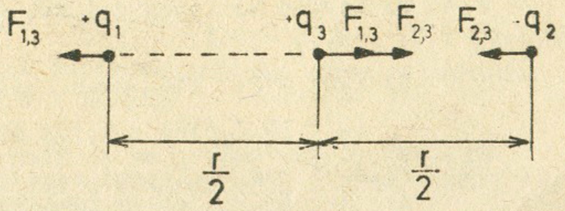
667. Dužinu cevi - $l$ nalazimo iz uslova $\gamma l = \gamma_o(l-h)$ koji izražava jednakost pritisaka na dubini, nižeg kraja cevi. $\gamma_o$ - je specifična težina vode. Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$l = \frac{\gamma_o\,h}{\gamma_o - \gamma} = 50\cdot10^{-2}\text{m} = 0{,}5\ \text{m}.$$

668. Rezultujuća sila $F$ je jednaka zbiru sila $F_{1,3}$ i $F_{2,3}$ koje su prikazane na slici 1, pa je

$$F = F_{1,3} + F_{2,3} = k\frac{q_1q_3}{(r/2)^2} + k\frac{q_2q_3}{(r/2)^2}$$

Zamenom brojnih vrednosti i uzimajući $k = 9\cdot10^9\text{Nm}^2/\text{C}^2$ dobija se za silu $F = 9{,}72\cdot10^{-7}$N.




Slika 1.

669. Težina kuglice je $Q = mg$; dok prema uslovu zadatka odbojna elektrostatička sila $F = k(q^2/h^2)$, iznosi $mg/2$, tj. 50%. Onda je

$k\frac{q^2}{h^2} = \frac{mg}{2}$ odakle sledi da je $q = h \cdot \sqrt{\frac{mg}{2k}}$ Zamenom brojnih vrednosti biće $q = 0{,}2\ \text{m} \cdot \sqrt{\frac{0{,}01\text{kg} \cdot 9{,}81\text{m/s}^2}{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2}} = 0{,}47\ \mu\text{C}$. Znači naelektrisanja su jednoznačna, oba pozitivna ili oba negativna.

670. Kuglici treba dovesti količinu elektriciteta $q = Vr/k$, kad se zamene brojne vrednosti dobija se

$$q = \frac{15\ \text{V} \cdot 0{,}8 \cdot 10^{-3}\text{m}}{9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2} = 1{,}33 \cdot 10^{-12}\text{C}.$$

S obzirom da je naelektrisanje jednog elektrona $e = 1{,}601 \cdot 10^{-19}$C, kuglica treba da primi

$n = \frac{1{,}33 \cdot 10^{-12}\text{C}}{1{,}601 \cdot 10^{-19}\text{C}} = 8{,}31 \cdot 10^6$ elektrona. Dakle, preko osam miliona.

671. Medjusobno rastojanje ploča iznosi $d = U/E = 1000\text{V}/3 \cdot 10^4\text{N/C} = 1/30$ m = 3,33 cm; a kapacitet kondenzatora $C = S/4d = 133{,}3$ pF.

672. Potencijal odredjujemo na osnovu izraza $V = kq/R$ pa je za naš slučaj:

a)
$$V_1 = k\frac{q_1}{R} = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-9}\text{C}}{1\text{m}} = +9\ \frac{\text{J}}{\text{C}} = +9\text{V}.$$
$$V_2 = k\frac{q_2}{R} = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2 \cdot \frac{(-2 \cdot 10^{-9}\text{C})}{1\text{m}} = -18\ \text{V}.$$

b) Kada se lopte dodirnu neutralizovaće se pozitivna količina elektriciteta $q_1 = +1$nC, sa isto tolikom količinom negativnog elektriciteta sa drugog tela. Znači da se preostala količina elektriciteta od −1nC raspodeli (jer su lopte istog poluprečnika) na obe lopte, onda će njihova naelektrisanja biti $q_1' = -0{,}5$nC i $q_2' = -0{,}5$nC. Potencijali obe lopte će biti isti za vreme kada su one dodirnute i kasnije kada se one rastave. On iznosi $V_1' = V_2' = kq_1/R = -4{,}5$V. Treba napomenuti da bi potencijal dodirnutih lopti bio isti i u slučaju da su one različitih dimenzija, ali posle njihovog rastavljanja to ne bi bilo već bi lopta većih dimenzija imala manji potencijal, što je i razumljivo.

673. Tražena snaga se odredjuje iz izraza $P = h(Q+F_{tr})/t = 4900\text{W} = 4{,}9$ kW; pošto je $Q = \rho gV = 9750$ N.

674. a) Stepen korisnog dejstva transformatora iznosi $P_2/P_1 = I_2U_2/I_1U_1 = 0{,}95 = 95\%$.

b) $I_2U_2 = P_1$ kada ne bi bilo gubitaka $I_2 = 8{,}8$A

$I_2' = 70\ I_2/100 = 6{,}16$A uz 30% gubitaka.

675. Izlazni rad elektrona odredjuje se iz relacije:

a) $A = hc/\lambda - mv^2/2$ Zamenom brojnih vrednosti dobija se $A = 5{,}28$ eV.



b) Razlika potencijala mora biti takva da potencijalna energija električnog polja bude jednaka kinetičkoj energiji elektrona. $E_k = eU$ odakle se dobija da je $U = 3$ V.

676. Naelektrisanje sekundarnog produkta nuklearne reakcije iznosi (4+2)−6=0. Maseni broj čestice je (9+4)−12 = 1. Dakle čestica ima masu 1, a naelektrisanje nula. To je neutron ${}_0n^1$. Pa je reakcija

$${}_4Be^9 + {}_2He^4 \longrightarrow {}_6C^{12} + {}_0n^1$$

677. Na osnovu jednakosti masenog broja pre i posle reakcije i naelektrisanja dobija se:

$$\left.\begin{array}{l} A + 1 = 22 + 4 \\ Z + 1 = 11 + 2 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} A' = 25 \\ Z' = 12 \end{array} \Rightarrow {}_{12}X^{25} = {}_{12}Mg^{25}$$

pa je onda reakcija

$${}_{12}Mg^{25} + {}_1p^1 \longrightarrow {}_{11}Na^{22} + {}_2He^4$$

678. Rad protiv sile trenja pri spuštanju tela niz strmu ravan je jednak smanjenju njegove potencijalne energije: $A_1 = E_p$ ili $F_{tr}L = mgh$, gde je $L$ − dužina strme ravni, a $h$ − njegova visina. Pri podizanju tela treba savladati silu trenja na istom putu $L$ i ujedno povećati mu potencijalnu energiju popevši ga na visinu $h$. To znači, da se mora uložiti rad: $A_2 = mgh + F_{tr}L = mgh + mgh = 2mgh = 31{,}4$ J.

679. Kuglica klizi niz strmu ravan i na njenom kraju ima brzinu $v_o = \sqrt{2gh}$, gde je $h = L/2 = H/6$ − visina strme ravni, i usmerenu pod uglom od 30° prema horizontu (sl. 2). Kuglica dalje leti po paraboli i pada na horizontalnu podlogu pod nekim uglom (različitim od 90°) prema horizontu. Medjutim, visina na koju se kuglica podiže posle udara o podlogu zavisi samo od vertikalne komponente ove brzine. Intenzitet ove komponente nalazi se kao brzina kuglice neposredno pred udar, a koja je pala vertikalno naniže sa visine $5H/6$ sa početnom brzinom $v_o/2 = 1/2\ \sqrt{gH/3}$. Iz relacije za predjeni put kod jednako ubrzanog pravolinijskog kretanja za ovaj slučaj:

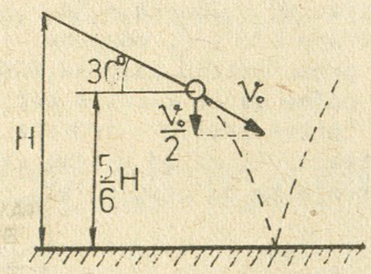
$$\frac{5}{6}H = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{gH}{3}} \cdot t + \frac{1}{2}gt^2$$

nalazi se vreme padanja kuglice sa strme ravni na podlogu:

$$t = \frac{\sqrt{21} - 1}{2}\sqrt{\frac{H}{g}}.$$

Tako je tražena brzina jednaka

$$v = v_o/2 + gt = \frac{\sqrt{21}}{2}\sqrt{\frac{gH}{3}}.$$



Slika 2.

Visina na koju će se popeti kuglica posle elastičnog udara o podlogu je jednaka: $H_1 = v^2/2g = \ldots = 7H/8 = 10{,}5$ m.

680. Za sistem top-granata može da se primeni zakon održanja količine kretanja, pošto se sile teže uravnotežavaju silama reakcije

688. Sa slike 4 se vidi da je $\Delta h = \Delta V/S = (V_2-V_1)/S$. Zapremina gasa na temperaturi $T_2$ prema Gej-Lisakovom zakonu je jednaka $V_2 = V_1T_2/T_1 = 3{,}2$ litra $= 3200$ cm$^3$. Na osnovu izraza za $\Delta h$ sledi da je pomeranje klipa jednako $h = (3200-2000)$ cm$^3/8$ cm$^2 = 1{,}5$ m.

689. Iz jednačine sabirnog sočiva (lupe) $1/p + 1/s = 1/f$ se za žižnu daljinu dobija izraz: $f = (p\cdot s)/(s-p)$. Kada se zamene brojne vrednosti za žižnu daljinu se dobija vrednost $f = 6{,}25$ cm. Optička moć lupe iznosi $\omega = 1/f = 16$ dioptrija. Maksimalno uvećanje lupe je jednako odnosu udaljenosti lika i predmeta od optičkog centra lupe $u = s/p = 5$. Ponekad se koristi za uvećanje lupe i obrazac $u = s/f + 1$, koji daje identičan rezultat $u = 5$.

690. Žižna daljina objektiva je jednaka recipročnoj vrednosti optičke jačine $f_1 = 1/\omega_1 = 1/40$ m $= 0{,}025$ m. Isto tako je za okular $F_2 = 1/\omega_2 = 1/20$ m $= 0{,}05$ m. Daljina lika koju formira objektiv ima vrednost

$$l_1 = \frac{p_1 f_1}{p_1 - f_1} = 23{,}3 \text{ cm}.$$

Ovaj lik igra ulogu predmeta za okular i njegova udaljenost od optičkog centra okulara je jednaka (sl.5) :

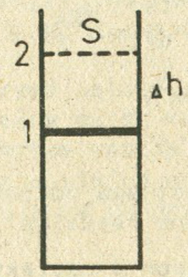
$$p_2 = \frac{f_2 s}{f_2 + s} = 4{,}17 \text{ cm}.$$

Ovaj izraz za $p_2$, pa i njagova brojna vrednost, je dobijen iz jednačine sabirnog sočiva za slučaj da je udaljenost predmeta od optičkog centra sočiva manja od njegove žižne daljine, kada se dobija uvećan i imaginaran lik: $1/p_2 - 1/s = 1/f_2$. Ukupno uvećanje mikroskopa je jednako proizvodu uvećanja objektiva i okulara.

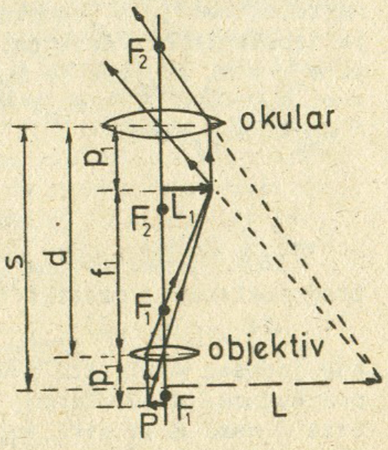
$$u = u_1u_2 = \frac{l_1 s}{p_1 p_2} = 49{,}9 \cong 50.$$

Pošto je ukupno uvećanje odredjeno i relacijom $u = \frac{L_1}{P}\frac{L}{L_1} = \frac{L}{P}$,

onda je veličina konačnog lika jednaka $L = uP = 50\cdot 0{,}02$ mm $= 1$ mm.




Slika 4.




Slika 5.

691. Sistem iz stanja $p_1$, $V_2$, i $T_1$ prelazi u stanje, čiji su parametri $p_2$, $V_2$ i $T_2$, pri čemu se radi o istom broju molova gasa i gde je $V_2 = 4V_1$ i $p_2 = p_1/3$. Iz jednačina stanja gasa $p_1V_1 = nRT_1$ i $p_2V_2 = nRT_2$ se dobija za temperaturu $T_2$:



$$T_2 = \frac{p_2V_2}{p_1V_1}T_1 = \frac{4}{3}T_1.$$

Prema tome, temperatura sistema se promenila za

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{T_2-T_1}{T_1} = 1/3 = 33{,}3\%.$$

692. Temperatura Sunca se odredjuje iz Wienovog zakona pomeranja $T = b/\lambda_m$. Kada se ona zna, onda se snaga koju Sunce izrači sa jedinice površine može da izrazi preko Štefan-Boltzmanove formule $E_e = \delta T^4$, gde je $\delta$ - poznata konstanta jednaka $5{,}67\cdot 10^{-8}$W/(m$^2$K$^4$). Snaga koja se izrači sa cele površine Sunca je jednaka: $P = \delta T^4 S$, gde je $S$ - površina Sunca ($S = 4\pi R^2$, gde je $R$ njegov poluprečnik). Zamenom svih poznatih brojnih podataka za ukupnu izračenu snagu se dobija: $P = 4\pi R^2\delta(b/\lambda_m)^4 = 4{,}65\cdot 10^{28}$W. Ovde je za konstantu $b$ uzeta vrednost $2{,}896\cdot 10^{-3}$Km. Pošto zračenjem Sunce gubi energiju, smanjuje mu se i masa po Einsteinovoj formuli $E = \Delta mc^2$, gde je $\Delta m = kM$ - smanjenje mase, a $k = 0{,}01\%$ procenat smanjenja, $M$ - masa Sunca, a $c$ - brzina svetlosti u vakuumu. Znači, smanjenju mase odgovara energija: $E = kMc^2$. Kako snaga predstavlja energiju po jedinici vremena $P_1 = E/t$, može se odrediti traženi vremenski interval. Sledi

$$t = \frac{E}{P} = \frac{kMc^2\lambda_m^4}{4\pi R^2\delta b^4} = 3{,}87\cdot 10^{14}\text{s}.$$

Ako se uzme u obzir da 1 godina ima $3{,}1536\cdot 10^7$s onda se dobijeni vremenski interval može da izrazi u obliku: $t = 1{,}227\cdot 10^7$ godina ili $t = 12{,}27$ miliona godina.

693. Broj raspadnutih jezgara urana U$^{238}$ za vreme $t$ iznosi $\Delta N = N_o - N_o e^{-\lambda t} = N_o(1-e^{-\lambda t})$. Kako početan broj jezgara iznosi $N_o = N_a m_U/M_U$, sledi $\Delta N = N_a m_U(1-e^{-\lambda t})/M_U$. Računajući da su u konačnom rezultatu raspada jezgara atoma urana U$^{238}$ dobijena jezgra atoma olova Pb$^{206}$, sledi da masa olova iznosi $m_{Pb} = M_{Pb}\,\Delta N/N_a = m_U M_{Pb}\,(1-e^{-\lambda t})/M_U = 276$kg, gde je $\lambda = 0{,}693/T_{1/2}$.

694. Kako je ukupna oslobodjena energija srazmerna broju raspadnutih jezgara $E = E_1\Delta N$, gde je $E_1$ energija koja se oslobodi pri jednom raspadu i kako je u slučaju kraćeg vremenskog intervala ($\Delta t \ll T_{1/2}$) $\Delta N = \lambda N\Delta t$, gde je $N \cong N_o = N_a m/M$ početan broj jezgara, sledi $E = E_1\lambda N_a m\Delta t/M = E_1(\ln 2)N_a m\Delta t/T_{1/2}M = 4{,}44\cdot 10^{23}$eV $= 71$ kJ. Ukoliko uzmemo da je $\Delta N = N_o - N_o e^{-\lambda t} = N_o(1-e^{-\lambda t})$, sledi $E = E_1N_a m(1-e^{-t\cdot \ln 2/T_{1/2}})$. Kada je $t \ll T_{1/2}$ sledi $e^{-\lambda t} \cong 1-\lambda t = 1-t\cdot \ln 2/T_{1/2}$ tako da se dobija rezultat koji je identičan prethodnom.

695. Pretpostavljajući da uzorak radijuma izotropno zrači $\alpha$ - čestice, sledi da njegova aktivnost iznosi $\Delta N/\Delta t = (4\pi r^2)/(\pi d^2/4)\cdot \Delta n/\Delta t$, gde je $\Delta n/\Delta t$ broj scintilacija u jedinici vremena na kružnom ekranu prečnika $d$ koji se nalazi na rastojanju $r$ od izvora zračenja. S obzirom da je $\Delta N/\Delta t = \lambda N = \ln 2/T_{1/2}$ i da je $N = N_a m/M$, sledi da masa radijuma iznosi

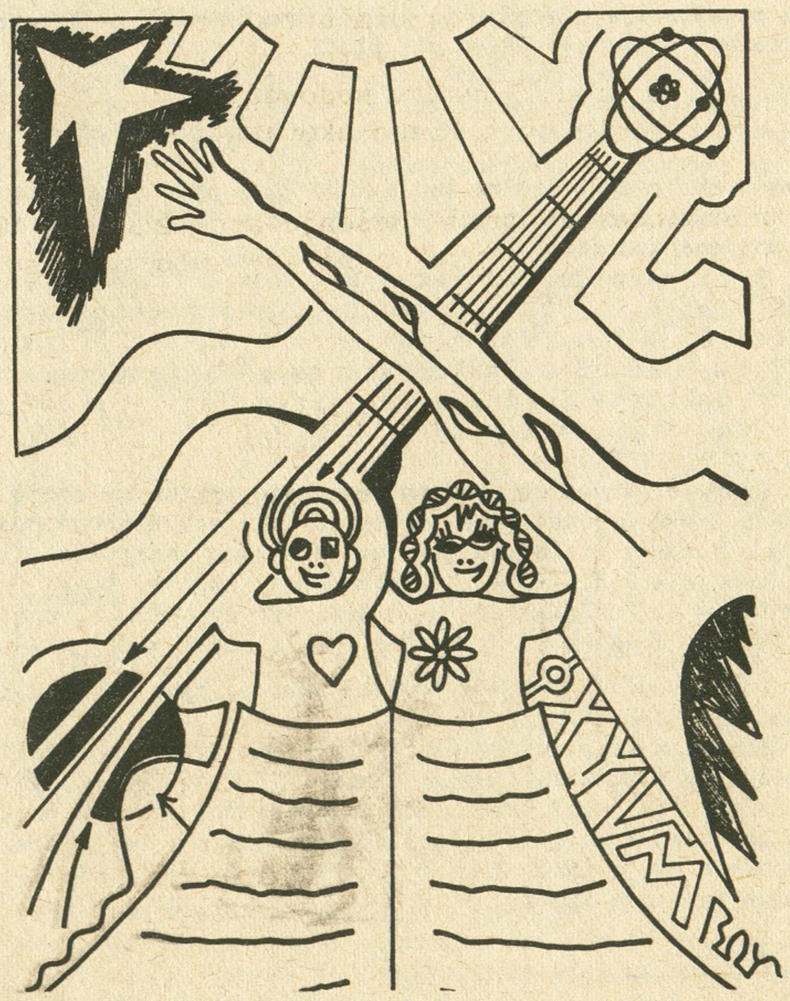
$$m = \frac{16r^2\Delta nTM}{d^2\,\Delta t\cdot \ln 2\cdot N_a} = 2{,}93\cdot 10^{-9}\text{ kg}.$$

696. Pri nuklearnoj reakciji $_3Li^7 + p \rightarrow 2\alpha$ oslobadja se energija $Q_1 = \Delta mc^2 = (m_{Li}+m_p-2m_\alpha)c^2$, gde su $m_{Li}$, $m_p$ i $m_\alpha$ – odgovarajuće mase jezgara litijuma, protona i $\alpha$ – čestice. Kako ukupan broj jezgara litijuma sadržanih u masi $m$ iznosi $N = N_A m/M$, gde je $M$ molarna masa litijuma, sledi da ukupna oslobodjena energija iznosi $Q = NQ_1 = 2{,}39 \cdot 10^{11}$ J.

697. Na osnovu zakona održanja energije i zakona održanja impulsa, zanemarujući kinetičke energije jezgara berilijuma i $\alpha$ – čestice, sledi $m_c v_c = m_n v_n$ i $E_{kc} + E_{kn} = Q$, gde se indeksi "c" i "n" odnose respektivno na jezgro ugljenika odnosno neutron, a sa $Q$ je označena energija oslobodjena pri datoj nuklearnoj reakciji. Iz prethodnih dveju jednačina sledi

$$E_{kc} = \frac{m_c v_c^2}{} = \frac{Q}{1+(m_c/m_n)} = 0{,}442 \text{ MeV i } E_{kn} = \frac{m_n v_n^2}{2} = \frac{Q}{1+(m_n/m_c)} =$$

$= 5{,}258$ MeV.





Nagradni zadatak, br.29

## KVAR NA "LIČNOM" VODOVODU

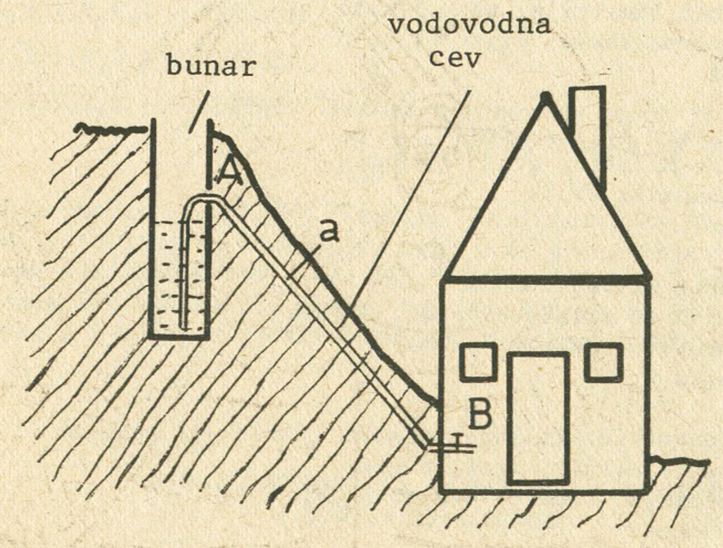
Možda nije čest slučaj ali se dešava da poneki vlasnici kuća na brdovitim terenima budu pravi srećnici što se tiče pronalaženja izvorišta pitke vode. Još ako je to izvorište na brdu a kuća negde u podnožju, dovodjenje cevima vode u kuću može, pod odredjenim fizičkim uslovima, biti ostvarljiv bez upotrebe pumpe. Metalna ili plastična cev koja povezuje bunar na brdu i kuću u podnožju mora biti ukopana u zemlju najmanje 80 cm. Medjutim, ponekada se dešava, da cev bude na potezu $\overline{AB}$ u nekoj tački "a" probušena pa da ovakav vodovod "gubi" vodu. Vidi sliku.

Postavlja se pitanje: kako biste vi kao fizičar i eventualni vlasnik ovakvog vodovodnog objekta pronašli rupu na cevi sa najmanjim mogućim utroškom fizičkog rada?

Pokušajte da u vašem odgovoru objasnite i na kom fizičkom principu "radi" ovakav vodovod?

Zašto vodovodne cevi treba ukopavati u zemlju najmanje 0,8 m?

Napomena: Najinteresantnije rešenje ovog zadatka biće objavljeno u "Mladom fizičaru" a njegov autor nagradjen vrednom knjigom iz fizike.




Draško Grujić

DOBITNICI GODIŠNJIH NAGRADA ČASOPISA "MLADI FIZIČAR"

Za najuspešnije rešavanje konkursnih zadataka iz "Mladog fizičara", u školskoj 1984/85 godini nagradjuju se učenici:

1. Kostić Petar, učenik
   Vojislav Lazić, nast.fizike
   Osnovna škola "Miodrag Čajetinac-Čajka"
   Trstenik

2. Jeremić Mirjana, učenica
   Medić Živojinka, nast. fizike
   Osnovna škola "Ivan Munjas"
   Ub

3. Mihajlović Predrag, učenik
   Barać Biljana, nast.fizike
   Osnovna škola "Jova Jovanović Zmaj"
   Vranje

4. Kovačević Mitar, učenik
   Starčević Miodrag, nast. fizike
   Osnovna škola "21 decembar"
   Derventa

5. Dimitrijević Tatjana, učenica
   Simić Dimitrije, nast.fizike
   Osnovna škola "Učitelj Tasa"
   Niš

6. Rakovac Salih, učenik
   Čedo Miletić, prof. fizike
   Ekonomska škola
   Tuzla

7. Babić Golub, učenik
   Petrović Rodoljub, prof. fizike
   Obrazovni centar "25 maj"
   Raška

8. Stevanović Ljiljana, učenica
   Kostov Nikola, prof. fizike
   Obrazovni centar "Stojan Ljubić"
   Lebane

Učenici se nagradjuju knjigom autora Zvonimira Jakobovića:LEKSIKON MJERNIH JEDINICA.



Uredništvo časopisa "Mladi fizičar" čestita nagradjenim učenicima na primernom poznavanju i savladavanju školskog gradiva iz fizike, i na upornosti u rešavanju konkursnih i drugih zadataka.

Vi ste ponos vaših nastavnika fizike i škola čiji ste učenici, i najbolji medju najboljim saradnicima "Mladog fizičara".

Prilika je da se zahvalimo i svim ostalim učenicima čija su imena objavljena u "Mladom fizičaru" tokom prošle školske godine uz rešenja konkursnih i drugih zadataka, i verujemo da će ostati i na dalje verni saradnici "Mladog fizičara".

Takodje se zahvaljujemo i nastavnicima i profesorima fizike nagradjenih i nenagradjenih učenika, na podsticanju učenika na samostalan i pregoran rad, jer su vodjeni u nastavnom procesu entuzijazmom i ljubavlju za poziv kojim se bave.

Draško GRUJIĆ

## ZA MLADE FIZIČARE – ENIGMATIČARE

Do zaključenja ovog broja "Mladog fizičara" samo je jedan čitalac pokušao da sastavi nove "pomeraljke" od naziva osnovnih SI-jedinica, sa rešenjima koja predstavljaju pojmove iz fizike ili imena fizičara. To je ALEKSANDAR VELIMIROVIĆ, učenik OŠ "Branko Radičević", Štavalj, 36310 Sjenica. On je Redakciji poslao ukupno devet svojih "pomeraljki", ali tri od njih imaju ista rešenja kao i "pomeraljke" zadane u prethodnom broju. Ostalih šest su nove:

1. 5,1,7,3,4,6,2 - rešenje: KANDELA,
2. 3,5,4,6,7,1,2 - SKALARI,
3. 5,3,7,1,6,4,2 - VEKTORI,
4. 2,5,3,7,1,6,4 - REAKTOR,
5. 3,4,5,1,7,6,2 - SPIRALA, i
6. 2,6,1,5,3,4,7 - ALTENEK (Hefner-Altenekova lampa je jedan, danas već zastareli, etalon za jačinu svetlosti).

Redakcija pohvaljuje mladog fizičara - enigmatičara Aleksandra Velimirovića, i to kako za zalaganje, tako i za poznavanje fizike. Istovremeno, prema obećanju datom u br. 36. "Mladog fizičara", Redakcija nagradjuje ovog čitaoca sa 600 dinara (po 100 dinara za svaku prihvaćenu "pomeraljku") i knjigom autora Zvonimira Jakobovića:LEKSIKON MJERNIH JEDINICA.

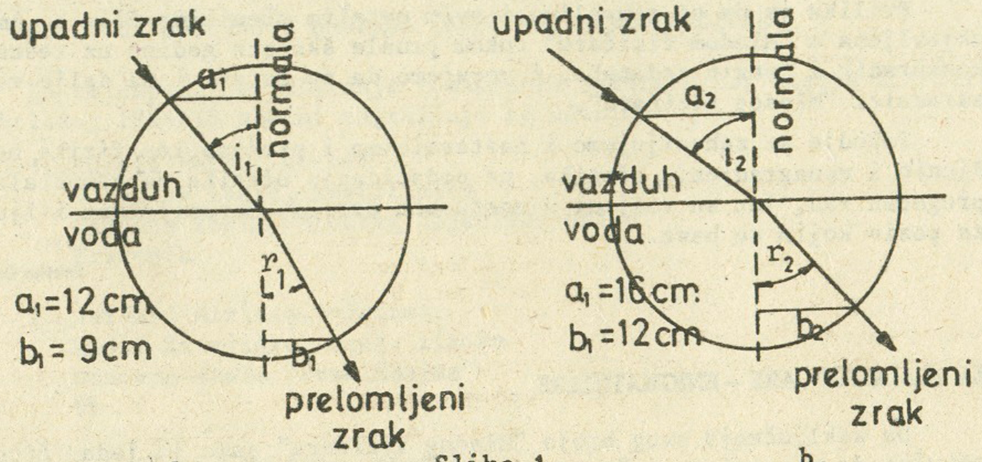
Rešenja iz "Mladog fizičara", br.36.

NEKOLIKO POMERALJKI SA NAZIVIMA OSNOVNIH JEDINICA SI-SISTEMA

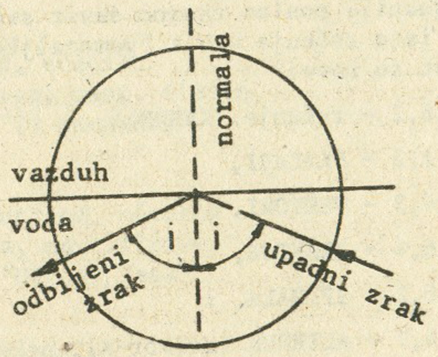
1. Pentoda, 2. Okular*i*, 3. Megavat, 4. Molek*u*l, 5. Potisak, 6. Kristal, 7. Neutr*o*n, 8. Magneti - - ELEKTRON.

## ISPRAVKE IZ MF - 36

1. Strana 10: Na slikama 1a i 1b ispušteno je da se nacrtaju krugovi sa središtem u počecima koordinatnih sistema, zato u ime ispravke donosimo te crteže ispravno nacrtane.




a. Slika 1. b.




**Slika 1c.**

2. Strana 38: U rešenju konkursnog zadatka br. 595, drugi red odozgo, ispravno je $v_1$ = 100 km/h;

3. Strana 35: U rešenju konkursnog zadatka br. 617, ispravno je $f_1 = 1/2\pi\sqrt{LC_1}$ i $f_2 = 1/2\pi\sqrt{LC_2}$;

4. Strana 37: U rešenju konkursnog zadatka br. 623, šesti red odozgo, ispravno je $v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2gh} = \sqrt{2gh} = cost$;

   U rešenju konkursnog zadatka br. 624, ispravno je
   $t_1 = \sqrt{2h_1/g}$, $v_1 = \sqrt{2g(H - h_1)}$ ; $D_2 = v_2 t_2 = 2\sqrt{(H-h_2)h_2}$
   $(h_2)_{1,2} = 1/2 \cdot |H \pm \sqrt{H^2 - 4(H - h_1)}|$



PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF-(34-35) I MF-36 DOSTAVILI SU:

1. OŠ "Stevan Čolović", Arilje, (nastavnik fizike: Vuković Momir): Popović Nemanja 598, 600, 602; Perović Zorica 598; Zimonjić Bogdan 598, 600; Žunić Ivan 598, 600, 601, 602, 633, 634, 635, 636; Bošnjaković Nada 598, 599, 600, 602; Milićević Ivana 598, 599, 600, 602; Varagić Marija 598, 599, 600, 601, 602; Stojadinović Dragana 598, 599, 600, 602; Živković Nataša 598, 599, 601; Ristanović Dušica 598, 600, 602; Radulović Aleksandra 598, 599, 601, 602; Nedeljković Marija 598, 599, 601, 602, 633; Varagić Natalija 603, 604, 605, 606, 607; Vesnić Vanja 598, 602; 2. OŠ "Dušan Poleksić", Grabovac (Vranić Ljiljana): Vasiljević Dragana 598, 600, 602; Babić Biljana 598, 600, 602; Čanić Biljana 594, 597; Vasiljević Zlatko 605, 606; Jakovljević Sladjana 594, 597; Dragićević Ljiljana 594, 597; Vićentijević Gordana 598, 599, 600, 602, 633; Jovanović Sladjana 598 599, 600, 602, 633; Milanović Brankica 598, 599, 600, 602, 633; Gavrilović Snežana 598, 599, 600, 602, 633; 3. OŠ "8. oktobar", Vlasotince, (Mihajlo Djokić): Kostovski Saša 598, 637; Stojković Dragan 593, 594, 595, 597, 598, 599, 600, 602, 628, 629, 630, 631, 633, 634, 635; Bogdanović Zoran 595; Stamenković Srdjan 593, 597, 598, 615, 651, 652; 4. OŠ "Kosta Djukić", Mladenovac, (Nedeljković Spasa): Nenadović Dejan 593, 595, 596, 597; Ivanović Lidija 593, 595, 596, 597; Veljković Tamara 593, 595, 596, 597; Krsmanović Grozdana 593, 597; Simić Gordana 593, 597; Milojević Biljana 593, 597; Simić Gordana 663, 664, 665, 666; Krsmanović Grozdana 663, 664, 665, 666; Milojević Biljana 663, 664, 665, 666; 5. OŠ "Dr Dragiša Mišović", Čačak, (Radmila Aćimović): Tamaš Sanja 598, 600, 601, 602, 633, 634, 636; Stanković Tanja 594, 593, 595; Mosurović Bojana 598; 6. OŠ "Milinko Kušić", Ivanjica, (Zorica Bogićević): Marković Neda 593, 594, 595, 597, 631; Vučićević Dragana 594, 631; 7. OŠ "Ljupče Nikolić", Aleksinac, (Srba Ivanovič): Mitić Danijela 633, 634, 665, 666; 593, 594, 595, 596, 597; 8. OŠ "Milan Milošević Ćopo", Mrčajevci, (Stanojka Milisavljević): Nikitović Željka 594, 597, 663, 664; 9. OŠ "22. decembar", Katun (Mitić Slobodan): Nešić Danijela 593, 594, 595, 596; Miletić Sladjana 593, 594, 595, 596, 597, 598, 600, 603, 604, 605, 606, 630, 633; 10. OŠ "Olga Milošević", Smed. Palanka, (Borivoje Vukomanović): Stojanović Dragana 676, 677; Radojčić Gordana 594; 11. OŠ "Andra Savčić", Valjevo, (Dragan Popović": Maksimović Olja 603, 604, 605, 606; 12. OŠ "Dušan Jerković", Titovo Užice, (Milun Jekić): Jovanović Jovan 673, 674, 676, 677; 13. OŠ "Njegoš", Kotor, (Štefica Božinović): Koh Ivan 663, 664. 14. OŠ "Branko Radičević", Vladičin Han, (Stanojlo Stanojević): Kostov Danijel 674, 676, 677; 15. OŠ "Joca Milosavljević", Bagrdan, (Miodrag Milanović): Mladenović Slobodan 593, 597; 16. OŠ "Bratstvo", Novi Pazar, (Halil Glogić): Mrdak Miloš 604, 605; 17. OŠ "Boris Kidrič", Gornji Matejevac, (Ristić Vukadin): Filipović Jasmina 598; 18. OŠ "20. oktobar", Novi Beograd, (Mira Vuković): Ristić Ivan 597, 631; 19. OŠ "17. oktobar", Svetozarevo, (Milci Mikić): Petrović Vladan 593, 594, 595, 597, 598, 600, 602, 62-, 630, 633; 20. OŠ "Svetozar Miletić", Zemun, (Branislava Jovanović): Simić Biljana 594; 21. OŠ "Vuk Karadžić", Beograd, (Mirjana Nikodijević): Ostojić Dragana 602, 605, 606; 22. OŠ "8. septembar", Pirot, (Milorad Vidanović): Mladenović Dragan 598, 602, 633; 23. OŠ "Maksim Gorki", Beograd, (Milena Živković): Stanković Vlada 594, 597, 631; 24. OŠ "Sava Kovačević", Beograd, (Dragan Smiljević): Vilus Maja 594, 597, 598, 602, 604, 605, 606, 607, 633; 25. OŠ "Žika Popović", Loznica, (Vasilija Babalj): Stanisavac Nataša 593, 594, 597, 598, 602, 633; 26. OŠ "B.Radičević", Stamnica, (Ljubomir Andjelković): Jasmina Prvulović 593, 594, 595, 597, 628, 629, 630, 631; 27. OŠ "Hasan Kikić", Sanski Most, (Jeličić Dmitar): Delić Ljubica 598, 599, 600, 602, 604, 605; 28. OŠ "Veljko Vlahović", Borča-Greda (Živorad Petrović): Petrović Nebojša 593, 594, 595, 596, 597, 598, 600, 601, 602, 628, 630, 633, 635; 29. OŠ "KPO", Jošanička Banja: Musić Dragan 558, 559, 560, 561; 30. OŠ "Stevan Sindjelić", Beograd, (Harizanov Spas): Dejan Marjanović 598, 600, 602, 634; 31. OŠ "Branko Radičević", Novi Beograd (Vida Radić): Jovanović Ksenija 598, 599; 32. OŠ "Radomir Lazić", Azanja, (Vasiljević Angelina): Živković Violeta 604, 605, 606; 33. OŠ "Čegar", Niš, (Verica Golubović): Antić Žaklina 598, 600, 601, 633; 34. OŠ "Sele Jovanović" Šabac,

(Vitomir Has): Knežević Danijela 604, 605, 606; 35. OŠ "Vuk Karadžić", Čačak, (Milica Cogoljević): Glavinić Violeta 592, 594, 595, 597; 36. OŠ "Filip Filipović", Čačak, (Ružica Stojanović): Janjić Marija 605, 606; 37. OC "Dragačevski bataljon", Guča, (Danilo Beodranski): Tankosić Dragana 675, 683; 38. OVO "Beogradski bataljon", Beograd, (Vasiljević Stojan): Ilić Slobodan 599, 600, 602, 603 604, 605, 610, 616, 622, 624, 633, 631, 641, 642, 643, 651, 652, 655; 39. ETŠC II, Tuzla, (Gajić Milan): Toni Stojev 593, 594, 595, 597, 598, 599, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 610, 615, 616, 623, 624, 628, 629, 630, 631, 633, 634, 639, 640, 643, 644, 645, 647, 650, 651, 652, 655, 656.

## UPUSTVO ZA REŠAVANJE ZADATAKA

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

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

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

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

KONKURSNI ZADACI • NAGRADNI ZADACI **KUPON** • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK

**Učenik** _____

**Škola i razred** _____

**Nastavnik fizike** _____

**Pošt. broj i mesto** _____

**Ulica i broj** _____

ŠKOLSKA KNJIGA, knjižara „Studentski trg"
**Rešenja zadataka iz „Mladog fizičara"**
11000 BEOGRAD, Studentski trg 6




# VASIONA

ČASOPIS ZA ASTRONOMIJU

GODINA XXXIII
1985 BROJ 1-2
BEOGRAD


SADRŽAJ


V. Ćelebonović: *Vikoni, unifikacija interakcija i njihov značaj za astrofiziku*

B. Pejović: *Planetarijum — prozor u kosmos*

Др Б. Шеварлић: *Кратак историјат изучавања Сунца у свету и у нас (I)*

B. Jovanović: *Kvantna stanja materije u teoriji R. Boškovića*

Др Б. Јовановић: *О животу и раду проф. др Божидара Поповића*

Др Ђ. Телеки: *Седамдесетогодишњица живота проф. Б. Шеварлића*

N. Čabrić: *Basic program za računanje izlaza, zalaza i kulminacije nebeskih tela*

Н. К. Тодоровић: *Фукоов оглед*

*Нове књиге*

*Новости и белешке*

*Вести из земље*



VASIONA, časopis za astronomiju, izlazi u 5 brojeva godišnje. Izdaje Astronomsko društvo „Ruđer Bošković", uz učešće Republičke zajednice za nauku SR Srbije. Adresa uredništva i administracije: 11000 Beograd, Gornji grad 16, Kalemegdan, telefon broj 011/624-605. Rukopisi se ne vraćaju. Godišnja pretplata ND 200, za inostranstvo 3 US dolara. Cena pojedinog broja ND 60, dvobroja ND 120; Za inostranstvo 0,60 odnosno 1,20 dolara. Pretplate slati u korist žiro-računa broj 60806-678-6639.
VASIONA br. 1985/1—2, godina XXXIII, knjiga VIII, str. 1—40; štampano jula 1985.



**MATEMATIČKO-FIZIČKI LIST** **Poziv na pretplatu**
**za učenike srednjih škola**

**41001 ZAGREB, p.p. 258, Ilica 16/III, tel. (041) 425–288, Žiro račun 30102–678–4202 (Društvo matematičara i fizičara Zagreb)**

List (kako je mnogima od vas već poznato) donosi aktualne i historijske članke (pišu ih i učenici!), eksperimentalne priloge, prikaze manifestacija (natjecanja, ljetnih škola, ...) te obilje zadataka (centralno, sve uspešnije mjesto učeničke suradnje). Zatim su tu fakultetski ulazni testovi, razne zanimljivosti, anegdote, „rekreacija", nagradni natječaji.

MFL izlazi 4 puta godišnje na 36–40 sitno tiskanih strana. Prilozi na jeziku i pismu autora.

**Pretplata za šk. god. 1985/86. je 320,00 dinara.** (Moći će se održati samo većim brojem pretplatnika.) Može se poslati u dvije rate: prva od 15.XII, druga do 15.IV. Za narudžbe preko 10 primjeraka povjereniku se odobrava 10% od ukupno sakupljene pretplate, što se usteže pri slanju pretplate.

**Ujedno vas obavještavamo da je nedavno izašao izvanredni broj (C) MF-lista: A. Smontara i dr., MEĐUNARODNE OLIMPIJADE IZ FIZIKE. Tu su zadaci sa svih 15 dosadašnjih olimpijada iz fizike, s potpunim rješenjima! 60 strana, cijena 300,00 d. I za taj izvanredni broj vrijedi popust od 10% pri narudžbi preko 10 primjeraka.**