OBAVEŠTENJE UREDNIŠTVA

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

PRILOZI KOJE NAM ŠALJETE, osim rešenja zadataka, treba da budu otkucani sa dvostrukim proredom na hartiji formata A4 i ne treba da budu duži od **pet kucanih strana.** Crteži moraju biti izrađeni tušem na posebnoj hartiji. Na odvojenom listu treba ispisati ime i prezime, zvanje i zanimanje, adresu i broj žiro računa, odnosno potpisanu izjavu da se ne poseduje žiro račun. Takođe treba dostaviti opštinsku stopu poreza i doprinosa na autorske honorare i broj računa na koji se porezi i doprinosi uplaćuju.

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 reda prispeća.

MLADI FIZIČAR izlazi četiri puta godišnje, a **GODIŠNJA PRETPLATA ZA SVA ČETIRI BROJA IZNOSI 200 DINARA.** Možete da postanete pretplatnici kada to poželite. Potrebno je samo da nas običnim pismom obavestite o **broju kompleta** na koje se pretplaćujete, da napišete svoju adresu i da istovremeno izvršite uplatu potrebne sume novca na žiro račun Društva fizičara Srbije:

60806-678-77766,
sa obaveznom naznakom: „Mladi fizičar", 1983/84.

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

AKO NARUČITE 100 i VIŠE KOMPLETA časopisa „Mladi fizičar" nastavnik fizike odnosno škola besplatno dobija **„PREGLED"**, zbornik predavanja održanih na Republičkom seminaru o nastavi fizike u osnovnim i srednjim školama, obima 16 autorskih tabaka. Ovaj seminar organizuje Društvo fizičara Srbije jednom godišnje.

MOŽETE NARUČITI I NEKE, BROJEVE RANIJIH GODIŠTA, po ceni od 35 din. za primerak do kraja 1983/84. školske godine.

Prodajna cena časopisa van pretplate, u principu, odredjuje se svake školske godine, i formira se i na osnovu troškova koji nisu uključeni u pretplatu u toku školske godine kao godine izlaženja pojedinog broja.

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

Maksima Gorkog 118, 11080 Zemun.

Evidencija pretplate: (011) 478-758, Dragana Cerović.
Sva obaveštenja: (011) 212-219, Zorka Zeljug

YU ISSN 0351-5575

30
83/84

mladi fizičar

časopis iz fizike za učenike

461
462
464

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
ЧАСОПИС „МЛАДИ ФИЗИЧАР"

КОМИСИЈА ЗА ТАКМИЧЕЊЕ
УЧЕНИКА _____ ШКОЛА ДОДЕЉУЈЕ

ДИПЛОМУ

_____

УЧЕНИКУ ____ РАЗРЕДА _____

У _____ ЗА ОСВОЈЕНО _____ МЕСТО

НА _____

ТАКМИЧЕЊУ ИЗ ФИЗИКЕ ШКОЛСКЕ 19__/19__ ГОДИНЕ

ДИРЕКТОР ШКОЛЕ _____

НАСТАВНИК ФИЗИКЕ _____

ПОДРУЖНИЦА _____

РЕГ. БРОЈ _____

У _____

_____ 19__ ГОДИНЕ

ПРЕДСЕДНИК
КОМИСИЈЕ

_____

DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
SERBIAN PHYSICAL SOCIETY

MLADI FIZIČAR
Naučno-obrazovni časopis iz fizike za učenika osnovne i srednjih škola
godina VIII, broj 30, (1983/84)

YOUNG PHYSICIST
Magazine for elementary and secondary school students
JEUNE PHYSICIEN
Journal pour les éléves des écoles élémentaires et secondaires
JUNGER PHYSIKER
Zeitschrift 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

S A D R Ž A J

Dr J. Labat: Maser – preteča lasera 2
Dr B. S. Milić: O neposrednom pretvaranju toplote u električnu energiju 7
S. Grujić: Jedna primena spojenih sudova 13
Dr D. Đokić–Ristanović: Ajnštajn i 15
Dr J. Labat: Kako demonstrirati bestežinsko stanje 16
D. Filipović: Reželacija 17
D. Mozetič: O takmičenjima iz fizike 18
Konkursni zadaci 19
Zadatak 13 E 25
Nagradni zadatak 25
Zadaci sa XXII Republičkog takmičenja iz fizike za učenike srednjih škola SR Srbije 26
Zadaci sa XIX Saveznog takmičenja iz fizike za učenike srednjih škola 30
Rešenja konkursnih zadataka iz „Mladog fizičara" br. 29 33
Rešenje zadatka 12 E 42
Pravilna rešenja konkursnih zadataka iz „MF–28" . . 43
V. Adamović: Ukrštene reči . . . 44
T. Senćanski: Istina o zlatnoj kruni 47
V. Adamović: Fizički eksperiment u slici i reči 49

„Mladi fizičar" izlazi od školske 1976/77. godine. Časopis su uređivali: **Đorđe Basarić i Slobodan Žegarac** (1976/77), **Dušan Ristanović i Draško Grujić** (1977/78), **Ljubo Ristovski i Dušan Koledin** (1978/79–1981/82) **i Dušan Koledin, Dragana Popović i Jablan Dojčilović** (1982/83).

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

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

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

Poštovani čitaoci,

od ovog broja uređivanje vašeg časopisa „Mladi fizičar" preuzelo je novo uredništvo. Zahvaljujući svim dosadašnjim urednicima časopis je stekao popularnost koja se ogleda u velikom broju pretplatnika i saradnika. Izborom članaka i njihovim sadržajem pokrivane su sve savremene oblasti fizike a jedan deo časopisa postao je dobro prihvaćena svojevrsna zbirka zadataka.

U zadnje vreme uredništvo se bori sa velikim teškoćama vezanim za tehničku stranu izdavanja časopisa koje su dovodile do velikih zakašnjenja u izlaženju pojedinih brojeva. Problemi su nastajali zbog nedostatka hartije, neizvršavanja ugovorenih obaveza od strane štamparije i problema prostorija Društva fizičara Srbije kao izdavača časopisa.

Pored toga dobijene su brojne pismene a naročito usmene primedbe čitalaca–učenika i njihovih nastavnika na način prezentiranja pojedinih članaka, težak i nerazumljiv jezik i previsok nivo, što je uzrokovalo njihovu nepristupačnost, naročito mlađim čitaocima.

Imajući sve to u vidu, novo uredništvo je odlučilo da pokuša drugim načinom rada i pripremanja pojedinih brojeva izbeći, u prvom redu, zakašnjenje u izlaženju časopisa. Pored toga trudiće se da članci koji se objavljuju budu interesantni po sadržaju, pristupačni u načinu izlaganja i da časopis bude obogaćen prilozima eksperimentalnog i primenjenog karaktera.

U nadi da će „Mladi fizičar" kao jedini časopis iz fizike za učenike osnovnih i srednjih škola biti i dalje značajna dopunska literatura u nastavi fizike, uz poziv na saradnju

srdačno vas pozdravljamo.

Uredništvo

ŠTA JE...

Dr Jaroslav Labat

MASER – PRETEČA LASERA

Verujemo da vam je poznato šta su laseri, koji je princip njihovog rada i kakve su im primene. Ovi uređaji daju jak snop koherentnog elektromagnetnog zračenja i zasnivaju se na tzv. stimulisanoj (izazvanoj) emisiji zračenja. U zavisnosti od vrste, oni zrače u vidljivom, ultraljubičastom ili infracrvenom delu elektromagnetnog spektra (što odgovara talasnim dužinama u vakuumu ispod 10 μm). Najznačajnija osobina laserskog zračenja je njegova tačno određena učestanost.

Nešto pre lasera (tačnije, 1955. godine) izgrađeni su uređaji koji na principu stimulisane emisije pojačavaju elektromagnetno zračenje i daju talase centimetarskih i milimetarskih talasnih dužina, (oblast mikrotalasa). Ove uređaje su njihovi tvorci Gordon, Cajger i Tauns (Gordon, Zeiger, Townes) nazvali maserima. Reč maser slično kao i laser, sastavljena je od prvih slova engleskog naziva uređaja (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, tj. pojačanje mikrotalasa stimulisanom emisijom zračenja). U prvom maseru je kao radna sredina korišćen amonijak (NH_3), čiji molekuli pod određenim uslovima emituju elektromagnetno zračenje učestanosti 23800 MHz (kojoj u vakuumu odgovara talasna dužina od 1,25 cm). Kasnije, pod drugim uslovima, efekt pojačanja mikrotalasa stimulisanom emisijom zračenja dobijen je i u vodoniku, zatim u nekim kristalima (npr. rubinu), a takođe i u parama metala rubidijuma i cezijuma. Opšta karakteristika svih ovih uređaja je izvanredno visoka stabilnost učestanosti emitovanog elektromagnetnog zračenja (odstupanje ne premaša desetomilioniti deo herca!). Časovnik u kome bi se kao „klatno" koristio amonijačni laser, mogao bi napraviti grešku od najviše jedne sekunde za nekoliko stotina godina.

Šta je stimulisana emisija zračenja?

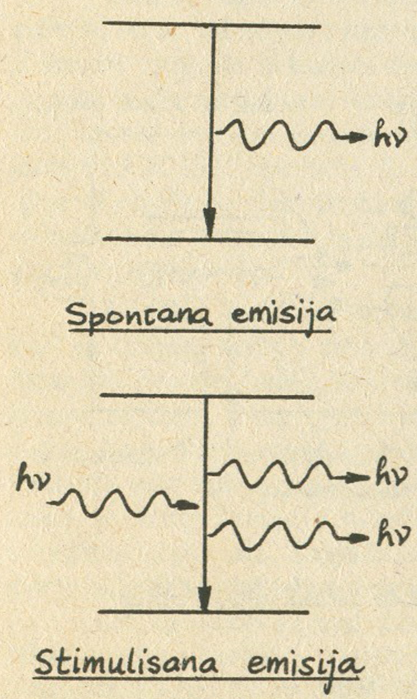
Osnovni uslov za rad lasera i masera, koji se zajedničkim imenom zovu kvantni generatori, je da se u nekoj radnoj supstanci (gasu, tečnosti ili čvrstom telu) ostvari stanje tzv. inverzne populacije energetskih nivoa. To je stanje u kome je broj čestica (atoma ili molekula) u višem energetskom stanju veći od onih u nižem, što je suprotno onome što postoji u normalnim uslovima. Poznato je da atomi i molekuli mogu imati samo određene vrednosti energije. Prelaz iz nižeg energetskog

stanja u više može se odigrati samo ako atom ili molekul u sudaru sa drugim atomom, elektronom ili fotonom dobije tačno energiju jednaku razlici energije višeg i nižeg stanja. Atom ili molekul ostaje tako pobuđen – ekscitiran – samo vrlo kratko vreme, posle čega se obično spontano (sam od sebe) vrati u osnovno stanje (deekscitira). Tom prilikom se izrači kvant elektromagnetne energije – foton – čija je energija jednaka razlici energija višeg i nižeg stanja, tj.

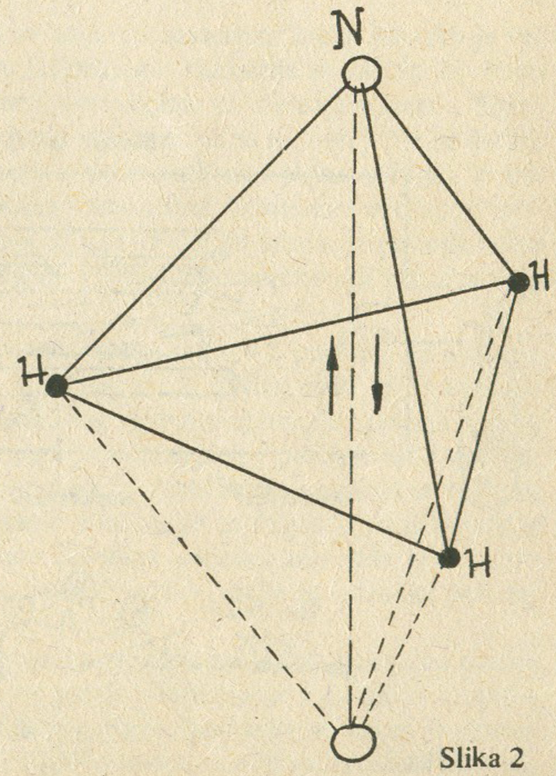
$$E_{\text{viš.}} - E_{\text{niž.}} = h\nu.$$

Za rad lasera i masera važan je međutim drugi, manje običan proces deekscitacije pobuđenog stanja atoma ili molekula. On se javlja ako već pobuđenu česticu pogodi neki foton, i to takav da mu je energija tačno jednaka energiji fotona koji bi se izračio pri spontanom prelasku u niže stanje. To je proces tzv. stimulisane emisije, pri kome dolazi do udvajanja broja fotona (slika 1). Pri tome su svi izračeni fotoni iste energije, imaju isti smer kretanja, istu ravan polarizacije i istu fazu, ovakvo zračenje zove se koherentno.

Ako se na neki način postigne da u sredini ima veći broj pobuđenih čestica u višem nego u nižem energetskom stanju, stimulisana emisija dovodi do velikog pojačanja zračenja. Prilikom svakog procesa stimulisane deekscitacije atoma, od jednog fotona se dobiju dva. Oni dalje izazovu deekscitaciju druga dva atoma pri čemu se njihov broj poveća na četiri. Fotoni se na taj način brzo umnožavaju, njihov broj se udvostručuje pri svakom sledećem procesu stimulisane emisije.



Slika 1

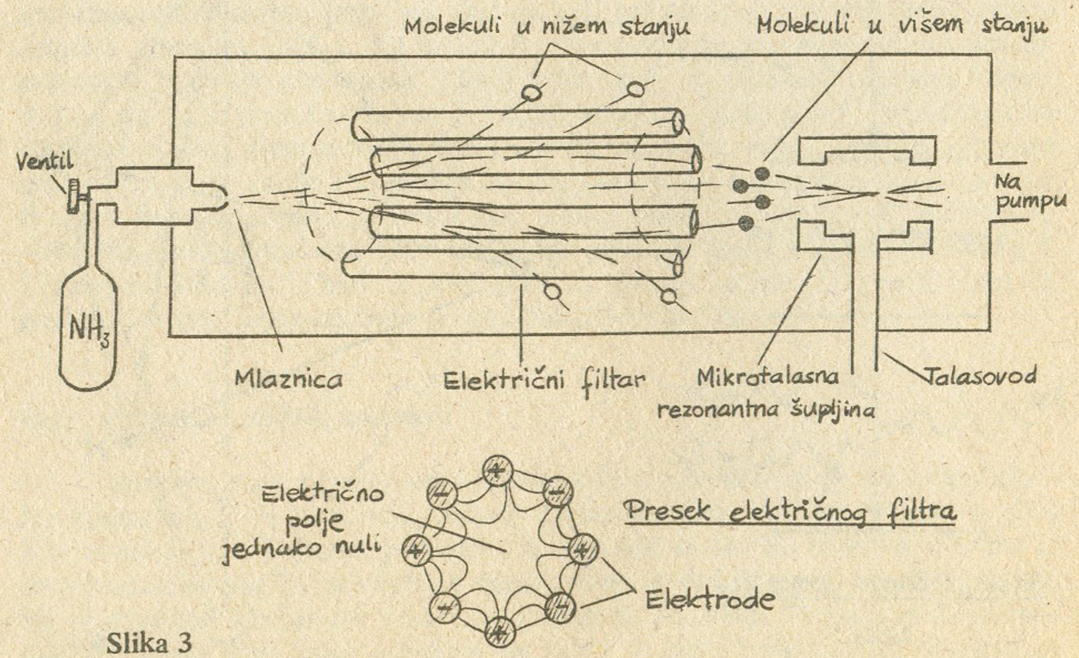


Slika 2

Kako radi maser sa amonijakom

U prvom maseru, koji je napravljen 1955. godine, iskorišćena je posebna osobina molekula amonijaka. Atomi koji čine taj molekul raspoređeni su po rogljevima trostrane piramide (slika 2). Na vrhu piramide je atom azota, osnovicu čine tri atoma vodonika. Međutim, atom azota može da se pomera i da, prolazeći kroz ravan određenu atomima vodonika, dođe u donji simetričan položaj, kao da je piramida obrnuta naopako. Ispostavlja se da molekul ima veću energiju upravo u ovom drugom „izvrnutom" slučaju. Prilikom preskoka atoma azota iz donjeg u gornji položaj emituje se foton čija je energija jednaka razlici energija ta dva stanja. Ova energija odgovara frekvenciji od 23800 MHz, što odgovara oblasti elektromagnetnih mikrotalasa (talasna dužina u vakuumu 1,25 cm).

U cilju dobijanja inverzne populacije u amonijačnom maseru, neophodno je iz gasa na neki način ukloniti molekule koji su u nižem energetskom stanju (ili bar znatno smanjiti njihov broj). Ovo je neophodno zbog toga što ovi molekuli „troše" fotone za svoje pobuđenje, te zbog toga ne bi moglo da dođe do pojačanja. Za uklanjanje koristi se podesno nehomogeno električno polje, koje na molekule u nižem stanju deluje privlačnom silom, a ona u višem odbojnom. U amonijačnom maseru se takvo električno polje stvara pomoću niza naizmenično naelektrisanih šipki raspoređenih po obodu zamišljenog cilindra (na slici br. 3 prikazana je samo polovina tog sistema šipki). Duž ovog „kaveza od šipki električno polje je nula i intenzitet mu raste sa rastojanjem od ose. Jače polje u blizini šipki privlači molekule u nižem energetskom stanju, uklanja ih, i na taj način u snopu molekuli u višem energetskom stanju postaju brojniji. Gas sa tako postignutom inverznom populacijom uvodi se u rezonantnu šupljinu. Rezonantna šupljina je cilindrična metalna



Slika 3

kutija koja za mikrotalase igra ulogu oscilatornog kola tj. paralelno vezanih zavojnica i kondenzatora. Čak i vrlo slabe oscilacije u rezonantnoj šupljini u početku (što odgovara malom broju fotona) izazvaće deekscitaciju svih molekula, pri čemu se oslobađa velika količina energije. Pri tome je neophodno da rezonantna šupljina bude podešena tako da frekvencija njenih oscilacija bude jednaka frekvenciji emitovanih fotona. Iz rezonantne šupljine energija mikrotalasa odvodi se talasovodom.

Druge vrste masera

Pored amonijaka, kao sredina u kojoj se može dobiti inverzna populacija energetskih nivoa služi vodonik, a takođe i pare cezijuma i rubidijuma. U sva tri slučaja koriste se pobuđeni atomi a ne molekuli. Atomi nabrojanih elemenata imaju samo jedan elektron u spoljnjoj ljusci elektronskog omotača. Energetski nivoi ovog perifernog elektrona se cepaju na podnivoe zbog delovanja jezgra njihovih atoma. (radi se o tzv. spinskom delovanju jezgra i elektrona). Energetska razlika između tih podnivoa je vrlo mala, pa prelazi između njih daju zračenje u oblasti mikrotalasa. Tako, za vodonik frekvencija zračenja iznosi 1420 MHz, što odgovara talasnoj dužini od 21 cm, a za cezijum to iznosi 9192 MHz, odnosno 3,3 cm.

Glavna razlika u odnosu na amonijačni maser je u načinu izdvajanja atoma sa nižim pobuđenjem. Pošto u slučaju vodonika i cezijuma cepanje energetskih nivoa uslovljavaju magnetne osobine atoma, izdvajanje se vrši magnetnim poljem.

Za koje svrhe se koriste maseri

Elektromagnetne oscilacije koje se stvaraju maserom imaju, kao što je već rečeno, tačno određenu i nepromenljivu frekvenciju. Oscilacije molekula ili atoma u maseru mogu da se koriste kao „klatna" u uređajima za merenje vremena. Sigurno vam je poznato da je sekunda u Međunarodnom sistemu mernih jedinica definisana upravo pomoću učestanosti oscilacija atoma cezijuma: jedna sekunda je trajanje 9192631881 oscilacija. U maserskim časovnicima učestanost oscilacija smanjuje se posebnim elektronskim uređajima dok se ne dobiju oscilacije perioda jedne sekunde koje se koriste za davanje ritma rada elektromehaničkog ili elektronskog pokazivača vremena.

Maserski časovnici su, zbog svoje vrlo visoke tačnosti, poslužili za merenja koja sa drugom vrstom časovnika nisu bila moguća. U prvom redu to su merenja vezana za rotaciju Zemlje, koja nije pravilna zbog verovatnog uticaja kretanja njenog tečnog sadržaja. Druga vrlo važna primena je u navigaciji, posebno kod aviona, koji se danas kreću velikim brzinama zbog čega je određivanje položaja sa velikom tačnošću jako važno. Astronomska navigacija zasniva se na činjenici da se sa nekog mesta površine Zemlje u određeno vreme pojedina nebeska tela vide pod tačno određenim uglovima. Znajući te uglove i tačno vreme, može se odrediti položaj mesta sa koga se posmatranje vrši.

Ovi časovnici su poslužili i za proveravanje jedne posledice specijalne teorije relativnosti da vreme – trajanje zavisi od sistema referencije iz koga se događaj posmatra. Sa tim ciljem jedan od dva sinhronizovana časovnika avionom je prenošen oko Zemlje dok je drugi ostao na Zemlji. Časovnik u avionu zakasnio je u od-

nosu na časovnik koji je bio na Zemlji. Razlika njihovih pokazivanja je doduše bila vrlo mala ali, zahvaljujući velikoj preciznosti ovih časovnika, ipak merljiva i slagala se potpuno sa teorijskim predviđanjem.

Maseri su se pokazali kao vrlo korisni i u astronomiji i kosmologiji. Pomoću njih i velikih paraboličnih antena pojačani su vrlo slabi signali koji dolaze iz vasione. Zahvaljujući vrlo visokoj tačnosti i stabilnosti učestanosti masera, moguće je bilo izdvojiti signal od šuma koji ga uvek prati i koji je često jači od signala. Pomoću maserskih teleskopa verovatno će biti moguće zaključiti i nešto više o razmerama i geometriji svemira.

Dr Jaroslav Labat diplomirao je fiziku na Prirodno-matematičkom fakultetu u Beogradu. Redovan je profesor na Odseku za fizičke i meteorološke nauke PMF u Beogradu i predaje predmete Fizička mehanika, Molekularna fizika i termodinamika, Fizika jonizovanih gasova i Fizika plazme. Bavi se istraživanjima iz oblasti fizike plazme, naročito interakcijom laserskog zračenja sa plazmom.

АНЕГДОТЕ О АЈНШТАЈНУ

Када је требало да се једном приликом у Лос Анђелесу Ајнштајн одвезе са Чарли Чаплином на неку премијеру, маса их је препознала и одушевљено поздрављала, тако да се није могло ни помислити на наставак пута аутомобилом. Чаплин је коментарисао: „Вама аплаудирају људи јер Вас нико не разуме, а мени јер ме свако разуме".

* * *

Малом Ајнштајну обрати се једна жена са питањем: „Где ти је мама?" Ајнштајн одговори: „Отишла је код комшике пре пола сата на пет минута!".

* * *

Нека Ајнштајнова познаница га је замолила да је позове телефоном али је упозорила да број њеног телефона добро упамти, јер је петоцифрени: 24-361.

– Па шта је ту тако компликовано – зачудио се Ајнштајн. – То су два туцета па 19 на квадрат!

Прикупио Т.С.

FIZIKA DANAS

Др Б. С. Милић
Београд

О НЕПОСРЕДНОМ ПРЕТВАРАЊУ ТОПЛОТЕ У ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГИЈУ

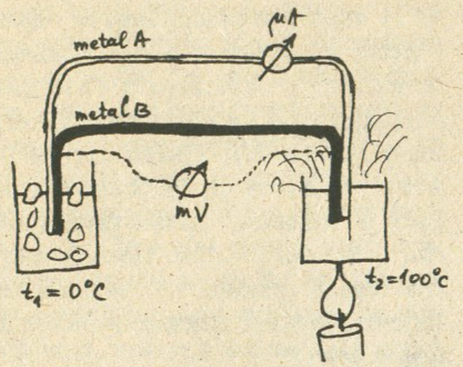
Време у коме живимо видно је обележено огромним потребама за енергијом. Непрекидне су потраге за новим генераторима енергије. Генератори, наравно, не стварају енергију ни из чега, како би се могло помислити на основу дословног превода њиховог назива, јер у природи важи закон одржања енергије. Генератори су само уређаји који троше енергију у неком расположивом облику, лакше доступном у датим околностима, а производе енергију у неком другом облику, погоднијем за примену у тим околностима. Дакле, и обична собна пећ се може сматрати као генератор у овом смислу: хемијска енергија дрвета или угља (то је овде енергија у расположивом облику) служи за производњење топлоте (енергије у жељеном облику), а „дате околности" су – зимско доба. Генератори су само претварачи (односно, трансформатори или конвертори, како се још каже) једног облика енергије у други. Они то раде са одређеним губицима о чему се мора водити рачуна кад се оцењује њихова економска исплативост. Однос између количине енергије коју генератор даје у жељеном облику и оне количине енергије која му је за ово морала бити доведена у другом облику може послужити као подесно мерило његове економске исплативости. Тај је однос увек мањи од један и назива се коефицијент корисног дејства генератора. Пожељно је да он буде што већи, што ближи јединици.

Последњих стотинак година се у највећем броју практичних примена за најпогоднији облик енергије сматра електрична енергија. Интензивно се трага за што разноврснијим генераторима електричне енергије. Многи чак реч „генератор" схватају искључиво у смислу „генератор електричне енергије". Испитују се различите *физичке појаве* које би могле послужити за претварање других облика енергије у електричну и предлажу се различита *техничка решења* која се на тим појавама заснивају. Познато је да су тренутно најекономичнији генератори електричне енергије они чије се функционисање заснива на физичкој

појави електромагнетне индукције. Биће интересантно споменути да је закон електромагнетне индукције (Фарадејев закон) откривен пре неких 150 година (тачније, 1831. године) и да се примењује код генератора електричне енергије већ скоро сто година. Техничка решења која се користе (то су конструкциони детаљи ложишта, котлова, турбина и алтернатора) стално се побољшавају. Рад термоцентрале се одвија у две етапе: најпре се топлота (добијена сагоревањем угља или мазута у ложишту и пренета на водену пару у котлу) претвара у механичку енергију (пара покреће турбину), а затим се ова механичка енергија претвара у електричну (турбина окреће ротор генератора-алтернатора). Процес је у суштини исти и код атомске централе, само се ту ложиште замењује нуклеарним реактором и користи се топлота која се у њему развија у току нуклеарних реакција. Код оваквог степенастог претварања топлоте у електричну енергију губици су неминовни и доста су велики. Вероватно се читалац неће изненадити кад сазна да горња до данас достигнута граница коефицијента корисног дејства ових електроенергетских постројења није већа од око 0,3. Дакле, свега око 30% топлоте се претвори у жељени облик енергије.

Са великом енергетском глађу, својственом нашем времену, овакво стање ствари се не може сматрати као задовољавајуће. Логично је очекивати да би непосредно претварање (или *„директна конверзија"*) топлоте у електричну енергију побољшало коефицијент корисног дејства. Познат је већи број физичких појава које би се могле искористити као основа за ово. Међутим, економски исплатива техничка решења за одговарајуће генераторе електричне енергије нису нађена. Истини за вољу, таква решења нису интензивније ни тражена, пошто је практично сва пажња била усмерена на електромагнетну индукцију и на усавршавање генератора који се заснивају на њој. Изгледа да је сад дошло време да се извесна пажња поклони и проблему директне конверзије. У овом чланку ћемо описати *термоелектричне појаве* које од пре тридесетак година (негде од 1955. године) изазивају знатно интересовање као физичка основа на којој би се могла тражити техничка решења за директну конверзију. Реч је о појавама које настају у проводницима чији су делови на различитим температурама. Термоелектрични генератори су већ конструисани, али су им за сада карактеристике доста скромне. Снага таквог генератора је свега око 1 kW, а коефицијент корисног дејства не премаша 0,1, те су неопходна даља техничка усавршавања. У свом садашњем облику термоелектрични генератори се због тога користе само као допуна неком уређају који у свом раду развија топлоту која би иначе била изгубљена. Дакле, могли би се монтирати на димњаке фабрика и термоцентрала, на издувне цеви аутомобила, и сл.

Ако се крајеви двеју жица од *различитих* метала, на пример бакра и гвожђа, међусобно споје и тако образује проводно коло, па се спојеви одржавају на различитим температурама (рецимо, један спој држи у води са ледом који се топи, а други у води која кључа), запазиће се да кроз коло тече електрична струја (слика 1.). Јачина те струје обично је врло мала: неколико микроампера (милионитих делова ампера) до неколико миливампера. Њено протицање се тада може регистровати само врло осетљивим инструментом, микроамперметром (означеним са μA на слици 1.) или



Слика 1

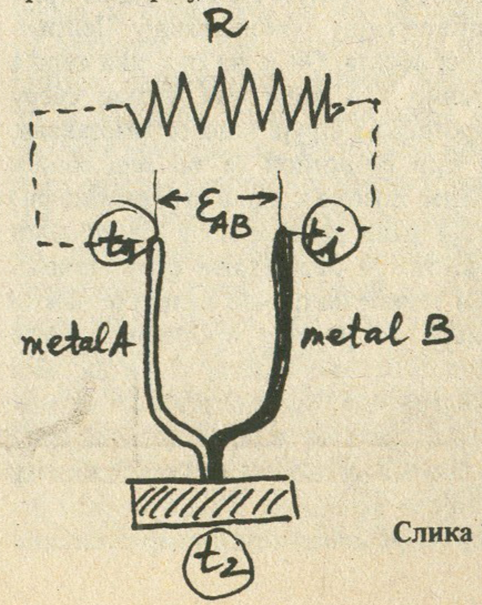
милиамперметром. Протицање електричне струје у овим условима се објашњава настанком *термоелектромоторне силе* између хладнијег и топлијег споја. Она настаје управо због тога што се спојеви налазе на различитим температурама. За сваки пар различитих метала А и В, термоелектромоторна сила ϵ_{AB} је сразмерна разлици температура (t_2, t_1) спојева,

$$\epsilon_{AB} = \alpha_{AB}\,(t_2 - t_1), \qquad (1)$$

где је α_{AB} карактеристична величина за тај пар метала. Бројна вредност те величине обично износи неколико микроволта по степену Целзијуса. При разлици температура од 100°C, што одговара ситуацији са слике 1, термоелектромоторна сила износи око 1 mV и њено мерење захтева коришћење миливолтметра (означеног са mV на слици 1. и везаног паралелно, за разлику од инструмента за мерење јачине струје, μA, који се везује редно). Описана појава се зове *Зебеков ефект* и откривена је десет година *пре* Фарадејевог закона електромагнетне индукције. Уколико се жице у хладнијем споју раставе а у топлијем оставе у електричном контакту (слика 2.), између растављених крајева постоји разлика потенцијала једнака термоелектромоторној сили својственој за тај пар метала и за ту разлику температура. Тако се, дакле, добије врло једноставан извор електромоторне силе, код кога растављени крајеви представљају полове и који се зове *термоелектрична ћелија.* Ако се за полове прикључи неки потрошач, на слици 2. приказан испрекиданом линијом у виду отпорника чији електрични отпор износи R, кроз тако образовано електрично коло ће тећи електрична струја чија се јачина одређује из Омовог закона:

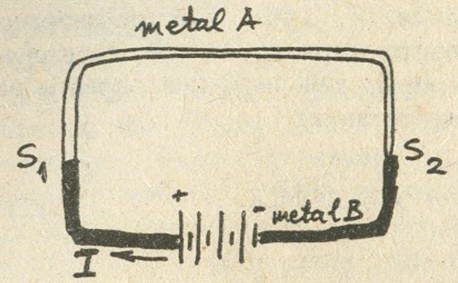
$$I = \frac{\epsilon_{AB}}{R + r}, \qquad (2)$$

где је r унутрашњи отпор ћелије, тј. отпор жица од метала A и B. Да би се добили практично применљиви извори термоелектромоторне силе било би потребно образовати батерије термоелектричних ћелија, које би се састојале од неколико хиљада редно везаних ћелија. Ови извори би били доста гломазни, због чега у прво време није било интересовања за овакве генераторе електричне енергије.



Слика 2

Сада је то интересовање оживело, па ћемо покушати да подробније објаснимо неке детаље функционисања термоелектричне ћелије. Петнаестак година после открића Зебековог ефекта примећена је још једна термоелектрична појава, која је у извесном смислу обрнута Зебековом ефекту. Ако се (слика 3.) проводно коло



Слика 3

састављено од два метала, са оба споја на *истој* температури, прикључи на извор електромоторне силе (на пример, акумулатор или галвански елемент), примећује се да се при протицању струје један спој загрева а други хлади. Ова је појава позната као *Пелтијеов ефект* и зависи од смера струје. Кад се смер струје промени, спој који се загревао почиње да се хлади и обрнуто. Ленц је извео врло интересантну демонстрацију Пелтијеовог ефекта. Он је на спој два метала ставио кап воде при једном смеру протицања струје вода се замрзавала, а при супротном се тај лед топио. Данас постоје хладњаци (фрижидери) који раде на принципу Пелтијеовог ефекта. За разумевање функционисања термоелектричне ћелије је важно знати да је смер протицања струје код Зебековог ефекта такав да, због Пелтијеовог ефекта, долази до хлађења споја са вишом температуром и загревања споја са нижом. Пошто су спојеви зароњени у одговарајуће резервоаре константне температуре (слика 1), топлијем резервоару се одузима извесна количина топлоте. Мањи део те топлоте се претвара у електричну енергију која се користи на потрошачу (слика 2.), а већи део се преноси у хладнији резервоар. Као што је познато, тако функционишу *сви топлотни мотори.* Постоји теоријска горња граница за њихов коефицијент корисног дејства, и она је дата формулом

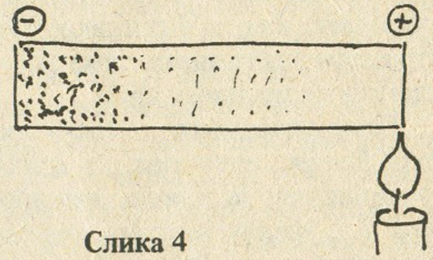
$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}\,, \qquad (3)$$

где су T_1 и T_2 апсолутне температуре хладнијег и топлијег резервоара. Апсолутна температура T неког тела се добија кад се његовој температури t у °C дода 273, $T = t + 273$. Дакле, у ситуацији за слике 1. ($t_1 = 0°C$, $t_2 = 100°C$, тј. $T_1 = 273$ K, $T_2 = 373$ K), коефицијент корисног дејства не може никако бити већи од 0,27. Повећавање температуре топлијег споја би довело и до повећавања коефицијента корисног дејства: при $t_2 = 600°C$ би максимална вредност овог коефицијента била већ око 0,69. У пракси су ове бројке знатно мање; у Зебековим експериментима (слика 1.) коефицијент корисног дејства је износио свега око 0,03 (уместо теоријски максималног 0,27). Ово је, чак пре него гломазност термоелектричне батерије, био основни разлог дугогодишње незаинтересованости за коришћење термоелектричних појава код генератора електричне енергије.

Иако откривена десет година после Зебековог ефекта, електромагнетна индукција је снажно утицала на развој електроенергетике све до данашњих дана. Зебеков и Пелтијеов ефект су више од једног века били сматрани тек као занимљивости без већег значаја, које заслужују да се само спомену у неколико редака не-

де при крају уџбеника физике, па и то не увек. Њихова једина практична примена је била у *термометрији* (техници мерења температура); на основу мерења термоелектромоторне силе термоћелије може се израчунати разлика температура спојева помоћу формуле (1). Оваквом стању ствари је доста допринео и сам Зебек. Он је у свом огледу заправо утврдио да магнетна игла, принета неком делу струјног кола са слике 1, скреће са правца север–југ. Иако је та појава била сасвим слична ономе што је годину дана раније било примећено у Ерстедовим огледима, Зебек не прихвата објашњење да је скретање магнетне игле у његовом експерименту изазвано протицањем струје, већ сматра да оглед доказује да се тело може намагнетисати успостављањем разлике температура између његових крајева. Он чак покушава да порекло Земљиног магнетног поља доведе у везу са разликом температура између полова и екватора. Таквим погрешним тумачењем суштине појаве, Зебек је и себе и своје савременике, па и истраживаче следећих покољења, обесхрабрио у потрази за начинима да се конструише термоелектрична ћелија већег коефицијента корисног дејства. Не треба изгубити из вида да су парне машине у Зебеково време имале коефицијент корисног дејства око 0,03, а толико је било и код термоелектричне ћелије у Зебековом експерименту. У протеклих сто година је, захваљујући раду читавих генерација инжењера, коефицијент корисног дејства парне машине (и турбине) повећан око 10 пута (са 0,03 на 0,3). За исто време се, због занемаривања целокупне термоелектричне проблематике, догодило да се коефицијент корисног дејства код термоћелија коришћених у термометрији смањи око 10 пута (са 0,03 на 0,003). Ситуација се битније променила тек кад је пре тридесетак година утврђено да се термоелектричне појаве дешавају и код полупроводника, где су чак много изразитије него код металних проводника. Електромоторна сила једне полупроводничке термоелектричне ћелије износи око 0,1 V (при разлици температура од неколико стотина степени Целзијуса), а коефицијент корисног дејства је око 0,1. Батерије полупроводничких термоелектричних ћелија неће бити толико гломазне као код проводничких ћелија, те су перспективније.

Објашњење термоелектричних појава је врло сложено и у њега се не можемо детаљније упустити. Најједноставније речено, кад се један крај *металног проводника* загрева (слика 4.), концентрација електрона

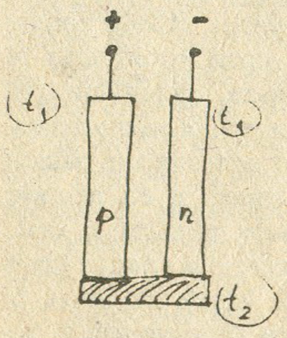


Слика 4

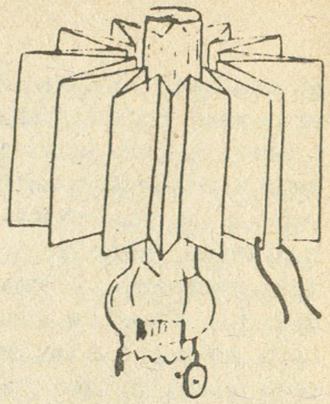
у проводнику престаје бити равномерна и електрони се нагомилавају на хладнијем крају, који постаје негативно наелектрисан. Између топлијег и хладнијег краја успоставља се разлика потенцијала, јер топлији крај носи вишак позитивног наелектрисања. Та разлика потенцијала зависи од врсте проводника и од разлике температура између топлијег и хладнијег краја. Дакле, оба хладна краја термоелектричне ћелије са слике 2. су на негативном потенцијалу у односу на топлији спој, али не на истом, јер је реч о различитим металима. Слично је и код галванских елемената: обе електроде су на негативном

потенцијалу у односу на раствор, али разлика потенцијала између раствора и електроде није иста за различите метале. Код *полупроводника* појава је нешто друкчија, и то не само у квантитативном погледу (при истој разлици температура, разлике потенцијала између топлијег и хладнијег краја су код полупроводника десетак пута веће него код металног проводника), већ и у квалитативном. Наиме, за разлику од полупроводника *n*–типа, у којима су носиоци струје електрони и који се понашају слично као метали (хладнији крај негативан), код полупроводника *p*–типа (носиоци струје су тзв. шупљине, које се понашају као слободне позитивне честице) хладнији крај постаје позитиван а топлији негативан. Дакле, и код металних проводника и код полупроводника носиоци струје, било да је реч о негативно наелектрисаним електронима или о позитивно наелектрисаним шупљинама, теже да се нагомилају на хладнијем крају.

Полупроводничка термоелектрична ћелија, приказана на слици 5, у принципу је слична металној (слика 2.). Између топлијих крајева двеју шипчица, од којих је једна начињена од полупроводника *n*–типа а друга од полупроводника *p*–типа,



Слика 5



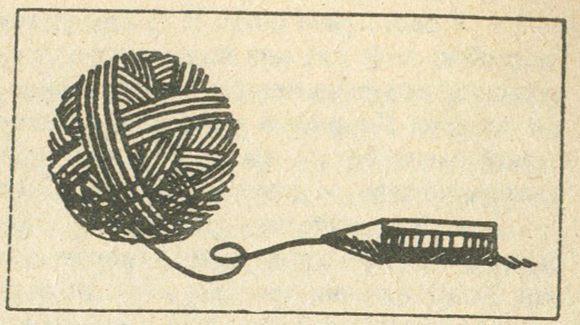
Слика 6

успостављен је електрични контакт, а хладнији крајеви су полови ћелије. Електромоторна сила се добија *сабирањем* разлика потенцијала између топлијег и хладнијег краја оба полупроводника, а не њиховим *одузимањем,* као у случају са слике 2. Хладни крај полупроводника *p*–типа је позитивни пол ћелије. Разумљиво је зашто је електромоторна сила такве ћелије знатно већа (и до 100 пута) од оне код металне ћелије са слике 2.

Слика 6. приказује типичну примену полупроводничке термоелектричне ћелије. Горњи део стакленог цилиндра петролејске лампе уоквирен је венцем оваквих ћелија спојених (редно) у батерију. Сличан венац ћелија се може поставити и око издувне цеви аутомобила. Снага батерије ових ћелија је довољна за напајање неког мањег потрошача (на пример, транзисторског радиопријемника).

Директна конверзија заснована на термоелектричним појавама је тек на почетку свог развоја. Полупроводничке термоелектричне ћелије ће вероватно наћи своју примену и код коришћења соларне енергије, али је ова област истраживања још скоро потпуно неиспитана.

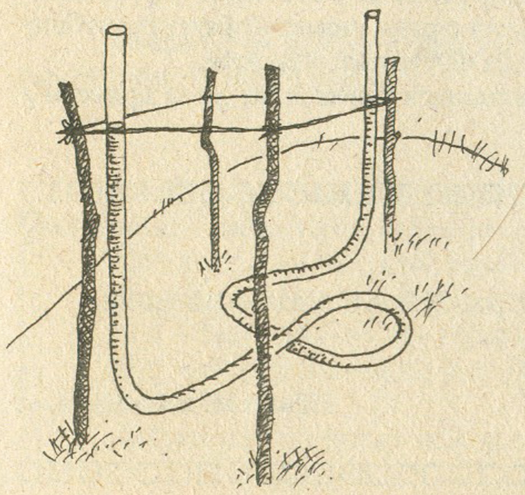
Др Божидар Милић је дипломирао физику на Природноматематичком факултету у Београду 1961. године и сад је редовни професор на истом факултету. Предаје Електродинамику и Теоријску физику плазме на Природно-математичком факултету у Београду и Теоријску механику и Векторски и тензорски рачун на Филозофском факултету у Нишу. Бави се научно-истраживачким радом у области Теоријске физике плазме.



Славка Грујић
Београд

ЈЕДНА ПРИМЕНА СПОЈЕНИХ СУДОВА

Шетајући се једном видела сам раднике како обележавају темељ куће. Терен је био кос. Било је потребно ископати „канал" тако да основица темеља буде у хоризонталној равни да би кућа била стабилна. Зидари су користили једну природну појаву на основу које су утврдили хоризонталну раван. По плану куће темељ је био правоугаоног облика. У сва четири темена правоугаоника заболи су по један штап тако да стоје мање-више усправно. Онда су узели провидно пластично црево чија је дужина била већа два до три метра од дужине дијагонале правоугаоника. Један крај црева причврстили су вертикално уз један штап, а на другом крају у црево сипали воду. Кад је црево било скоро испуњено водом, без присуства мехурова ваздуха, прислонили су његов „покретни" крај уз други штап и обележили на оба краја штапа нивое слободне површине воде. Затим су померали „покретни" крај црева прислонивши га уз трећи, па уз четврти штап, и вертикалним померањем горе-доле подесили оба пута да ниво воде у „причвршћеном" крају црева буде на почетној, забележеној висини (сл. 1). Овим поступком обележена (маркирана) места на сва четири штапа налазе се у истој хоризонталној равни.



Потом су поставили затегнут канап на све четири стране и везујући га за штапове на обележеним местима. Од постављеног канапа било је лако мерити дубину „канала" који је требало ископати.

Најпре су ископали канал дубине 1 метар на нижој страни терена. Затим су мерећи дубину од постављеног канапа копали остала три дела „канала" толико дубоко да им основа буде у истој хоризонталној равни.

Ето како су практично, лако и једноставно, одредили хоризонталну раван у којој је требало поставити темељ куће, иако је терен, на коме је требало градити кућу, био кос.

У овој причи битно је то што је коришћен закон спојених судова. Кад се међусобно споје два или више судова па напуне истом течношћу, тада површина течности, при равнотежи, у свим судовима стоји на истој висини од хоризонталне подлоге. Површина течности у спојеним судовима налази се у истој хоризонталној равни без обзира на величину, облик и положај судова (осим ако су то капиларне цеви, са полупречником мањим од 1 mm).

Ако је течности у равнотежи (мирује), тада у свакој тачки исте хоризонталне равни која пролази кроз спојене судове постоји исти хидростатички притисак. Хидростатички притисак течности на дно суда не зависи од облика суда већ само од висине течности „h" и њене специфичне тежине „s" (p = sh). Због тога, када су притисци једнаки, морају и висине течних стубова (исте течности), мерене од исте хоризонталне подлоге, бити једнаке.

Ако се узме најједноставнији спојени суд – цев савијена у облику слова U, са славином у најнижем делу суда – и ако је при затвореној славини течност у једном краку U-цеви на већој висини, после отварања славине течност се помера све док нивои слободних површина у оба крака не дођу у исту хоризонталну раван.

Уколико U-цев има један дужи крак и у њега уливамо воду, из краћег крака избија вода у облику водоскока.

Спојене судове срећемо код градске водоводне мреже, нафтовода, итд., где се користе за најједноставнији и најекономичнији транспорт течности.

З А Д А Ц И

1. Помоћу гуменог или пластичног црева и пластичне боце напуњене водом направите водоскок.
2. Изведите следећи експеримент: помоћу пластичног провидног црева једноставно проверите з а к о н с п о ј е н и х с у д о в а. Затим забодите и поставите вертикално три штапа на растојању 40–60 cm (образујући темена троугла) и помоћу истог пластичног црева са водом одредите једну хоризонталну раван.
3. Треба ископати темељ куће чија је ширина a = 8 m и дужина b = 12 m. Нагиб земљишта је 30° у односу на хоризонталну раван. Дубина тешеља треба да износи 0,5 m од површине земље на нижој страни терена. Израчунати дубину темеља друге паралелне стране куће за оба могућа положаја куће.
4. Да ли ова метода одређивања хоризонталности равни може да се примени у сателиту који кружи око Земље?

NEUSPEH NIJE GREH; NJEGA MORA BITI I U NAUCI DA BI SE DOŠLO DO PRAVE ISTINE

Milutin Milanković

Године 1905. у немачком часопису „Анали физике" објављен је чланак „О електродинамици покретних тела" у коме је била приказана теорија која је доцније названа Специјална теорија релативности. Испод чланка писало је име аутора: „А. Ајнштајн". Ајнштајн је у то доба имао 26 година. Први стручни коментари о овом чланку нису били повољни по Ајнштајна. Тако је, на пример, бивши Ајнштајнов професор Минковски, који је доцније и сам дао крупан допринос теорији релативности, после читања чланка остао потпуно збуњен. Али када је на крају чланка прочитао има његовог аутора, он је узвикнуо: „А, Ајнштајн! То је онај који је стално бежао с мојих часова! Ја њему не бих много веровао!"

Овога пута професор је погрешно проценио свог ученика: десетак година доцније писац поменутог чланка био је у свету толико познат, да је без закашњења добијао писма с лаконском адресом: „Ајнштајн. Европа". Како су године пролазиле, чланку је расла вредност, тако да је 40 година после његовог првог објављивања библиотека Америчког конгреса исплатила 6 милиона долара за добијање ауторског права на тај чланак.

Пред крај живота Ајнштајн овим речима описује свој сазнајни пут: „Период од момента рађања идеје о специјалној теорији релативности до завршетка чланка у коме је она била приказана износио је пет до шест недеља. Међутим, о чињеницама и основним поставкама ове теорије размишљао сам годинама, али коначног резултата, наравно, дуго није било". А све је, у суштини, почело питањем које је себи поставио Ајнштајн када му је било 16 година: „Како би човеку изгледао свет када би човек могао да се креће брзином светлости?" Одговор на ово питање садржан је у Специјалној теорији релативности.

Д. Ђокић

Radost da se vidi i razume je najlepši dar prirode.

U naučnom mišljenju uvek je prisutan element poezije

Ubeđenje da postoji spoljni svet, nezavisan od subjekta koji saznaje, leži u osnovi svakog učenja o prirodi

Ajnštajn

Mnogi ljudi, prosto sa ponosom ističu, kako nemaju vremena. Kao da time žele da pokažu koliko vrede, koliko su cenjeni i nezamenljivi na svom poslu.

Ajnštajn se, naprotiv, uvek ponosio time da ima vremena.

Ako svirate na violini slični ste Ajnštajnu.

Ako volite more i jedrenje slični ste Ajnštajnu.

Ako vam je strano svako gušenje ljudske maštе, misli i slobode slični ste Ajnštajnu.

Ajnštajn je divan primer velikog naučnika i čoveka u isto vreme.

Dragan Hajduković

POKUŠAJ

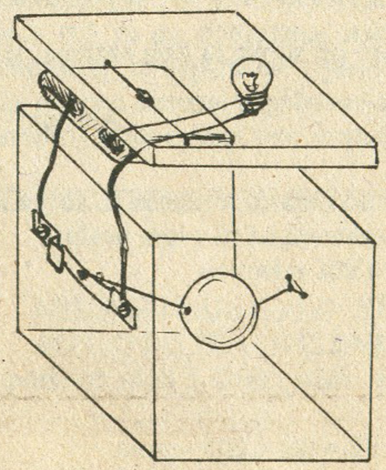
KAKO DEMONSTRIRATI BESTEŽINSKO STANJE

Na sva tela deluje Zemlja privlačnom silom. Zbog toga tela deluju na podlogu ili tačku vešanja silom koja se zove težina. Sila teže i težina nisu iste sile i deluju na različita tela: sila teže deluje na telo a težina na podlogu na kojoj se telo nalazi.

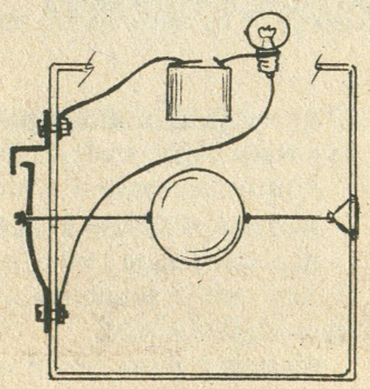
Kada telo slobodno pada zajedno sa podlogom ili osloncem o koji je okačeno, ono neće delovati na podlogu nikakvom silom i kažemo da nema težine, tj. nalazi se u beztežinskom stanju. Ali, to ne znači da na njega ne deluje više sila teže Zemlje, zbog nje telo i podloga i padaju slobodno.

Uređaj pomoću koga se može demonstrirati beztežinsko stanje lako se može napraviti prema crtežu na slici br. 1. Za uređaj se može iskoristiti plastična kutija sa poklopcem koja je namenjena za čuvanje namirnica u frižideru. Pored kutije potrebno je i neko teže telo koje je kroz sredinu probušeno (najbolje oblika kuglice), baterija od 4,5 V, sijalica i mesingane poločice–kontakti sa stare baterije. Na slici br. 2 se vidi kako treba kanap sa kuglicom učvrstiti sa jedne strane na elastični kontakt a sa druge na zid kutije. Kada kutija miruje (poklopac na kome je pričvršćena baterija privezati kanapom) kuglica zateže kanap koji odvaja kontakte. Kada se kutija pusti da slobodno pada, kuglica ne zateže kanap, kontakti se zatvaraju i sijalica se pali. Svetlenje sijalice je signal da je kuglica u beztežinskom stanju.

J.L.



Slika 1



Slika 2

Душан Филиповић
Београд

РЕЖЕЛАЦИЈА

Када саонице или запрежна кола прелу преко „сувог" снега, он се топи на додирним површинама. Треба ли рећи да се исто то дешава и испод ваших клизаљки на леду?

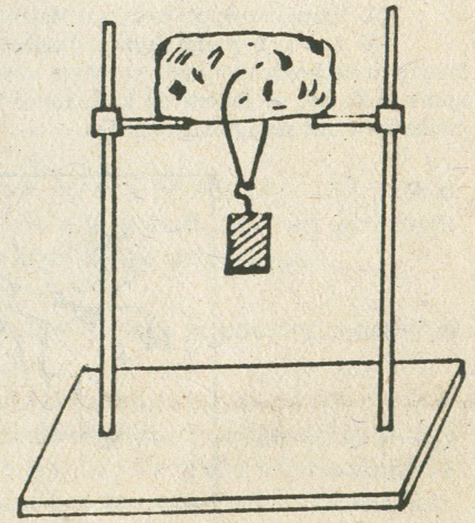
Кретање глечера на Земљиним половима или неким планинама такође се дешава због топљења леда на распуклинама у леденој маси. Настала вода смањује трење између додирних површина, и објекти (саонице, човек са клизаљкама или ледени брег) лако се крећу по снежној односно леденој површини. Чим се саонице или човек са клизаљкама одмакну, иза њих остаје ледени траг.

У зимским условима, ову појаву можемо извести и ми на следећи начин. У дворишту или балкону комад леда поставимо на два држача као на слици. Око леда ставимо жицу и за њу обесимо велики тег. Жица ће полако проћи кроз лед, али комад леда ће остати непресечен. То се збива зато што се испод жице тачка топљења леда снижава (услед повећаног притиска лед се топи) и жица пролази. Настала вода одмах после тога изнад жице се поново замрзне јер је изнад жице атмосферски притисак. Тако се комад леда одржава у целини.

Појава да се вода која је настала топљењем леда под већим притиском од атмосферског поново мрзне чим се ослободи повећаног притиска назива се режелација. То је појава која се дешава само код оних супстанција чија се *тачка топљења снижава са повећањем притиска.* Оваквих супстанција има врло мало.

Одговорите на питања:

1. Који физички услов мора бити испуњен па да снег за време зиме буде „сув"?
2. Колика је температура „влажног" („мокрог") снега?
3. Који температурски услов мора бити испуњен па да предложени вам експеримент успе?



Напомена: У француском језику глагол regeler (режеле) значи *поново замрзнути.;*

Dean Mozetič
Koper

O TAKMIČENJIMA IZ FIZIKE

Povećano interesovanje za fiziku kod mladih je pojava koja zaslužuje posebnu pažnju. Zbog toga se i organizuju takmičenja mladih fizičara. Ova takmičenja na svim stupnjevima, od školskog pa do olimpijskog, *podsećaju* brojne učesnike – a sa zadovoljstvom možemo konstatovati da se njihov broj povećava iz godine u godinu – na bogatstvo, raznolikost i zanimljivost fizike i podstiče učenike na učenje i rad. Ali tu se ne misli na sedenje ispred knjige i pasivno čitanje, nego na aktivno razmišljanje o problemima, diskusije, rešavanje interesantnih zadataka, izvođenje eksperimenata i druge slične oblike rada. Zbog toga takmičenja a naročito Međunarodne olimpijade iz fizike, imaju neprocenjivo važnu ulogu jer značaj fizike kao jedne od osnovnih prirodnih nauka u današnjem svetu ne smemo podcenjivati, a njoj su potrebni ljudi, istraživači. Velik broj učesnika Olimpijade će to i postati. Pa i za ostale, koji nameravaju svoj život posvetiti nečem drugom, Olimpijada je značajan izvor znanja, iskustva i interesovanja; sve ovo može učenicima biti veoma korisno, kao i široj zajednici, kojoj će takvi ljudi sigurno biti potrebni za njenu egzistenciju i sigurnu budućnost.

O autoru ovog napisa

Završni stepen takmičenja iz fizike učenika srednjih škola je učestvovanje na Međunarodnoj olimpijadi iz fizike koja se održava svake godine. Dean Mozetič, autor napisa „O takmičenjima iz fizike" učestvovao je na Međunarodnim olimpijadama tri puta uzastopno, što je svojevrstan jugoslovenski rekord. Prvi put je učestvovao na Olimpijadi u Varni 1981. godine, i baš tih dana je slavio 15-ti rođendan. Bio je najmlađi učesnik Olimpijade pa je dobio nezvaničan naziv „beba olimpijade". Potom je 1982. godine učestvovao na Olimpijadi u Malenteu (SR Nemačka) i 1983. godine u Bukureštu (NR Rumunija).

U Varni i Malenteu bio je najmlađi učesnik Olimpijade i oba puta je dobio specijalnu nagradu za to. Vredno je napomenuti da je na Olimpijadi u Malenteu bio nagrađen i specijalnom nagradom za najoriginalnije rešavanje prvog računskog zadatka.

U Varni je osvojio treću a u Malenteu drugu nagradu.

U ime svih pretplatnika i čitalaca časopisa „Mladi fizičar", Uredništvo čestita Deanu Mozetiču na predanom radu, vrednom učenju i postignutim uspesima u školi i na svim takmičenjima iz fizike, sa željom da kada završi studije fizike iskoristi svoj talenat za unapređenje te nauke jer je već sada ponos svih nas.

Draško Grujić

KONKURSNI ZADACI

DACI·ZADACI

NAGRADNI ZADACI • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK

KONKURSNI ZADACI

A) Za učenike VI razreda

453. Motociklist je prešao 60 km brzinom od 30 km/h, a zatim 144 km brzinom od 36 km/h. Kolika je srednja brzina kretanja motocikliste.

454. Prvi deo puta voz je prešao za 2 h brzinom od 50 km/h, a ostatak puta dužine 240 km za 3 časa. Koju je srednju brzinu imao na ukupnom putu kretanja?

455. Biciklista je prešao rastojanje od mesta A do mesta B srednjom brzinom od 12 km/h a u suprotnom smeru od mesta B do mesta A srednjom brzinom od 4 km/h. Naći srednju brzinu kretanja bicikliste za sve verme njegovog kretanja?

456. Masa aluminijumske šipke je 5,4 kg. Odrediti masu zlatne sipke istih dimenzija (gustina aluminijuma iznosi 2700 kg/m, a zlata 19300 kg/m^3).

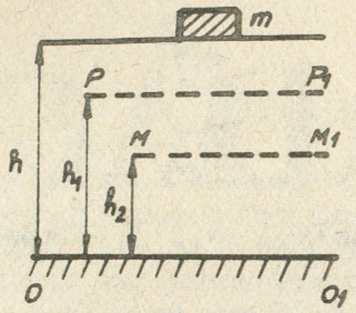
457. Srebrna pločica mase 151,24 g i gustine 10520 kg/m^3 ima dužinu 6 cm, a širinu 2 cm. Odrediti debljinu ploče.

B) Za učenike VII razreda

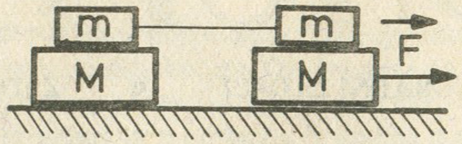
458. Za vreme teškog fizičkog rada srce čoveka otkuca oko 150 puta u minuti. Pri svakom otkucaju srce izvrši rad približno jednak radu pri podizanju tereta od 0,5 kg na visinu 0,4 m. Odrediti snagu koju razvija srce čoveka.

459. Telo mase 0,002 kg pusti se da slobodno pada sa početnom brzinom 3 m/s. Odrediti kinetičku energiju tela posle 0,4 s.

460. Telo čija je masa 2 kg nalazi se iznad zemljine površine (nivo $0–0_1$) na visini od h = 25 m. Koliku potencijalnu energiju ima to telo u odnosu na nivoe $P–P_1$ i $M–M_1$ (sl. 1), koji su od ravni zemljine površine udaljeni, u vertikalnom pravcu, za h_1 = 19 m i h_2 = 12 m.



Slika 1



Slika 2

461. Do koje temperature je bio zagrejan komad bakra mase 32 kg, ako mu se hlađenjem smanjila unutrašnja energija za 64 kJ, a temperatura snizila na 15°C. Razmenu toplote sa okolinom zanemariti.

462. Kolika će biti temperatura smeše ako se pomeša 0,5 kg vode temperature 60°C i 750 g vode temperature 20°C?

C) Za učesnike VIII razreda

463. Snaga automobilskog startera je 5,9 kW. Kolika struja prolazi kroz starter za vreme pokretanja automobilskog motora, ako je napon akumulatora 12 V?

464. Dizalica može da podigne teret mase 25 tona brzinom 2,6 m/s. Koliki će biti njen koeficijent korisnog dejstva, ako je snaga električnog motora dizalice 670 kW?

465. Sobu veličine $(5x6x3)m^3$ zagreva električna peć snage 2 kW. Za koliko se vremena temperatura u sobi povisi od 10°C do 18°C. Specifična toplota vazduha je 1000 J/kg · K, a gustina vazduha je 1,3 kg/m.

466. U električnoj peći, otpora spirale 10 Ω, zagreva se 10 kg čeličnih šipki, čija je početna temperatura 0°C. Do koje temperature će se zagrejati šipke za 20 minuta? Peć je priključena na napon od 220 V, a koeficijent korisnog dejstva peći je 30%. ($c = 4{,}6 \cdot 10^2$ J/kgK).

467. Koliko je vremena potrebno da protiče struja jačine 1,8 A kroz rastvor soli srebra, da bi se na katodi nataložio sloj srebra debljine 0,058 mm. Katoda je napravljena od 12 kašika, svaka površine 50 cm^2. Gustina srebra je

Napomena: Zadatke iz fizike za učenike osnovnih škola, počev od br. 29, pripremaju mr Gavrilo Vuković, profesor metodike fizike na Višoj pedagoškoj školi u Beogradu i Jadranka Bogovac, profesor fizike u Osnovnoj školi „Branko Radičević" u Beogradu.

Draško Grujić

10500 kg/m, atomska masa srebra je 0,108 kg/mol, Faradejev broj iznosi F = = 96500 C/mol, a srebro je jednovalentno.

Zadatke pripremili:
Mr Gavrilo Vuković
i Jadranka Bogovac

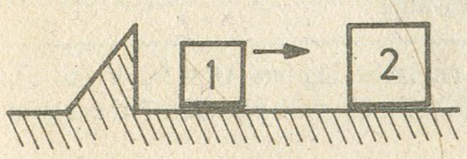
D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

468. Sa zgrade čija je visina $H = 50$ m baci se kamen u horizontalnom pravcu početnom brzinom $v_0 = 10$ m/s. Ako se otpor vazduha zanemari, odrediti brzinu kamena neposredno pred udar o tlo.

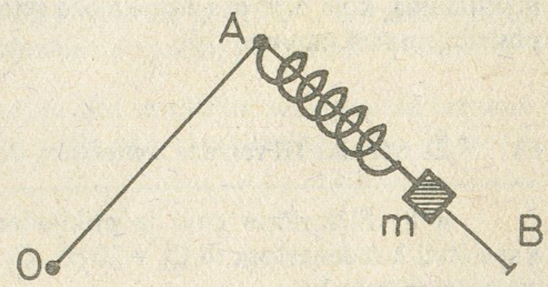
469. Telo mase $m = 2$ kg je okačeno o tanku neistegljivu nit dužine $L = 9{,}81$ m. Na koju minimalnu visinu u odnosu na ravnotežni položaj treba otkloniti telo, da bi se posle njegovog puštanja nit prekinula? Maksimalna sila zatezanja niti je T=40 N.

470. Pravougaona vrata napravljena od homogene daske širine $a = 1{,}2$ m i visine $h = 2{,}2$ m su prikačena za ram pomoću dve šarke. Šarke se nalaze na levom gornjem i levom donjem kraju, i samo donja šarka sprečava spuštanje vrata. Ako je težina vrata $Q = 1500$ N, odrediti intenzitete sila kojima šarke drže vrata.

471. Na glatkom horizontalnom stolu se nalazi sistem tela (sl. 2). Koeficijent trenja između tela mase $M = 3$ kg i tela mase $m = 2$ kg je $\mu = 0{,}1$. Na donje desno telo M deluje horizontalna sila intenziteta $F = 3$ N. Odrediti ubrzanje svih tela u sitemu.



Slika 3



Slika 4

472. Na horizontalnoj glatkoj podlozi, koja na levoj strani ima graničnik (sl. 3), kreće se sleva u desno telo 1 mase m brzinom v_0. Telo 1 udara elastično o telo 2 mase M, koje je mirovalo, odbija se nazad, zatim se odbija elastično od graničnika i kreće se za telom 2. a) Koliki odnos masa m/M treba da bude da telo 1 posle prvog udara nema dovbljnu brzinu da drugi put udari u telo 2? b) Koji deo svoje početne energije prenese telo 1 telu 2 u graničnom slučaju. (Republičko takmičenje, SR Crna Gora, 1982).

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

473. Na slici 4 prikazana je šipka OAB koja je savijena pod pravim uglom u tački A. U tački A učvršćena je opruga koeficijenta elastičnosti $k = 4{,}8$ N/m, koja je predhodno navučena preko dela šipke AB. Na drugom kraju opruge nalazi se telo mase $m = 0{,}1$ kg, koje može da klizi duž date šipke. Dužina opruge u neistegnutom stanju iznosi $L_0 = 20$ cm. Ceo sistem rotira u horizontalnoj ravni ugaonom brzinom $\omega = 4$ rad/s. Odrediti potencijalnu energiju elastične deformacije date opruge u trenutku kada se uspostavi ravnotežno stanje.

474. Amplitudne vrednosti elongacije i brzine čestica stakla, pri prolazu kroz staklo ravnog akustičkog talasa, iznose $x_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ m i $v_0 = 1{,}38$ m/s. Odrediti: a) jednačine talasa elongacije i talasa brzine; b) elongaciju i brzinu čestice koja se nalazi na rastojanju $d/6$ od izvora oscilacija u trenutku $T/4$ od početka oscilovanja.

475. Izvor zvuka frekvencije 18 kHz približava se nepokretnom rezonatoru koji rezonira pri akustičnim talasima talasne dužine $\lambda = 1{,}7$ cm. Kojom brzinom treba da se kreće izvor zvučnih talasa da bi izazvao oscilovanje rezonatora? Temperatura vazduha iznosi 300 K, molarna masa vazduha je 0,029 kg/mol a odnos specifičnih toplota pri konstantnom pritisku i konstantnoj zapremini je 1,4.

476. Snop prirodne svetlosti pada na ravnu površinu staklene ploče koja se nalazi potopljena u tečnosti indeksa prelamanja 1,33. Reflektovan snop svetlosti (od površine stakla) zaklapa sa upadnim snopom ugao od 97°. Odrediti indeks prelamanja stakla ako je reflektovani snop svetlosti potpuno polarizovan.

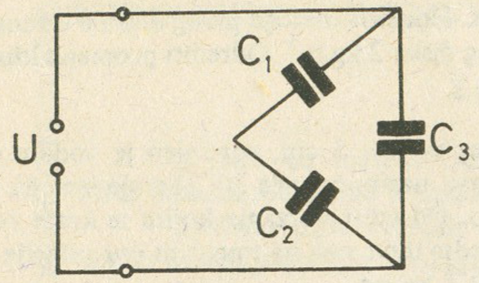
477. Na difrakcionu rešetku koja ima 400 zareza na 1 mm, pada normalno monohromatska svetlost talasne dužine 0,6 μm. Odrediti ukupan broj difrakcionih maksimuma, koje daje ova difrakciona rešetka, kao i ugao difrakcije koji odgovara poslednjem maksimumu.

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

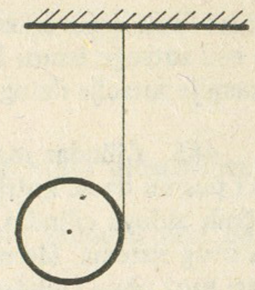
478. Električno kolo je priključeno na izvor napona U = 50 V (sl. 5). Kapaciteti kondenzatora su $C_1 = 20$ pF, $C_2 = 30$ pF i $C_3 = 80$ pF. Odrediti energiju ovog električnog kola.

479. Pločasti kondenzator je priključen na stalni izvor napona $U = 100$ V. Površina jedne obloge kondenzatora je $S = 0{,}5$ m^2. Obloge se približavaju jedna drugoj tako da se rastojanje između njih menja po zakonu $d = d_0/(1 + \alpha t)$, gde je $d_0 = 0{,}2$ m i $\alpha = 3$ s^{-1}. Pri tome kroz izvor teče struja konstantne jačine. Odrediti jačinu struje ako se unutrašnji otpor izvora može zanemariti.

480. Za horizontalnu, beskonačnu naelektrisanu metalnu ploču prikačena je tankom izolatorskom niti naelektrisana metalna kuglica mase $m = 0{,}3$ g i naelektrisanja $q = 5$ nC. Nit je zanemarljivo teška. Ako je površinska gustina naelek-



Slika 5



Slika 6

trisanja ploče $\sigma = 8 \cdot 10^{-6}$ C/m^2, odrediti silu zatezanja niti, u slučaju da su naelektrisanja ploče i niti istog i različitog znaka.

481. Rešiti prethodni zadatak u slučaju da je tanka metalna ploča nagnuta pod uglom od 30° prema horizontu.

482. Obloge pločastog kondenzatora su kvadratnog oblika ($a = 1$ m) i nalaze se na međusobnom rastojanju $d = 2$ cm. Razlika potencijala na pločama je $U = 1000$ V. Odrediti silu privlačenja između ploča. Ako se zanemare efekti krajeva odrediti i gustinu naelektrisanja na pločama.

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

483. Na disk mase M, poluprečnika R i momenta inercije I namotana je neistegljiva nit koja je svojim gornjim krajem učvršćena (sl. 6). Usled sopstvene težine disk pada pri čemu se nit odmotava. Odrediti: a) ubrzanje diska; b) ugaono ubrzanje diska i c) moment inercije diska u odnosu na trenutnu osu rotacije A na periferiji diska. Masa diska je 1 kg, poluprečnik diska je 0,1 m a moment inercije diska u odnosu na osu koja prolazi kroz njen centar (težište) iznosi $0{,}5 \cdot 10^{-2}$ kg m^2.

484. Na horizontalni disk, koji rotira oko vertikalne ose ugaonom brzinom 150 rad/s, pada drugi disk koji rotira oko iste ose uglovnom brzinom 50 rad/s.

Poslati na adresu:

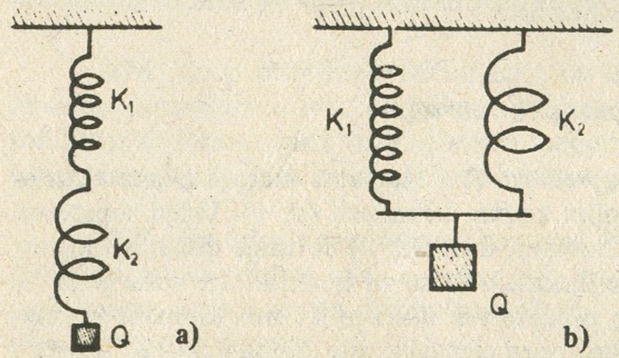
Društvo fizičara Srbije
11080 Zemun, Maksima Gorkog 118

Pri udaru oba diska se međusobno spoje. Moment inercije prvog diska u odnosu na datu osu rotacije iznosi 1 kg m^2 a drugog diska 2 kg m^2. Odrediti promenu kinetičke energije rotacije datog sistema.

485. Cilindar mase 0,5 kg, poluprečnika 5 cm, napunjen je vodom mase 2 kg i pušten da se kotrlja niz strmu ravan nagibnog ugla 30°. Trenje između vode i bočnih zidova cilindra je zanemarljivo. Odrediti ubrzanje kojim se kreće centar masa ovog sistema. Moment inercije cilindra u odnosu na trenutnu osu rotacije koja prolazi kroz obod cilindra iznosi $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ kg m^2.

486. Dve homogene sfere, vrlo tankih zidova, poluprečnika R i $2R$, a masa M i $2M$ respektivno, postavljene su koncentrično. Telo mase m nalazi se na rastojanju r od zajedničkog centra sfera. Odrediti odnos gravitacione potencijalne energije datog tela na rastojanju r prema njegovoj gravitacionoj potencijalnoj energiji kada se ono nalazi u zajedničkom centru sfera za slučajeve: a) $r = 3R$, b) $r = 3R/2$.

487. Odrediti odnos potencijalnih energija elastične deformacije dveju opruga čiji su koeficijenti elastičnosti $k_1 = 3$ N/m i $k_2 = 6$ N/m u slučaju: a) kada se opruge spojene na red i rastegnute teretom težine Q; b) kada su opruge vezane paralelno, pri čemu je teret Q okačen o takvu tačku da se obe opruge rastegnu za istu veličinu (sl. 7). Zanemariti istezanje opruge usled sopstvene težine.



Slika 7

Zadatke pripremili:
Mr Jablan Dojčilović
Mr Aleksandar Srećković

KUPON

UČENIK .....

ŠKOLA I RAZRED .....

NASTAVNIK .....

ADRESA UČENIKA .....

ZADATAK 13 E

a) Ako od mernih instrumenata imate samo dinamometar, kako biste odredili specifičnu težinu kamena?

b) Kako biste odredili specifičnu težinu tečnosti ako od mernih sprava posedujete samo menzuru?

T. Petrović

NAGRADNI ZADATAK BR. 27.

Kako se može odrediti poluprečnik krivine izdubljenog sfernog ogledala (ili izdubljenog sočiva) pomoću hronometra i čelične kuglice poznatog poluprečnika?

Zadatak odabrao J. Dojčilović

UPUSTVO ZA REŠAVANJE KONKURSNIH ZADATAKA

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

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

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

* * *

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

ZADACI SA XXII REPUBLIČKOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE ZA UČENIKE SREDNJIH ŠKOLA SR SRBIJE

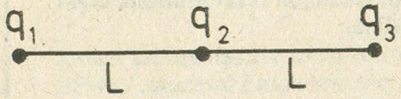
XXII Republičko takmičenje iz fizike za učenike srednjih škola održano je 7. maja 1983. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu u Beogradu u organizaciji Društva fizičara Srbije i Naučno-obrazovnog časopisa za učenike osnovnih i srednjih škola „Mladi fizičar".

Zadaci za I razred

1. Za vreme projekcije filma filmska traka se premotava sa jednog kotura na drugi, pri čemu je linijska brzina trake konstantna. U početnom trenutku traka se nalazi samo na prvom koturu, dok je drugi prazan. Posle koliko vremena, od početka premotavanja, su ugaone brzine koturova jednake? Poluprečnik osovine prvog kotura je $r_1 = 2$ cm, a drugog $r_2 = 5$ cm. Dužina trake je $L = 200$ m, a njena debljina $d = 0{,}1$ mm. Premotavanje trake traje $t_0 = 50$ minuta. Rastojanje između koturova je zanemarljivo u odnosu na dužinu trake. (5 poena)

2. Na obod nekog masivnog točka je zakačen, a zatim namotan zanemarljivo težak i neistegljiv konac, za čiji je drugi kraj prikačen teg mase $m = 2$ kg. Teg se spušta pod dejstvom Zemljine teže i dovodi do obrtanja točka (osa točka je horizontalna). Posle vremena $t = 8$ s, od početka kretanja tega, ovaj se spustio za $h = 2$ m, a zatim je konac presečen. Posle toga, točak je napravio, do svog zaustavljanja, još 40 obrta. Odrediti moment inercije točka, ako je njegov poluprečnik $R = 0{,}2$ m. Moment sile trenja u osovini točka je konstantan za sve vreme njegovog obrtanja. (5 poena)

3. Tri naelektrisanja q_1, q_2 i q_3, koja su međusobno vezana sa dve izolatorske niti dužine $L = 0{,}2$ m, nalaze se na glatkom, horizontalnom i izolovanom stolu. Ako je



$q_1 = +6 \cdot 10^{-6}$ C, $q_2 = -4 \cdot 10^{-7}$ C i q3 = $= +8 \cdot 10^{-6}$ C, odrediti sile zatezanja u nitima. (5 poena)

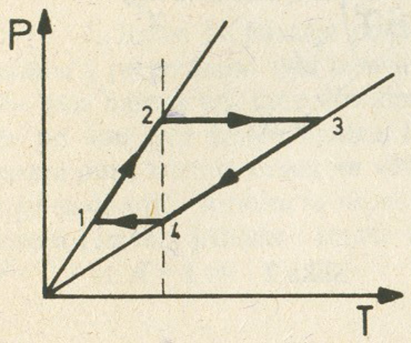
4. Na tankom prstenu poluprečnika $r = 5$ cm ravnomerno je raspoređena količina elektriciteta $Q = 5 \cdot 10^{-6}$ C. Odrediti najmanju brzinu koju treba saopštiti kuglici u pravcu horizontalne ose prstena, da bi se ona mogla udaljiti u beskonačnost. Masa kuglice je $m = 2$ g, a njeno naelektrisanje $q = 0{,}3 \cdot 10^{-6}$ C. Prsten leži u vertikalnoj ravni. Razmotriti slučajeve kada je q istog i suprotnog znaka od Q. Uticaj Zemljine teže zanemariti. („Mladi fizičar" br. 27, zad. 366). (5 poena)

5. Kružni navojak je napravljen od tanke izolovane žice, čiji je otpor po jedinici dužine b. Poluprečnik navojka je R. Navojak se nalazi u homogenom magnetskom polju, koje je normalno na njegovu površinu, a čija indukcija se menja po zakonu $B = a \cdot t$, gde je a – konstanta, a t – vreme. Zatim se od ovog navojka napravi u istoj ravni kontura, koja se sastoji od dva kruga (tzv. „osmica"; žica se ne seče!). Odnos poluprečnika ova dva kruga je $k = r_1/r_2 = 1{,}5$. Odrediti odnos jačina struja u navojku i konturi. Uzeti u obzir obe moguće varijante konture. (5 poena).

$\epsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m

Mr Jablan Dojčilović

Zadaci za II razred



1. Promena stanja jednog mola idealnog gasa pretstavljena je ciklusom u p–T dijagramu (vidi sliku), koji se sastoji iz dve izohore i dve izobare. Temperature gasa u stanjima 1 i 3 iznose $T_1 = 289$ K i $T_3 = 529$ K. Koliki rad izvrši gas pri datom ciklusu ako znamo da tačke 2 i 4 leže na jednoj izotermi? Univerzalna gasna konstanta iznosi 8,3 J/K mol. (5 poena)

2. Naći period malih oscilacija klipa mase 10 g u zatvorenom, horizontalnom i glatkom cilindričnom sudu unutrašnjeg poprečnog preseka površine 2 cm^2. S obe strane klipa nalazi se gas zapremine od po 20 cm^3, pod pritiskom 10^5 Pa i jednakim temperaturama. Smatrati da pri oscilovanju klipa temperatura gasa ostaje konstantna. (6 poena)

3. Zvučni izvor, koji se nalazi na ivici horizontalno postavljenog diska, emituje u svim pravcima zvuk stalne frekvencije. Disk rotira konstantnom ugaonom brzinom. Udaljen i nepokretan prijemnik zvučnih talasa registruje promenu frekvencije zvuka u intervalu 1034,5 Hz do 967,7 Hz u toku 0,314 s. Odrediti poluprečnik diska. Brzina zvuka na datoj temperaturi iznosi 330 m/s. (5 poena)

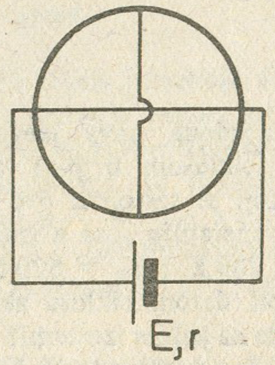
4. Atom vodonika, koji se nalazi u miru, emituje foton koji odgovara osnovnoj liniji Lajmanove serije. (Donjem nivou serije odgovara glavni kvantni broj n = 1). Odrediti brzinu atoma vodonika posle emitovanja datog fotona. ($h = 6{,}625 \cdot 10^{-34}$ Js, $R = 1{,}10 \cdot 10^7$ m^{-1}, $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg). (4 poena)

5. U kalorimetarski sud stavljen je radioaktivni ^{210}Po mase 0,1 mg. Odrediti povišenje temperature u kalorimetru po isteku 1 h, ako znamo da jezgra radioaktivnog ^{210}Po emituju alfa čestice energije 5,3 MeV. Toplotni kapacitet kalorimetra iznosi 50,9 J/K. Period poluraspada ^{210}Po je 138 dana. (5 poena)

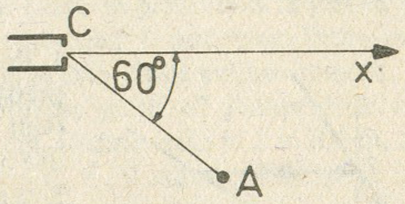
Mr Aleksandar Srećković

Zadaci za III razred

1. Izvor ems od 6 V i unutrašnjeg otpora $r = 10\ \Omega$ je priključen provodnicima zanemarljivog električnog otpora na konturu (kružnica poluprečnika $R = 0{,}2$ m sa dva međusobno normalna prečnika; (sl. 1), koja je napravljena od žice čiji je električni otpor po jedinici dužine $a = 200\ \Omega/\text{m}$. Odrediti jačinu struje koja prolazi kroz izvor. (5 poena)



Slika 1



Slika 2

2. Iz elektronskog topa izleću elektroni ubrzani potencijalnom razlikom $U = 1$ kV u smeru X–ose (sl.2.). Elektroni posle izlaska iz topa prolaze kroz tačku A, koja je udaljena od kraja topa C 5 cm, a pravac AC zaklapa ugao od 60° sa X–osom. Odrediti indukciju homogenog polja, ako je ono normalno na ravan koju definišu X–osa i tačku A ($e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C). (5 poena)

3. Na izvor napona $U = 6$ V su priključene dve paralelne metalne šine zanemarljivog električnog otpora i na međusobnom rastojanju $L = 0{,}5$ m. Po njima klizi bez trenja tanak metalni štap čiji je električni otpor $R = 10\ \Omega$. Za sve vreme kretanja štap je normalan na šine (dužina štapa je neznatno veća od L). Ceo ovaj sistem se nalazi u homogenom magnetnom polju indukcije $R = 2$ T, koje je normalno na površinu konture. a) Odrediti uspostavljenu brzinu štapa; b) odrediti uspostavljenu brzinu štapa u slučaju kada na njega deluje sila $F = 0{,}2$ N u smeru koji je suprotan od smera kretanja; c) odrediti u slučaju b) koeficijent korisnog dejstva sistema, odnosno deo električne energije dobijen od izvora napona, koji se transformisao u mehanički rad. (5 poena)

4. Na površini vode, čija je dubina $H = 5{,}3$ m pliva tanak neprozračan disk poluprečnika $r = 1$ m. Iznad centra ovog diska, na visini h, nalazi se tačkasti izvor svetlosti. Kolika treba da je visina h, da bi poluprečnik R kružne senke na ravnom dnu suda, u kome se voda nalazi, bio najveći? Odrediti ovaj najveći poluprečnik, ako je indeks prelamanja vode $n = 4/3$. (5 poena)

5. Tačkasti izvor svetlosti ravnomerno se kreće po krugu poluprečnika $r = 0{,}2$ m brzinom $v = 3$ m/s. Na rastojanju $p = 5$ m od centra kruga normalno na osu obrtanja postavljeno je simetrično sabirno sočivo (poluprečnik krivine sočiva

je $R = 2$ m). Odrediti ubrzanje sa kojim se kreće lik izvora svetlosti, ako je indeks prelamanja materijala od koga je sočivo napravljeno $n = 1{,}5$.

(5 poena)

Zadaci za IV razred

1. Kofa s vodom okačena je o elastičnu oprugu i vrši harmonijsko oscilovanje s frekvencijom 0,5 Hz i amplitudom 0,1 m. Odrediti odnos najveće i najmanje vrednosti brzine isticanja vode kroz otvor koji se nalazi na sredini dna kofe.

(4 poena)

2. Bazen za plivanje podeljen je pregradnim zidom na dva manja. Pri dnu bazena u pregradnom zidu ostavljen je kružni otvor koji omogućava da se punjenje oba dela bazena vrši kroz dovodnu cev u jednom bazenu, a pražnjenje preko ispusta pri dnu zida drugog bazena. Kada se pri otvorenom ispustu i otvorenoj slavini bazeni pune stalnim dotokom vode od $5 \cdot 10^{-2}$ m^3/s, stalan nivo vode u bazenu u koju voda utiče formira se na nivou 5 m od dna bazena. Ako su površine preseka otvora i ispusta jednake i iznose 100 cm^2 odrediti nivo vode u bazenu sa ispustom. (5 poena)
$V = 0{,}1$ m, $R = 1$ m.

3. Prsten, zanemarljivo tankog zida, poluprečnika r kotrlja se bez klizanja s vrha sfere poluprečnika R. Brzina lopte na vrhu sfere je zanemarljivo mala. Odrediti: a) ugao koji zaklapa osa povučena kroz centre lopte i sfere u trenutku odvajanja lopte od sferne površine u odnosu na vertikalu; b) ugaonu brzinu lopte u trenutku njenog odvajanja od sfere. (5 poena)

4. Dve pozitivno naelektrisane kuglice naelektrisanja q_1 i q_3 vezane su preko treće negativno-naelektrisane kuglice čije je naelektrisanje q_2 pomoću istih elastičnih niti od izolatora. Dužina L_1, niti koja povezuje kuglicu naelektrisanja q_1 sa kuglicom naelektrisanja q_2 dva puta je manja od dužine L_2, niti koja spaja kuglicu naelektrisanja q_3 sa kuglicom naelektrisanja q_2. *Ako* je $q_3 : q_1 : q_2 = 12:3:1$, odrediti odnos potencijalnih energija niti. (5 poena)

5. Dve kugle, čije su mase od po 10^{14} kg, učvršćene su tako da se nalaze na stalnom međusobnom rastojanju od 10 m. Treća kugla mase 1 kg, nalazi se na sredini duži koja spaja predhodne mase. Kada se ova kugla izvede iz datog ravnotežnog položaja, za rastojanje koje je malo u odnosu na rastojanje između dveju učvršćenih kugli u pravcu simetrale duži, ona će vršiti harmonijsko oscilovanje. Odrediti: a) period oscilovanja; b) brzinu kugle u ravnotežnom položaju; c) gravitacionu potencijalnu energiju kugle u amplitudnom položaju u odnosu na nivo u ravnotežnom položaju. Predhodne veličine odrediti za slučaj kada je kugla izvedena iz ravnotežnog položaja, u datom pravcu, za 10 cm. Zanemariti prisustvo drugih tela. Gravitaciona konstanta iznosi $6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2. (6 poena)

Mr Aleksandar Srećković

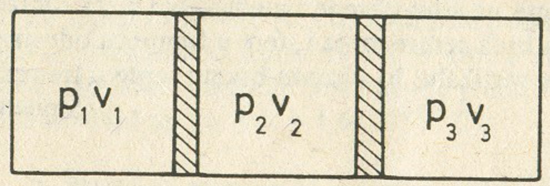
ZADACI SA XIX SAVEZNOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE ZA UČENIKE SREDNJIH ŠKOLA

A. GRUPA

1. Odrediti brzinu kojom treba baciti telo u pravcu Meseca sa površine Zemlje da bi se ono zaustavilo u tački u kojoj su gravitacione sile Zemlje i Meseca jednake. Udaljenost između Zemlje i Meseca iznosi 60 Zemljinih poluprečnika. Masa Zemlje je 81 put veća od mase Meseca. Zanemariti trenje kroz atmosferu, uticaj rotacije Zemlje kao i uticaj rotacije Meseca oko Zemlje. Poluprečnik Zemlje je 6370 km.

2. Kugla A mase 0,1 kg, leži na glatkom vrhu vertikalnog stuba visine 7,2 m. Kuglica B mase 0,02 kg, kreće se horizontalnom brzinom 400 m/s i udara centralno u kuglu A. Kugla A udara o podlogu na udaljenosti 85 m od stuba. Na kojoj udaljenosti, od mesta udara kugle A o podlogu, će udariti kuglica B? Koliki se deo energije kugle A i kuglice B pretvorio u toplotu prilikom njihovog sudara?

3. Na strmoj ravni nagibnog ugla 45° prostrta je tepih–staza dužine 3 m i debljine 0,5 cm. Gornja i donja ivica staze su horizontalne. Gornji deo staze dužine 1 m predhodno je namotan i onda pušten da se staza dalje sama namotava. Kolika je brzina težišta staze u trenutku kada je staza potpuno namotana. Prilikom namotavanja staze klizanja nema a namotavanja je idealno.



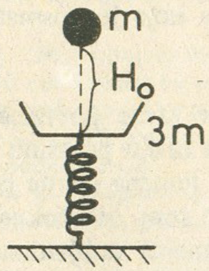
Slika 1

4. Cilindar je podeljen sa dva pokretna klipa na tri dela u kojima se nalazi gas čija su stanja data na slici 1. Ako se klipovi oslobode, odrediti stanje gasa u sva tri dela cilindra, posle pomeranja pri konstantnoj temperaturi.

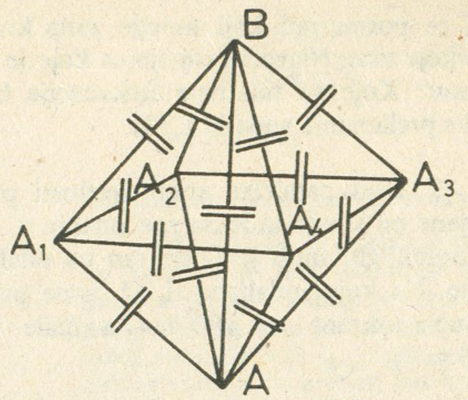
5. Sud A konstantne zapremine volumena 9 litara spojena je sa sudom B konstantne zapremine 1 litar preko kratke cevi zanemarljivo male zapremine. U cevi je postavljen diferencijalni ventil. Kada je ventil otvoren gas iz suda A prelazi u sud B samo ako je pritisak u A veći od pritiska u B bar za $1{,}2 \times 10^5$ Pa. U početku je idealni gas u sudu A na temperaturi 300 K i pritisku 10^5 Pa, a u B je vakuum. Ako se celi sistem zagreje do temperature 420 K, koliki su pritisci u A i B?

B. GRUPA

1. Sa visine 10 m pada kugla na tas ispod koga se nalazi opruga. Masa kugle je tri puta manja od mase tasa. Odrediti na koju visinu, u odnosu na početni položaj tasa, će se popeti kugla posle drugog udara o tas, ako je između prvog i drugog udara prošlo tri četvrtine perioda oscilovanja opruge sa tasom. Udari kugle o tas su elastični, oscilovanje je harmonijsko, a masa opruge je zanemarljiva. Opruga je spojena za oprugu i tas. (sl. 2).



Slika 2



Slika 3

2. Odredite kapacitet baterije od 13 jednakih pločastih kondenzatora (sl. 3) između tačaka A i B, ako se ista potopi u dielektrik, relativne dielektrične konstante 2, do ravni $A_1 A_2 A_3 A_4$ (kondenzator koji se nalazi na dijagonali oktaedra potopljen je u tečnost do polovine udaljenosti između kondenzatorskih ploča). Kapacitet cele baterije u vazduhu između tačaka A i B iznosi 12 pF. Pretpostaviti da električno polje postoji samo između kondenzatorskih ploča.

3. Zavojnica nepoznatog koeficijenta samoindukcije L i nepoznatog omskog otpora priključi se na napon gradske mreže efektivne vrednosti U i frekvencije F. Pri tom se na njoj razvije snaga P_1. Zatim se u kolo serijski spoji kondenzator takvog kapaciteta da struja u kolu bude maksimalna. U tom slučaju snaga koja se razvija u zavojnici je P_2. Koliki je koeficijent samoindukcije L zavojnice?

4. Između obloga pločastog kondenzatora čija je površina ploče S, struji tečnost specifičnog otpora ρ. Udaljenost između ploča kondenzatora je d. Tečnost struji paralelno pločama kondenzatora stalnom brzinom. v. Kondenzator se nalazi u magnetskom polju indukcije B čiji je pravac normalan na pravac strujanja tečnosti a paralelan sa pločama kondenzatora. Kolika se snaga razvija u otporniku električnog otpora R, ako se taj otpornik veže za ploče kondenzatora. Tečnost koja struji potpuno ispunjava prostor između ploča kondenzatora.

5. Kvadratni provodni ram čija je dužina stranice a i čiji je otpor po jedinici dužine ρ prolazi između polova magneta stalnom brzinom v, koja je normalna na pravac magnetskog polja. Magnetsko polje je homogeno i ima indukciju B. Smatrajući da je polje van magnetskih polova jednako nuli, odrediti energiju E koja se pretvori u toplotu u slučaju: a) $a < L$ i b) $a > L$. L je dimenzija magnetskih polova u smeru kretanja rama. Dimenzija magnetskih polova normalno na smer kretanja je veća od a.

C. GRUPA

1. U akvarijumu oblika kocke, postavljenom na vodoravni sto, nalaze se sitne ribice. Na produžetku dijagonale vodoravnog preseka (u visini akvarijuma),

nalazi se posmatrač koji mnogo puta kratkotrajno pogleda akvarijum i prebroji ribice koje vidi. Najveći broj ribica koje je opazio je četiri. Koliko ribica ima u akvarijumu? Koje su relativne frekvencije brojeva ribica koje je posmatrač video? (Indeks prelamanja vode je 1,33).

2. Uski paralelan snop svetlosti pada u centar ravne površine polukugle načinjene od stakla indeksa prelamanja n, normalno na ravnu površinu. Prolaskom kroz polukuglu snop je fokusiran na udaljenosti d od temena sferne površine polukugle. Na kojoj udaljenosti od ravne površine će isti snop biti fokusiran ako se polukugla okrene za 180°? (Za male uglove merene u radijanima je $\sin\theta \approx \approx \operatorname{tg}\theta \approx \theta$).

3. Odredite debljinu svemirskog skafandera kosmonauta, koji se nalazi daleko od svih nebeskih tela, da bi temperatura u unutrašnjosti skafandera iznosila 310 K. Površina čovekovog tela je 2 m^2 i čovek na dan pojede hrane čija je kalorična vrednost 16×10^6 J. Koeficijent toplotne provodljivosti materijala od koga je napravljen skafander je 0,026 W/K·m. Pretpostaviti da se spoljašnja površina skafandera ponaša kao apsolutno crno telo. Stefan–Boltzmanova konstanta je $5{,}67 \times 10^{-8}$ W/m^2K^4.

4. Dva lenjira, svaki dužine L_0 u sistemu reference u kome miruju, kreću se u smeru svoje dužine jedan drugome u susret. U sistemu referencije S njihove brzine su jednake po intenzitetu ali suprotno usmerene. Kolika je dužina L svakog od ovih lenjira u sistemu reference vezanom za drugi lenjir?

5. Elektron talasne dužine λ_0 sudara se sa atomom vodonika koji se nalazi u osnovnom stanju. Pri toj interakciji atom vodonika se jonizuje. Nakon interakcije talasna dužina upadnog elektrona povećava se za $\Delta\lambda = \lambda_0$, a talasna dužina elektrona oslobođenog iz atoma vodonika je $\lambda = 2\lambda_0$. Odredite talasnu dužinu λ_0. Atom vodonika je u miru pre i posle interakcije. Planckova konstanta je $6{,}62 \times 10^{-34}$ J s, masa elektrona u miru je $9{,}1 \times 10^{-31}$ kg, Ridbergova konstanta je $1{,}1 \times 10^7$ m^{-1} i brzina svetlosti u vakuumu je 3×10^8 m/s.

Prvi stvaraoci parnih mašina morali su voditi žučne borbe sa ljudima i njihovim predrasudama. Dokaz su ovi paragrafi zakona koji je donesen u Engleskoj (kolevci parnih mašina) 1831. godine:

Paragraf prvi: Ispred svake parne diližanse, na udaljenosti od 55 m, mora ići čovek sa crvenom zastavom. Pri susretu sa kolima ili jahačima, dužan je napomenuti putnicima da iza njega ide parna mašina.

Paragraf drugi: Mašinistima je strogo zabranjeno da plaše konje zvižducima. Para se sme puštati iz mašina samo u slučaju ako na putu nema konja.

Paragraf treći: Brzina kretanja parne mašine ne sme prelaziti u selu 6 km na čas, a u gradu 3 km na čas.

Tom. Senćanski

REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF–29

418. Posmatrajući menzuru uočava se da na 30 cm^3 dolazi 10 podeoka. Vrednost jednog podeoka se izračunava kada se 30 cm^3 podeli sa 10 podeoka. Iz toga sledi da je jedan podelak 3 cm^3.

Da bi se izračunalo kolika je zapremina potopljenog tela mora da se zna do kog je nivoa tečnost bila u menzuri pre spuštanja tela i posle spuštanja tela. Pre nego što je stavljeno telo u menzuru nivo tečnosti u menzuri dopire do dvanaestog podeoka, tj. zapremina tečnosti iznosi $V_1 = 12 \cdot 3\ cm^3 = 36\ cm^3$. Kada se telo stavi u menzuru nivo tečnosti se podiže do šesnaestog podeoka, tj. $V_2 = 16 \cdot 3\ cm^3$. Kada se od zapremine V_2 oduzme zapremina V_1, dobiće se zapremina tela $V_2 - V_1 = 48\ cm^3 - 36\ cm^3 = 12\ cm^3$.

419. Da bi se uporedile brzine veštačkog Zemljinog satelita i puščanog zrna, potrebno je da se one izraze u istom sistemu jedinica, tj. SI–sistemu. Brzina veštačkog Zemljinog satelita iznosi 8 km/s = 8000 m/s s obzirom da je 8000 m/s veće od 800 m/s, znači da je brzina Zemljinog satelita veća od brzine puščanog zrna.

420. Da bi se dobio dijagram puta ravnomernog kretanja, treba najpre nacrtati dve međusobno normalne poluprave sa zajedničkim početkom. Zatim na horizontalnu polupravu nanesu se brojne vrednosti vremena kretanja pešaka pa ta poluprava pretstavlja vremensku osu. Na vertikalnu polupravu nanesu se brojne vrednosti puta i ona pretstavlja osu puta, tj. pređeni put pešaka. Ako se iz označenih brojnih vrednosti tačaka na osama puvuku normale, dobiće se njihovi preseci. Spajanjem ovih presečnih tačaka dobiće se prava linija koja prolazi kroz zajednički početak vremenske ose i puta. Ova prava ustvari pretstavlja dijagram puta ravnomernog kretanja.
Sa grafika se može pročitati da je:
a) pešak stigao u mesto A za oko 7200 s;
b) prešao približno put od 7200 m;
c) s obzirom da je brzina brojno jednaka pređenom putu u jedinici vremena, znači pešak se kretao brzinom od 1 m/s.

421. Da bi izračunali koliko je vreme snimanja na traci, potrebno je uočiti da se traka kreće ravnomerno i da je u oba slučaja traka jednake dužine. Iz toga sledi da je $v_1 t_1 = v_2 t_2$ što znači da je $t_2 = v_1 t_1 / v_2$; zamenom brojnih vrednosti dobija se:

$$t_2 = \frac{4{,}5\ m/s}{0{,}1905\ m/s} \cdot 1\ min =$$

$$= 23{,}62\ min.$$

Snimanje na traci traje 23,62 minuta.

422. a) Da bi izračunali posle koliko vremena je brzi voz stigao putnički, potrebno je uočiti da je pri tome pređeni put putničkog voza jednak pređenom putu brzog voza. Neka je s_p – pređeni put putničkog voza, s_b – pređeni put brzog voza, v_p i v_b su brzine putničkog i brzog voza. Sa t je označeno vreme za koje brzi voz pređe put s_b, a sa t_p – vreme za koje je putnički voz prešao put s_p; Δt – vremenska razlika u polascima vozova. Vreme za koje je putnički voz pošao iznosi $t_p = t + \Delta t$. Pređeni put putničkog voza je $s_p = v_p \cdot t_p$, dok pređeni put brzog voza jednak je $s_b = v_b \cdot t$. Iz jednakosti pređenih puteva $s_p = s_b$ sledi:

$v_p t_p = v_b t$; kako je $t_p = t + \Delta t$ sledi

$v_p (t + \Delta t) = v_b t$; zamenom brojnih vrednosti dobija se:

80 km/h (t + 1h) =

= 100 km/h · t/ 10 km/h

8 (t + 1h) = 10 t sledi 8 t + 8h = 10 t

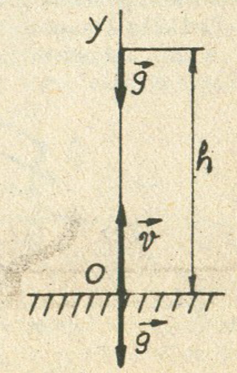
2t = 8h odakle je t = 4 h.

Znači, brzi voz je sustigao putnički za 4 h.

b) Zamenom izračunatog vremena u izraz za pređeni put brzog voza $s_b = v_b t$, sledi da je brzi voz posle 400 km stigao putnički.

423. Za koordinatni početak uzmemo tačku bacanja (0), koordinatnu osu OY usmerimo vertikalno naviše (kao na sl. 1). Tada koordinate (položaji) prvog i drugog tela u trenutku t iznose:

$$y_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2};\quad y_2 = h - \frac{gt^2}{2}$$



Slika 1

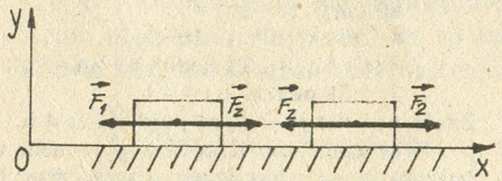
gde je v_0 – početna brzina prvog tela. Rastojanje između tela – s jednako je razlici njihovih koordinata:

$$s = y_2 - y_1 = h - v_0 t; \text{ odakle je}$$

$$v_0 = \frac{-h-s}{t}$$

424. Na slici 2 su označene sve sile koje deluju na tela duž OX – ose. Neka je konac zanemarljivo težak i neka je sila zatezanja konca F_z, na oba njegova kraja istog intenziteta. Ako se posmatraju sile u odnosu na osu OX, onda će jednačine kretanja biti, za telo mase m_2: $F_2 - F_z = m_2 a$, a za telo mase m_1 : $F_z - F_1 = m_1 a$. Eliminisanjem sile zatezanja F_z iz gornjih dveju relacija dobija se izraz: $F_2 - F_1 = (m_1 + m_2)$, a odavde sledi da je ubrzanje a jednako:

$$a = \frac{F_2 - F_1}{m_1 + m_2}$$

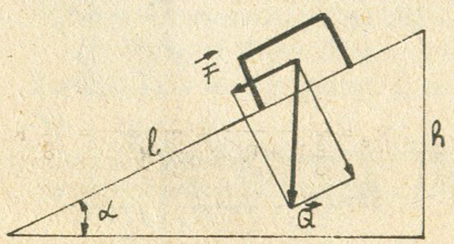


Slika 2

Zamenom brojnih vrednosti dobija se da ono iznosi:

$$a = \frac{1N - 0{,}6\ N}{0{,}2\ kg + 0{,}3\ kg} = 0{,}8\ m/s^2$$

425. Telo se kreće niz strmu ravan (sl. 3) pod dejstvom sile F. Sila F se dobija razlaganjem težine tela Q na paralelnu i vertikalnu komponentu u odnosu na strmu ravan. Paralelna komponenta težine tela je sila F i ona uslovljava kretanje tela niz



Slika 3

strmu ravan. Sa slike se vidi da je: F : Q = h : l; kako je F = ma a Q = mg biće ma : mg = h : l odakle je mgh = mal pa je a = gh/l. Zamenom brojnih vrednosti ubrzanje tela iznosi a = 3,92 m/s^2.

426. Kinetička energija metka jednaka je izvršenom radu protiv sile otpora drveta: $mv^2/2 = Fs$; odakle sledi da je:

$$F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{0{,}01\ kg \cdot (800\ m/s)^2}{2 \cdot 0{,}01\ m} =$$

$$= 3200\ N = 32\ kN;$$

Vreme kretanja metka u drvetu iznosi t = $= s/v_{sr}$, gde je v_{sr} – srednja brzina.

Pošto je kretanje jednako usporeno onda je

$$v_{sr} = \frac{v_0 + v}{2}, \text{ tj. } v_{sr} = \frac{v_0 + 0}{2} = \frac{v_0}{2}.$$

Ako se ova relacija za srednju brzinu zameni u izraz za vreme, dobija se:

$$t = \frac{2s}{v_0} = \frac{2 \cdot 0{,}01\ m}{800\ m/s} = 0{,}25 \cdot 10^{-4} s$$

427. Svaki od automobila za vreme t stiče kinetičku energiju $mv_1^2/2 = P_1 t$ i $mv_2^2/2 = P_2 t$. Odavde je $P_1/P_2 = v_1^2/v_2^2$, gde je v_1 brzina prvog automobila a v_2 drugog; P_1 snaga prvog a P_2 – snaga drugog automobila. Kako je $v_1 = 2v_2$ sledi da je $P_1 = 4P_2$, tj. snaga prvog automobila je četiri puta veća od snage drugog automobila.

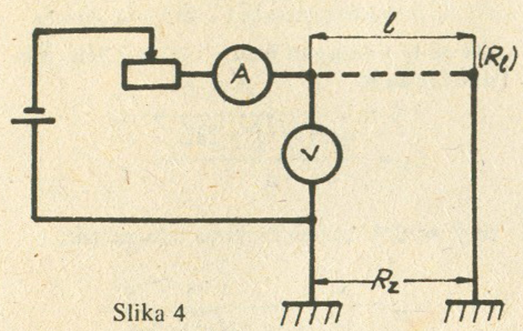
428. Količina elektriciteta jednaka je q = I • t, tj. q = 300 A • 15 s = 4500 C. Znajući da jedan kulon ima $6{,}25 \cdot 10^{18}$ elektrona sledi da kroz poprečni presek provodnika prolazi $6{,}25 \cdot 10^{18} \cdot 4500$ elektrona, a to iznosi $2{,}8 \cdot 10^{22}$ elektrona.

429. Voltmetru treba redno vezati otpornik otpora R, da bi pri merenju napona od 200 V na deo instrumenta dolazio napon od 4 V. Prema tome, na krajevima dodatnog otpora napon mora biti 200 V – – 4 V = 196 V. Napon od 4 V označen je sa U_1 a od 196 V sa U. Po Omovom zakonu sledi da je $I = U_1/R_v = 4\ V/40\ \Omega = 0{,}1\ A$. Pošto kroz instrument prolazi ista struja, onda se može izračunati vrednost dodatnog otpornika:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{196\ V}{0{,}1\ A} = 1960\ \Omega.$$

430. Napon koji pokazuje voltmetar (sl. 4) jednak je I • R_u, gde je R_u – ukupan otpor. Ukupan otpor jednak je otporu Zemlje i otporu provodnika: $R_u = R_z + R_1 = R_z + \rho \cdot l/s$. Ako se izraz za ukupan otpor zameni u izraz za napon, dobija se:

$$U = I\left(R_z + \rho \frac{l}{S}\right)$$



Slika 4

Odavde sledi: $U = IR_z + I\rho l/S$ sledi $S \cdot (U - IR_z) = I\rho l$
Sređivanjem izraza se dobije da je:

$$l = \frac{(U - IR_z)S}{I\rho}$$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$l = \frac{(12V - 0{,}5A \cdot 10\ \Omega) \cdot 5\ mm^2}{0{,}5A \cdot 0{,}029\ mm^2/m} =$$

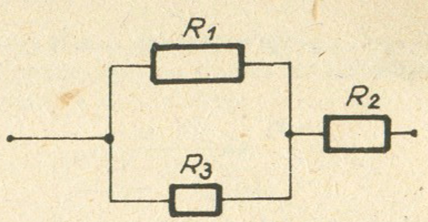
$$= 2{,}4\ km$$

Do spajanja kabla sa Zemljom došlo je na rastojanju od 2,4 km.

431. Da bi radioamater dobio potreban otpornik potrebno je otpornik od $R_1 = 100\ k\Omega$ i $R_3 = 25\ k\Omega$ vezati paralelno a sa njima na red otpornik otpora $R_2 = 50\ k\Omega$, kao što je pokazano na slici sl 5. Za otpore vezane paralelno ukupni otpor je označen sa R' i iznosi:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_3 + R_1}{R_1 R_3};$$

$$\text{odakle je } R' = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}$$



Slika 5

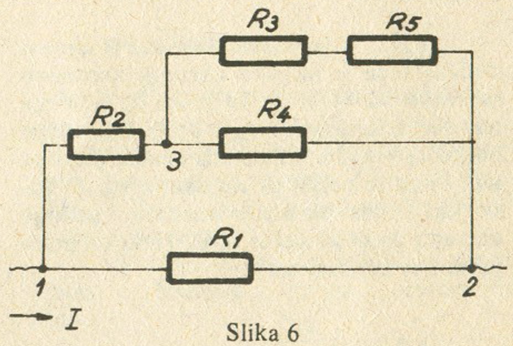
Zamenom brojnih vrednosti dobija se R' = = 20 kΩ. Ukupni otpor sva tri otpornika iznosi:

$$R_u = R' + R2 = 20\ k\Omega + 50\ k\Omega =$$

$$= 70\ k\Omega$$

432. Zadato električno kolo se transformiše u električno kolo prikazano na slici 6. Sa ove slike se vidi da su R_3 i R_5 vezani redno i da je njihov ukupni otpor $R_{u1} = 2R$. Paralelno sa R_3 i R_5 vezan je otpor R_4. Ukupni otpor dela kola između tačaka 1 i 2 iznosi:

$$R_u = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2}{3} R$$



Slika 6

R_u je sa R_2 vezan redno te se dobije ukupan otpor $2R/3 + R = 5R/3$. Na kraju, sa ovim ukupnim otporom je otpor R_1 vezan paralelno. Prema tome ukupan otpor između tački 1 i 2 iznosi:

$$R_e = \frac{\frac{5}{3}R \cdot R}{\frac{5}{3}R + R} = \frac{\frac{5}{3}R^2}{\frac{8}{3}R} = \frac{5}{8} R.$$

433. Kod jednakoubrzanog kretanja brzina se menja sa vremenom po zakonu:

$v = v_0 + at$, gde je a–ubrzanje tela. Iz ove relacije sledi da je

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{k-1}{t} \cdot v_0 .$$

Pređeni put je dat relacijom

$$d = v_0 t + \frac{at^2}{2} ,$$

odnosno

$$d = v_0 t + \frac{k-1}{2} v_0 t = \frac{k+1}{2} v_0 t .$$

Odavde je početna brzina jednaka

$$v_0 = \frac{2d}{(k+1)t}$$

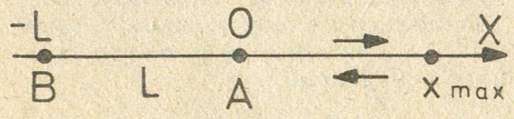
Kada se ovaj izraz za početnu brzinu zameni u izraz za ubrzanje dobija se

$$a = \frac{k-1}{t} \frac{2d}{(k+1)t} = \frac{2(k-1)d}{(k+1)t^2} .$$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se da je $a = 1{,}5\ m/s^2$.

434. Telo dolazi do tačke B samo u slučaju kada je njegovo ubrzanje usmereno suprotno od v_0 (sl.7). To znači da je brzina tela data relacijom $v = v_0 - at$. U nekom trenutku $t_1 = v_0/a$, brzina tela postaje jednaka nuli i ono se nalazi na rastojanju x_{max}. Posle toga brzina tela menja smer i ono počinje ubrzano da se kreće na levo. Trenutni položaj tela je dat izrazom

$$x = v_0 t - \frac{at^2}{2} ,$$



Slika 7

pa je

$$x_{max} = v_0 t_1 - \frac{at_1^2}{2} = \frac{v_0^2}{2a} .$$

Ukupan pređeni put je jednak

$$s = 2x_{max} + L = \frac{v_0^2}{a} + L = 10\ m .$$

Za nalaženje srednje brzine tela potrebno je odrediti ukupno vreme kretanja. Za $x = -L$ se dobija

$$-L = v_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} ,$$

gde je t_2 –ukupno vreme kretanja tela. Sledi dalje da je

$$t_2 = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2aL}}{a} ,$$

pa je srednja brzina kretanja tela jednaka

$$v_{sr} = \frac{s}{t_2} = \frac{a \cdot s}{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2aL}} =$$

$3{,}17\ m/s$.

435. Lenjir počinje da prekriva otvor kada njegova donja ivica dospe do otvora. U tom trenutku lenjir ima brzinu $v_0 = \sqrt{2gx}$, gde je x – traženo rastojanje. Prekrivanje traje sve do trenutka kada gornja ivica lenjira dođe do otvora. Za vreme dok lenjir prekriva otvor, on pređe rastojanje koje je jednako njegovoj dužini L:

$$L = v_0 t + \frac{gt^2}{2} ,$$

gde je t – vreme prekrivanja. Sledi dalje

$$L = t\sqrt{2gx} + \frac{gt^2}{2} ,$$

odnosno

$$\sqrt{2gx} = \frac{2L - gt^2}{2t} .$$

Traženo rastojanje je jednako

$$x = \frac{1}{2g} \left(\frac{2L - gt^2}{2t}\right)^2 = 1{,}69\ m .$$

436. Periferijska brzina Zemlje je jednaka $v_0 = 2\pi R/T_0$, gde je R – poluprečnik Zemlje, a T_0 – vreme od 24 časa. Brzina aviona koji leti na istok (brzina u odnosu na Zemlju) je jednaka zbiru brzine v_0 i tražene brzine aviona v:

$$v_1 = v_0 + v$$

Kada avion leti prema zapadu, njegova brzina u odnosu na Zemlju je

$$v_2 = v_0 - v.$$

Iz uslova zadatka, da je $T_2/T_1 = 2$, gde su T_1 i T_2 – dužine trajanja dana pri kretanju aviona na istok i zapad respektivno, sledi da je

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi R/v_2}{2\pi R/v_1} = \frac{v_1}{v_2} = 2 .$$

Dalje je

$$\frac{v_0 + v}{v_0 - v} = 2 ,$$

odnosno $v_0 + v = 2v_0 - 2v$, odakle je

$$v = \frac{1}{3} v_0 = \frac{1}{3} \frac{2\pi R}{T_0} = 154{,}3\ m/s.$$

Na sličan način, kao gore, dobija se

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{v_0}{v_1} ,$$

odnosno

$$T_1 = T_0 \frac{v_0}{v_1} = T_0 \cdot \frac{v_0}{v_0 + v} = 18\ h .$$

Isto tako je

$$T_2 = T_0 \cdot \frac{v_0}{v_0 - v} = 36\ h.$$

437. Brzina štapa, pa i njegove sredine, u trenutku udara leve kugle o površinu stola iznosi $v = \sqrt{2gH}$. Posle udara leva kugla menja smer brzine u suprotan, a brzina desne kugle se ne menja. Zbog toga se štap počinje obrtati oko horizontalne ose koja prolazi kroz njegovu sredinu. Ugaona brzina ovog obrtanja je

$$\omega = \frac{v}{L/2} = \frac{2v}{L} = \frac{2\sqrt{2gH}}{L} .$$

Period obrtanja je $T = 2\pi/\omega$, a vreme za koje štap prvi put zauzme vertikalni položaj iznosi $t = T/4$, odnosno

$$t = \frac{\pi}{2\omega} = \frac{\pi \cdot L}{4\sqrt{2gH}} .$$

Za ovo vreme sredine štapa se spusti ispod nivoa površine stola za visinu

$$h = \frac{1}{2} \cdot gt^2 = \frac{\pi^2 L^2}{64 \cdot H} ,$$

odnosno, posle zamene brojnih vrednosti $h = 9{,}2\ mm$.

438. Neka su p_{H1}, V_{H1} i T_{H1} pritisak, zapremina i temperatura vodonika kada se on nalazi iznad pokretnog klipa, a p_{H2}, V_{H2} i T_{H2} odgovarajući parametri stanja vodonika posle prevrtanja cilindra, kada se vodonik nalazi ispod klipa; p_{O1}, V_{O1} i T_{O1} su odgovarajući parametri kiseonika u prvom slučaju a p_{O2}, V_{O2} i T_{O2} parametri stanja kiseonika u drugom slučaju.

Iz jednačine gasnog stanja za vodonik, napisane za prvi i drugi slučaj:

$$p_{H1} V_{H1} = n_H R T_{H1}$$

$$p_{H2} V_{H2} = n_H R T_{H2}$$

gde je R–univerzalna gasna konstanta, a n_H–broj molova vodonika, znajući da je zapremina vodonika kao i njegova temperatura ostala nepromenjena ($V_{H1} = V_{H2}$, $T_{H1} = T_{H2}$), sledi da je i njegov pritisak ostao nepromenjen: $p_{H1} = p_{H2}$.

S druge strane, iz jednačine gasnog stanja za kiseonik u prvom i drugom slučaju:

$$p_{O1} V_{O1} = n_O R T_{O1}$$

$$p_{O2} V_{O2} = n_O R T_{O2}$$

gde je n_O – broj molova kiseonika, znajući da se zapremina kiseonika nije promenila ($V_{O1} = V_{O2}$) a da se temperatura kiseonika smanjila 4 puta ($T_{O1}/T_{O2} = 600\ K/150\ K = 4$), sledi da se i pritisak kiseonika posle obrtanja cilindra smanjio 4 puta: $p_{O1} = 4p_{O2}$. Kako je klip pokretan i svojom težinom (Q) stvara dodatni pritisak Δp ($\Delta p = Q/S$) na gas ispod sebe, sledi: $p_{O1} = p_{H1} + \Delta p$ – u prvom slučaju i $p_{H2} = p_{O2} + \Delta p$ – u drugom slučaju. Iz predho-

dnih dveju jednačina dobija se: $p_{O1} = p_{H1} + p_{H2} - p_{O2}$, pa s obzirom da je $p_{H1} = p_{H2}$, važi relacija:

$$p_{O2} = 2p_{H1} - p_{O2}$$

Na osnovu ovog i predhodno dobijenog rezultata ($p_{O1} = 4p_{O2}$), dobija se da je $p_{O2} = 2/5\ p_{H1}$ i $p_{O1} = 8/5\ p_{H1}$.

Kako je pritisak vodonika u prvom slučaju $p_{H1} = 10^5$ Pa, sledi da je pritisak kiseonika u prvom i drugom slučaju: $p_{O1} = 1{,}6 \cdot 10^5$ Pa, odnosno $p_{O2} = 0{,}4 \cdot 10^5$ Pa.

439. Indeksima 1 i 2 označeni su odgovarajući parametri stanja datog gasa (p–pritisak, V–zapremina, T–temperatura) na početku odnosno kraju datog procesa. Kako je proces izohoran (V = const.), sledi da će gas iz stanja (p_1, V_1, T_1) preći u stanje ($p_2 = p_1/3$, $V_2 = V_1$, T_2). Tokom datog izohornog procesa gas ne vrši rad ($V = 0$ pa je $A_{1,2} = 0$). Znači, ukupan rad koji izvrši gas tokom datog složenog procesa jednak je radu koji izvrši gas tokom izobarnog širenja, prelazeći iz stanja ($p_2 = p_1/3$, $V_2 = V_1$, T_2) u stanje ($p_3 = p_2 = p_1/3$, V_3, $T_3 = T_1$):

$$A_{1,2,3} = A_{1,3} = p_2 \Delta V = p_1/3\,(V_3 - V_1) \qquad (1)$$

Jednačine gasnog stanja za granične tačke datih procesa su:

$$p_1 V_1 = nRT_1 \qquad (2)$$

$$p_1 V_1/3 = nRT_2 \qquad (3)$$

$$p_1 V_3/3 = nRT_1 \qquad (4)$$

Deobom jednačina (4) i (2) sledi da je $V_3 = 3V_1$. Zamenom dobijene vrednosti za V_3 u izraz (1) sledi da je ukupan rad

$$A_{1,2,3} = 2p_1 V_1/3 = 2nRT_1/3$$

S obzirom da je n = 3 mola idealnog gasa, ukupan rad iznosi $A_{1,2,3} = 2RT_1 \approx 5$ kJ.

440. Neka je $F_{1,2}$ sila koja deluje duž šipki čije su dužine od po L/2 a moduli elastičnosti E_1 i E_2. Pod dejstvom ove sile šipka „1" se izduži za $\Delta L_1 = LF_{1,2}/2E_1S$, a šipka „2" za $\Delta L_2 = LF_{1,2}/2E_2S$, tako da je ukupno izduženje $\Delta L_{1,2}$ povezanih šipki „1" i „2" jednako zbiru izduženja svake posebno:

$$\Delta L_{1,2} = \Delta L_1 + \Delta L_2 =$$

$$= \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}\right)\frac{LF_{1,2}}{2S} = \frac{E_1 + E_2}{E_1 E_2} \cdot \frac{LF_{1,2}}{2S}$$

Pod dejstvom sile F_3, koja deluje na šipku „3" dužine L, modula elastičnosti E_1, šipka „3" se izduži za $\Delta L_3 = LF_3/E_1S$. Rezultantna sila $F = F_{1,2} + F_3$ dovodi do izduženja sistema vezanih šipki ΔL, koje je jednako kako izduženju $\Delta L_{1,2}$ povezanih šipki „1" i „2" tako i izduženju ΔL_3 šipke „3": $\Delta L = \Delta L_{1,2} = \Delta L_3$. Na osnovu predhodnog sledi:

$$F_{1,2} = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2}\frac{2S}{L}\Delta L \text{ i } F_3 = \frac{E_1 S}{L}\Delta L$$

pa je ukupna sila

$$F = F_{1,2} + F_3 = \left(\frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} + E_1\right)\frac{S}{L}\Delta L$$

odakle se dobija da ukupno izduženje iznosi:

$$\Delta L = \frac{E_1 + E_2}{E_1(E_1 + 3E_2)} \cdot \frac{FL}{S} = 0{,}27 \text{ mm}.$$

441. Položaj tačke A na datoj sferi poluprečnika R se definiše uglom θ (Slika 8a). Trougao ΔAOB je jednakokraki pa je $\sphericalangle ABO = \sphericalangle OAB = (\pi - \theta)/2$. Kako je $\sphericalangle x\,By = \pi/2$ sledi da nagibni ugao strme ravni AB iznosi $\sphericalangle ABx = \sphericalangle OBx - \sphericalangle OBA = \pi/2 - (\pi - \theta)/2 = \theta/2$.

Sila težine tela Q se može razložiti na komponentu $\vec{F}_n$, normalnu na strmu ravan i koomponentu $\vec{F}_a$, upravljenu duž strme ravni. Normalna koomponenta $\vec{F}_n$ biće uravnotežena silom $\vec{N}$ reakcije podloge, tako da će se telo kretati pod dejstvom aktivne komponente $\vec{F}_a$. Kako je nagibni ugao strme ravni $\theta/2$, sa slike 8a se lako zaključuje da aktivna koomponenta sile težine tela iznosi $F_a = Q \sin(\theta/2) = mg \sin(\theta/2)$, gde je m – masa tela. Pod dejstvom ove sile telo dobija konstantno ubrzanje $a = F_a/m = g \cdot \sin(\theta/2)$, za dati ugao θ. Kako je telo iz tačke A krenulo iz mirovanja, brzina datog tela u funkciji vremena iznosi

$$v = at = g \cdot \sin(\theta/2)\, t \qquad (1)$$

S druge strane iz zakona održanja mehaničke energije: $mv^2/2 = mgh$, gde je $h = AD = BC = R - R\cos\theta = R(1 - \cos\theta) = 2R\sin^2(\theta/2)$ visina tačke A u odnosu na tačku B, sledi da brzina tela u podnožju strme ravni AB iznosi

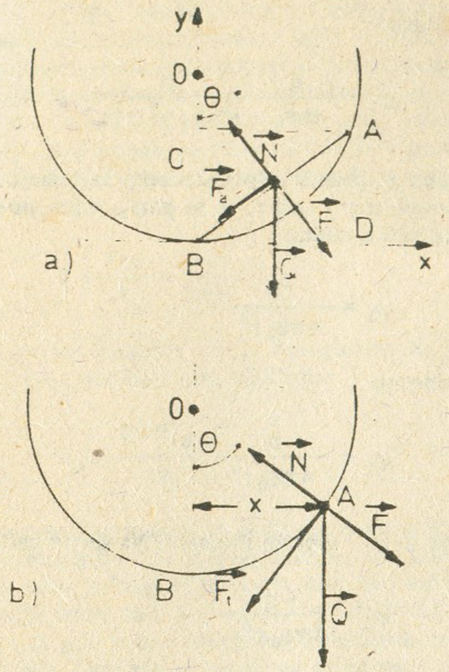
$$v = 2\sqrt{Rg}\sin(\theta/2) \qquad (2)$$

Na osnovu izraza (1) i (2) sledi da će dato telo preći iz tačke A u tačku B, krećući se po strmoj ravni $\overline{AB}$, za vreme

$$t_{\overline{AB}} = \frac{v}{a} = \frac{2\sqrt{Rg} \cdot \sin(\theta/2)}{g \cdot \sin(\theta/2)} = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$$

nezavisno od veličine nagibnog ugla strme ravni AB, odnosno od položaja (A) tela na unutrašnjoj površini date sfere.

U slučaju kada se telo kreće po unutrašnjoj površini sfere duž luka $\overset{\frown}{AB}$ (slika 8b), njegovo kretanje određeno je tangencijalnom komponentom $\vec{F}_t$ sile težine $\vec{Q}$ (Normalna koomponenta $\vec{F}_n$ težine $\vec{Q}$ uravnotežena je silom $\vec{N}$ reakcije podloge). Sa slike se vidi da je $F_t = Q\sin\theta = mg\sin\theta$. Neka je x trenutno rastojanje datog tela od ose OB. Kako je $\sin\theta = x/R$ sledi da je $F_t = mgx/R$. Za male oscilacije F_t D F_x, pa je $F_x = kx$, gde je $k = mg/R$. Znači, telo vrši oscilatorno kretanje oko ravnotežnog položaja B ugaonom frekvencijom $\omega = \sqrt{k/m}$,



Slika 8

odnosno periodom $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{g/R}$. Vreme za koje telo pređe luk AB jednako je četvrtini perioda $t_{\overset{\frown}{AB}} = T/4 = \pi/2\sqrt{R/g}$. Znači, dato telo će pre stići iz tačke A u tačku B krećući se po luku $\overset{\frown}{AB}$:

$$t_{\overset{\frown}{AB}}/t_{\overline{AB}} = \pi/4 = 0{,}785$$

442. Neka je x rastojanje tela, mase m = 0,1 g i naelektrisanja $q = 3{,}14\ 10^{-7}$ C, od sredine zategnute izolatorske niti dužine L = 0,2 m na čijim krajevima se nalaze naelektrisanja $q_1 = q_2 = Q = 8{,}5 \cdot 10^{-8}$ C. U datom položaju na telo naelektrisanja q deluju naelektrisanja q_1 i q_2 Kulonovim silama

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qQ}{(L/2 - x)^2}$$

i

$$F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qQ}{(L/2 + x)^2}$$

Rezultujuća sila je usmerena ka ravnotežnom položaju (x = 0) i iznosi:

$$F(x) = F_1 - F_2 = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0}\frac{2Lx}{[(L/2)^2 - x^2]^2}$$

Za mala pomeranja iz ravnotežnog položaja $x \ll L/2$ sledi

$$F(x) = \frac{8qQ}{\pi\epsilon_0 L^3}\, x$$

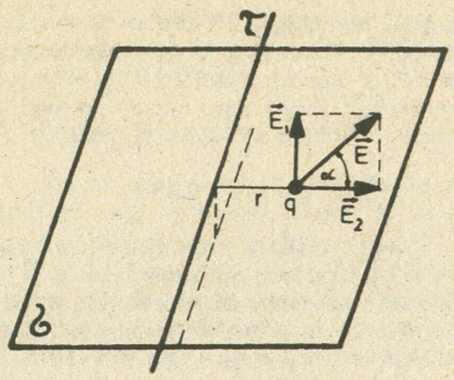
Znači, rezultujuća sila srazmerna je udaljenju iz ravnotežnog položaja: F(x) = kx, gde je $k = 8qQ/\pi\epsilon_0 L^3$, pa će telo vršiti harmonijske oscilacije s ugaonom frekvencijom $\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{8qQ/\pi\epsilon_0 L^3 m} = 100\ s^{-1}$

443. Tražena sila, koja deluje na naelektrisanje q, je jednaka $\vec{F} = q\vec{E}$, gde je $\vec{E}$ – rezultantno električno polje koje potiče od naelektrisane ravni i provodnika, a na mestu gde se nalazi naelektrisanje (sl. 9). Električno polje koje potiče od naelektrisane ravni ima jačinu

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0},$$

a električno polje naelektrisanog beskonačno dugog provodnika na rastojanju r

$$E_2 = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r}$$



Slika 9

Ova dva električna polja su u tački gde se nalazi naelektrisanje q međusobno normalna, pa je intenzitet njihovog zbira jednak

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{1}{2\epsilon_0}\sqrt{\sigma^2 + \frac{\tau^2}{\pi^2 r^2}}.$$

Intenzitet sile F iznosi

$$F = \frac{q}{2\epsilon_0}\sqrt{\sigma^2 + \frac{\tau^2}{\pi^2 r^2}} = 2{,}89\ 10^{-4}\ \text{N}.$$

Smer ove sile je određen smerom električnog polja E, koji je definisan uglom q u odnosu na naelektrisanu ravan

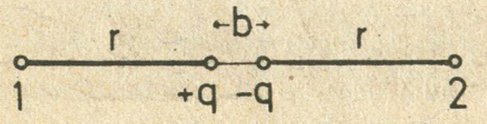
$$\operatorname{tg}\alpha = E_1/E_2 = \pi r\,\frac{\sigma}{\tau},$$

odnosno

$$\alpha = \operatorname{arctg}\,\pi r\frac{\tau}{\sigma} = 51^{\circ}34.$$

444. Uloženi rad na prenošenju naelektrisanja Q iz položaja 1 u položaj 2 iznosi $A = Q(\varphi_2 - \varphi_1)$, gde su φ_1 i φ_2 – potencijali u tačkama 1 i 2 (sl. lo). Električni potencijal u položaju 1 je

$$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{1}{r - b/2} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{1}{r + b/2}$$



Slika 10

odnosno

$$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{b}{r^2(1 - b^2/r^2)}.$$

Kako je prema uslovu zadatka rastojanje b mnogo manje od r, to se gornji izraz može napisati u obliku

$$\varphi_1 = \frac{qb}{4\pi\epsilon_0 r^2},$$

odnosno

$$\varphi_1 = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

gde je p – dipolni moment. Na sličan način je

$$\varphi_2 = \frac{-p}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$

Izraz za uloženi rad dobija oblik

$$A = -Q\,\frac{p}{2\pi\epsilon_0 r^2},$$

iz koga se dobija brojna vrednost $A = 2{,}7 \cdot 10^{-8}$ J.

445. Pošto su krila i trup aviona napravljeni od metala, onda se let aviona može smatrati kretanjem metalnog provodnika dužine L, brzinom v normalno na linije magnetnog polja čija je jačina H. Na krajevima ovog provodnika se indukuje elektromotorna sila

$$E = BLv,$$

gde je B – vertikalna komponenta indukcije magnetnog polja Zemlje. Znači, potencijalna razlika na krajevima krila je jednaka indukovanoj ems. Veza između jačine magnetnog polja H i indukcije magnetnog polja B je data relacijom

$$B = \mu_r\,\mu_0\,H,$$

Gde je μ_r – relativna magnetna propustljivost (za vazduh je jednaka jedinici), a μ_0 – magnetna propustljivost vakuuma ($\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ H/m = $1{,}26 \cdot 10^{-6}$ Vs/(Am)). Sledi da potencijalna razlika na krilima aviona iznosi

$$U = E = \mu_0\,HLv = 0{,}5\ \text{V}.$$

446. Jačina struje I u komori određena je naelektrisanjem, koje u jedinici vremena prođe kroz poprečni presek snopa. Ako je periferijska brzina elektrona u nekom trenutku vremena v, onda kroz uočeni poprečni presek za vreme $t = 2R/v$ prođe svih n elektrona. Zato se za jačinu struje može napisati

$$I = \frac{n \cdot e}{t} = \frac{nev}{2\pi R}$$

Početna vrednost struje omogućava da se odredi početna brzina elektrona

$$v_0 = \frac{2\pi R I_0}{ne}.$$

Promenljivo magnetno polje indukuje vrtložno električno polje koje ubrzava elektrone. U toku jednog obrta elektrona električno polje izvrši rad $A = e|\epsilon_i| = e \cdot |\Delta\phi/\Delta t| = e\,\alpha$, gde je ϵ_i – indukovana elektromotorna sila. Ovaj rad se utroši na promenu kinetičke enrgije elektrona

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = e\alpha.$$

Iz ovog izraza se može naći brzina elektrona posle jednog obrta:

$$v = \sqrt{\frac{2e}{m} + v_0^2},$$

odnosno

$$v = \sqrt{\frac{2ea}{m} + \frac{4\pi^2 R^2 I_0^2}{n^2 e^2}}$$

Jačina struje posle jednog obrta elektrona je

$$I = \frac{ne}{2\pi R}\sqrt{\frac{2ea}{m} + \frac{4\pi^2 R^2 I_0^2}{n^2 e^2}},$$

gde je m – masa elektrona.

447. Električni napon je vezan sa električnim poljem relacijom U = Ed, gde je d – rastojanje između elektroda. Jačina električnog polja se nalazi iz izraza za jačinu struje u rastvoru

$$I = n_0\,q\,(u_+ + u_-)S \cdot E.$$

Tako je

$$E = \frac{I}{n_0\,q\,(u_+ + u_-)S},$$

gde je n_0 – koncentracija jona u rastvoru. Kako je razmak između elektroda jednak odnosu zapremine rastvora i površine elektroda d = V/S, to je traženi napon koji treba dovesti na elektrode elektrolitičke kade jednak

$$U = \frac{I}{n_0 e\,(u_+ + u_-)\,S} \cdot \frac{V}{S} = 82\ \text{V}.$$

448. U ovom slučaju telo mase m vrši prigušeno oscilovanje s amplitudom X^+ koja eksponencijalno opada s vremenom: $X^+ = X_0 \exp(-\beta t)$, gde je X_0 amplituda u početnom trenutku, a $\beta = b/2m$ – koeficijent prigušenja (b – koeficijent otpora sredine). Označimo sa $X_1^+ = X_0 \exp(-\beta t_1)$ amplitudu u trenutku t_1 a sa $X_2^+ = X_0 \cdot \exp(-\beta t_2) = X_1^+ \exp[-\beta(t_2 - t_1)]$ amplitudu u trenutku t_2. U trenutku t_1 energija oscilovanja iznosi $E_1 = kX_1^{+2}/2 = 1/2 \cdot kX_0^2 \exp(-2\beta t_1)$ a u trenutku t_2 energija oscilovanja iznosi $E_2 = 1/2\,kX_0^2 \exp(-2\beta t_2) = E_1 \exp[-2\beta(t_2 - t_1)]$. Kako je $t_2 - t_1 = t$ i $(E_1 - E_2)/E_1 = \eta$, sledi: $\exp(-2\beta t) = 1 - \eta$, pa je koeficijent prigušenja $\beta = 1/2t \ln[1/(a - \eta)] = 1/t \ln(1 - \eta)^{-1/2} = 6 \cdot 10^{-3}\ \text{s}^{-1}$. Koeficijent otpora sredine iznosi: $b = 2m\beta = m/t \cdot \ln(1 - \eta)^{-1} = 1{,}2\ 10^{-4}\ \text{kg s}^{-1}$.

Ako sa $n = X_1^+/X_2^+$ označimo odnos dveju amplituda posle vremena $t_n = t_2 - t_1$, sledi $n = X_0 \exp(-\beta t_1)/X_0 \exp(-\beta t_2) = \exp[-\beta(t_1 - t_2)] = \exp(\beta t_n)$ pa je $t_n = \ln n/\beta$. Period prigušenih oscilacija iznosi $T = 2\pi/\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = 2\pi/\sqrt{k/m - c_2}$, gde je $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ ugaona frekvencija neprigušenih oscilacija istog oscilatora. Kako je $\beta^2 \ll k/m$ sledi $T \approx 2\pi/\sqrt{k/m}$ pa je broj punih oscilacija $N = t_n/T = \ln n/2\pi\beta\sqrt{k/m} = 581$.

449. Iz izraza za rezonantnu amplitudu prinudnih oscilacija $X_r = F_0/2\beta m\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$, u slučaju malih prigušenja ($\beta^2 \ll \omega_0^2$), da amplitudna vrednost sile F_0 koja izaziva prinudno oscilovanje iznosi: $F_0 = 2\beta m\omega_0 \Sigma_r$. Kako je $\beta = b/2m$ i $\omega_0 = 2\pi\nu_0$ sledi: $F_0 = 2\pi b\nu_0 X_r = 3{,}14 \cdot 10^{-4}$ N.

450. U mesinganoj šipci koja je pričvršćena na sredini pobuđuje se stojeći talas čija je talasna dužina jednaka dvostru-

koj dužini šipke: $\lambda_m = 2L$. S druge strane, u vazdušnom stubu u cevi pobuđuje se zvučni stojeći talas čija je talasna dužina dvostruko veća od rastojanja između dveju gomilica praška: $\lambda_v = 2d$. Kako se pri prelazu iz jedne u drugu sredinu frekvencija oscilovanja ne menja: $\nu_m = \nu_v$, s obzirom da je $\nu_m = v_m/\lambda_m$ i $\nu_v = v_v/\lambda_v$ (ν_m i λ_v su brzine prostiranja talasa u mesingu odnosno vazduhu), sledi da brzina prostiranja zvuka u mesingu iznosi: $v_m = (\lambda_m/\lambda_v)v_v = (2L/2d)\, v_v = (L/d)\, v_v = 3{,}2 \cdot 10^3$ m/s.

451. Ukoliko je nivo vode u posudi konstantan (h = const) iz Toričelijeve teoreme ($v = \sqrt{2gh}$) sledi da je i brzina isticanja vode iz posude konstantna (v = const). Neka je Δm masa vode koja u toku vremenskog intervala Δt isteče iz posude. Promena količine kretanja vode $\Delta p = \Delta(mv)$ u toku datog vremenskog intervala Δt dovodi do pojave reaktivne sile F usmerene nasuprot smeru isticanja vode: $F = \Delta p/\Delta t = \Delta(mv)/\Delta t = v\,\Delta m/\Delta t$. Maseni protok vode $\Delta m/\Delta t$ srazmeran je zapreminskom protoku $\Delta V/\Delta t$, odnosno brzini isticanja vode: $\Delta m/\Delta t = \rho \Delta v/\Delta t = \rho S v\, \Delta t/\Delta t = \rho S v$, tako da je sila F srazmerna brzini isticanja, odnosno visini stuba vode u posudi: $F = v\,\Delta m/\Delta t = \rho S v^2 = 2\rho g S h$.

Znači, sila koja uravnotežava silu pritiska na dno posude smanjiće se za $-\Delta Q = F = 2\rho g S h = 0{,}12$ N.

452. Sila koja deluje na dno suda jednaka je zbiru sile hidrostatičkog pritiska i sile uslovljene promenom količine kretanja struje vode koja utiče u sud: $F = \rho ghS + \Delta(mv)/\Delta t$. Ukoliko se nivo vode u sudu sporo menja usled uticanja vode u sud, može se smatrati da je promena impulsa uslovljena samo usled promene mase vode Δm u datom vremenskom intervalu Δt: $\Delta(mv)/\Delta t = v\,\Delta m/\Delta t = v\rho\Delta V/\Delta t = v\rho Q$. Kako je $Q = \Delta V/\Delta t = V/t = Sh/t$ sledi $h = Qt/S$, pa je $v = \sqrt{2g(H-h)} = \sqrt{2g(H-Qt/S)}$. Ukupna sila koja deluje na dno suda iznosi: $F = \rho ghs + v\rho Q = \rho Q \cdot [gt + \sqrt{2g\,(H-Qt/S)}] \approx 54$ N.

REŠENJE ZADATKA 12 E

Kalorimetar i električni rešo u raspoloživom priboru za ovaj eksperimentalni zadatak navode nas na pomisao da masu datog tela treba odrediti kalorimetrijskim merenjem. Kao što nam je poznato, kod takvih merenja određivanje neke nepoznate fizičke veličine zasniva se na rešavanju jednačine toplotnog bilansa

$$Q_1 = Q_2,$$

koja nam kazuje da je posle uspostavljanja toplotne ravnoteže količina toplote, koju jedno telo ili jedan sistem tela izgubi, jednaka količini toplote koju drugo telo ili drugi sistem tela dobije.

Ukoliko znamo da je količina toplote matematički određena proizvodom mase tela, specifične toplote i temperature lako ćemo doći do zaključka što treba da uradimo i koje veličine da merimo. Uslovi zadatka nam kazuju da možemo meriti masu vode i temperaturu (raspolažemo menzurom i termometrom). Podatak za specifičnu toplotu datog tela, vode i aluminijumskog suda nalazimo u tablicama. Prema tome poznato je: m_1 i c_1 (masa i specifična toplota vode), m_2 i c_2 (masa i specifična toplota kalorimetarskog suda), c (specifična toplota čelika).

Pomoću eksperimenta odredićemo potrebne temperature. Čelično telo se stavi u sud sa vodom, a ovaj na rešo i vrši zagrevanje sve dok voda ne prokljuca. Možemo smatrati da je tada i telo dostiglo temperaturu od 100°C. Zatim se zagrejano telo brzo prebaci u kalorimetarski sud u koji je prethodno uneta voda mase m_1 i izmerena temperatura t_1. Pošto se uspostavi toplotna ravnoteža, pročita se na termometru temperatura u kalorimetru t.

Očigledno je da se je u ovom eksperimentu temperatura tela smanjila za (100 − − t)°C, a da je temperatura kalorimetarskog suda i vode porasla za $(t - t_1)$°C i da je količina toplote koju telo izgubi jednaka količini toplote koju kalorimetarski sud i voda u njemu dobiju. Prema tome je

$$mc\,(100-t) = m_1 c_1 (t-t_1) + m_2 c_2 (t-t_1),$$

odakle se dobija za masu čeličnog tela

$$m = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)\,(t-t_1)}{c(100-t)}$$

Primer sa brojnim podacima

$m_1 = 0{,}250$ kg, $c_1 = 4190$ J/kg °C,
$m_2 = 0{,}100$ kg, $c_2 = 920$ J/kg °C,
$m = ?$ $c = 460$ J/kg °C,
$t_1 = 20$°C, $t = 25$°C.

$$m = \frac{(0{,}250\ \text{kg} \cdot 4190\ \text{J/kg°C}}{460\ \text{J/kg°C}\ (100-25)\text{°C}} + \frac{0{,}100\ \text{kg} \cdot 920\ \text{J/kg°C})\ (25-20)\text{°C}}{460\ \text{J/kg°C}\ (100-25)\text{°C}} =$$

$= 0{,}165$ kg

T. P.

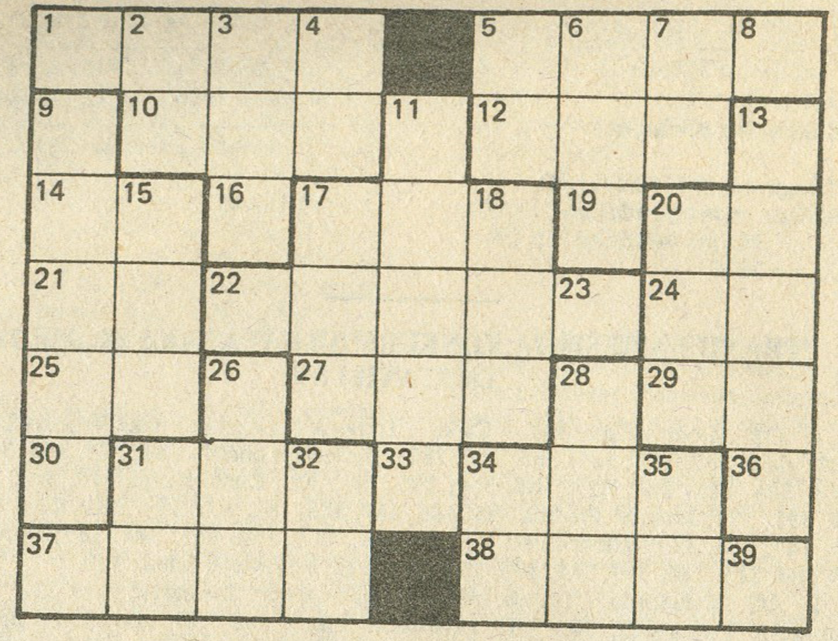
PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ „MF 28" DOSTAVILI SU:

1. OŠ „Miodrag Čajetinac – Čajka", Trstenik (nastavnik Fizike Vojislav Lazarević): Novaković Jelena 383, 384, 385, 385, 386, 387; Milošević Momčilo 383, 384, 385, 386; Brašić Vesna 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392; Ristić Marija 383, 384, 385, 387, 388, 389, 391, 392; Jevtović Predrag 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392; Kesić Petar 383, 385, 386, 387, 388, 389; Milosavljević Katarina 280, 281, 350, 383, 384, 387; Đorđević Snežana 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392; Novaković Jelena 349.
2. OŠ „Karađorđe", Topola (Miomir Mladenović): Jovanović Saša 358, 359, 360, 362; Arsenijević Verica 385, 386, 387; Jakovljević Viktor 385, 387; Marinković Branka 386, 387; Vasiljević Vesna 385, 386, 387; Jelić Tatjana 387; Golubović Karolina 387.
3. OŠ „Žikica Jovanović Španac", Valjevo (Perić Jovanka): Popović Nikola 314, 315, 316;
4. OŠ „Ljubica Radosavljević Nada", Zaječar (Olga Mitić): Slavković Suzana 384, 386.
5. OŠ „Stevan Sinđelić", Beograd (Harizanov Spas): Stanković Nebojša 348, 351.
6. OŠ „Boris Kidrič", Gornji Matejevac, (Vukadin Ristić): Radojković Branko 383, 384, 385, 386, 388, 389, 392.
7. OŠ „Vladimir Živković Vitko", Minićevo (Tomislavka Pavlović): Mladenović Ana 387, 389, 390, 391, 392, 393.
8. OC „Stojan Ljubić", Lebane (Nikola Ristov): Stevanović Ljiljana 399, 401, 403, 406, 407, 413; 368, 369, 370, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381.
9. OOUR „Milka Trailović", Kraljevo (Vitković Slavica): Šaponjić Olivera 306.
10. OOUR „Ibrahim Perviz", Zenica (Drago Tešić): Kruhović Haris 348, 349, 351, 358, 359.
11. OC „Nada Dimić", Zemun (Miščević Ljubica): Petrović Maja 405, 406.
12. OVO „Boris Kidrič", Niš (Lozanka Stojanović): Vasić Nataša 350, 358, 359, 360, 380.
13. OC „Vikor Nešović", G. Milanovac (Zorka Radojković): Veljković Dejan 383, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 409, 410, 412, 415, 416.
14. OVO „Beogradski bataljon", Beograd (Stanković Zora): Ilić Slobodan 396, 399, 403, 404, 414, 416.
15. OOUR „Milka Trajković", (Vinka Stanišić): Anđelić Milosav 400, 398, 396, 387.

Za učešće u rešavanju E – zadataka pohvaljuju se sledeći učenici

Zadatak 9 – E:
1. Erkočević Nedim, učenik II_{t2} razreda ETŠC, Tuzla, predmetni nastavnik Gajić Milan;
2. Iričanin Bratislav, učenik II_8 razreda OC „Prvi maj", Novi Beograd, Predmetni nastavnik Živorad Rašić;

Zadatak 10 – E:
1. Iričanin Bratisalv, učenik II_8 razreda OC „Prvi maj", Novi Beograd, predmetni nastavnik Živorad Rašić;
2. Šimunović Ivan, učenik I_{10} razreda SŠC „Bratstvo i jedinstvo", Konjic, predmetni nastavnik Vranić Sonja.



УКРШТЕНЕ РЕЧИ

Водоравно: 1. Презиме француског лекара који се бавио експерименталном физиком и дао запажене прилоге у области гасних закона. 5. Име француског физичара који је проучавао кристале и магнетизам, открио пиезоелектрични ефект и ишчезавање феромагнетизма изнад критичне температуре; са Маријом Кири открио радиоактивност и елементе радијум и полонијум; добио Нобелову награду за физику 1903. године заједно са Анри Бекерелом и Маријом Кири; погинуо у саобраћајној несрећи у Паризу. 9. Ознака за температуру. 10. Мера предаје механичке енергије једног тела другоме. 11. Ознака за време. 12. Презиме познатог данског теоријског физичара, творца квантне теорије водониковог атома, квантне теорије нуклеарне физике и капљичног модела језгра, који је добио Нобелову награду за физику 1922. године. 13. Хемијски знак за водоник. 14. Почетна слова имена и презимена италијанског експерименталног и теоријског физичара, који је дао теорију понашања електрона у металу, теорију бета-распада и 1942. године конструисао први фисиони реактор на свету у Чикагу; добитник Нобелове награде за физику 1938. године. 16. Ознака за масу. 17. Назив за ону количину супстанце у којој има исто онолико честица – молекула, атома, јона и сл. – колико има атома у 12 g угљеника ^{12}C. 19. Хемијски знак за азот. 20. Хемијски знак за елемент телур. 21. Хемијски знак за елемент селен. 22. Презиме данског астронома који је измерио брзину светлости посматрајући кретање Јупитерових сателита. 24. Хемијски знак за радон. 25. Математичка ознака за природни логаритам. 26. Ознака за јединицу електромоторне силе у СИ систему. 27. Назив јединице за снагу у СИ систему. 28. Хемијски знак за бор. 29. Хемијски знак за иридијум. 30. Ознака за убрзање. 31. Математичка ознака за однос наспрамне катете и хипотенузе код правоуглог троугла. 33. Хемијски знак за сумпор. 34. Певачки збор. 36. Ознака за момент инерције. 37. Презиме познатог физичара и електротехничара, по коме је названо једно познато правило електромагнетне индукције и који је пронашао зависност електричног отпора проводника од температуре. 38. Јединица за апсорбовану дозу јонизујућег зрачења.

Усправно: 1. Тридесето слово ћирилице. 2. Јединица за површину, не припада СИ систему. 3. Оквир. 4. Уобичајена скраћеница за месечна новчана примања запослених. 5. Хемијски знак за олово. 6. Назив за атом код кога у електронском омотачу има мање или више електрона него протона у језгру. 7. Почетна слова имена и презимена познатог експерименталног физичара и хемичара, Новозеланђанина пореклом, који је живео у Енглеској и на основу својих експеримената дао динамички модел атома; добитник Нобелове награде за хемију, открио протон. 8. Ознака за полупречник круга. 9. Презиме нашег великог проналазача–електротехничара, који је пронашао индукциони мотор, обртно магнетно поље, полифазни систем за пренос електричне снаге и још око хиљаду проналазака; његовим именом је названа СИ јединица за магнетну индукцију; стваралачки активни део живота провео у САД, где је и умро. 11. Презиме ирског физичара и хемичара, који је дао значајне прилоге у области топлоте и међу првима истраживао критичне појаве при равнотежи течности и њене паре. 13. Назив јединице за самоиндукцију у СИ систему. 15. Електрични апарат за сушење косе. 17. Ознака за вансистемску јединицу за енергију, уобичајену у нуклеарној физици. 18. Кретање птица кроз ваздух. 20. Једноцифрен број. 22. Ознака за Ридбергову константу. 23. Ознака за електрични отпор. 26. Презиме немачког физичара који је дао облик формуле за расподелу енергије у спектру зрачења црног тела и утврдио „закон померања"; добитник Нобелове награде. 28. Назив за један хемијски елемент. 31. Краћи облик повратне заменице. 32. Шеснаесто и двадесетседмо слово ћирилице. 34. Хемијски знак за живу. 35. Хемијски знак за ренијум. 37. Ознака за дужину. 39. Хемијски знак за јод.

Владимир Адамовић, О.Ц. „Братство–Јединство", К у ч е в о

Poslati na adresu:

Zavod za udžbenike i nastavna sredstva
OOUR Stvaranje i proizvodnja nastavnih sredstava
11000 Beograd, Obilićev venac 5/1

MIKRORAČUNAR „G A L A K S I J A"

Zavod za udžbenike i nastavna sredstva iz Beograda i ELEKTRONIKA INŽENJERING iz Zemuna razvili su školski mikroračunar. Namena računara je višestruka u realizaciji programskih sadržaja u osnovnom i srednje usmerenom obrazovanju.

Tehničke karakteristike:

CPU: Mikroprocesor Z80A

MEMORIJA: Računar se proizvodi u dve osnovne verzije zavisno od kapaciteta memorije:

„GALAKSIJA 4–2" 4 K ROM i 2K RAM cena 33.500,00

„GALAKSIJA 4–4" 4 K ROM i 4K RAM cena 38.500,00

Kod modela sa 4K ROM sistemski softver je programski jezik BASIC nivo I.

Kod modela sa 8K ROM, pored Basic-a u ROM su upisane matematičke funkcije.

Kod modela sa 6K RAM može se RAM proširiti do ukupno 54K uz dodatak spoljne memorije, preko EDGE konektora izvedenog na zadnjoj strani računara, i to u modulima kapaciteta od po 16K.

TASTATURA: 54 tastera, profesionalne izvedbe sa ispisivanjem Č, Ć, Ž, Š.

FORMAT EKRANA: 16 redova po 32 znaka u svakom redu.

GRAFIKA: 64 x 48 tačaka (paljenje, gašenje i testiranje svake tačke).

ARITMETIKA: Četiri osnovne računske radnje. Klizni zarez sa tačnošću 32 bita.

VARIJABLE: 26 numeričkih varijabli i delimične operacije sa alfa–numeričkim varijablom (X$ i Y$) do 16 znakova. Mogućnost formiranja jednodimenzione matrice.

..... odrezati .....

N A R U Đ Ž B E N I C A

Ovim neopozivo poručujemo:

„GALAKSIJA 4–2" kom. ..... po ceni od 33.500,00

„GALAKSIJA 4–4" kom. ..... po ceni od 38.500,00

NARUČILAC: .....

MESTO: .....

ULICA I BROJ: .....

M.P.

.....

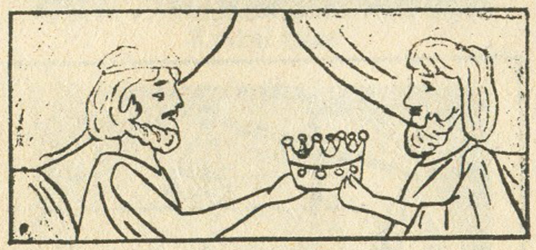
(p o t p i s)

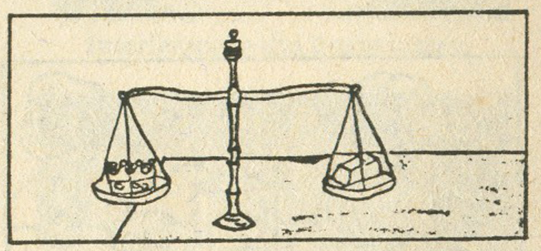
NARUDŽBENICU SLATI NA ADRESU: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva OOUR Stvaranje i proizvodnja nastavnih sredstava – Beograd, Obilićev venac 5/I tel. 637-915 i 638-405.

ИСТИНА О ЗЛАТНОЈ КРУНИ

1. Према анегдоти, 222. године пре наше ере краљ Хиерон владар Сиракузе (главног града грчких колонија на Сицилији) даје Архимеду задатак да испита да ли круна, коју му је израдио златар Диокле, садржи онолико злата колико је било дато за њену израду. Наиме, Хиерон је био обавештен да је Диокле задржао нешто злата и круну излио од масе којој је додато сребро.

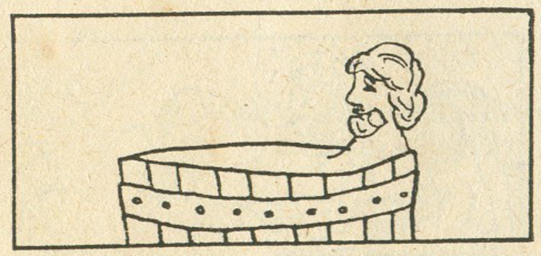
2. Архимед је приступио решавању овог проблема. Измерити тежину круне није имало никаквог смисла. Круна је била тешка тачно колико и злато дато за њену израду. Међутим, Архимед је знао да тежине једнаких запремина злата и сребра нису исте! Према томе, ако круна има већу запремину него што га је имало злато (од којег је направљена), а тешка је као то злато, онда је закључак јасан: део злата замењен је сребром! Али због неправилног облика делова круне није било могуће рачунски наћи запремину круне. После дугог размишљања Архимед није могао да нађе и, по анегдоти, враћа круну краљу Хиерону.

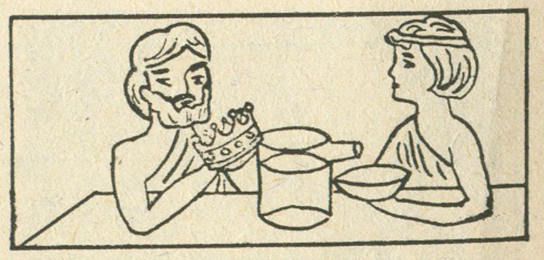




3. Улазећи у каду Архимед је посматрао како се површина воде све више подиже уколико се тело дубље спушта у воду. Ово га је навело на мисао да запремина истиснуте воде мора бити једнака запремини зароњеног дела тела. Решење је нађено! Усхићен овим проналаском похитао је по круну узвикујући на грчком: Еурека! Еурека! („Нашао сам").

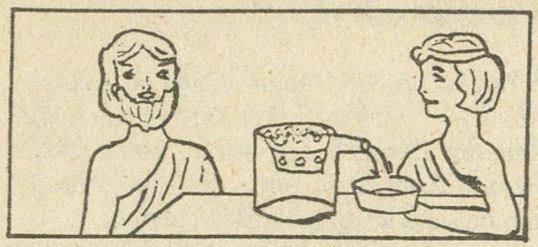
4. Архимед практично проверава своју замисао. Запремина круне када буде стављена у суд пун воде биће једнака запремини истиснуте воде. Напунио је један суд са водом до отвора са стране.

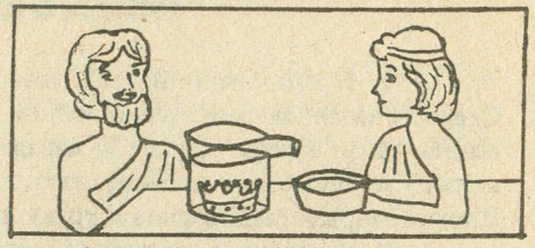




5. У такав суд ставља круну. Круна истискује воду, кроз отвор са стране у одређени суд.

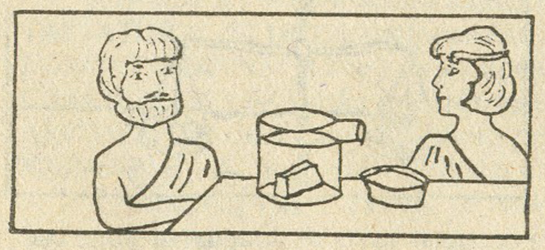
6. Запремина истиснуте воде представља запремину круне. Тако је ова запремина одређена а да круна уопште није била оштећена, као што је и захтевао краљ Хиерон.

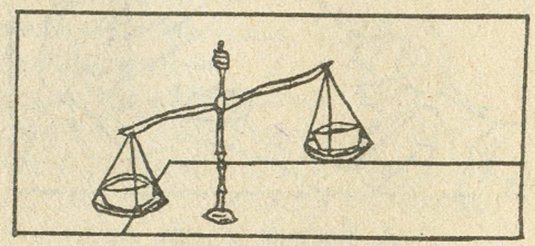




7. Затим је исто поступио и са комадом злата (колико је било дато за израду круне). Истиснута вода сада показује колика је запремина комада злата чија је тежина једнака тежини круне.

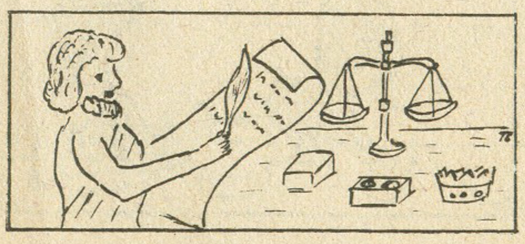
8. Запремина истиснуте воде у првом и другом случају нису биле једнаке што се упоређивањем на теразијама показало. Значи, круна није била од чистог злата!





9. Архимед је и рачунским путем установио колико се у круни налази сребра (деобом њихових тежина са запреминама). Тако је Архимед заправо користио појам специфичне тежине.

10. О исходу овог испитивања Архимед је известио Хиерона. Диокле је позван на одговорност. Према једним подацима, Хиерон је наредио да се Диокле погуби, а према другима Диокле је признао да је наведену количину сребра ставио у круну, али не због утаје већ због тога што је при таквој смеси злато чврше, и тиме је спасен смртне казне која се могла очекивати.

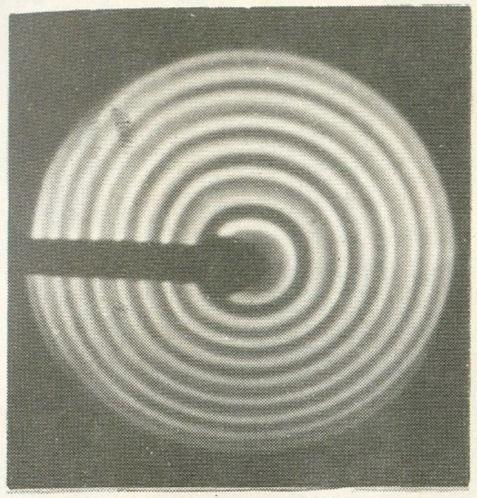


Тако је Архимед размишљањем, рачунским и експерименталним путем дошао до закона који се данас зове АРХИМЕДОВ ЗАКОН.

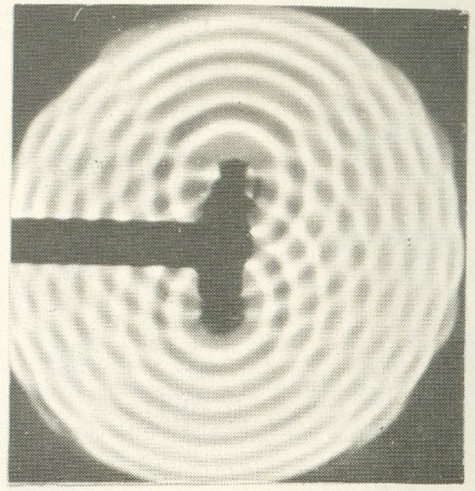
ТОМИСЛАВ СЕНЋАНСКИ
О. Ш. „Марија Бурсаћ"
Београд

Fizički eksperiment u slici i reči:

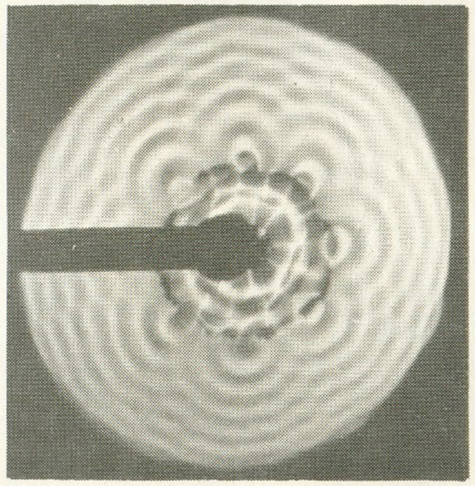
PROSTIRANJE MEHANIČKIH TALASA NA VODI



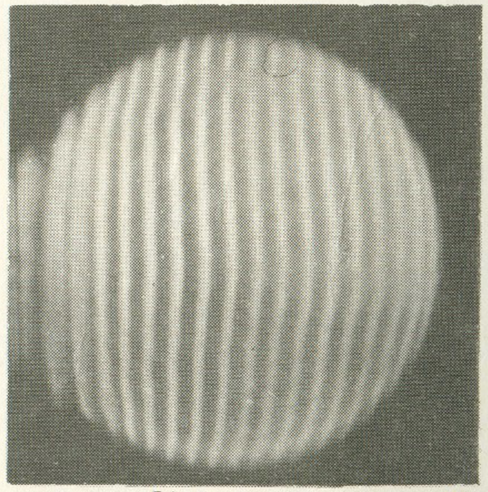
Kružni talas



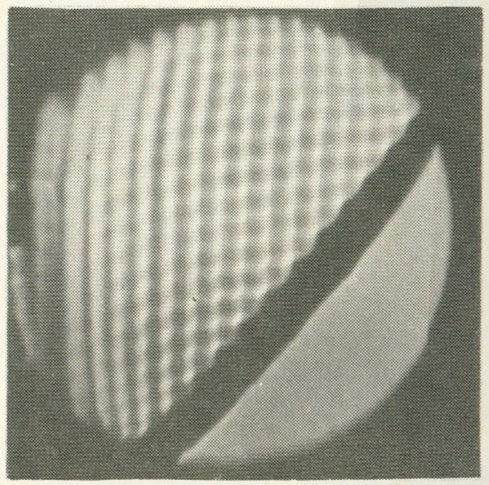
Interferencija dva kružna talasa



Hajgensov princip



Linearni talas



Odbijanje linearnog talasa od linearnog reflektora

Vladimir Adamović
O. C. „Bratstvo–jedinstvo"
Kučevo

Napomena: Snimci su načinjeni u Obrazovnom centru „Bratstvo–jedinstvo" u Kučevu.