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 280 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 istovremeno izvršite uplatu potrebne sume novca na žiro račun Društva fizičara Srbije:

60806–678–77766,
sa obaveznom naznakom: „Mladi fizičar", 1984/85.

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).

Svaki nastavnik fizike koji pretplati 55 (i više) učenika na časopis „Mladi fizičar" biće oslobođen (on ili škola) plaćanja obavezne kotizacije na Republičkom (godišnjem) seminaru o nastavi fizike, ili će pak dobiti „PREGLED" – zbornik predavanja ako ne bude učestvovao u radu ovog seminara.

Na zahtev škole odnosno nastavnika fizike šaljemo besplatan uzorak časopisa.

Primaju se i pojedinačne pretplate.

Prodajna cena časopisa van pretplate, u principu, određuje 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

mladi fizičar

33
84/85

časopis iz fizike za učenike

DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
SERBIAN PHYSICAL SOCIETY

MLADI FIZIČAR

Naučno-obrazovni časopis iz fizike za učenike osnovne i srednjih škola
godina IX, broj 33, (1984/85)

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

Nova rubrika:
„ZADACI ZA DOMAĆI RAD" 1
J. Labat:
„Otkriće" N-zraka 2
S. Božin i J. Labat:
„Kutak istraživača" 5
D. Grujić:
Rast kristala iz vodenog rastvora kuhinjske soli 8
V. Tomić:
Gnjurac 10
B.S. Milić:
„Traganje za apsolutnom nulom", prikaz 11
Konkursni zadaci 13
Zadaci sa 23. republičkog takmičenja iz fizike učenika srednjih škola Srbije 16
J. Labat:
Nagradni zadatak, br. 28 19
Ispravke 20
Rešenje konkursnih zadataka iz „Mladog fizičara", br. 31–32 ... 21
J. Dojčilović:
Rešenje nagradnog zadatka, br. 27 .. 38
Rešenje zadataka sa 19. saveznog takmičenja iz fizike za učenike srednjih škola 39
Spisak učenika koji su rešili konkursne zadatke iz „Mladog fizičara", br. 30 (I deo) ... 47

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

PREDLOG O UVOĐENJU NOVE RUBRIKE:
ZADACI ZA DOMAĆI RAD"

PREDLOG O UVOĐENJU NOVE RUBRIKE: ZADACI ZA DOMAĆI RAD"

Više nastavnika iz osnovnih i srednjih škola je, naročito u vreme održavanja takmičenja iz fizike, predlagalo ili zahtevalo da se u časopisu i na takmičenjima iz fizike koriste i zadaci koje bi oni predlagali zbog adekvatnijeg pristupa poslu koga svi zajedno obavljamo.

Izgleda da među nastavnicima fizike u našim školama, vlada opšte uverenje da su se do sada u časopisu i na takmičenjima iz fizike davali samo teži ili najteži zadaci. Kada je reč o „konkursnim zadacima" u časopisu, onda možemo reći da ovi zadaci u principu ne mogu biti laki za rešavanje, jer bi u protivnom institucija konkursa bila lišena svakog smisla. Isti je slučaj i sa „nagradnim zadacima". Međutim, sudeći po porastu broja učenika koji sa uspehom rešvaju ove zadatke, i čija se imena objavljuju u „Mladom fizičaru", mogao bi se steći čak suprotan utisak.

Slično je i sa zadacima koji se daju na takmičenjima iz fizike u Srbiji. Ako bi velika većina učenika sa uspehom rešavala lake zadatke, šta bi onda trebalo da bude takmičenje? Uistinu, uvek se brižljivo vodi računa o nivou takmičenja, pa se tako i podešava težina zadataka. Ako se svaki put u tome najbolje i ne uspe, onda bi to možda mogao biti dokaz o delikatnosti problema o kome treba razmišljati.

Drugačije se problem postavlja ako bismo se umesto reči „teški" i „laki" opredelili za reč „odgovarajući" zadaci, s obzirom na materiju iz fizike koja se obrađuje u školi i koju učenici moraju do kraja usvojiti pre nego što pođu na takmičenje, kako bi na ovome sa zavidnim uspehom rešavali adekvatne zadatke.

Uvažavajući ove primedbe i predloge, Uredništvo je spremno da u „Mladom fizičaru" od narednog broja otvori novu rubriku: ZADACI ZA DOMAĆI RAD (po razredima), s tim da se u ovoj rubrici mogu objavljivati i „lakši" zadaci (sa rezultatima u zagradi). Zbog lakšeg recenziranja tekstova zadataka, redakcija moli autore da pošalju i tekst kompletnog rešenja sa najnužnijim objašnjenjima.

Uredništvo časopisa očekuje da u ovoj rubrici sarađuju uglavnom predavači fizike u osnovnim i srednjim školama iz cele Jugoslavije, na čiji zahtev i pokrećemo novu rubriku, pa ih zato molimo i pozivamo da se odmah odazovu svojim prilozima.

Ostale potrebne informacije potražite na poleđini „Mladog fizičara" u napisu „Obaveštenje uredništva"

Draško Grujić, urednik

IZ ISTORIJE

Dr Jaroslav Labat
Prirodno-matematički fakultet
Beograd

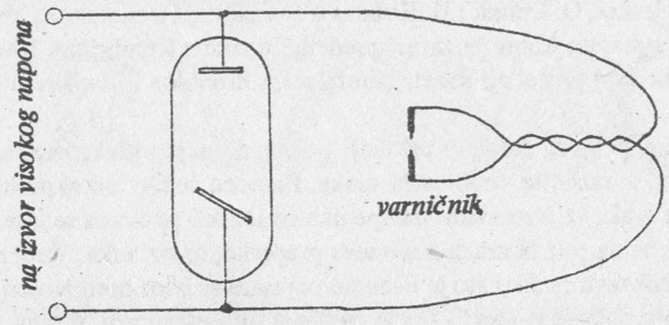
„OTKRIĆE" N-ZRAKA

Istorija nauke beleži uglavnom samo ona otkrića koja se kasnije pokažu kao ispravna i koja se dobro uklope u opšti skup naučnih saznanja. Put do takvih otkrića nije jednostavan i često se desi da neke činjenice koje se otkriju budu u datom trenutku prihvaćene ali se kasnije pokaže da su bile pogrešne. Čak i neki priznati istraživači dođu ponekad do potpuno pogrešnih zaključaka. Međutim, njjihov autoritet u naučnoj javnosti i okolnosti pod kojima je otkriće učinjeno uslove u prvom trenutku njihovo prihvatanje. Događaj o kome će biti reči, vrlo poučan za buduće istraživače, pokazuje da se do pravih naučnih vrednosti dolazi samo upornim, svestranim i kritičkim istraživanjima. Rezultati se prihvataju tek onda kada se potvrde teorijski ili eksperimentalno od strane drugih. U fizici vrede samo one činjenice koje su objektivne, tj. one do kojih se dolazi merenjem a ne samo posmatranjem.

Početkom ovoga veka, tačnije 1903. godine, profesor Univerziteta u Nansiju Rene Blondlo (René Blondelot), istaknuti francuski fizičar, objavio je svoje otkriće nove vrste zračenja koje je nazvao N-zraci. Za fizičare toga doba to nije bilo iznenađenje. Kraj prošlog i početkom ovog veka bio je, naime, jedan od najuzbudljivijih perioda moderne nauke. Godine 1895. V. Rentgen (W. Röntgen) je otkrio X zrake. Nešto kasnije otkriveni su i radioaktivni zraci, tako da su ondašnji fizičari bili spremni da prihvate i nove – N zrake. Na Univerzitetu u Nansiju proučavanjem osobina N zraka uskoro je počelo da se bavi više istraživača. Čak je i profesor medicinske fizike A. Šarpantije (A. Charpentier) počeo da vrši istraživanja. On je Akademiji nauka podneo izveštaj o tome da N zrake emituje i ljudsko telo.

Istraživanja Blondloa su pokazala da N zrake najintenzivnije zrače Gajslerove* cevi, zatim gasne svetiljke koje su se u to vreme upotrebljavale za osvetljenje, zagrejani komadi čeličnih i srebrnih pločica. Navodno, N zrake nije zračio Bunzenov plamenik koji upotrebljavaju hemičari. Čudna je bila tvrdnja istraživača da su sve neprovidne sredine (drvo, hartija, tanki listići gvožđa, kalaja, srebra i zlata) potpuno prozirne za N zrake. Blondlo je od aluminijuma napravio čak sočiva i prizme za fokusiranje i prelamanje zraka. Tvrdio je da samo voda i kamena so zrake zaustaljaju pa je te sredine koristio za zaštitu. U svojim eksperimentima najčešće je kao izvor N zraka koristio tzv. Nernstovu lampu, štapić načinjen od elemenata koji se nazivaju „retke zemlje" koji se električnom strujom dovodi do usijanja.

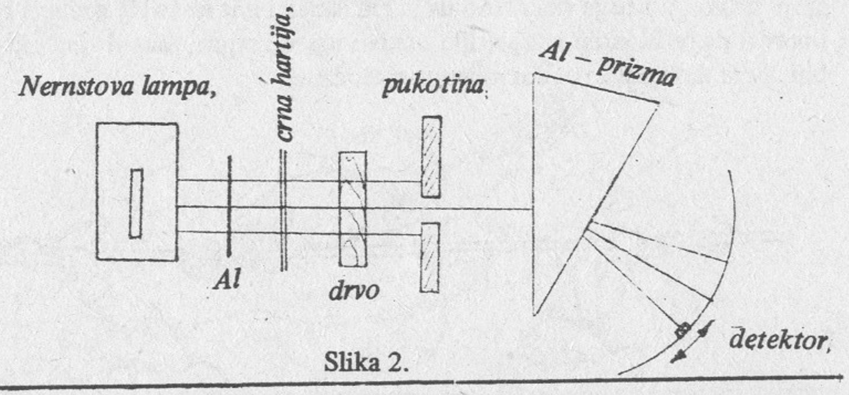
Otkriće Blondloa je proizašlo iz njegovih eksperimentalnih istraživanja X zraka. Zanimalo ga je posebno da li su X zraci čestice ili elektromagnetni talasi. Znao je da se elektromagnetni talasi mogu polarizovati tj. dovesti u takvo stanje da njihovo električno polje osciluje u jednoj ravni. Verovatno, zaključivao je on, zbog karakteristika cevi za pražnjenje X zraci i jesu polarizovani i to bi moralo da se pokaže detektorom u obliku varničnika. Takav varničnik, koji su činile dve elektrode na malom rastojanju priključene na izvor napona, postavljao je u različite položaje u odnosu na cev. Na svoje veliko zadovoljstvo konstatovao je da pri određenim položajima u odnosu na cev, varnica između elektroda postaje mnogo intenzivnija (slika 1).



Slika 1.

Njegovo uzbuđenje je brzo splasnulo kad je utvrdio da zračenje koje izaziva varničenje može biti otklonjeno sa prvobitnog pravca kvarcnom prizmom. Poznato je bilo da kvarcna prizma na X zrake ne deluje. Blondlo je tada zaključio da, ukoliko pojačanje varnice ne izazivaju X zraci, onda mora da se radi o nekom novom obliku elektromagnetnog zračenja koje je brže-bolje nazvao N zraci. Počeo je da izvodi eksperimente kako bi se bolje uverio u postojanje tih zraka. Tražio je druge izvore ali i prepreke za N zrake. Da bi što objektivnije utvrdio razliku u intenzitetu varnice u detektoru u slučajevima kada se on obasjava ili zakloni od izvora N zraka, izvršio je sledeći eksperiment. Iznad dva mesta fotografske ploče postavio je detektor–varničnik, s tim da je jedan od njih zaklonio kartonom nakvašenim vodom. Tvrdio je da je dobio različita zacrnjenja ploče na ta dva mesta. Kao vrhunac, Blondlo je napravio i spektograf koristeći prizmu od aluminijuma (v. sliku 2). Sva ostala zračenja zakloni je pločom od aluminijuma, crnom hartijom i drvetom. Zrake je propuštao kroz pukotinu izrezanu u nakvašenom kartonu a detektovao ih je končićem premazanim florescentnom bojom. Pomerajući detektor nalazio je mesta na kojima je končić navodno jače svetleo, što je bio dokaz postojanja više spektralnih linija odnosno potvrda da N zraci nisu iste frekvencije.

Broj radova koje su Blondlo i drugi objavili o rezultatima istraživanja N zraka se naglo povećavao i uskoro se popeo na 54. Mnogi ugledni francuski naučnici su ga u istraživanjima podržavali, tako da je francuska Akademija nauka 1904. godine odlučila da Blondlou dodeli nagradu Lekont u iznosu od 50.000 franaka. U obrazloženju se, doduše, otkriće N zraka pominje tek na kraju. Nagrada je dodeljena za



Slika 2.

* Staklene cevi napunjene razređenim gasom kroz koje protiče električna struja.

njegov ukupan doprinos nauci. Neki tvrde da je razlog tome bila izvesna sumnja nekih naučnika u postojanje N zraka, sumnja koja je uskoro, naročito među naučnicima drugih zemalja, prerasla u javno negiranje svih rezultata Blondloa.

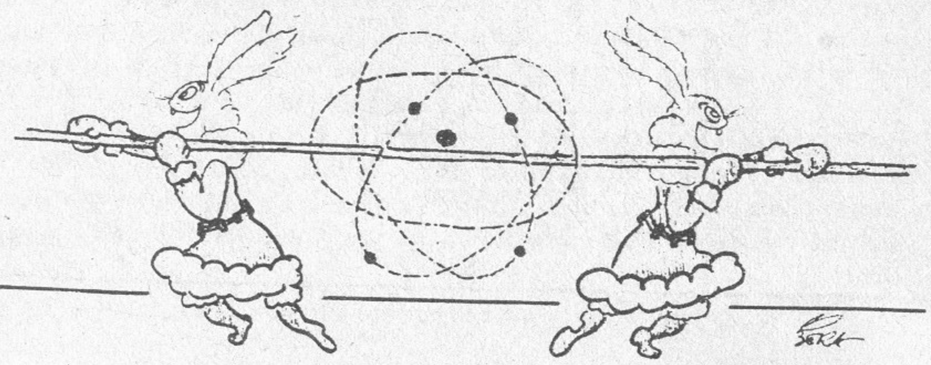
Počelo je time da mnogi ugledni fizičari nisu uspeli da dobiju N zrake ponavljajući njegove eksperimente. Među njima su bili Lord Kelvin i V. Kruks (W. Crookes) u Engleskoj, O. Lumer i H. Rubens u Nemačkoj i konačno R. Vud (R. Wood) u SAD. Na sastanku komisije za unapređenje nauke u Kembridžu 1904. godine odlučeno je da ovaj poslednji poseti laboratoriju Blondloa i lično se uveri u njegove tvrdnje.

Blondlo je Vuda srdačno primio i pokazao mu je niz eksperimenata sa ciljem da demonstrira različite osobine N zraka. Pomoću sočiva od aluminijuma prvo je fokusirao N zrake iz Nervnstove lampe na varničnik i tvrdio da se intenzitet varnice smanji kada se na put N zraka stavi neka prepreka, na pr. ruka. Vud, međutim, nije primećivao nikakvu razliku što je Blondlo objasnio slabom osetljivošću njegovih očiju. Slično objašnjenje je dao i kada je svetlenje fluorescentnog ekrana trebalo da pokaže prisustvo zraka. Konačno, u zamračenoj prostoriji, Blondlo je demonstrirao i rad svog spektroskopa sa aluminijumskog prizmom. Pomerajući fluorescentni končić očitavao je na instrumentu položaje navodnih spektralnih linija N zraka. Koristeći mrak, Vud je uklonio prizmu, ali Blondlo je i tada nastavio da očitava spektralne linije. Jedino objektivno merenje, pomoću fotografske ploče, takođe nije zadovoljilo Vuda, jer, zaključivao je on, kako može promena intenziteta varnice koja se ne vidi okom dati različita zacrnjenja ploče? Pogotovu što je eksperiment bio sumnjiv i zbog višestrukog ponavljanja osvetljavanja pojedinih delova ploča.

Vud je posmatrao eksperiment za eksperimentom čitava tri sata i, tvrdio je kasnije, nije mogao ni u jednom slučaju da se ubedi u postojanje N zraka. Posle njegovog izveštaja objavljenom u časopisu „Nature" Blondlo se energično branio objavljujući rad za radom. Došlo je čak i do toga da su pristalice N zraka tvrdile da „samo pripadnici latinskog porekla (misleći prvenstveno na Francuze) poseduju dovoljnu osetljivost (intelektualnu i učlnu) neophodnu za detektovanje N zraka". Navodno, Anglosaksonci tu sposobnost nemaju „pošto im je magla otupila čula, Nemcima ih je otupila verovatno velika količina popijenog piva".

Francuskim naučnicima nesumnjivo pripada i glavna zasluga u razotkrivanju istine o N zracima. Oni su sa entuzijazmom pozdravili Blondloova otkr ı ali, posle što je Blondlo odbio zahtev francuskog časopisa „Revue Scientifique" da svoje eksperimente podvrgne objektivnoj proveri, slučaj sa N zracima je konačno bio zaključen. Od sledeće, 1905. godine, ni jedan jedini članak posvećen N zracima nije bio objavljen.

Teško je objasniti kako je jedan ozbiljan naučnik, kao što je bio Blondlo, mogao da se prevari u tolikoj meri. Sigurno je da je na neki način sam bio ubeđen u svoje nalaze, pošto je dokazano da je bio iskren i nije imao zle namere. Ne treba zaboraviti da je Blondlo imao veliki naučni ugled i ranije, tako da mu nije bilo potrebno da se služi nekim nedozvoljenim metodama.

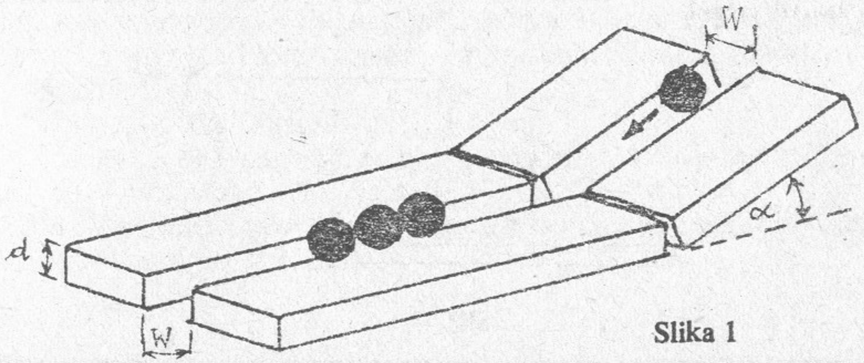


KUTAK ISTRAŽIVAČA

U ovoj rubrici predlažemo vam nekoliko eksperimenata koje treba sami da izvršite, da ispitate šta se dešava i na koji način. Pridržavajte se uputstava koje dajemo, ali pokušajte da vidite šta će se promeniti kada od njih otstupite. Drugim rečima, proširite ispitivanje (naravno, ako imate neku ideju) onako kako sami nalazite za potrebno. O svemu što ste dobili u toku eksperimentisanja napišite izveštaj u kome će biti i vaše objašnjenje rezultata koje ste dobili (ako imate takvo objašnjenje). Izveštaj pošaljite na adresu našeg časopisa sa naznakom: „Kutak istraživača". Najbolje izveštaje ćemo objaviti u jednom od narednih brojeva.

I–5. Od dve šipke (daščice, lenjira) jednakih debljina (d) dužine 50–100 *cm* napravite žljeb širine W=4 *mm*. Šipke pričvrstite odozdo jednu za drugu tako da se širina žljeba ne menja. Napravite još jedan takav žljeb samo znatno kraći (10–20 *cm*). Duži žljeb postavite na horizontalnu podlogu. Kraći treba da je nagnut pod malim uglom (α) prema horizontalnoj podlozi i da se nadovezuje na duži žljeb (v. sliku). Sada odaberite desetak neoštećenih staklenih klikera čiji prečnici treba da se što manje razlikuju (najbolje je da koristite čelične kuglice za kuglične ležajeve prečnika oko 1 *cm*). Nekoliko klikera stavite u horizontalni žljeb na rastojanju oko 5 *cm* od mesta spoja sa kosim žljebom. Veoma je važno da se ti klikeri međusobno dodiruju. Na kosi žljeb stavite jedan kliker i pustite ga da se otkotrlja i udari u niz klikera koji su u horizontalnom žljebu. Šta se događa nakon udara? (Eksperiment ponovite nekoliko puta i vidite da li se dobija isti rezultat). Da li ste očekivali takav rezultat? Menjajte broj klikera na horizontalnom žljebu: povećavajte ga najpre, dok ne upotrebite sve klikere koje imate. Zatim smanjujte taj broj dok na kraju u „nizu" ne ostane samo jedan kliker. Pre nego što nastavite ispitivanja stvaite u žljeb četvrtastu kredu ili neki sličan predmet tako da kliker koji dolazi sa strmog žljeba udari u taj predmet, uz čiji se drugi kraj nalazi jedan, dva ili više klikera koji dodiruju predmet, odnosno nalaze se u međusobnom dodiru. Šta se sada dešava?

Sledeća etapa ispitivanja ovoga tipa sudara je da sistematski menjate broj klikera koji naleću sa kosog žljeba na niz mirujućih klikera. Isprobajte, na primer, kombinacije prikazane u donjoj tabeli. Klikeri koji naleću na niz treba da „putuju" zajedno kao neka kompozicija vagona. To možete postići tako što ćete postaviti na kosi žljeb prepreku na koju se naslanjaju „udarajući" klikeri – kada prepreku uklonite svi će oni istovremeno da krenu i približno zajedno će naleteti na mirujući niz.



Slika 1

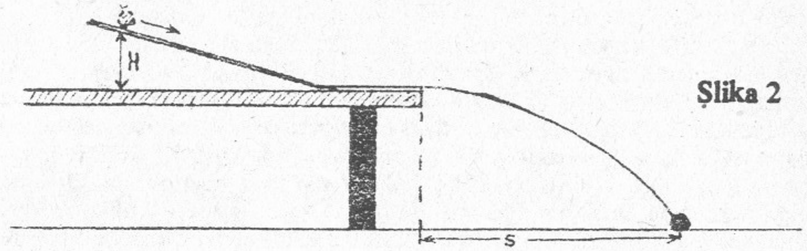
Broj klikera na horizontalnom žljebu označen je u tabeli sa *A*, dok je broj klikera koji naleću označen sa *B*.

A	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4
B	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Verovatno ćete biti začuđeni rezultatima ovoga eksperimenta. Osnovno objašnjenje zasniva se na dva fizička zakona o kojima se uči u I razredu srednje škole. Na kraju napomenimo da ivice žljebova po kojima se klikeri kreću treba da budu što oštrije i bez ikakvih neravnina.

I–6. Za ovaj eksperiment potrebni su žljebovi koje ste koristili u prethodnom eksperimentu i samo jedan kliker. Kraći žljeb postavite na sto tako da mu se kraj poklapa sa ivicom stola. Duži žljeb je ukošen i na njega se nadovezuje kraći.

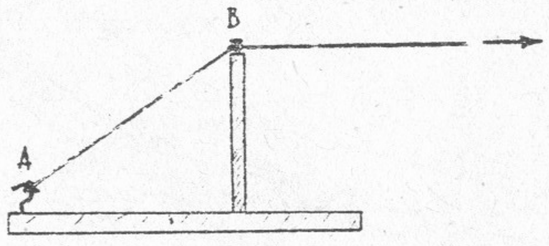
Na početku dužeg žljeba obeležite mesto gde ćete uvek stavljati kliker. Kada kliker pustite sa toga mesta, otkortljaće se do ivice stola i pasti na pod. Vaš je zadatak da menjate visinu (*H*) mesta odakle kliker na kosom žljebu polazi i da izmerite rastojanje (*s*) od podnožja ivice stola do mesta do kojega kliker dospeva kada padne na pod. To uradite za bar 5 različitih visina. Dobijene rezultate prikažite grafički: na jednu osu vrednosti *H*, na drugu – odgovarajuća *s*. Pokušajte da kroz dobijene tačke povučete liniju i sa nje pročitate kolika bi bila vrednost *s* za neko *H* za koje niste izvršili merenje. Zatim takvo merenje izvršite da biste utvrdili može li se grafik koristiti za predviđanje *s* za unapred dato *H*.



Slika 2

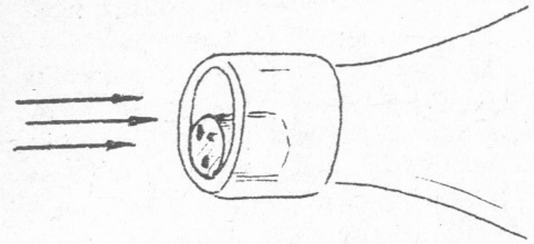
I–7. U ovome eksperimentu potreban je samo duži žljeb koji ste koristili u oba prethodna eksperimenta, kao i samo jedan kliker. Postavite kliker na početak žljeba koji je u horizontalnom položaju a zatim postepeno podižite taj kraj žljeba sve dok kliker ne „krene", to jest dok ne počne da se kotrlja. Izmerite visinu mesta na kome se kliker nalazio kada je kotrljanje započelo. Potom postepeno povećavajte visinu toga mesta, tako da žljeb postaje sve strmiji i stavljajte kliker uvek na isto mesto žljeba. Treba da odredite visinu H_c pri kojoj kliker prestaje da se kotrlja, odnosno pri kojoj započinje samo da klizi niz žljeb bez kotrljanja. Obratite pažnju na to kako se kliker kreće kada su visine polaznog mesta malo manje od H_c.

I–8. U komad daske ušrafite gvozdenu kukicu (*A*) ili ukucajte ekser. Uzmite drveni štapić dužine oko 40 *cm* i u njegov vrh takođe ukucajte ekser (*B*). Konac zavežite jednim krajem za kukicu, štapić postavite vertikalno na 20–30 *cm* od kukice i nekoliko puta obmotajte konac oko eksera na štapiću. Vucite konac u smeru normalnom na štapić i posmatrajte gde će se on prekinuti. Objasnite!



Slika 3

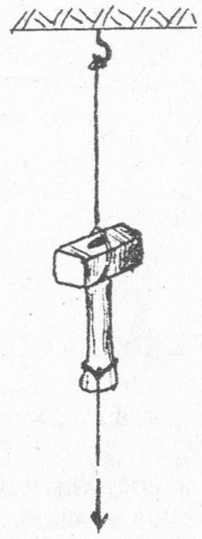
I–9. U grlić boce stavite zapušač manjeg prečnika (na pr. od flašice s lekovima). Pokušajte duvanjem uterati zapušač u bocu. To je moguće!



Slika 4

I–10. Težak čekić (oko 1 *kg*) ili neki drugi teži metalni predmet) obesite o kukicu pomoću tanjeg kanapa dužine oko 0,5 *m* (slika 5). Na dršku čekića vežite komad istog kanapa i polako ga vucite nadole dok se neki od kanapa ne prekine. Zavežite kanap koji se prekinuo i ponovo povucite za donji kanap, ovoga puta naglim trzanjem, tako da opet dođe do kidanja kanapa. Objasnite razliku! Pazite da vas ne povredi čekić koji pada!

S. Božin i J. Labat



Slika 5

ДУКАТ ЦАРА ХАИЛА СЕЛАСИЈА

Цар Хаиле Селасије посетио је Институт за нуклеарне науке у Винчи на дан 22. јула 1954. године. Од протокола Секретаријата за иностране послове, научници у Винчи су добили инструкције да сви морају бити у смокингу. Цара Хаила Селасија пратио је Светозар Вукмановић Темпо. Цар се поздравио са представницима института, са сваким се руковао и тутнуо му по један дукат у руку. Темпо, добар пријатељ Павла Савића, почео је да га задиркује:

— Примаш бакшиш, Пајо!

— Па када сте наредили да се обучемо као келнери, то нам и припада — одговори му Савић.

Павле Савић је свој дукат, одмах по одласку цара Селасија, предао благајнику института.

DOMAĆI EKSPERIMENT

RAST KRISTALA IZ VODENOG RASTVORA KUHINJSKE SOLI

Naša rubrika „Domaći eksperiment" (čitaj: izvođenje fizičkog eksperimenta u domaćim uslovima) ima za cilj da se vama radoznalim učenicima, omogući da na osnovu naših uputstava sami pripremite i izvedete svaki onaj eksperiment koji je moguće ostvariti koristeći se priručnim materijalima i pomagalima koji se mogu naći u kući, odnosno stanu. Takvi su materijali, na primer, kuhinjska so (NaCl), etil alkohol ili špiritus.

U eksperimentu koji vam ovog puta predlažemo da izvedete od pomagala biće potrebna samo jedna obična boca, po mogućnosti ravnih površina (npr. pljosnata boca od lekova ili parfema) zbog lakšeg osmatranja kristala koji rastu u rastvoru. Boca ne treba da bude veća od 0,5 litara, a može biti i bilo koje druge manje zapremine. Taj eksperiment je izrastanje monokristala NaCl iz vodenog rastvora metodom „isoljavanja", uslovno shvaćeno.

O kristalima, ili šta su kristali, potrudićemo se da vas obavestimo u jednom od narednih brojeva našeg časopisa. Za sada neka nam bude dovoljno samo to da „postavimo" eksperiment i da nam uspe da dobijemo kristale nama dobro znane kuhinjske soli.

Za ovaj eksperiment treba najpre pripremiti zasićen vodeni rastvor NaCl, što se veoma jednostavno postiže. Naime, u destilovanu vodu određene zapremine, npr. oko 200 cm^3, postupno se dodaje kuhinjska so i neprestano meša. Kada se na dnu suda počne taložiti so u većim količinama, prestanite sa daljim dodavanjem soli ali produžite sa mešanjem rastvora još neko vreme. Potom ostavite rastvor da stoji još nekoliko sati, da bi se pouzdano formirao zasićen rastvor. Posle toga u neku manju bocu željenog oblika treba nasuti zasićen rastvor do pola njene zapremine, i bocu postaviti na takvo mesto da je niko ne mora pomerati jer rastvor treba da miruje za sve vreme trajanja procesa kristalizacije. Potom oprezno dolivati alkohol ili špiritus, ali tako da ne dolazi do burnog mešanja sa vodenim rastvorom. Radi vaše orijentacije, a i radi štednje na koju i inače treba da se navikavate, reći ćemo da je dovoljno da upotrebite samo oko 100 cm^3 špiritusa po jednom eksperimentu, a ponekad je moguće i manje.

Da ne bi špiritus vremenom nepotrebno isparavao iz boce, potrebno je bocu ovlaš zatvoriti zapušačem.

Za pripremanje ovog rastvora destilovanu vodu možete nabaviti u apoteci ili na benzinskoj pumpi. Međutim, ako niste u prilici da nabavite destilovanu vodu za pravljenje rastvora, u krajnjoj nuždi možete se poslužiti običnom, pijaćom vodom, iako se tako, iz određenih razloga, nikada ne radi u pravim laboratorijskim uslovima.

U ovom eksperimentu koristi se osobina neograničene međusobne rastvorljivosti alkohola i vode, tako da ovaj „vezuje" za sebe vodu iz zasićenog rastvora kuhinjske soli, odnosno zasićen vodeni rastvor „gubi" vodu i rastvor se tako vremenom presićuje pa se „višak" NaCl izdvaja u formi kristala

Nismo rudari, ali poslužimo se u ovom našem poslu njihovim lepim pozdravom: srećno!

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

Raderford u svom radu formule i matematiku je malo koristio. Jednom prilikom, pokušavajući da izvede formulu, zbunio se i tada je jednostavno zapisao rezultat, napominjući: „Ako se sve izvede pravilno, to će se dobiti".

Ali eksperimentom je vladao nepogrešivo.

Interesantan uređaj koji se zasniva na Paskalovom i Arhimedovom zakonu može se napraviti od suda sa širokim grlom (duboke tegle, boce od fruktal soka) i bočice od lekova (sl. 1).

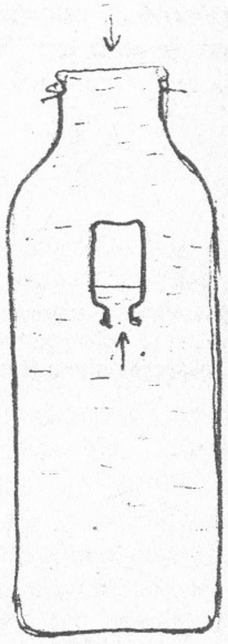
U bočicu se nalije voda do jedne četvrtine njene visine (približno), zatvori prstom i, prevrnuta, zagnjuri u sud sa širokim grlom napunjen vodom. Ako bočica potone izvaditi je, odliti malo vode pa ponovo postaviti u sud sa vodom. Ovo ponavljati dotle dok bočica ne počne da pliva na vodi tako da visina dela bočice koji je iznad površine vode ne bude nekoliko milimetra.

Pomoću dva gumena dečija balona i nekoliko gumica za tegle poklopiti otvor suda kao što se to čini pri zatvaranju tegli sa zimnicom.

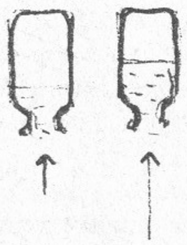
Pritisnete li rukom gumeni „poklopac" suda – zaptivač bočica će se kretati ka dnu, a kada ruku podignete bočica će se kretati naviše. Tako se, menjanjem pritiska na gumeni zaptivač bočica može pomerati gore-dole ili zaustaviti na sredini suda.

Zašto se bočica pomera pri promeni pritiska u sudu?

Po Paskalovom zakonu pritisak koji deluje na zatvorenu tečnost u sudu prenosi se podjednako u svim pravcima. Usled toga se vazduh u bočici sabija (sl. 2). Zbog sabijanja vazduha u bočici smanjuje se zapremina vazduha u njoj pa se smanjuje sila potiska na taj vazduh, jer je ta sila po Arhimedovom zakonu, jednaka težini vazduhom istisnute tečnosti. Sila potiska postaje manja od sile teže i bočica tone ka dnu suda. Kada se pritisak na tečnost u sudu smanji vazduh u bočici se proširi, usled čega i sila potiska postane jača, pa će rezultanta težina i sila potiska imati smer naviše. Menjanjem pritiska možemo postići i ravnotežu težine i sile potiska pri čemu će bočica lebdeti u sudu.



Slika 1.



Slika 2.

Velimir Tomić
OŠ „Vladislav Ribnikar"

ZA VAŠU BIBLIOTEKU

Knjiga koju vam preporučujemo da pročitate:

KURT MENDELSON: „TRAGANJE ZA APSOLUTNOM NULOM"

Pre otprilike dve godine, u izdanju Srpske književne zadruge iz Beograda, pojavio se prevod knjige Kurta Mendelsona „Traganje za apsolutnom nulom" (Kurt Mendelssohn, „The quest for absolute zero"). Knjigu je sa engleskog originala preveo dr Sava Milošević, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu. Knjiga nije namenjena samo popularizaciji fizike i tehnike niskih temperatura, već može poslužiti i kao korisno početno štivo onima koji žele da steknu dublji uvid u ovo interesantno i važno područje savremene fizike, koje se već više od pola veka veoma dinamično razvija. Prema rezultatima termodinamike (tzv. Nernstova teorema), apsolutna nula je nedostižna: možemo smišljati sve visprenije metode rashlađivanja (dosadašnji najbolji rezultat je 0,000016 K), ali nikad nećemo dobiti supstancu čija je temperatura 0 K. Stoga „traganje" za apsolutnom nulom treba shvatiti kao nastojanje da se u laboratoriji dobiju što je moguće niže temperature, ali znajući unapred da će one uvek biti nešto iznad apsolutne nule. Postizanje tih niskih temperatura je vrlo interesantno, jer već i ono što je do sada poznato o svojstvima i ponašanju supstance na vrlo niskim temperaturama ukazuje da se u ovoj oblasti može naići na još mnoga iznenađenja. To je, uostalom, tačno i u drugim oblastima gde pojedine fizičke veličine imaju vrednosti znatno drugačije od onih koje su uobičajene na Zemlji, na primer pri vrlo visokim pritiscima i u vrlo snažnim gravitacionim poljima.

U skladu sa ovakvim shvatanjem „traganja" za apsolutnom nulom, sadržaj knjige podeljen je na dve celine. Prva od njih (poglavlja 1–4) posvećena je po mnogo čemu poučnoj istoriji nastojanja da se u laboratoriji postigne likvefakcija (pretvaranje u tečno stanje) atmosferskih gasova, za šta je bilo neophodno postići temperature znatno ispod tačke mržnjenja vode. Druga celina (poglavlje 5–11) obrađuje savremeniji period „traganja" za apsolutnom nulom, period u kome je likvefakcija gasova prestala da bude primarni cilj fizičkih istraživanja u području niskih temperatura (zato što su već svi bili pretvoreni u tečno stanje, a mnogi dobijeni i u čvrstom stanju). To je period kad u centar pažnje naučne javnosti dospevaju fizičke pojave zapažene kod supstanci na vrlo niskim temperaturama (nižim od 10 K).

Po mišljenju autora knjige, može se smatrati da je „traganje" za apsolutnom nulom počelo krajem 1877. godine, kad je Kajete u Parizu (Francuska) objavio rezultate svog eksperimenta u kome je postigao likvefakciju kiseonika, doduše kratkotrajnu i u vidu vrlo sitnih kapljica. Autor nas odmah podseća da su do tada mnogi gasovi već bili pretvoreni u tečno stanje, da se znalo za postojanje apsolutne nule i da je bila poznata činjenica da za svaki gas postoji kritična temperatura i kritični pritisak. Ono što je 1877. godine predstavljalo problem bila je likvefakcija atmosferskih gasova: njihove kritične temperature su bile niske te likvefakcija nije bila moguća samo povećanjem pritiska bez odgovarajućeg rashlađivanja. U poglavljima 1–4 dati su podrobni opisi aparatura koje su u tu svrhu konstruisali i koristili Olševski u Krakovu (Poljska), Djuar u Londonu (Engleska), Kamerling-Ones u Lajdenu (Holandija), kao i mnogi drugi istraživači, a takođe su iscrpno objašnjeni i principi funkcionisanja ovih eksperimentalnih uređaja. Interesantno je mesto gde se u knjizi govori kako se Djuar 1898. godine, pri pokušajima likvefakcije vodonika, susreo sa neočekivanom teškoćom: električni termometar instaliran na njegovoj aparaturi počeo je da daje besmislene rezultate i na kraju prestao da radi. Ovo je objašnjeno tek 15 godina

kasnije kad je Kamerling-Ones otkrio pojavu superprovodnosti kod metala na vrlo niskim temperaturama: u Djuarovom eksperimentu od pre 15 godina bile su postignute temperature na kojima su metalni provodnici u njegovom električnom termometru postali superprovodni. Uzgred rečeno, Kamerling-Ones je 1908. godine postigao likvefakciju helijuma i tada zapazio da slobodni nivo tečnog helijuma praktično nema menisk u blizini zidova suda. To je bila prva opažena manifestacija još jedne pojave na niskim temperaturama – superfluidnosti.

Otkriće novih pojava, superprovodnosti i superfluidnosti, a i postignuta likvefakcija svih atmosferskih gasova (helijum je bio poslednji), pomerili su težište „traganja" za apsolutnom nulom na drugo mesto. Negde od 1913. godine počinje intenzivno proučavanje fizičkih pojava na vrlo niskim temperaturama. Ovome je posvećen drugi deo knjige. On započinje opisom istraživanja koja su dovela do formulisanja trećeg zakona termodinamike; ovaj zakon govori o ponašanju supstanci u blizini apsolutne nule i predviđa, između ostalog, nemogućnost dostizanja temperature od 0 K. To se može shvatiti samo pomoću rezultata kvantne mehanike, koji se izlažu u naredna dva poglavlja knjige. Superprovodnost i superfluidnost opisani su u sledeća dva poglavlja koja svako pružaju znatno više od popularnog prikaza ovih fenomena. Poglavlja o magnetnom hlađenju i o primenjenim istraživanjima u blizini apsolutne nule sigurno će zainteresovati svakog čitaoca.

Treba istaći živ i interesantan jezik kojim je knjiga pisana i koji je veoma dobro očuvan u izvanrednom prevodu dr Save Miloševića. Istorijat otkrića se čita sa pažnjom koja ne popušta, posebno mesta gde se govori o neizbežnim lutanjima i greškama naučnika-istraživača niskih temperatura (a oni sačinjavaju dobar deo spiska dobitnika Nobelove nagrade za fiziku otkako je ona ustanovljena). Ti naučnici su prikazani kao ljudi podložni greškama i slabostima, slični običnim „smrtnicima", što njihove likove čini veoma simpatičnim. Neka nam to ilustruju sledeći citati, uzeti nasumce iz teksta knjige koja njima obiluje: ... „Djuar se nije uključio u trku (oko likvefakcije helijuma – prim. B.M.), mada je imao prilične prednosti. Remzi je bio najveći svetski autoritet za plemenite gasove (to je zajedničko ime za helijum, neon, argon, kripton i ksenon – – prim. B.M.), a rastojanje između njegove laboratorije i Kraljevskog instituta (gde je radio Djuar – prim. B.M.) moglo se preći pešice. Na žalost, Djuar nije govorio s Remzijem". (str. 75) ... „Polazeći od pionirskog rada eksperimentatora u Francuskoj, Poljskoj, Engleskoj i Holandiji, nemački teoretičari će izgraditi zdanje novih pojmova, tzv. kvantnu fiziku, koja će objasniti fenomene otkrivene na niskim temperaturama. Nernst, Plank i Ajnštajn su bili glavne arhitekte ovog zdanja. Bilo koja analiza javnog mnenja, u vezi s veličinom ove trojice naučnika, pokazala bi obrnuti redosled njihovih imena ali, kad je u pitanju poimanje sveta u blizini apsolutne nule, mi moramo da se držimo navedenog poretka." (str. 99–100) ... „Početkom leta 1925. godine, mladi nemački teoretičar Verner Hajzenberg imao je polensku groznicu, te je otišao na ostrvo Helgoland da mu se razbistri u glavi. Vratio se sa izvanrednim zaključkom, koji se pretvorio u prvi oslonac za dalje korake (ka formulisanju kvantne mehanike – prim. B.M.)." (str. 149) ... „Olševski je, ratujući preko deset godina sa zastarelim i improvizovanim uređajem za visok pritisak, stekao praktično iskustvo kakvo niko drugi nije imao". (str. 29–30) ... „U toku predavanja (posvećenog pronalasku Djuarovog suda, tj. termos boce – prim. B.M.) Djuar se zadržao i na finansijskim teškoćama istraživanja ... Kada je, tri dana kasnije, 'Tajms' (londonski dnevni list – – prim. B.M.) izveštavao o predavanju, pomenuta je i ova tema, s proročanskim komentarom da su naučnici otkrili jedan nov zakon – zakon rastućih troškova", (str. 64) ... „Ones (prezime Kamerling-Ones autor često navodi u ovoj kraćoj verziji – prim. B.M.) je verovatno bio prvi naučnik koji je shvatio da složenost moderne istraživačke tehnike zahteva dovoljan broj sposobnih i posebno obučenih pomoćnika. Osetio je da je prošlo vreme onih profesora-amatera koji bi u slobodno popodne otišli u laboratoriju i otkrivali tajne prirode pomoću štapa i kanapa". (str. 83)

Knjiga se toplo preporučuje čitaocima „Mladog fizičara", posebno onima koji žele da vide kako se mukotrpno dolazi do naučnih otkrića i onima koji bi hteli da saznaju nešto više o neobičnim osobinama koje supstanca stiče na temperaturama koje vladaju praktično u celom kosmosu, ali koje je čovek uspeo da upozna tek u ovom veku.

Kurt Mendelson, „Traganje za apsolutnom nulom", prevod s engleskog dr S. Miloševića, izdanje Srpske književne zadruge, serija „Poučnik", Beograd, 1982. godine, str. 308, cena 650 dinara.

Dr Božidar S. Milić
Prirodno-matematički fakultet
BEOGRAD

KONKURSNI ZADACI

DACI·ZADACI

NAGRADNI ZADACI • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK

KONKURSNI ZADACI

A) Za učenike VI razreda

558. U drevnim kulturama primenjivale su se različite jedinice za dužinu. Stari Egipćani su uzimali kao jedinicu širinu palca, dužinu podlaktice (lakat) itd. Dužina palca iznosi 27 *mm*, a dužina tz. carskog lakta iznosi 525 *mm*. Ustanovljeno je da je i dužina osnovice Keopsove piramide izražena u carskim laktima. Ona iznosi upravo toliko lakata koliko ima dana u godini (365 dana). Koliko iznosi ta dužina u metrima?

559. Devojčica je merila dužinu olovke i našla da je dužina olovke 17,8 *cm*. Dečak je merio dužinu sobe i našao da ona iznosi 4,2 *m*. Pri merenju dužine olovke greška merenja je bila 2 *mm*, a pri merenju dužine sobe 4,2 *cm*. Ko je tačnije merio?

560. Odredi brzinu molekula gasa koji pređe put dužine 0,6 *m* za jednu mikrosekundu.

561. Brzina zvuka u vazduhu iznosi 340 m/s. Kolika je ova brzina u km/h i km/s.

562. Voz dužine $l_1 = 50\ m$, kreće se brzinom $v_1 = 80\ km/h$. Prema njemu se kreće drugi voz dužine $l_2 = 40\ m$, brzinom $v_2 = 30\ km/h$. Koliko vremena prolaze vozovi jedan pored drugog?

B) Za učenike VII razreda

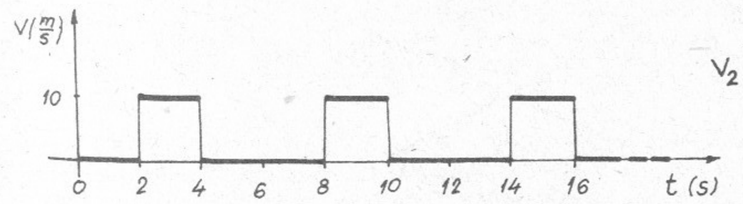
563. Na slici (sl. 1) je prikazan dijagram brzine nekog tela. Šta se može zaključiti o kretanju tela? Koliki put telo pređe za 12 *s*?

564. Jedno telo se kretalo jednako ubrzano (bez početne brzine) 20 *s* i prešlo put dužine 200 *m*. Odredi: a) ubrzanje tela; b) put pređen u prvoj sekundi; c) put pređen u poslednjoj sekundi; d) put pređen za prvih 14 sekundi kretanja.

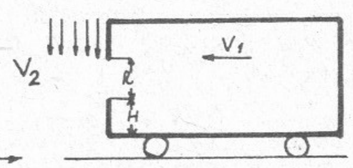
565. Železnički vagon se kreće stalnom brzinom $v_1 = 36\ km/h$. Na čeonoj strani vagona nalazi se prozor visine $h = 0{,}5\ m$ a na udaljenju $H = 1{,}5\ m$ od poda (slika 2). Na vagon u pokretu padaju kišne kapi, vertikalno na niže, stalnom brzinom $v_2 = 4\ m/s$. Koji deo poda vagona će se pokvasiti ako se prozor vagona otvori?

566. Koliki treba da je najmanji koeficijent trenja između guma automobila i puta, pa da vozilo bez opasnosti od klizanja uđe u krivinu poluprečnika $r = 35\ m$ brzinom $v = 72\ km/h$?

567. Telo, mase $m = 2\ kg$ diže se vertikalno konstantnom silom, pri čemu do visine $h = 1\ m$ ova sila izvrši rad $A = 78{,}5\ J$. Koliko je ubrzanje tela pri njegovom dizanju?



Slika 1



Slika 2

C) Za učenike VIII razreda

568. Dve kuglice naelektrisane su istom količinom elektriciteta i na rastojanju od 5 *cm* deluju jedna na drugu odbojnom silom $F = 2{,}5\ N$. Izračunati kolikom količinom elektriciteta je naelektrisana svaka od njih? Kuglice se nalaze u vakuumu.

569. Kolika je ukupna jačina električnog polja u tački koja leži na sredini postojanja između tačkastih naelektrisanja $q_1 = 50 \cdot 10^{-9} C$ i $q_2 = 230 \cdot 10^{-9}$, a koje iznosi 0,2 *m*.

570. Koliko prosečnom brzinom se kreću elektroni kroz bakarnu žicu prečnika 1 *mm* kada kroz nju protiče stalna struja jačine $I = 2A$? U jednom kubnom santimetru bakra nalazi se $n = 8{,}5 \cdot 10^{22}$ slobodnih elektrona.

571. Koliko elektrona protiče u jednoj sekundi kroz poprečni presek metalnog provodnika čiji je otpor $R = 0{,}6\Omega$ kada je na njegovim krajevima napon $U = 40\ mV$? Naelektrisanje elektrona iznosi $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$.

572. Provodnik se sastoji od tri gvozdene žice koje su redom spojene jedna za drugu. Sve tri žice imaju jednake dužine od po 5 *m*. Površina poprečnog preseka prve žice iznosi $S = 1{,}1\ mm^2$, dok su površine poprečnog preseka ostalih dveju žica $S_1 = 2S$ i $S_2 = 3S$. Na krajevima takvog provodnika uspostavi se stalni napon $U = 11\ V$. Kolika jačina struje protiče kroz svaku žicu? Koliki je napon na svakoj žici. Specifični otpor gvožđa iznosi $\rho = 1{,}2 \cdot 10^{-7}\ \Omega m$.

Zadatke pripremili:
Mr Gavrilo Vuković i Jadranka Bogovac

D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

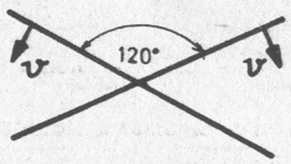
573. Dve duge tanke šipke leže na horizontalnom stolu, jedna preko druge, i grade ugao od 120° (sl. 3). Šipke se kreću bez trenja brzinama koje imaju isti intenzitet $v = 6\ m/s$ i u pravcu koji je normalan na njih same. Odrediti brzinu preseka šipki, slika 3.

574. Dva tela istovremeno krenu iz jednog mesta, po međusobno normalnim putevima, jednoliko brzinama v i $v_1 = \frac{3}{4}v$. Njihova međusobna udaljenost posle $t = 4\ s$ iznosi $d = 30\ m$. Odrediti brzine tela, a zatim njihovu međusobnu udaljenost posle $t_1 = 8\ s$.

575. Magnetofonska traka se namotava na kotur konstantnom periferijskom brzinom. Celo premotavanje traje 15 minuta. Poluprečnik kotura je $R = 10\ cm$, a njegove osovine $r = 1\ cm$. Kada je traka namotana do kraja ona potpuno ispunjava prostor u koturu. Ako je debljina trake $d = 0{,}05\ mm$ odrediti srednje ugaono ubrzanje kotura.

576. Na tenisku loptu, sa visine $H = 2\ m$, pada cigla i odskače uvis na skoro istu visinu. Odrediti visinu na koju će odskočiti lopta.

577. Lanac se sastoji od 16 jednakih kratkih opruga koje su spojene. Masa jedne opruge je $m = 0{,}1\ kg$, a konstanta elastičnosti $k = 60\ N/m$. Za koliko će se promeniti dužina ovog lanca kada se sa horizontalnog stola podigne i okači na jedan kraj? Izduženje opruge sopstvenom težinom zanemariti.



sl.3

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

578. Sferni balon, napravljen od materijala čija masa jedinice površine iznosi $\lambda = 1\ kg/m^2$, napunjen je helijumom pri normalnom atmosferskom pritisku. Temperature helijuma i vazduha jednake su i iznose $T = 273\ K$. Odrediti najmanju vrednost prečnika sfernog balona pri kojoj će se balon podići. Gustina vazduha je $\rho_v = 1{,}28\ kg/m^3$.

579. U balonu zapremine $V = 10^{-3}\ m^3$ nalazi se dvoatomski gas pod pritiskom od $p_1 = 10^7\ Pa$ i pri temperaturi od $T_1 = 300\ K$. Kada se gasu dovede količina toplote od $Q = 8{,}35\ kJ$ pritisak mu se poveća na $p_2 = 1{,}334 \cdot 10^7\ Pa$. Odrediti molarnu specifičnu toplotu gasa pri konstantnoj zapremini.

580. U kotlu parnog generatora snage $P = 80\ MW$ troši se $p = 3{,}6 \cdot 10^4\ kg/h$ uglja čija je toplota sagorevanja $q = 20\ MJ/kg$. Pre ulaza u turbinu temperatura pregrejane pare iznosi $t_1 = 477°C$ a u kondenzatoru $t_2 = 107°C$. Odrediti: a) koeficijent korisnog dejstva ovog parnog generatora; b) odnos koeficijenta korisnog dejstva ovog parnog generatora i koeficijenta korisnog dejstva idealne parne mašine koja radi po Karnoovom ciklusu između gore navedenih temperatura.

581. U posudi na čijem dnu se nalazi rešetka sa kružnim otvorima prečnika $d = 1\ mm$ pažljivo se sipa voda. Do koje visine se može naliti voda a da ne iscuri kroz otvore rešetke? Koeficijent površinskog napona vode iznosi $7{,}3 \cdot 10^{-2}\ N/m$. Rešetka je od materijala koga voda ne kvasi.

582. Čelična žica zapreminske mase $\rho = 7{,}7\ 10^3\ kg/m^3$ i modula elastičnosti $E = 2 \cdot 10^{11}\ Pa$ okačena je jednim krajem o vrh visokog tornja tako da slobodno visi. Ako je dužina žice $L = 100\ m$ odrediti njeno istezanje usled sopstvene težine.

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

583. Dve kuglice istog radijusa i težine obešene su u vazduhu o tanke niti, tako da se njihove površine dodiruju. Kada se kuglice naelektrišu sa $4 \cdot 10^{-7} C$, one se razmaknu jedna od druge tako da niti sa tačkom vešanja grade ugao od 60°. Ako se kuglice potope u tečnost čija je relativna dielektrična propustljivost $\epsilon_r = 2$, onda je ovaj ugao 54°. Ako je rastojanje od tačke vešanja do centra kuglice $L = 20\ cm$, odrediti težinu kuglice i odnos gustine tečnosti i gustine kuglice.

584. Između obloga kratko vezanog pločastog kondenzatora kreće se, sa konstantnom brzinom $v = 5 \cdot 10^{-4}\ m/s$, tanka metalna ploča koja nosi naelektrisanje $q = +2 \cdot 10^{-3} C$. Ukupno naelektrisanje na pločama kondenzatora je $-q$. Odrediti jačinu struje koja protiče u spoljašnjem kolu kondenzatora. Rastojanje između obloga kondenzatora je $d = 2\ cm$, a ploča ima istu površinu kao obloga i kreće se duž linija električnog polja i za sve vreme kretanja je paralelna oblogama kondenzatora.

585. U pločasti kondenzator ulazi, paralelno oblogama brzinom $v = 3 \cdot 10^{-3}\ m/s$, tanka metalna ploča debljine $a = 2\ mm$ i površine iste kao obloga $S = 0{,}2\ m^2$. Kondenzator je uključen na izvor ems $E = 15\ V$ redno sa otpornikom otpora $R = 20\ \Omega$. Obloge kondenzatora su kvadratnog oblika. Koliko se toplote izdvoji u jedinici vremena na otporniku prilikom kretanja ploče. Razmak između obloga je $d = 9\ mm$.

586. Kvadratni ram strane $a = 2\ cm$, koji se sastoji od $N = 100$ navoja tankog provodnika, je okačen o elastični konac čija je torziona konstanta (konstanta uvrtanja) $c = 2 \cdot 10^{-5}\ Nm/grad$. Ravan rama se poklapa sa pravcem linija spoljašnjeg homogenog magnetskog polja. Odrediti indukciju ovog magnetskog polja, ako se pri propuštanju struje jačine $I = 0{,}5A$ kroz ram, ovaj obrne za ugao 60°.

587. U kolo, koje se sastoji od akumulatora i otpornika sa otporom $R = 10\ \Omega$, se uključuje voltmetar, prvo redno, zatim paralelno otporu R. Oba puta voltmetar pokazuje isti napon različit od nule. Otpor voltmetra je $r = 1000\ \Omega$. Koliki je unutrašnji otpor akumulatora?

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

588. Homogena opruga presečena je tako da su od nje dobijene dve opruge od kojih je jedna dva puta kraća (opruga A) od druge (opruga B). Konstanta opruge A iznosi $k_A = 1{,}92\ N/m$. Ugaona frekvencija prigušenih oscilacija tela mase $m = 10\ g$, u viskoznoj sredini, kada je okačeno o oprugu A iznosi $\omega^* = 10\ s^{-1}$. Kolika je ugaona frekvencija prigušenih oscilacija datog tela kada je okačeno o oprugu B?

589. O oprugu konstante $k = 10\ N/m$ okačeno je telo mase $m = 100\ g$ i vrši prigušeno oscilovanje u sredini koeficijenta otpora $b = 2 \cdot 10^{-2}\ kg/s$. Odrediti rezonantnu amplitudu ako na telo deluje periodična sila čija je maksimalna vrednost $F_0 = 10\ mN$.

590. Kolikom silom treba zategnuti žicu gitare, čija je podužna masa $3{,}7 \cdot 10^{-4}\ kg/m$ i dužina $65\ cm$, da bi je podesili na notu „1a" ($440\ Hz$)? Kolika je pri tom brzina prostiranja zvučnih talasa kroz žicu?

591. Pri prolazu kroz pregradu nivo intenziteta zvuka ravnog zvučnog talasa smanjio se za $30\ dB$. Koliko puta se smanjio intenzitet zvuka?

592. Izvor zvučnih talasa frekvencije $2\ kHz$ harmonijski osciluje maksimalnom amplitudom od $0{,}5\ m$. Pri tom, prijemnik, koji se nalazi u pravcu u kojem osciluje izvor zvuka, registruje zvuk sa širinom frekventnog intervala od $200\ Hz$. Kolika je ugaona frekvencija oscilovanja izvora ako znamo da je brzina prostiranja zvuka u vazduhu $340\ m/s$?

Zadatke pripremili:
Mr Jablan Dojčilović (I i III razred) i
mr Aleksandar Srećković (II i IV razred)
asistenti OOUR Fizika i meteorologija Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu

ZADACI SA 23. REPUBLIČKOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA SRBIJE

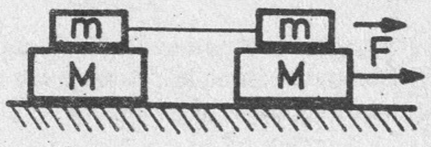
I razred

1. Kuglica pada sa visine $1\ m$ na neku podlogu, nekoliko puta odskače od nje i na kraju se zaustavlja. Odrediti odnos brzine posle i pre nekog od udara o podlogu, ako je od početka padanja do drugog udara o podlogu prošlo $1{,}3\ s$. (5 poena)

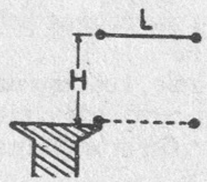
2. U sudu se nalaze dve tečnosti koje se ne mešaju i čije su gustine $\rho_1 = 1200\ kg/m^3$ i $\rho_2 = 2000\ kg/m^3$. Debljine slojeva ovih tečnosti su $d_1 = 0{,}2\ m$ i $d_2 = 0{,}3\ m$. Sa površine tečnosti se pusti da pada, bez početne brzine, malo glatko telo, što znači da se trenje između tela i tečnosti može zanemariti. Telo stiže na dno suda u trenutku kada mu brzina postaje jednaka nuli. Kolika je gustina tela? (5 poena)

3. Na glatkom stolu se nalazi sistem tela prikazan na sl. 1. Koeficijent trenja između tela $M = 3\ kg$ i $m = 2\ kg$ je jednak $\mu = 0{,}1$. Na desno donje telo deluje horizontalna sila F intenziteta $3\ N$. Odrediti ubrzanje svih tela. (5 poena)

4. Na kraju horizontalnog stola, sa visine $H = 1{,}5\ m$, pada horizontalno postavljen štap, na čijim krajevima su učvršćene dve jednake masivne kuglice (sl. 2). Štap je zanemarljivo težak, a njegova dužina je $L = 1\ m$. Na kojoj visini od nivoa površine stola se nalazi sredina štapa posle elastičnog udara o sto, a u trenutku kada on prvi put zauzima vertikalni položaj? („Mladi fizičar", br. ; zad. (5 poena)



Slika 1



Slika 2

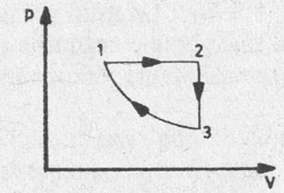
5. Čestica mase $m_0 = 1{,}2 \cdot 10^{-20}\ kg$ leti sa brzinom $v = 0{,}6\ c$ ($c = 3 \cdot 10^8\ m/s$ – brzina svetlosti u vakuumu) i udara neelastično u istu takvu česticu koja miruje. Odrediti masu, brzinu i kinetičku energiju čestice, obrazovane u sudaru. (5 poena)

Zadatke pripremio mr Jablan Dojčilović

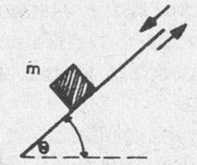
II razred

1. Promene stanja jednog mola idealnog gasa, čija je specifična toplota pri konstantnoj zapremini $C_v = 25\ J/K\ mol$, predstavljena je ciklusom u $p-V$ dijagramu (vidi sliku 1), koji se sastoji od izobare, izohore i adijabate. Temperature gasa u stanjima 1,2 i 3 iznose: $T_1 = 400\ K$, $T_2 = 600\ K$ i $T_3 = 350\ K$. Odrediti: a) koliko iznosi koristan rad izvršen gasom u toku jednog ciklusa? b) koliko iznosi koeficijent korisnog dejstva toplotne mašine koja radi po ovom ciklusu? (5 poena)
slika 1

2. Ploča na kojoj se nalazi telo u obliku prizme nagnuta je u odnosu na horizontalu pod uglom od $\theta = 30°$ i harmonijski osciluje duž sopstvene ravni u pravcu koji sa horizontalom zaklapa ugao θ (vidi sl. 2). Amplituda oscilovanja ploče iznosi $x_0 = 9{,}81 \cdot 10^{-4}\ m$. Koeficijent trenja između tela i ploče iznosi $k = \sqrt{3/2}$. Pri kojoj minimalnoj frekvenciji oscilovanja ploče će telo početi da klizi niz ploču? (5 poena)



Slika 1



Slika 2.

3. Odrediti minimalnu vrednost glavnog kvantnog broja n tako da se i položaj i impuls elektrona u vodonikovom atomu u n–tom kvantnom stanju mogu jednovremeno da odrede sa greškama manjim od 80%. (5 poena)

4. Vodonikovi atomi pobuđeni su monohromatskim elektromagnetskim talasima. Pri prelazu u osnovno stanje u emisionom spektru vodonika pojavljuju se šest linija. Odrediti: a) kolika je minimalna talasna dužina pobudnog zračenja za koju se dobija ovakav spektar?; b) kolike su talasne dužine i kojim spektralnim serijama pripadaju date linije? (5 poena)

5. Zrnce minerala, koje sadrži radijum $^{226}_{88}Ra$, nalazi se na rastojanju $r = 60\ cm$ od fluorescentnog ekrana. Kolika masa radijuma se nalazi u datom zrncu minerala ako se tokom $t = 1\ min$ na površini ekrana $S = 4 \cdot 10^{-2}\ cm^2$ vidi $n = 120$ scintilacija? Svi produkti raspada radijuma brzo se isisavaju pomoću pumpe. Smatrati da sve α – čestice, dobijene raspadom radijuma, izleću izotropno iz minerala. (5 poena)

$R = 8{,}3\ J/K\ mol$, $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ J\,s$, $R_y = 1{,}1 \cdot 10^7\ m^{-1}$, $T_{1/2} = 1590$ god.

Zadatke pripremio mr Aleksandar Srećković

III razred

1. Za gasoviti argon pri normalnim uslovima ($n_0 = 2{,}7 \cdot 10^{25}\ m^{-3}$) je $\epsilon_r - 1 = 6 \cdot 10^{-4}$. Koristeći ovu činjenicu odrediti pomeranje centra negativnih naelektrisanja (elektrona) u odnosu na jezgro, ako se argon nalazi u statičkom el. polju jačine $E = 300\ V/cm$. Atomski broj argona je 18. U odsustvu el. polja elektroni su raspoređeni oko jezgra sferno simetrično. (5 poena)

2. U akceleratorskoj komori po krugu poluprečnika R, kreće se u tankom snopu n elektrona, ravnomerno raspoređenih po orbiti. Magnetski fluks kroz površinu koja obuhvata snop, linearno raste sa vremenom: $\phi = a \cdot t$. U nekom trenutku jačina struje snopa je I_0. Kolika je jačina ove struje posle jednog obrta elektrona po orbiti? (5 poena)

3. Odrediti izlazni rad elektrona iz metala katode, ako se pri povišenju njene temperature od vrednosti $T = 2000\,K$ za $\Delta T = 0{,}01\,K$ uveća struja zasićenja anode za 0,01%. Bolcmanova konstanta je jednaka $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\,J/K$. Koristiti $ln(1+x) \approx x$ za $x \ll 1$. (5 poena)

4. Ako se kapilarna cev gleda sa strane onda se vidi da je njen unutrašnji prečnik $r = 0{,}8\,mm$. Koliki je stvarni unutrašnji poluprečnik kapilare? Spoljašnji prečnik kapilare je $R = 2\,mm$, a indeks prelamanja stakla od koga je ona napravljena je $n = 1{,}6$. (5 poena)

5. Rastojanje između svetlog predmeta i ekrana za registraciju lika predmeta je $d = 1\,m$. Odrediti minimalnu vrednost optičke moći sabirnog sočiva sa kojim se može dobiti oštar lik svetlog predmeta. $\epsilon_0 = 8{,}85 \quad 10^{-12}\,F/m$; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$. mr Jablan Dojčilović

IV razred

1. Vertikalno postavljena cev B (sl. 1), čiji je donji kraj savijen pod uglom od 90°, delimično je potopljena u reku tako da joj je otvor okrenut nasuprot rečnom toku. Gornji kraj ove cevi spojen je sa užim delom horizontalno postavljene cevi A. Prečnik šireg dela cevi A deset puta je veći od prečnika njenog užeg dela ($D_1 = 10\,D_2$). Brzina vodene struje u rečnom koritu je $v_0 = 2\,m/s$ a brzina struje vazduha u širem delu cevi A je $v_1 = 1\,m/s$. Odrediti visinu H do koje će da se popne voda u vertikalnoj cevi. Smatrati da je, usled male brzine vazdušne struje, pritisak pred ulazom u cev A jednak atmosferskom pritisku. Zanemariti efekte viskoznog trenja i površinskog napona. (5 poena)

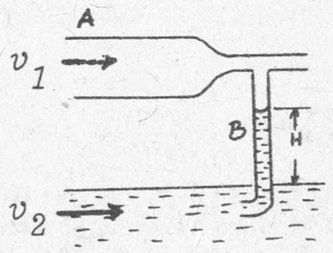
2. Na hrapavoj dasci, na rastojanju $L = 2\,m$ od njenog desnog kraja, nalazi se cilindar zanemarljivo tankih zidova (sl. 2). Daska počinje da se kreće ulevo, normalno na uzdužnu osu cilindra, ubrzanjem $a_0 = 3\,m/s^2$. Kolikom brzinom u odnosu na dasku će da se kreće centar mase cilindra u momentu kada se cilindar nađe na kraju daske? Kotrljanje cilindra po dasci vrši se bez klizanja. (5 poena)

3. Kutija sa otvorom na bočnoj strani postavljena je na glatku horizontalnu podlogu. Zatvarač Z otvora kutije spojen je sa suprotnim zidom kutije pomoću horizontalno postavljene opruge konstante $k = 99\,N/m$ (sl. 3). Masa ovog sistema je $M = 0{,}99\,kg$. Zatvarač je od otvora kutije udaljen za $L_0 = 10\,cm$. Kolika treba da bude minimalna brzina kuglice mase $m = 10\,g$ da bi se pri njenom neelastičnom udaru, normalno na površinu zatvarača, zatvorio otvor kutije? (5 poena)

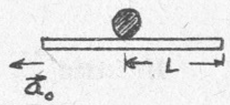
4. Pobuđeni atomi vodonika, koji se kreću u jednom smeru brzine v, emituju fotone pri prelazu elektrona sa nivoa određenog glavnim kvantnim brojem $n = 4$ na osnovni nivo energije. Talasne dužine fotona koji su emitovani na suprot kretanju razlikuju se od talasnih dužina fotona emitovanih u smeru kretanja za $\Delta\lambda = 0{,}20\,nm$. Odrediti brzinu atoma vodonika. (5 poena)

5. Tačkast izvor γ – zračenja (^{60}Co) nalazi se u centru šuplje lopte od olova debljine zida 0,01 m. Aktivnost preparata je $3{,}7 \cdot 10^6\,s^{-1}$ a linearni koeficijent apsorpcije za dato γ – zračenje je $64\,m^{-1}$. Pri svakom raspadu jezgra ^{60}Co emituju se dva γ – fotona na rastojanju 5 m od izvora zračenja? Zanemariti apsorpciju unutar preparata. Smatrati da je zračenje izotropno.

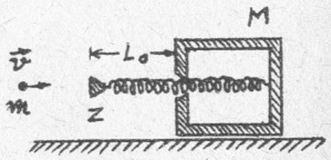
gustina vazduha je $1{,}29\,kg/m^3$, $R_\gamma = 1{,}1 \cdot 10^7\,m^{-1}$ mr Aleksandar Srećković



Slika 1



Slika 2



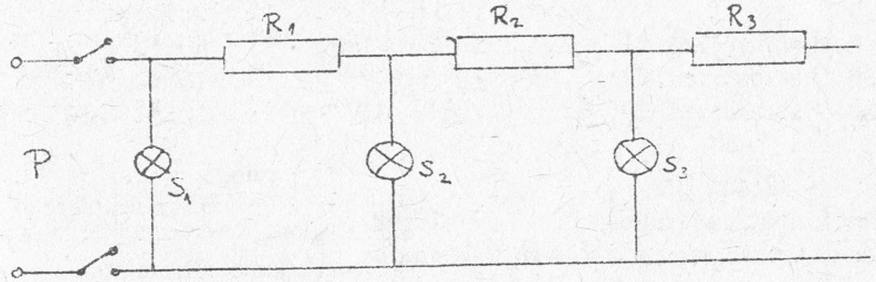
Slika 3

NAGRADNI ZADATAK BR. 28.

U vreme kada su ulice osvetljavane običnim sijalicama sa usijanim vlaknom, moglo se primetiti (gledajući npr. s Kalemegdana na niz sijalica na Savskom mostu) da sve sijalice ne počnu da svetle u isto vreme, već postepeno od jednog kraja mosta ka drugom. Vremenska razlika je bila mala ali ipak primetna. Neki su tu pojavu pokušali objasniti time što je zbog konačne brzine prostiranja svetlost od udaljenih sijalica stizala do posmatrača kasnije, što nije tačno. Pokušajte efekat objasniti na drugi način, koristeći se shemom takvog jednog kola (S_1, S_2, ... su sijalice, R_1, R_2, ... otpori električnih vodova između sijaličnih mesta, P – prekidač), imajući u vidu da je otpor hladnog vlakna sijalice drugačiji od otpora usijanog vlakna.

Objašnjenje pošaljite na adresu „Mladog fizičara", sa obaveznom naznakom: „nagradni zadatak".

J. Labat



Jedan moj prijatelj, inače u svemu odmeren i veliki poštovalac rada, imao je jednom sa svojim sinom osnovcem „prijateljsko ubeđivanje". Razlog je bio neprikladna ocena iz fizike koju je sin u školi dobio. Ubeđivanje se završilo sinovljevim: „Ako oče, ako. Motka i tramvaj tera".

D. Grujić

KUPON

Učenik _____

Škola i razred _____

Nastavnik fizike _____

Pošt. broj i mesto _____

Ulica i broj _____

U časopisu „Mladi fizičar", br. 28, str. 5 objavljen je članak pod naslovom „Egzotičan atom".

Greškom izdavača rukopis ovog članka je drastično skraćen zbog čega je, po mišljenju autora, originalni tekst preinačen tako da objavljeni članak ne sadrži ono što je autor hteo reći.

Uvažavajući prigovor autora originalnog rukopisa uređivački odbor časopisa moli prof.dr Miru Jurić za izvinjenje zbog slobode koju je sebi dozvolio u odnosu na njen originalni prilog pod naslovom „Egzotični atom".

Uredništvo „Mladog fizičara"

ISPRAVKE:

I. **„MF 28"**

		stoji	treba
1)	str. 6, II stubac, red. 21:	$5 \cdot 10^{11}$ m	$5 \cdot 10^{-11}$ m
2)	str. 6, II stubac, red. 22:	$10^{2} - 10^{3}$	$10^{-2} - 10^{-3}$
3)	str. 6, II stubac, red. 29:	$10^{15} - 10^{14}$ m	$10^{-15} - 10^{-14}$ m

II. MF, 31–32; str. 10:
– levi stubac, red (odozgo) 11, $T < 5000$ K sistemom — $T < 1500$ K; stanjem.
– desni stubac, red (odozgo) 18,

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.

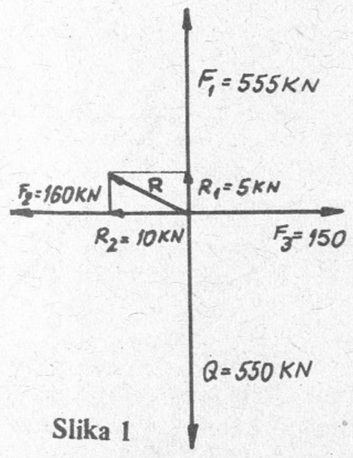
488.a) Kada lopta počinje da se kotrlja napred u smeru kretanja voza, voz počinje da smanjuje brzinu kretanja.

b) Pri kretanju lopte unazad, voz povećava brzinu kretanja.

c) Ako je lopta skrenula na stranu ukazuje da voz ulazi u krivinu. Ovi slučajevi ukazuju na kretanje lopte po inerciji.

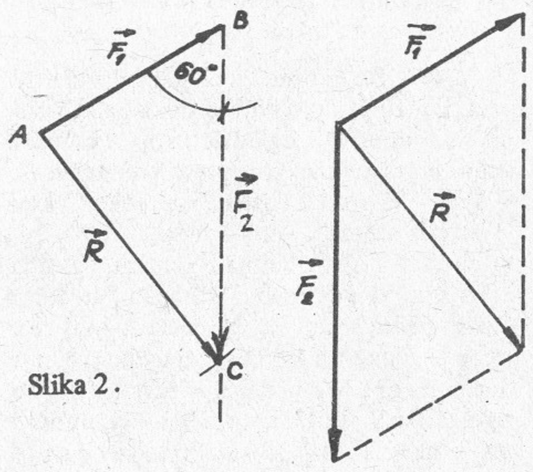
489. Rezultujuća sila koja deluje na sidro jednaka je razlici komponenti sila: sila vuče dizalice–$\vec{F}$ i težine sidra–$\vec{Q}$, tj. $R=F-Q=5{,}3$ *kN*. Rezultujuća sila usmerena je vertikalno naviše, u smeru dejstva sile vuče dizalice. Kretanje sidra je neravnomerno. Rezultanta je različita od nule i povećava brzinu podizanja sidra.

490. Na slici koja prikazuje grafički način određivanja rezultujuće sile koja dejstvuje na avion označeni simboli predstavljaju sledeće sile: $\vec{Q}$–težina aviona, $\vec{F}_1$–sila podizanja, $\vec{F}_2$–sila vuče i $\vec{F}_3$–sila otpora vazduha. $\vec{R}_1$ – je rezultujuća sila čije su komponente $\vec{Q}$ i $\vec{F}_1$, a $\vec{R}_2$–rezultujuća sila čije su komponente $\vec{F}_2$ i $\vec{F}_3$. Intenzitet rezultujuće sile $\vec{R}$ određen je pravilom paralelograma čije su komponente $\vec{R}_1$ i $\vec{R}_2$. Brojna vrednost rezultujuće sile je $R = 11{,}2$ *kN*, (sl. 1)..



Slika 1

491. Sila od 70*N* razlaže se na sledeći način. Prvo se nacrta komponenta sile $\vec{F}_1$ od 50*N* kao orijentisana duž AB i na kraju te duži konstruiše se ugao od 60°. Iz tačke A se otvorom šestara koji odgovara veličini rezultante $R = 70\,N$ preseče krak ugla od 60°. Dobija se tačka preseka B. Dobijena duž $\vec{BC}$ je komponenta $F_2 = 80$ N, slika 2.

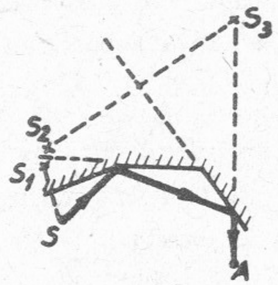


Slika 2.

492. Štap na kome čovek nosi teret predstavlja dvokraku polugu. Tačka oslonca poluge je čovekovo rame. Krak tereta iznosi 0,2 *m* a krak sile 0,3 *m*. Sila kojom čovek deluje na štap izračunava se iz zakona poluge i iznosi 26,7 *N*. Intenzitet sile kojom štap deluje na rame dobija se kao rezultanta sila istog pravca i smera tj. težine tereta i sile kojom čovek deluje na štap i iznosi 50 *N*.

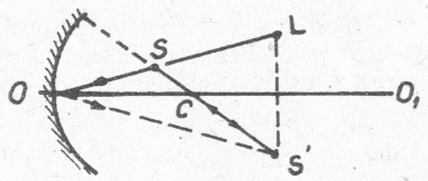
493. Najpre se odredi lik S_1 izvora S, koji daje prvo ogledalo. Zatim se odredi lik S_2 tačke S_1 u drugom ogledalu, da bi na kraju odredili lik S_3 za tačku S_2 u trećem ogledalu. Zamišljene površine drugog i trećeg ogledala označene su isprekidanim crticama kao na slici (sl. 3). Kada su određeni likovi S_1, S_2 i S_3 onda se od tačke A povuče prava u pravcu S_3 do preseka sa površinom trećeg ogledala. Iz tačke preseka povučemo pravu u pravcu S_2 do preseka sa površinom drugog ogledala, da bi na kraju isto uradili i za S_1.

Put zraka koji ide od izvora S odbija se od tačaka označenih kao tačke preseka odgovarajućih površina ogledala prolazeći na kraju kroz tačku A kao što je pokazano na sl. 3.



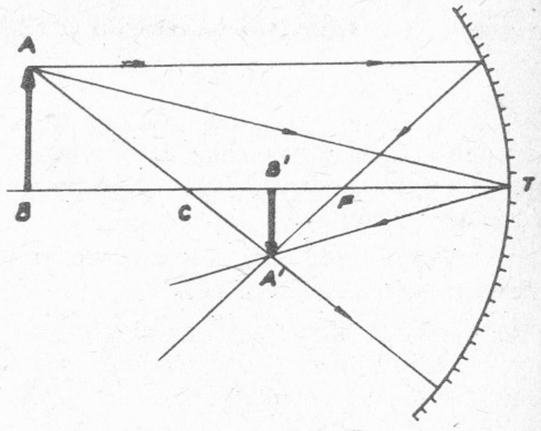
Slika 3.

494. Da bi odredili centar krivine ogledala, koristi se zrak koji se poklapa sa poluprečnikom krivine ogledala i koji se odbija u istom pravcu. Povuče se prava kroz tačke S i S' koja seče optičku osu 00_1 u tačku C, koja je ustvari centar krivine ogledala. (sl. 4). Zna se da zrak koji se odbija u temenu ogledala gradi sa optičkom osom isti ugao kao što je bio i upadni ugao. Da bi nacrtali ovaj zrak uzme se simetrična tačka L sa tačkom S' u odnosu na optičku osu 00_1. Prava koja povezuje tačku L sa tačkom S preseca optičku osu u tački T, koja je u stvari teme ogledala. Ovo ogledalo je izdubljeno. Lik je realan (sl. 4).



Slika 4.

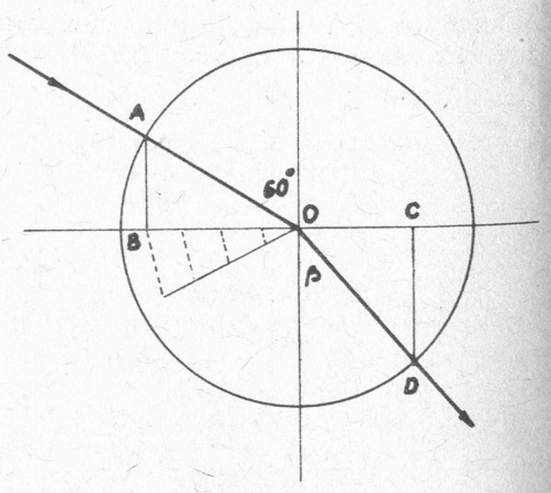
495. Za konstrukciju lika kod konkavnog sfernog ogledala dovoljna su dva svetlosna zraka. Prvi, koji je paralelan sa optičkom osom i koji posle odbijanja prolazi kroz žižu ogledala. Drugi svetlosni zrak koji pada normalno na ogledalo i koji se odbija od ogledala istim pravcem u suprotnom smeru. U preseku ta dva odbijena zraka dobija se lik, koji je realan, obrnut i umanjen. (sl. 5).



Slika 5.

496. Grafičkim putem prelomni ugao β se određuje na sledeći način:

1. nacrta se upadni svetlnosni zrak pod uglom od 60^o;
2. proizvoljnim otvorom šestara se opiše krug iz tačke O. U preseku svetlosnog zraka i kružnice nalazi se tačka A;
3. iz tačke A se spusti normala na graničnu površ i dobije se tačka B;
4. 3/4 duži OB prenosimo na graničnu površ tako da dobijemo tačku C;
5. iz tačke C spusti se normala u drugu optičku sredinu do preseka sa krugom, dobija se tačka D;
6. poluprečnik OD–je prelomni zrak a ugao β–prelomni ugao. (sl. 6).



Slika 6.

497. U ovom zadatku koristi se približna formula uvećanja mikroskopa, oblika:

$$U = \frac{d \cdot L}{f_{ob} \cdot f_{ok}} = \frac{25L}{f_{ob} \cdot f_{ok}}$$

gde je d–daljina jasnog vida i iznosi 25 cm. Koristeći jednačine sočiva odredi se rastojanje p_1 a zatim uvećanje mikroskopa–U. Pošto je rastojanje između objektiva i okulara $L = p_2 + l_1$
gde je p_2–rastojanje predmeta od okulara a l_1–rastojanje lika od objektiva odakle sledi da je $l_1 = L - p_2$; zamenom u jednačine sočiva:

$$\frac{1}{l_1} + \frac{1}{p_1} = \frac{1}{f_{ob}} \quad \text{i} \quad \frac{1}{p_2} - \frac{1}{d} = \frac{1}{f_{ok}}$$

dobija se da je $p_1 = 1{,}26$ mm, a uvećanje približno 3200.

498. Uzimajući u obzir koeficijenat korisnog dejstva napiše se jednačina toplotne ravnoteže

$$\eta Q_1 = Q_2 \qquad (1)$$

gde je η–koeficijent korisnog dejstva, Q_1–količina toplote koju oslobađa električna ringla, Q_2–količina toplote koja se troši na zagrevanje leda do temperature topljenja $T_t = 273\ K$, na zagrevanje leda, zagrevanje dobijene vode do temperature isparavanja $T_i = 373\ K$ i isparavanja vode. Ako je ringla bila uključena za vreme t onda je

$$Q_1 = \frac{U^2}{R} t \qquad (2)$$

Količina toplote Q_2 data je izrazom

$$Q_2 = c_1 m(T_t - T_1) + \lambda m + c_2 m(T_i - T_t) + Lm \qquad (3)$$

Zamenom jednačina (2) i (3) u jednačinu (1) dobija se:

$$t = \frac{Rm[c_1(T_t - T_1) + \lambda + c_2(T_i - T_t) + L]}{\eta \cdot U^2}$$

gde su λ–toplota topljenja leda a L–toplota isparavanja vode. Zamenom brojnih vrednosti dobija se $t = 0{,}9 \cdot 10^4\ s$, ali približno oko $2{,}5\ h$.

499. Period oscilovanja klatna jednak je recipročnoj vrednosti frekvencije, a znajući da je frekvencija jednaka broju oscilacija u jedinici vremena dobija se $T = t/n = 2{,}2\ s$.

Iz obrasca za period matematičkog klatna sledi da je ubrzanje Zemljine teže jednako

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = 9{,}8147\ m/s^2.$$

500. Iz odnosa perioda $T_1 : T_2 = 1:2$ sledi da je $T_2 = 2T_1$, odnosno $2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2 \cdot 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$ odakle se dobija dužina prvog klatna l_1, $l_1 = \frac{l_2}{4} = 30$ cm.

Iz odnosa $T_2 : T_3 = 2:3$ dobija se $l_3 = 270$ cm.

501. Talasna dužina se izračunava iz obrasca $\lambda = v/\nu$. Znajući da je brzina zvuka u vazduhu 340 m/s, onda talasna dužina koja odgovara frekvenciji od 16Hz iznosi 21,25 m; a za frekvenciju od 20 kHz iznosi 0,017 m.

502. Zvuk od pucnja, prostirući se kroz vazduh, pređe rastojanje od jednog do drugog kraja cevi za vreme od $t_1 = l/v = 1000\ m/(333\ m/s) = 3$ s. Vreme kretanja zvuka (koji je izazvan udarom malja) kroz gvozdenu cev iznosi $t_2 = t_1 - t = 3$ s $- 2{,}8\ s = 0{,}2\ s$. Prema tome zvuk se kroz cev prenosi brzinom $v_1 = l/t_2 = 5000\ m/s$.

503. Kod jednako usporenog kružnog kretanja ugaona brzina se menja sa vremenom po zakonu $\omega = \omega_0 - \alpha t$,

gde je $\omega_0 = 2\pi n$, a α–ugaono ubrzanje (u ovom slučaju usporenje). U trenutku kada se točak zaustavlja ugaona brzina postaje jednaka nuli, pa je: $0 = \omega_0 - \alpha\Delta t = 2\pi n - \alpha \cdot \Delta t$,

odnosno $\alpha = \frac{2\pi n}{\Delta t}$.

Osnovni zakon dinamike rotacionog kretanja daje sledeću brojnu vrednost momenta sile, koji je izvršio zaustavljanje točka:

$$M = I\alpha = mR^2 \frac{2\pi n}{\Delta t,} = 52{,}33\ Nm,$$

gde je $I = mR^2$–moment inercije točka.
Ukupan broj obrta, od početka kočenja pa do zaustavljanja, je dat izrazom

$$N = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}(\omega_0 \Delta t - \alpha \frac{\Delta t^2}{2}) = \frac{n\Delta t}{2}$$

83,3 obrta gde je φ–ugao obrtanja.

594. Neka je $m(t)$ masa vode u vagonu u zavisnosti od vremena. Neka je masa praznog vagona M, a njegova brzina, za $t = 0$, v_0. Posle vremena t brzina vagona je $v(t)$. Pošto je doprinos kapi vode u količini kretanja sistema, u pravcu kretanja vagona, jednak nuli, onda na osnovu zakon održanja količine kretanja sledi

$$Mv_0 = [M + m(t)] \cdot v(t).$$

Odavde se za brzinu vagona posle vremena t dobija

$$v(t) = \frac{M}{M+m(t)} v_0.$$

Znači, pošto sa vremenom masa vode u vagonu raste, to se brzina vagona smanjuje.
Kinetička energija sistema posle vremena t od početka posmatranja iznosi

$$E_k(t) = \frac{[M+m(t)]v^2(t)}{2} =$$

$$= \frac{M+m(t)}{2} \frac{M^2}{[M+m(t)]^2} v_0^2,$$

odnosno

$$E_k(t) = \frac{M}{M+m(t)} \frac{Mv_0^2}{2} = \frac{M}{M+m(t)} E_{ko}$$

gde je E_{ko}–kinetička energija vagona pre početka padanja kiše. Vidi se da kinetička energija vagona, na koga padaju kišne kapi, na isti način zavisi od vremena kao i njegova brzina.

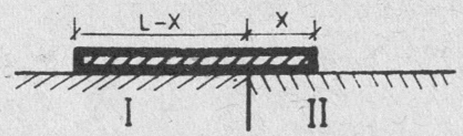
505. Sila trenja, koju treba savladati pri premeštanju užeta, nije konstantna, već se menja sa njegovim pomeranjem sa površine I na površinu II. Ako je x dužina dela užeta koji se nalazi na površini II (sl. 7), tada je

$$F_{tr} = F_1 + F_2 = \eta_1 mg(L-x)/L +$$

$$+ \eta_2 mgx/L$$

odnosno

$$F_{tr} = \eta_1 mg + \frac{mg}{L}(\eta_1 - \eta_2)x.$$



sl.7

Znači, F_{tr} je linearna funkcija od x, odnošno, postoji minimalna i maksimalna vrednost ove sile pri premeštanju užeta. Za $x = 0$ je

$$F_{trmin} = \eta_1 mg,$$

a za $x=L$

$$F_{trmax} = \eta_2 mg.$$

Srednja vrednost intenziteta sile trenja na putu jednakom dužini užeta je

$$F_{tr} = \frac{1}{2}(F_{trmin} + F_{trmax}) =$$

$$= \frac{1}{2}(\eta_1 + \eta_2)mg,$$

a rad koji treba uložiti na ovom putu protiv sile F_{tr} iznosi

$$A = \bar{F}_{tr} L = \frac{1}{2}(\eta_1 + \eta_2)mgL = 4{,}7\ J.$$

506. Uloženi rad pri jednom koraku je jednak zbiru radova koji se ulože na povećanje kinetičke energije obrtanja noge od $\omega_0 = 0$ do ω_{max}, a zatim za usporavanje noge od ω_{max} do $\omega_1 = 0$. Maksimalnu ugaonu brzinu ω_{max} noga ima u trenutku kada se mimoilazi sa drugom nogom, odnosno kada zauzima vertikalni položaj. Dakle, uloženi rad pri jednom koraku je

$$A = \frac{1}{2} I\omega_{max}^2 + \frac{1}{2} I\omega_{max}^2 = I\omega_{max}^2.$$

Srednja ugaona brzina pri ubrzavanju od 0 do ω_{max} (za pola koraka) je

$$\omega_{sr} = \frac{\omega_{max}}{2}.$$

S druge strane je $\omega_{sr} = \Delta\varphi/\Delta t$, pa se za maksimalnu ugaonu brzinu dobija

$$\omega_{max} = 2\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

Tako srednja snaga pri jednom koraku (približno) iznosi:

$$P_{sr} = \frac{A}{\Delta t} = \frac{I\omega^2_{max}}{\Delta t} = 4I\frac{\Delta\varphi^2}{\Delta t^3} =$$

$$= 14{,}9\ W,$$

gde je $\Delta\varphi = 30^\circ = \pi/6$ radijana.

507. Neka je u–brzina meteorita, v_1–brzina satelita pre udara, v_2–brzina satelita i meteorita odmah posle udara, m–masa meteorita i $m_1 = 10\,m$ – masa satelita. Jednačina kretanja satelita do udara je

$$m_1 a_n = F_G, \text{ odnosno } m_1 \frac{v_1^2}{R} = G\frac{m_1 M}{R^2} \quad \text{(sl. 8)}$$

pa je brzina v_1 jednaka

$$v_1 = \sqrt{GM/R}.$$

Prema zakonu održanja količine kretanja je

$$\vec{mu} + m_1\vec{v}_1 = (m+m_1)\vec{v}_2$$

odnosno

$$\vec{u} + 10\vec{v}_1 = 11\vec{v}_2.$$

Ovaj zakon održanja duž koordinatnih osa x i y glasi:

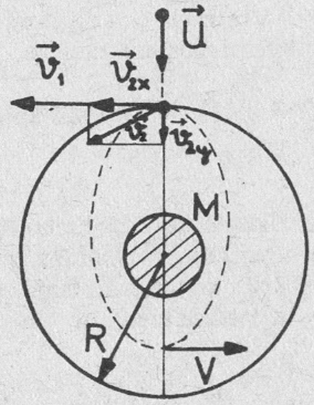
$$m_1 v_1 = (m + m_1)v_{2x}$$

$$mu = (m + m_1)v_{2y},$$

odnosno

$$10\,v_1 = 11\,v_{2x} \quad (1)$$

$$u = 11\,v_{2y}, \quad (2)$$



sl.8

Posle udara satelit se kreće po eliptičnoj putanji (isprekidana linija na sl.8). Mehanička energija satelita sa meteoritom je konstantna na eliptičkoj orbiti. Znači, važi relacija

$$-G\frac{11mM}{R} + \frac{11m}{2}(v_{2x}^2 + v_{2y}^2) =$$

$$= -G\frac{11mM}{R/2} + \frac{11m}{2}v^2, \quad (3)$$

gde je v–brzina satelita u trenutku najvećeg približavanja planeti. Prema II Keplerovom zakonu brzine v i v_2 su vezane relacijom

$$v\frac{R}{2} = v_{2x}R,$$

odakle sledi da je: $v_{2x} = v/2.$ (4)

Rešavanjem jednačina (1)–(4) po brzini meteorita neposredno pred udar i uzimajući u obzir da je $v_1 = \sqrt{GM/R}$, dobija se

$$u = \sqrt{58G\frac{M}{R}} = 57{,}58\ 10^3\ m/s.$$

508. Kada svetlost pada na apsolutno crnu površinu dolazi do njene potpune apsorpcije. Pri tom fotoni predaju impuls telu na čiju površinu padaju. Znači, ukupna promena impulsa fotona u jedinici vremena srazmerna je broju N fotona koji u jedinici vremena udaraju u datu površinu i impulsu jednog fotona (h/λ):

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{N}{\Delta t} \cdot \frac{h}{\lambda}.$$

Prema osnovnom zakonu dinamike (II Njutnov zakon), ova promena impulsa se dešava zbog toga što telo, na čiju površinu udara foton, deluje na foton izvesnom silom za vreme apsorpcije. Na osnovu zakona akcije i reakcije, foton na površinu tela deluje silom iste jačina ali suprotnog je smera. Zbog velike brzine fotona (brzina svetlosti) kao i zbog njihovog velikog broja u snopu svetlosti, na površinu tela neprekidno deluje konstantna sila F kao rezultat pojedinačnih interakcija. Znači,

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{N}{\Delta t} \cdot \frac{h}{\lambda}.$$

Broj fotona talasne dužine λ, koji u jedinici vremena udaraju o površinu tela delujući na nju silom F, iznosi:

$$\frac{N}{\Delta t} = \frac{E\lambda}{h} = 10^{20}\ s^{-1}$$

509. Maksimalna kinetička energija E fotoelektrona, koji su emitovani sa površine metala pod dejstvom svetlosti talasne dužine λ, određena je Ajnštajnovom jednačinom za fotoefekt:

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = A_i + E$$

gde je E_f–energija fotona talasne dužine λ a A_i–izlazni rad metala. Fotoni čija je energija manja od izlaznog rada metala ne mogu da izazovu fotoefekt. Znači,

$$E_{f\min} = h\nu_{\min} = \frac{hc}{\lambda_{max}} = A_i$$

Talasna dužina λ_{max} odgovara crvenoj granici za fotoefekt. Na osnovu prethodnog sledi da odnos dela energije fotona koji se troši na izlazni rad za izbacivanje elektrona iz metala prema ukupnoj energiji fotona iznosi:

$$\frac{\Delta E_f}{E_f} = \frac{A_i}{E_f} = \frac{A_i}{A_i+E} = \frac{hc}{hc+\lambda E} = 0{,}80$$

510. Talasna dužina de Broljevih talasa elektrona koji se kreće po orbiti atoma vodonika u osnovnom stanju ($n = 1$) može da se nađe iz uslova:

$$n\lambda_n = 2\pi r_n, \qquad n = 1, 2, 3, \ldots$$

što znači da elektron može da se kreće po takvoj orbiti čiji poluprečnik r_n zadovoljava gornji uslov. Kako je

$$r_n = 4\pi\epsilon_o \frac{h^2}{m_e e^2} n^2 = \frac{\epsilon_o h^2}{\pi m_e e^2} n^2$$

sledi

$$\lambda_n = 2\frac{\epsilon_o h^2}{m_e e^2} n .$$

Za elektron u osnovnom stanju talasna dužina de Broljevih talasa je:

$$\lambda_1 = \frac{2\epsilon_o h^2}{m_e e^2} = 3{,}33 \cdot 10^{-10}\ \text{m} =$$

$$= 0{,}333\ \text{nm}$$

511. Najmanja talasna dužina λ_{min} Pašenove serije ($n = 3$) spektra pobuđenog atoma vodonika odgovara prelazu elektrona iz stanja određenog glavnim kvantnim brojem $m = \infty$ (slobodan elektron) u stanje $n = 3$. Kako je

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

$$\text{sledi } \frac{1}{\lambda_{min}} = \frac{1}{\lambda_{3\infty}} = \frac{R}{3^2} = \frac{R}{9}$$

$$\text{pa je } \lambda_{min} = \frac{9}{R} = 8{,}20 \cdot 10^{-7}\ m = 820\ nm.$$

Najveća talasna dužina λ_{max} Pašenove serije odgovara prelazu elektrona iz stanja $m = 4$ u stanje $n = 3$:

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = \frac{1}{\lambda_{34}} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) =$$

$$= \frac{7R}{-144},$$

$$\text{pa je } \lambda_{max} = \frac{144}{7R} = 1{,}876 \cdot 10^{-6}\ m =$$

$$= 1{,}88\ m.$$

Znači, linije Pašenove serije nalaze se u infracrvenoj oblasti spektra.

512. Za elektron čiji je orbitalni kvantni broj jednak nuli ($l = 0$) kažemo da se nalazi u s–stanju, a za elektron čiji je orbitalni kvantni broj jednak jedinici ($l = 1$) kažemo da se nalazi u p–stanju. Kako su moguće vrednosti orbitalnog momenta impulsa elektrona date izrazom:

$$L = \frac{h}{2\pi}\sqrt{l(l+1)} = \hbar\sqrt{l(l+1)}$$

sledi da elektron u s–stanju ima moment impulsa $L_s = \hbar\sqrt{0(0+1)} = 0$, a elektron u p–stanju ima orbitalni moment impulsa

$$L_p = \hbar\sqrt{1(1+1)} = \hbar\sqrt{2} = 1{,}41\hbar =$$

$$= 1{,}48 \cdot 10^{-34}\ Js.$$

513. Ukupna količina kretanja elektrona u pravolinijskom provodniku je jednaka zbiru projekcija količina kretanja pojedinih elektrona duž pravca kretanja:

$$K = \sum_{i=1}^{n} mv_{ix} = m\sum_{i=1}^{n} v_{ix} = mNv_d,$$

gde je m–masa elektrona, N–broj slobodnih elektrona u provodniku, a v_d–brzina uređenog kretanja elektrona. Kako je ova brzina data relacijom

$$v_d = \frac{I}{en_oS}, \text{ sledi } \quad K = \frac{mNI}{en_oS},$$

gde je n_o–koncentracija elektrona ($n_o = N/V$; V–zapremina provodnika), e–naelektrisanje elektrona, a S–površina poprečnog preseka provodnika. Dalje je

$$K = \frac{mn_oVI}{en_oS} = \frac{mVI}{eS} = \frac{LI}{p} =$$

$$= 5{,}68 \cdot 10^{-8}\ kgm/s,$$

gde je $p = e/m$ – specifično naelektrisanje elektrona.

514.a) Jednakost napona (efektivnih vrednosti) se svodi na relaciju

$$U = X_C I = X_{R,L} I = zI,$$

odnosno

$$U = \frac{1}{C\omega} I = I\sqrt{R^2 + L^2\omega^2} =$$

$$= I\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}\ .$$

Dalje je

$$\frac{1}{C^2\omega^2} = R^2 + L^2\omega^2 = R^2 +$$

$$+ (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 .$$

Dobijene su dve relacije između elemenata R, L i C. Iz druge se dobija

$$\pm L\omega = L\omega - \frac{1}{C\omega}\ .$$

Kako je $C > 0$, to se uzima znak minus (za znak plus ispred L se dobija $C \to -\infty$), pa važi

$$-L\omega = L\omega - \frac{1}{C\omega},$$

odnosno $\quad 2LC\omega^2 = 1.$

Iz prve relacije sledi $\quad C = \dfrac{\sqrt{3}}{2R\omega}$,

pa je

$$L = \frac{1}{2C\omega^2} = \frac{R}{\omega\sqrt{3}}\ .$$

Zamenom brojnih vrednosti se dobija $C = 5{,}5 \cdot 10^{-5}\ F$ i $L = 9{,}2\ mH$.

b) Faktor snage $\cos\varphi$ je jednak odnosu termogenog otpora R i ukupne impendance z:

$$\cos\varphi = \frac{R}{z} = \sqrt{3}/2,$$

odakle se dobija da je fazni pomeraj između napona i jačine struje u kolu jednak $\varphi = \arccos\sqrt{3}/2 = 30^\circ$.

c) Jednakost napona se ne održava, pošto oni na različit način zavise od učestanosti.

515. Jačina struja zasićenja kod diode na temperaturama T_1 i T_2 su date relacijama

$$i_{z1} = BST_1^2\, e^{-A/(kT_1)}$$

$$i_{z2} = BST_2^2\, e^{-A/(kT_2)},$$

gde je B–konstanta, S–površina katode, A–izlazni rad, a k–Bolcmanova konstanta. Odnos ovih jačina struje je jednak

$$i_{z1}/i_{z2} = e^{-\frac{A}{k}(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})},$$

pa se logaritmiranjem dobija

$$\ln\frac{i_{z1}\,T_2^2}{i_{z2}\,T_2^2} = \frac{A}{k}\left(\frac{T_1 - T_2}{T_1\,T_2}\right).$$

Traženi izlazni rad elektrona iznosi

$$A = \frac{kT_1T_2}{T_1 - T_2}\ln\frac{i_{z1}T_2^2}{i_{z2}\,T_2^2} =$$

$$= \frac{kT_1^2/\sqrt{e}}{T_1(1 - 1/\sqrt{e}\,)}\ln(e^4\,\frac{1}{e}),$$

odnosno

$$A = \frac{3kT_1}{\sqrt{e} - 1} = 1{,}15 \cdot 10^{-19}\ J.$$

516. Struje zasićenja pri temperaturama T i $T_1 = T + \Delta T$ su jednake i i $i + \Delta i = i_1$, odnosno kao u prethodnom zadatku:

$$i = BST^2 e^{-A/(kT)}$$

i

$$i_1 = BST_1^2 e^{-A/(kT_1)}.$$

Iz odnosa ovih struja zasićenja

$$i_1/i = \frac{T_1^2}{T^2}\, e^{-\frac{A}{k}(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T})}$$

se dobija

$$\frac{i+\Delta i}{i} = \frac{(T+\Delta T)^2}{T^2}\, e^{-\frac{A}{k}\,(\frac{1}{T+\Delta T} - \frac{1}{T})}$$

Pošto je priraštaj temperature daleko manje T ($\Delta T \ll T$), dobija se

$$\frac{(T+\Delta T)^2}{T^2}=\frac{T^2+2T\Delta T+\Delta T^2}{T^2}\cong 1+\frac{2\Delta T}{T}$$

$$\frac{1}{T+\Delta T}-\frac{1}{T}=\frac{T-\Delta T-T}{T(T+\Delta T)}=$$

$$=\frac{-\Delta T}{T(T+\Delta T)}\cong -\frac{\Delta T}{T^2},$$

tako da je

$$\frac{i+\Delta i}{i}=(1+\frac{2\Delta T}{T})e+\frac{A\Delta T}{kT}$$

Logaritmiranje leve i desne strane gornjeg izraza

$$1n\,(1+\frac{\Delta i}{i})=1n(1+\frac{2\Delta T}{T})+\frac{A\Delta T}{kT^2}$$

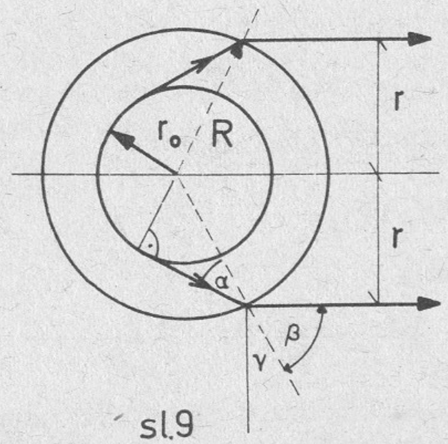
i uzimanje u obzir da je $\Delta i/i \ll 1$ i $2\Delta T/T \ll 1$ dovodi do izraza

$$\frac{\Delta i}{i}=\frac{2\Delta T}{T}+\frac{A\Delta T}{kT^2}$$

iz koga se nalazi da je traženi izlazni rad elektrona jednak

$$A=kT^2\,(\frac{1}{\Delta T}\frac{\Delta i}{i}-\frac{2}{T})=4{,}968\cdot 10^{-19}\ J.$$

517. Unutrašnji poluprečnik kapilare r, koji se vidi sa strane, određen je zracima koji izlaze iz kapilare paralelno, a polaze iz tačaka na unutrašnjoj površini i idu duž tangente na njoj (sl. 9). U tom slučaju su oni maksimalno udaljeni jedan od drugog. Kako je $\sin\alpha/\sin\beta = 1/n$, a $\sin\alpha = \cos\gamma = r/R$, to je



sl.9

$$\sin\alpha=\frac{r}{nR}\ .$$

Sa slike 9. se vidi da je

$$r_o = R\sin\alpha = r/n = 0{,}5\ mm,$$

gde je r_o –stvarni poluprečnik kapilare. Ovo, naravno, važi ako je $R > r_o n$ =0,8 *mm*, jer ako je $R < r_o n$, tada će se unutrašnji poluprečnik kapilare viđen sa strane poklopiti sa spoljašnjim poluprečnikom i neće se videti „granice" unutrašnje površine. Kapilara će izgledati kao pun stakleni štap, ili kao cev sa beskonačno tankim zidovima.

518. U ovom zadatku se predpostavlja da nije poznata vrednost Ridbergove konstante (R). Inače, energija jonizacije nepobuđenog atoma vodonika može da se oredi iz razlike energije elektrona u slobodnom stanju (E_∞) i energije elektrona u osnovnom stanju (E_1):

$$E_{jon} = E_\infty - E_1 = h\nu_{1\infty} = hcR$$

S obzirom na osobinu aditivnosti energije, sledi:

$$E_{jon} = E_{12} + E_2 = \frac{hc}{\lambda_{12}}+\frac{hc}{\lambda_{2\infty}}=$$

$$= hc\,\frac{\lambda_{12}+\lambda_{2\infty}}{\lambda_{12}\,\lambda_{2\infty}} = 2{,}18\cdot 10^{-18}\ J =$$

$$= 13{,}6\ e\,V.$$

Sa E_{12} označena je energija potrebna da elektron pređe iz osnovnog u prvo pobuđeno stanje a sa $E_{2\infty}$ označena je energija jonizacije atoma vodonika koji se nalazi u prvom pobuđenom stanju; λ_{12} je talasna dužina glavne linije Lajmanove serije a $\lambda_{2\infty}$ je talasna dužina koja odgovara graničnoj liniji Balmerove serije.

519. Projekcija vektora momenta impulsa orbitalnog kretanja elektrona na pravac spoljašnjeg magnetnog polja je kvantovana veličina:

$$L_z = m\hbar,$$

gde je $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm(l-1)$,

$\pm l$ je magnetski kvantni broj, a l je orbitalni kvantni broj. Vrednost orbitalnog kvantnog broja elektrona koji se nalazi u d–stanju je $l = 2$, tako da magnetski kvantni broj može da ima vrednosti: $m = 0, \pm 1, \pm 2$. Na osnovu prethodnog sledi da projekcija momenta impulsa orbitalnog kretanja elektrona na pravac spoljašnjeg magnetskog polja može da ima sledeće vrednosti:

$$L = 0, \pm\hbar, \pm 2\hbar = 0, \pm 1{,}05\cdot 10^{-34}\ Js,$$

$$\pm 2{,}11\cdot 10^{-34}\ Js.$$

520. Pri udaru fotona o apsolutno reflektujuću površinu impuls fotona se promeni za $\Delta p_f = \frac{h}{\lambda}-(-\frac{h}{\lambda}) = 2\frac{h}{\lambda}$, usled delovanja reflektujuće površine na foton. Na osnovu akcije i reakcije silom iste jačine a suprotnog smera deluje foton na površinu tela. Ukupna promena impulsa u jedinici vremena je:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{\Delta(Np_f)}{\Delta t}=\frac{2hN}{\Delta t}$$

Na osnovu osnovnog zakona dinamike sledi da sila kojom svetlost deluje na apsolutno reflektujuću površinu iznosi

$$F=\frac{\Delta p}{\Delta t}=2hN/\lambda\Delta t$$

(pogledati zadatak 508 MF–31)

Pritisak svetlosti na apsolutno reflektujuću površinu je

$$P=\frac{2hN}{\lambda S\Delta t}$$

Kako u vremenskom intervalu Δt do posmatrane površine stižu svi fotoni koji se nalaze u zapremini $\Delta V = S\,c\,\Delta t$ snopa, gde je c–brzina svetlosti (fotona), sledi

$$P=\frac{2hc}{\lambda}\frac{N}{\Delta V}\ .$$

Koncentracija fotona, $n = N/\Delta V$ (broj fotona u jedinici zapremine svetlosnog snopa) iznosi

$$n=\frac{P}{2hc}=5\cdot 10^{11}\,m^{-3}.$$

521. Kratkotalasna granica kontinualnog rendgenskog spektra određena je maksimalnom energijom fotona rendgenskih zraka:

$$E_{max} = hc/\lambda_{min}$$

S druge strane, maksimalna energija fotona određena je maksimalnom energijom koju elektroni dobijaju u rendgenskoj cevi ubrzavajući se u električnom polju između elektroda među kojima je napon U:

$$E_{max} = eU\ .$$

Na osnovu prethodnog sledi

$$\lambda_{min}=\frac{hc}{eU}$$

pa je

$$\Delta\lambda_{min} = (\lambda_{min})_2 - (\lambda_{min})_1 =$$

$$=\frac{hc}{e}\,\frac{U_2-U_1}{U_1\,U_2}\ .$$

Odavde sledi

$$h=\frac{e\Delta\lambda_{min}U_1U_2}{c(U_2-U_1)}\approx 6{,}6\cdot 10^{-34}\ Js.$$

522. Kada se atom vodonika nalazi u prvom pobuđenom stanju ($n = 2$) pri prelazu u osnovno stanje ($n = 1$) emituje jedan foton tako da se u spektru pojavljuje samo jedna linija. Međutim, kada se elektron nalazi u stanju određenim glavnim kvantnim brojem $n = 3$, postoji mogućnost da pređe direktno u osnovno stanje emitujući jedan foton talasne dužine

$$\lambda_{13}\,\frac{1}{R(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{3^2})}=\frac{9}{8R}=102{,}6\ nm$$

ili pak da prvo pređe u prvo pobuđeno stanje ($n = 2$) emitujući foton talasne dužine

$$\lambda_{23}=\frac{1}{R(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2})}=\frac{36}{5R}=656{,}5\ nm$$

pa sa ovog nivoa na osnovni nivo emitujući foton talasne dužine

$$\lambda_{12}=\frac{1}{R(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2})}=\frac{4}{3R}\,121{,}6\ nm\ .$$

Spektralne linije talasnih dužina λ_{12} i λ_{13} pripadaju Lajmanovoj seriji ($n = 1$, $m = 2, 3, 4, \ldots$) a spektralna linija λ_{23} pripada Balmerovoj seriji ($n = 2$, $m = 3, 4, 5, \ldots$).

523. Pritisak koji vrši metalna kocka na horizontalnu podlogu brojno je jednak normalnoj komponenti sile tj. težine kocke na jedinicu površine $p = \frac{Q}{S} = \frac{\gamma V}{S} = \frac{\gamma S \cdot a}{S} = \gamma \cdot a$, odakle sledi da je specifična težina jednaka

$$\gamma = \frac{p}{a} \text{ odnosno } \gamma = \frac{3060{,}8\,\text{Pa}}{0{,}04\,m} = 76520\,N/m^2.$$

524. Nisu naznačene sile otpora podloge koja deluje na automobil i težina tog automobila. Te dve sile su po intenzitetu jednake a suportnih smerova pa su u ravnoteži tj. njihova rezultanta jednaka je nuli. U horizontalnom pravcu, rezultanta svih sila jednaka je $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$ ili $F_1 = F_2 + F_3$.

525. Sila elastičnosti prouzrokovana dejstvom podloge na gumu točka, uravnotežava se silom pritiska vazduha, kojim je napumpana guma točka. Ona iznosi $F = p \cdot S$ tj. $F = 0{,}2 \cdot 10^6\ N/m^2 \cdot 0{,}05\ m^2 = 10\ kN$. S druge strane, sila elastičnosti prouzrokovana od strane podloge uravnotežava 1/4 dela težine automobila. Iz toga sledi da težina automobila iznosi $Q = 4 \cdot F = 4 \cdot 10\ kN = 40\ kN$.

526. Pritisak u svakoj tački tečnosti na istoj visini je jednak. Izaberimo najnižu tačku–A dodirne površine ulje–živa. Pošto se tačka B nalazi na istoj visini kao i tačka A pritisci su u tim tačkama jednaki tj. $p_A = p_B$ . . . . . (1) Pritisak tački A jednak je zbiru pritisaka vazduha na slobodnu površinu tečnosti i pritisku stuba tečnosti (ulja) visine h_1 tj. $p_A = p_{atm} + \rho_1 g h_1$, analogno ovome pritisak u tački B iznosi $p_B = p_{atm} + \rho_2 g h_2 + \rho g h$ gde je h_2–visina petroleja a h–razlika nivoa žive u oba kraka. Iz jednačine (1) sledi:

$$p_{atm} + \rho_1 g h_1 = p_{atm} + \rho_2 g h_2 + \rho g h \text{ odakle je } h = \frac{\rho_1 h_1 - \rho_2 h_2}{\rho} = 0{,}02\,m.$$

527. Svako telo potopljeno u tečnost lakše je za veličinu sile potiska, pa je težina tela mase m u tečnosti gustine ρ jednaka: $Q = mg - \rho g V$, na osnovu ovoga sledi da je težina tela potopljenog u benzin $Q_1 = mg - \rho_1 g V$ a težina tela u nekom drugom rastvoru je $Q_2 = mg - \rho_2 g V$. Zapremina tela potopljenog u benzin jednaka je:

$$V = \frac{mg - Q_1}{\rho_1 g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

a zapremina tog istog tela u drugom rastvoru je:

$$V = \frac{mg - Q_2}{\rho_2 g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Iz relacije (1) i (2) sledi da je gustina rastvora ρ_2 jednaka:

$$\rho_2 = \frac{(mg - Q_2)\cdot \rho_1}{mg - Q_1};$$ Zamenom brojnih vrednosti dobija se $\rho_2 = 353{,}46\ \frac{kg}{m^3}$.

528. Sila uzajamnog dejstva dva tačkasta naelektrisanja prema Kulonovom zakonu jednaka je $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$; pošto je $q_1 = q_2$ onda je $F = k\frac{q^2}{r^2}$, gde je k–konstanta za vakuum i iznosi $9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$. Brojna vrednost elektrostatičke sile iznosi $F = 9\ kN$. Pošto je elektrostatička sila velika, telo malih dimenzija ne može imati naelektrisanje od $1C$, jer se naelektrisanje ne može zadržati na telu.

529. Na date kapi vode deluje gravitaciona sila (privlačna) i elektrostatička sila (odbijanja) koje se uravnotežavaju. Elektrostatička sila jednaka je $F_e = k\frac{q^2}{r^2} = k\frac{e^2}{r^2}$, a gravitaciona $F_g = \gamma\frac{m^2}{r^2}$, gde je e–naelektrisanje elektrona tj. $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$, r–rastojanje između centara kapi, γ–gravitaciona konstanta koja iznosi $6{,}67 \cdot 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$. Masa kapi jednaka je $m = \rho V$, gde je ρ–gustina vode a V–zapremina kapljice, pa je $m = \frac{4}{3} R^3 \pi \rho$ gde je R–poluprečnik kapi. Iz uslova ravnoteže sila $F_e = F_g$ sledi da je poluprečnik (radijus) kapi jednak

$$R = \sqrt[3]{\frac{3e}{4\pi\rho}} \cdot \sqrt{\frac{k}{\gamma}}$$

zamenom brojnih vrednosti dobija se $R = 10^{-5} \cdot \sqrt[3]{444}\ m \approx 7{,}6 \cdot 10^{-5}\ m$.

530. Između elektrostatičkih kuglica deluje elektrostatička privlačna sila $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ zamenom brojnih vrednosti ona iznosi $18 \cdot 10^{-5}\ N$. Kada se kuglice dodirnu dolazi do preraspodele naelektrisanja i na svakoj kuglici se nalazi ista količina naelektrisanja tj. $q = (q_1 + q_2)/2 = 1 \cdot 10^{-9}\ C$. Odbojna sila koja se javlja nakon dodira naelektrisanih kuglica jednaka je $F = k\frac{q^2}{r^2}$ i iznosi $2{,}25 \cdot 10^{-5}\ N$.

531. Rad koji je potrebno izvršiti da bi se naelektrisanje prenelo sa površine Zemlje na udaljenje od 5 m jednak je: $A = q_p U$. .(1). Napon je jednak razlici potencijala u tim dvema tačkama. Pošto je potencijal Zemlje jednak nuli, napon je jednak potencijalu u tački gde se nalazi naelektrisanje q_p tj. $U = \varphi = k\frac{q}{r}$ . . . (2) Iz relacije (1) i (2) dobija se $\frac{A}{q_p} = k\frac{q}{r}$ odakle je $q_p = \frac{Ar}{kq}$. Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$q_p = 8{,}33 \cdot 10^{-6}\ C = 8{,}33\ \mu C.$$

532. Na elektron deluje polje stalnom silom $F = qE = eE$, pa je kretanje elektrona jednako ubrzano. Prema drugom Njutnovom zakonu $F = m_e \cdot a$, odakle je ubrzanje $a = \frac{eE}{m_e}$. Pošto je početna brzina $v_0 = 0$ to je put jednak $s = \frac{1}{2}at^2$, a brzina $v = at$ ili pak iz $v^2 = 2as$, zamenom ubrzanja a dobija se

$$v^2 = \frac{2eEs}{m_e} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eUs}{m_e \cdot d}}$$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se $v \approx 2{,}52 \cdot 10^6\ m/s$.

533. Oslobođena količina toplote grejača jednaka je proizvodu snage sekundara i vremena koje je potrebno za zagrevanje vode, tj. $Q = P_s \cdot t$ iz čega sledi da je snaga sekundara jednaka

$$P_s = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta T}{t} = 8925\ W$$

U idealnom slučaju kod transformatora (stepen korisnog dejstva 100%) snaga sekundara jednaka je snazi primara $P_s = P_p$;

a) $P_p = U_p \cdot I_p$ pa je $I_p = P_p/U_p = 2{,}975\ A$.

b) Snaga sekundara je $P_s = U_s^2/R$; Napon sekundara se određuje iz odnosa napona primara i sekundara prema broju namotaja primara i sekundara, tj.

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s} \text{ odakle je } \frac{U_p}{U_s} = \frac{30 n_s}{n_s}$$

tj. $U_s = \frac{U_p}{30} = 100V$

Otpor grejača iz izraza za snagu sekundara iznosi $R = \frac{U_s^2}{P_s} = 1{,}12\ \Omega$.

534. Energija fotona $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ gde je h–Plankova konstanta, $h = 6{,}625 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s$, c–brzina svetlosti u vakuumu, $c = 3 \cdot 10^8\ m/s$, λ–talasna dužina koja iznosi $0{,}016 \cdot 10^{-10}\ m$. Zamenom brojnih vrednosti dobija se da energija fotona iznosi $E = 1{,}24 \cdot 10^{-13}\ J$. Koristeći se jednakošću energija $E = mc^2$ i $E = h\nu$ dobija se da je masa fotona $m = h\nu/c^2 = 1{,}38 \cdot 10^{-30}\ kg$.

535. Uran $^{238}_{92}U$ se raspada na olovo $^{198}_{82}Pb$ pri čemu se oslobađa određeni broj alfa čestica i određeni broj beta čestica. Alfa (α) čestica je dvostruko naelektrisano jezgro helijuma tj. ^4_2He, dok je beta (β) čestica elektron $^0_{-1}e$. Radioaktivni raspad urana može se napisati kao:

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{198}_{82}Pb + x\,{}^4_2He + y\,{}^0_{-1}e$$

Primenjujući zakon održanja broja naelektrisanja, može se napisati:

$$92 = 82 + x \cdot 2 - y \cdot 1 \ldots\ldots\ldots (1)$$

a primenjujući zakon održanja masenog broja, biće:

$$238 = 198 + x \cdot 4 - y \cdot 0 \ldots\ldots\ldots (2)$$

Rešavajući jednačine (1) i (2) dobija se za $x = 10$ i $y = 10$ a to znači da se vrši 10 α–raspada i 10 β–raspada.

536. Data je nuklearna reakcija:

$^{27}_{13}Al + {}^1_0n \rightarrow {}^A_ZX + {}^4_2He$.

Na osnovu jednakosti masenog broja pre i posle reakcije i naelektrisanja dobija se: $27 + 1 = A + 4$ i $13 + 0 = Z + 2$; Iz prve je-

dnačine sledi da je $A = 24$ a iz druge da je $Z = 11$, a nepoznati element je ${}^{24}_{11}X$, a to je natrijum ${}^{24}_{11}Na$. Nuklearna reakcija glasi

$${}^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He$$

537. Ajnštajnova jednačina za fotoefekat glasi: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$ gde je A–izlazni rad metala, $mv^2/2$–kinetička energija fotoelektrona. Da bi se u potpunosti zadržali elektroni koji izlaze sa površine metala, treba dovesti polje koje će izvršiti to zaustavljanje. Pri tome kinetička energija fotoelektrona $mv^2/2$ mora biti jednaka eU, gde je e–naelektrisanje elektrona a U–odgovarajući napon. Prema tome, dobija se:

$$h\nu_1 = A + eU_1 \quad \text{i} \quad h\nu_2 = A + eU_2$$

Rešavajući zajedno ove dve jednačine dobija se: $h = \frac{e(U_2 - U_1)}{\nu_2 - \nu_1}$;

Zamenom brojnih vrednosti sledi da je $h \approx \approx 6{,}6 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s$.

538. Tangencijalno ubrzanje elektrona je uslovljeno električnim poljem, odnosno silom kojom ono deluje na elektron. Po II Njutnovom zakonu je

$$ma_t = eE,$$

gde je m–masa elektrona, a_t–tangencijalno ubrzanje, a E–jačina električnog polja. Odavde je

$$a_t = \frac{eE}{m}.$$

Normalno ubrzanje je uslovljeno magnetskim poljem, odnosno kretanjem elektrona po krugu. To znači da postoji ravnoteža (jednakost intenziteta) sila: Lorencove (koja postoji zbog kretanja elektrona u magnetskom polju) i centrifugalne: $F_L = F_{cf}$, odnosno

$$evB = ma_n$$

Sledi $a_n = evB/m$, gde je v–brzina elektrona u trenutku njegovog ulaska u magnetsko polje. Ona se nalazi iz relacije za jednako–ubrzano kretanje

$$v = a_t t = \frac{eEt}{m}.$$

Ako se ovo zameni u izraz za normalno ubrzanje, dobija se

$$a_n = \frac{e^2 EBt}{m^2},$$

odnosno, količnik a_n/a_t iznosi

$$\frac{a_n}{a_t} = \frac{eBt}{m} = pBt = 3{,}52 \cdot 10^6,$$

gde je $p = e/m = 1{,}76 \cdot 10^{11}\ C/kg$–specifično naelektrisanje elektrona.

539. Posle uspostavljanja tražene brzine prstena, njegova kinetička energija se ne menja, a promena potencijalne energije je jednaka toplotnim gubicima u prstenu. Indukovana elektromotorna sila je jednaka

$$\epsilon = -\frac{s\phi}{st}$$

pri čemu je magnetski fluks

$$\phi = SB = \pi r^2 B_0 (1 + kh),$$

pa je

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = r^2 B_0 k \frac{\Delta h}{\Delta t}.$$

Kako $\Delta h/\Delta t$ definiše brzinu kretanja v to je indukovana *ems* jednaka

$$\epsilon = \pi r^2 B_0 k v,$$

a to znači da kroz prsten teče električna struja jačine

$$I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{\pi r^2 B_0 k v}{R}$$

Ako se posle uspostavljanja brzine v prsten spusti za visinu h, onda na osnovu zakona održanja energije sledi

$$mgh = I^2 Rt,$$

odnosno, s obzriom na relaciju $v = h/t$

$$mgv = I^2 R.$$

Sledi da je brzina tzv. stacionarnog kretanja prstena jednaka

$$v = \frac{I^2 R}{mg},$$

odnosno

$$v = \frac{mgR}{\pi^2 r^4 B_0^2 k^2} = 5{,}53 \cdot 10^4\ m/s.$$

540. Sudari tela m_2 sa telima m_1 i m_3 će trajati sve dotle dok njegova brzina ne bude manja (po intenzitetu) od brzine jednog od tela sa strane. Pošto je $m_2 \ll m_1$ i $m_2 \ll m_3$, to su u tom trenutku i impuls i energija ovog tela zanemarljivi u odnosu na impuls i energiju tela m_1 i m_3, što znači da se u jednačinama koje slede na osnovu zakona održanja impulsa i energije doprinos tela m_2 može da zanemari. Naravno, ovo važi samo posle prestanka sudara tela. Znači, mogu se pisati relacije

$$m_2 v = m_3 v_3 - m_1 v_1$$

$$m_2 \frac{v^2}{2} = \frac{1}{2}(m_1 v_1^2 + m_3 v_3^2),$$

gde su v_1 i v_3 – brzine tela m_1 i m_3 posle prestanka sudara. Rešavanjem ovih jednačina po v_1 i v_3 dobija se za brzinu tela m_1 relacija

$$v_1^2 + vv_1 \frac{2m_1 m_2}{m_1^2 + m_1 m_3} + v^2 \frac{m_2^2 - m_2 m_3}{m_1^2 + m_1 m_3} = 0$$

odnosno posle uzimanja u obzir da je $m_2 \ll m_1$ i $m_2 \ll m_3$

$$v_1^2 - v^2 \frac{m_2 m_3}{m_1^2 + m_1 m_3} = 0.$$

Iz nje sledi

$$v_1 = v\sqrt{m_2 m_3 (m_1^2 + m_1 m_3)}$$

Za brzinu v_3 se nalazi

$$v_3 = \frac{m_1}{m_3} v_1 = v\sqrt{m_1 m_2 (m_1 m_3 + m_3^2)}$$

541. Kada telo miruje rezultantna sila je jednaka nuli $Q - P - T = 0$. Kada se valjak pokrene, telo se kreće ubrzanjem a, tako da važi relacija $ma = Q - P - T'$, gde su Q–težina tela, P–sila potiska, a T i T'–sile zatezanja konca u prvom i drugom slučaju. Da bi vaga ostala u ravnoteži težinu tegova na drugom tasu treba promeniti za $\Delta Q = T' - T$, odnosno $\Delta Q = -ma$. Pošto je sila potiska jednaka $P = \rho_0 gV$, a $V = m/\rho$, to je

$$P = Q\frac{\rho_0}{\rho},$$

gde je ρ_0–gustina tečnosti, a ρ–gustina tela. Moment sile T' saopštava valjku ugaono ubrzanje α te je

$$T'r = I\alpha,$$

gde je $I = Mr^2/2$ – moment inercije valjka. Kako je još $\alpha = a/r$, to je

$$T' = aM/2.$$

Kada se ovaj izraz i izraz za silu potiska zamene u relaciju koja sledi iz II Njutnovog zakona pri kretanju tela dobija se

$$ma = Q - P - Ma/2,$$

odnosno

$$ma = Q\frac{1 - \rho_0/\rho}{1 + M/(2m)}.$$

Na kraju, sledi da je

$$Q = -mg\frac{1 - \rho_0/\rho}{1 + N/(2m)} = -3{,}924\ N,$$

što znači da sa drugog tasa treba skinuti (znak minus) tegove čija je težina 4,924 N, a masa 0,4 kg.

542. Zadatak je pogodnije rešavati, ako se sudar kuglice i kocke posmatra u koordinatnom sistemu vezanom za masivnu kocku (reč „masivna" je tehničkom greškom izostavljena iz teksta ovog zadatka objavljenog u MF–31–32). Pošto se brzina kocke prilikom sudara menja zanemarljivo malo, onda ovaj sistem koordinata može da se smatra inercijalnim. U njemu pre sudara kuglica ima brzinu $v_1 = v + u$, gde je $v = \sqrt{2gH}$–brzina kuglice u odnosu na nepokretni koordinatni sistem vezan za Zemlju. Pošto je udar kuglice o kocku apsolutno elastičan, to je njena brzina u pokretnom koordinatnom sistemu jednaka $v_1' = -v_1 = -(v+u)$. U koordinatnom sistemu vezanom za Zemlju brzina kuglice je $v_2 = v_1' - u = -(v+u) - u = -(v+2u)$, gde znak minus označava da će kuglica posle udara imati brzinu usmerenu vertikalno naviše. Prema tome, kuglica će posle udara odskočiti na visinu

$$h = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{(v+2u)^2}{2g} =$$

$$= \frac{(\sqrt{2gH} + 2u)^2}{2g} = 42{,}45\ m.$$

453. Energija veze po nukleonu f jednaka je odnosu energije veze B i masenog broja, odnosno broja nukleona A: $f = B/A$. Energija veze jednaka proizvodu defekta mase ΔM i brzine svetlosti na kvadrat c^2:

$$B(Z, N) = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_j) \cdot c^2$$

gde je $N = A - Z$ broj neutrona, Z–broj protona u jezgru. Znači, $f = [Zm_p + (A-Z)m_n - M_j] \cdot c^2/A = 6{,}9\ MeV/nukleonu = 1{,}1 \cdot 10^{-12}\ J/nukleonu$.

544. Izbacujući α–česticu jezgro atoma radona ${}_{86}Rn^{222}$ prelazi u jezgro rednog broja 84 a masenog broja 218, tj. u jezgro izotopa polonijuma ${}_{84}Po^{218}$: ${}_{84}Rn^{222} \rightarrow \alpha + {}_{84}Po^{218}$. Označimo sa $p_\alpha = mv_\alpha$ impuls emitovane α–čestice mase m i brzine v_α a sa $p_j = M_2 v_2$ impuls jezgra, dobijenog kao produkt raspada (jezgro izotopa polonijuma), mase M_2 i brzine v_2. Kako je radioaktivno jezgro atoma radona pre raspada bilo u stanju mirovanja, na osnovu zakona o održanju impulsa, sledi $\vec{p}_\alpha = -\vec{p}_j$ i $p_\alpha = p_j$ odakle je $v_2 = mv_\alpha/M_2$. Kinetička energija jezgra polonijuma iznosi:

$$E_j = M_2 v_2^2/2 = m^2 v_\alpha^2/2M_2 = mE_\alpha/M_2 = 0{,}101\ MeV = 1{,}62 \cdot 10^{-14}\ J.$$

545. Pri raspadu jezgra plutonijuma ${}_{94}Pu^{239}$ emitovana je jedna α–čestica pri čemu nastaje jezgro izotopa urana ${}_{92}U^{235}$:

$${}_{94}Pu^{239} \rightarrow \alpha + {}_{92}U^{235}\ .$$

Pri ovom raspadu oslobođena je energija jednaka zbiru kinetičke energije α–čestice E_α i kinetičke energije jezgra izotopa urana E_j : $E = E_\alpha + E_j$. Kako je $E_\alpha = mv_\alpha^2/2$ i $E_j = M_2 v_2^2/2$, gde su m i v_α masa i brzina α–čestice a M_2 i v_2 masa i brzina jezgra urana respektivno. Na osnovu zakona održanja impulsa sledi (pogledati zadatak 544): $E_j = m E_\alpha/M_2$ pa je ukupna oslobođena energija: $E = (1 + m/M_2) E_\alpha = 5{,}39\ MeV = 8{,}62 \cdot 10^{-13}\ J$.

546. Pri jednom α–raspadu jezgra polonijuma ${}_{84}Po^{210}$ oslobodi se energija jednaka zbiru kinetičkih energija α–čestice i produkta raspada (jezgro izotopa olova ${}_{82}Pb^{206}$) koji iznosi (pogledati zadatak 545):

$$E_1 = E_\alpha + E_j = (1 + m_1/M_2) E_\alpha\ .$$

Ukupna oslobođena količina toplote Q jednaka je ukupnoj energiji produkata N_α–raspada: $Q = E = N_\alpha E_1$ gde je

$$N_\alpha = N_0 - N_0\, 2^{-t/T} = N_0 (1 - 2^{-t/T})$$

broj raspadnutih jezgara za vreme t, N_0–početni broj jezgra a T–period poluraspada. Kako se početni broj jezgara odnosi prema Avogardovom broju N_a kao početna masa polonijuma prema atomskoj masi A, sledi: $N_0 = m_0 N_a/A$, pa je konačno

$$Q = E_1 \frac{m_0 N_a}{A}(1 - 2^{-t/T}) = (1 + \frac{m_1}{M_2}) E_\alpha \frac{m_0 N_a}{A}(1 - 2^{-t/T}) = 7{,}21 \cdot 10^8\ J.$$

547. Promena talasne dužine fotona pri rasejanju na nepokretnom elektronu (Komptonov efekt) definisana je izrazom: $\Delta\lambda = 2\lambda_k \sin^2 \frac{\theta}{2}$, gde je $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ razlika talasnih dužina fotona posle (λ_2) i pre rasejanja (λ_1), $\lambda_k = h/m_0 c = 2{,}42 \cdot 10^{-12}\ m$ tzv. komptomovska talasna dužina (h–Plankova konstanta, m_0–masa mirovanje elektrona, c–brzina svetlosti) a θ–ugao rasejanja fotona.

Na osnovu uslova koji je dat u zadatku, da je energija upadnog fotona ($E_f = hc/\lambda_1$) n–puta manja od energije mirovanja elektrona ($E_0 = m_0 c^2$), sledi: $\lambda_1 = nh/m_0 c = n\lambda_k$.

S druge strane, kako je ugao rasejanja fotona $\theta = 180^\circ$, sledi: $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 2\lambda_k$, tako da je $\lambda_2 = \lambda_1 + 2\lambda_k = n\lambda_k + 2\lambda_k = (n+2)\lambda_k$.

Na osnovu zakona održanja impulsa sledi:

$$p_e = p_{1f} - p_{2f} = h(\frac{1}{n\lambda_k} - \frac{1}{(n+2)\lambda_k}) = \frac{2h}{n(n+2)\lambda_k}$$

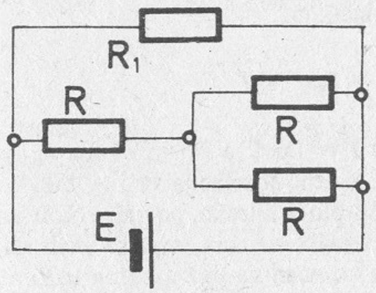
gde je $p_e = m_0 v_e$ – impuls elektrona, $p_{1f} = h/\lambda_{1f}$ – impuls fotona pre rasejanja a $p_{2f} = h/\lambda_{2f}$ – impuls fotona posle rasejanja, tako da brzina elektrona posle rasejanja fotona iznosi:

$$v_e = \frac{2h}{n(n+2)\lambda_k m_0} = \frac{2c}{n(n+2)} = 3{,}92 \cdot 10^{-4} \cdot c = 1{,}18 \cdot 10^5\ m/s.$$

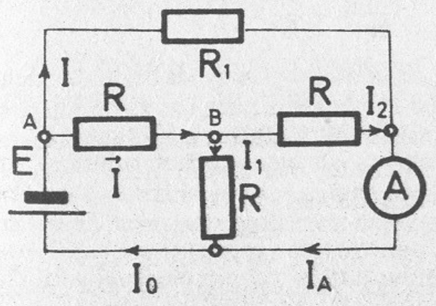
Kako je $v_e \ll c$ znači da je elektron nerelativistički tako da je opravdano što je u izrazu za impuls elektrona uzeta njegova masa emitovanja.

548. Prvo, treba da se odredi jačina struje koja protiče kroz izvor ems. To znači da treba odrediti ukupan otpor električnog kola. Pošto se otpori ampermetra i ems zanemarljivo mali, onda se početna šema električnog kola može tranformisati u oblik prikazan na slici 1. Tada je jačina struje kroz izvor $I_0 = E/R_0$, gde je

$$R_0 = \frac{R_1\, 1{,}5R}{R_1 + 1{,}5R} = 7{,}5\ \Omega.$$



Slika 10.



Slika 11.

Sledi $I_0 = 4A$. Dalje je, prema slici 2, jačina struje koja protiče kroz izvor jednaka zbiru jačine struje I_1 i jačine struje koja protiče kroz ampermetar I_A: $I_0 = I_1 + I_A$. Pored ovoga, u tački A jačina struje I_0 se deli na dve jednake vrednosti (otpori su jednaki $R_1 = 1{,}5R$) $I = 2A$. U tački B jačina struje I se deli na opet dve jednake vrednosti I_1 i I_2 od po $1A$. Znači, $I_1 = 1A$ na osnovu čega se dobija da jačina struje koja protiče kroz ampermetar iznosi

$$I_A = I_0 - I_1 = 3A.$$

549. Na osnovu Gausove teoreme, nije teško pokazati da je jačina električnog polja homogeno naelektrisane kugle poluprečnika R, na rastojanju $r \leqslant R$ data izrazom

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q'}{r^3}\vec{r} = \frac{\rho}{3\epsilon_0}\vec{r},$$

gde je ρ–zapreminska gustina naelektrisanja, $\vec{r}$–radijus vektor tačke u kojoj se traži električno polje, Q'–naelektrisanje unutar kugle poluprečnika r (postoji veza $Q'/r^3 = Q/R^3$, gde je Q–ukupno naelektrisanje kugle). Polje u šupljini može da se nađe kao vektorski zbir jačina električnog polja dve homogeno naelektrisane kugle (sl. 3).

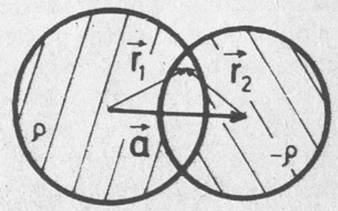
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{\rho}{3\epsilon_0}\vec{r}_1 + \frac{-\rho}{3\epsilon_0}\vec{r}_2 = \frac{\rho}{3\epsilon_0}(\vec{r}_1 - \vec{r}_2),$$

odnosno

$$\vec{E} = \frac{\rho}{3\epsilon_0}\vec{a},$$

gde je $\vec{a} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$. Znači, električno polje u šupljini je homogeno i usmereno duž vektora $\vec{a}$ i ima intenzitet

$$E = \frac{\rho}{3\epsilon_0} a = 2{,}26 \cdot 10^{-2}\ V/m.$$



Slika 12.

550. Energija koju telo emituje u jedinici vremena na temperaturi T je

$$J = a\sigma T^4 S,$$

gde je a–apsorpciona sposobnost tela, σ–Štefan-Bolcmanova konstanta, a T–apsolutna temperatura. Telo, s obzirom da je temperatura okoline $T_0 = 273 + t_0$ (K), apsorbuje u jedinici vremena energiju

$$J_0 = a\sigma T_0^4 S,$$

gde je S–površina tela. Odnos ovih dveju energija daje

$$\frac{J}{J_o} = (\frac{T}{T_o})^4,$$

odakle se dobija

$$T = T_o \sqrt{\frac{J}{J_o}} = 917\ K.$$

551. Koeficijent korisnog dejstva termodinamičkog sistema koji radi po Karnoovom ciklusu je dat relacijom

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

gde je T_1–temperatura grejača, a T_2–temperatura hladnjaka. Pošto je $T_1 = 273 + 260\ (K) = 533\ K$ i $T_2 = 273 + 15\ (K) = 288\ K$, to je $\eta = 0{,}4596$. Da bi se ovaj koeficijent korisnog dejstva povisio na vrednost $\eta_1 = 2\eta = 0{,}919$, treba temperaturu grejača povisiti na vrednost

$$T_1' = \frac{T_2}{1-\eta_1} = 3555\ K,$$

odnosno za $T = T_1' - T_1 = 3022\ K$.

552. Zahvaljujući pojavi unutrašnjeg trenja, na sloj vazduha koji se nalazi neposredno uz ploču deluje od strane pokretnih slojeva vazduha sila trenja. Pošto je ovaj sloj vazduha uz ploču skoro adsorbovan od nje, to se može uzeti da pomenuta sila trenja deluje i na samu ploču. Znači, ploča će biti nepokretna ako na nju deluje sila istog intenziteta kao sila trenja samo suprotnog smera

$$\vec{F} = -\vec{F}_{tr}.$$

Sila trenja se nalazi iz Njutnove relacije za relativno kretanje tela i viskoznog fluida

$$F_{tr} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta z} S,$$

gde je η–koeficijent viskoznosti fluida, $\Delta v/\Delta z$–promena brzine duž vertikale z (tzv. intenzitet gradijenta brzine duž z-ose), a S–površina ploče. Pošto je pritisak vazduha atmosferski, to je dužina slobodnog puta molekula mnogo manja od rastojanja h, pa se koeficijent viskoznosti može izraziti relacijom

$$\eta = \frac{1}{3} v_{sr} \lambda \cdot \rho =$$

$$= \frac{1}{3} \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi d^2 n} \frac{\mu n}{N_A},$$

gde je v_{sr}–srednja brzina toplotnog kretanja molekula, λ–srednja dužina slobodnog puta molekula, ρ–gustina vazduha, μ–molarna masa vazduha, a d–efektivni prečnik molekula. Očigledno je, da koeficijent viskoznosti zavisi samo od prirode gasa (efektivni prečnik molekula, molarna masa) i temperature. To znači, da je koeficijent viskoznosti u celom prostoru između ploče i pokretne trake konstantan i da je vrednost za date uslove vezana sa vrednošću η_o pri normalnim uslovima relacijom

$$\eta/\eta_o = \sqrt{T/T_o},$$

gde je $T = 300\ K$, a $T_o = 273\ K$.
Kako Njutnova relacija važi za bilo koji sloj, između ploče i trake, površine S, to na osnovu zakona očuvanja impulsa sledi da je sila trenja konstantna duž z-ose, a to znači da je $\Delta v/\Delta z = \text{const}$ i da se vrednost ove konstante može naći iz graničnih uslova

$$\frac{\Delta v}{\Delta z} = -\frac{v}{h},$$

gde znak minus ukazuje da brzina vazduha linearno opada duž z-ose i za $z = h$ ona postaje jednaka nuli. Koristeći poslednje dve relacije za intenzitet sile kojom treba delovati na ploču se dobija

$$F = F_{tr} = \eta_o \sqrt{\frac{T}{T_o}} \cdot \frac{v}{h} S = 1{,}07 \cdot 10^{-7}\ N.$$

553. Broj neraspadnutih jezgara atoma urana opada po zakonu $N_u = N_o\, 2^{-t/T}$, gde je $N_o = N_u + N_{Pb}$ početan broj jezgara atoma urana, koji je s druge strane jednak zbiru jezgara preostalih atoma urana N_u i nastalih raspadom jezgara atoma olova N_{Pb} u trenutku t posle formiranja minerala. Kako je $N_u = m_u N_a/A_u$ i $N_{Pb} = m_{Pb} N_a/A_{Pb}$, gde je N_o–avogadrov broj, A_{Pb} i A_u–atomske mase olova i urana a m_{Pb} i m_u–mase olova i urana u mineralu, i kako je $m_u = n\, m_{Pb}$ sledi:

$$t = T\, log\,(N_o/N_u)/log 2 =$$

$$= T\, log\,(1 + N_{Pb}/N_u)/log 2 =$$

$$= T\, log\,(1 + m_{Pb} A_u / m_u A_{Pb})/log 2 =$$

$$= T\, log\,(1 + A_u/nA_{Pb})/log 2 =$$

$$= 13 \cdot 10^6 \text{ godina}.$$

554. Izotop olova $_{82}Pb^{206}$ dobijen je α–raspadom jezgra izotopa polonijuma $_{84}Po^{210}$: $_{84}Po^{210} \rightarrow \alpha + {}_{82}Pb^{206}$.
Masa radioaktivnog jezgra polonijuma (m_x) jednaka je zbiru masa α–čestice (m) i mase jezgra datog izotopa olova (M) i mase koja odgovara ukupnoj kinetičkoj energiji produkata raspada ($\Delta E/c^2 = E_k/c^2$): $M_x = m + M + \Delta E/c^2$.
Kako je $E_k = E_{k\alpha} + E_{kM} = mv_\alpha^2/2 + Mv_M^2/2$ i $mv_\alpha = Mv_M$ sledi (pogledati zadatak 545): $E_{kM} = mE_{k\alpha}/M$ pa je

$$E_k = (1 + \frac{m}{M}) E_{k\alpha}$$

Konačno se dobija da je masa jezgra izotopa polonijuma $_{84}Po^{210}$

$$M_x = (M + m) + \frac{M + m}{Mc^2} E_k =$$

$$= (M + m)\,(1 + \frac{E_{k\alpha}}{Mc^2}) = 210.0483\ u =$$

$$= 3{,}4868 \cdot 10^{-25}\ kg.$$

555. Neka je $I_r = E/tS$ intenzitet zračenja na rastojanju r od tačkastog radioaktivnog izvora, gde je E–ukupna energija γ–fotona koji su u datom intervalu vremena t prošli kroz površinu S. Broj fotona N_S koji su u datom vremenu prošli kroz površinu S prema ukupnom broju emitovanih fotona odnosi se kao veličina date površine prema površini sfere poluprečnika r: $N_S/N = S/4\pi r^2$.

Energija koju su preneli fotoni kroz posmatranu površinu iznosi:

$$E = N_S E_\gamma = \frac{NS}{4\pi r^2} E_\gamma, \text{ gde je } E_\gamma\text{–energija jednog fotona. Znači intenzitet zračenja na rastojanju } r \text{ od izvora iznosi:}$$

$$I_r = \frac{E}{St} = \frac{N}{t} \cdot \frac{E_\gamma}{4\pi r^2} =$$

$$= A^* \frac{E_\gamma}{4\pi r^2}, \text{ gde je } A^* = \frac{N}{t} \text{ aktivnost}$$

datog izvora, tako da je $A^* = 4\pi r^2 I_r/E$. Kako je $A^* = \lambda N_o = (\ln 2)\, N_o/T = 0{,}693\, N_o/T$ i kako je $N_o = mN_a/A$, gde je N_a–avogadrov broj a A–atomarna masa, sledi da period poluraspada datog izotopa natrijuma iznosi:

$$T = \frac{0{,}693\, N_o}{A^*} = \frac{0{,}693\, mN_a}{A^* A} =$$

$$= \frac{0{,}693\, mN_a E}{4\pi r^2 I_r A} = 8{,}2 \cdot 10^7\ s =$$

$$= 2{,}6 \text{ god}$$

556. Intenzitet γ–zraka date energije pri prolazu kroz sloj vode debljine x linearnog koeficijenta apsorpcije μ slabi po zakonu

$$I = I_o e^{-\mu x} = I_o \cdot e^{-(\ln 2) x/d_{1/2}}.$$

Kako je u datom zadatku $x = m\, d_{1/2}$, sledi $I_o/I = e^{(\ln 2)m} = e^{0{,}693 \cdot m} = 128$.
S obzirom da pri prolazu γ–zraka kroz sloj vode debljine $x = d_1$ intenzitet zračenja opadne $I_o/I = n_1$ puta sledi $I_o/I = n_1 = e^{\mu d_1}$ odakle je $\mu = (log\ n_1)/d_1 log\ e = 6{,}0 \cdot 10^{-1}\ m$.
Maseni koeficijent apsorpcije iznosi $\mu_m = \mu/\rho = 6{,}0 \cdot 10^{-3}\ m^2/kg$. Na osnovu prethodnih rezultata sledi da vrednost poludebljine vode za γ–zračenje date energije iznosi $d_{1/2} = 0{,}693/\mu = 0{,}115\ m$.

557. Neka je $\vec{p}_{xo} = m_x \vec{v}_{xo}$ impuls nuklearne čestice pre elastičnog udara sa nepokretnim jezgrom atoma vodonika, sa $\vec{p}_x = m_x \vec{v}_x$ impuls date čestice posle rasejanja a sa $\vec{p}_j = m_j v_j$ impuls jezgra atoma vodonika posle interakcije sa datom česticom. Za elastičan sudar važi zakon održanja impulsa: $\vec{p}_{xo} = \vec{p}_x + \vec{p}_j$. Prethodna jednačina može da se razloži na dve skalarne jednačine razlažući impuls u pravcu prvobitnog kretanja čestice i nomalno na njega:

$$m_x v_x \sin\theta - m_j v_j \sin\theta = 0 \qquad (1)$$

$$m_x v_{xo} = m_x v_x \cos\theta + m_j v_j \cos\theta\,. \qquad (2)$$

Iz jednačine (1) sledi $v_j = m_x v_x/m_j$ (3)
pa smenom u jednačinu (2) se dobija:

$$v_{xo} = 2 v_x \cos\theta\,. \qquad (4)$$

Na osnovu zakona o održanju energije sledi:

$$E_{xo} = \frac{m_x v_{xo}^2}{2} = E_x + E_j =$$

$$= \frac{m_x v_j^2}{2} + \frac{m_j v_j^2}{2} . \qquad (5)$$

Smenom odgovarajućih veličina iz (3) i (4) u (5) dobija se da je masa date nuklearne čestice dva puta veća od mase jezgra vodonika:

$$m_x = m_j (4\cos^2\theta - 1) = 2 m_j$$

što znači da je data čestica jezgro atoma deuterijuma ${}_1H^2$. Odnos kinetičkih energija rasejanog jezgra atoma deuterijuma i jezgra uzmaklog atoma vodonika iznosi:

$E_x/E_j = m_x v_x^2 / m_j v_j^2$, što s obzirom na izraz (3) daje $E_x/E_j = m_j/m_x = 1/2$.

REŠENJE NAGRADNOG ZADATKA BR. 27.

(Zadatak je objavljen u „Mladom fizičaru", br. 30)

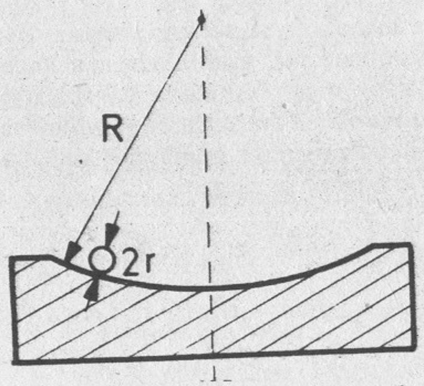
Prvo što treba uraditi je da se ogledalo postavi na horizontalnu podlogu (sl. 1), a zatim se na njega spusti metalna kuglica. Ako se ona spusti na ogledalo, ali tako da nije u najnižem položaju, kuglica, prepuštena sama sebi, počinje da se kreće. Ukoliko kuglica nema početnu brzinu, što je u eksperimentu relativno lako izvesti, ona se kreće po pravoj liniji oscilujući harmonijski oko najniže tačke (optički centar) ogledala.

Ako se kuglica po površini ogledala kreće bez kotrljanja, odnosno klizi po njoj, onda je njeno kretanje potpuno analogno kretanju (oscilovanju) matematičkog klatna čija je dužina $L = R - r$. Tada iz formule za period oscilovanja klatna dužine L

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{R-r}{g}},$$

može da se odredi poluprečnik krivine ogledala

$$R = \frac{gT^2}{\pi^2} + r$$



Period oscilovanja se određuje hronometrom tako što se odredi vreme t trajanja n (na primer $n = 10$) punih oscilacija, pa se ono podeli sa brojem n : $T = t/n$, dok nam je poluprečnik kuglice r poznat iz uslova zadatka.

Kuglica će da klizi po površini ogledala ukoliko je trenje između njih malo. Kotrljanje kuglice počinje ukoliko je trenje veće. Tada će opet kuglica da osciluje oko najniže tačke ogledala, ali će se period oscilovanja razlikovati od perioda oscilovanja u prvom slučaju. Određivanje perioda oscilovanja kuglice poluprečnika r po izdubljenoj sfernoj površini poluprečnika R, kada postoji kotrljanje, je stvar posebnog računskog zadatka, po težini u rangu zadataka koji se daju na republičkim takmičenjima za IV razred usmerenog obrazovanja, pa se zato ovde navodi samo konačan rezultat

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{7(R-r)}{5g}}.$$

Iz njega sledi da je poluprečnik krivine ogledala jednak

$$R = \frac{gT^2}{5{,}6\pi^2} + r,$$

a određuje se na isti način, kao i u prvom slučaju, određivanjem perioda harmonijskog oscilovanja pomoću hronometra.

U većini slučajeva, poslednji rezultat se ne slaže sa pravom vrednošću poluprečnika krivine, čak postoje i znatnija odstupanja. To se objašnjava činjenicom da trenje (ovde nije predočena vrednost koeficijenta trenja) koje dovodi do kotrljanja kuglice uslovljava i amortizovanje harmonijskih oscilacija; nastaje prigušenje istih, što ima za posledicu da se kuglica posle nekog vremena od početka kretanja zaustavlja na dnu ogledala. Prema tome, eksperimentalno određivanje poluprečnika krivine ovim „metodom" je ograničeno na veoma male vrednosti koeficijenta trenja između kuglice i površine ogledala, odnosno na trenje koje omogućava da kuglica dovoljno dugo „harmonijski" osciluje (ili klizi ili se kotrlja) oko optičkog centra ogledala.

Mr J. Dojčilović

REŠENJA ZADATAKA SA XIX SAVEZNOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE ZA UČENIKE SREDNJIH ŠKOLA

(Zadaci su objavljeni u „Mladom fizičaru", br. 30)

A. GRUPA

1. Tačka u kojoj su intenziteti sila gravitacionog privlačenja Zemlje i Meseca isti se nalazi iz relacije

$$\gamma\frac{M_z m}{x^2} = \gamma\frac{M_m m}{(60R-x)^2},$$

odnosno

$$\frac{M_z}{M_m} = \frac{x^2}{(60R-x)^2}$$

pa se dobija da je $x = 54R$, gde je R-poluprečnik Zemlje, a x-rastojanje tražene tačke od centra Zemlje (sl. 1). Potencijalna energija tela je jednaka zbiru potencijalnih energija koje potiču i od prisustva Zemlje i Meseca.

$$U = U_z + U_m = -\gamma\frac{M_z m}{x} - \frac{\gamma M_m m}{60R-x},$$

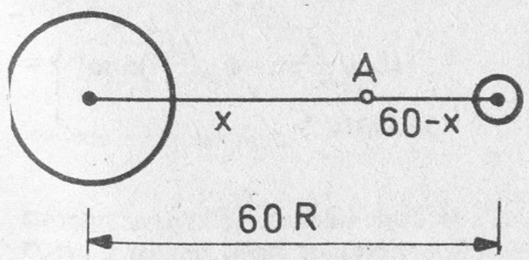
ili u drugim konstantama

$$U = -\frac{gR^2 m}{x} - \frac{gR^2 m}{81(60R-x)},$$

gde je g – ubrzanje Zemljine teže na njenoj površini. Za kretanje tela u gravitacionom polju važi zakon održanja energije (energija po površini Zemlje je jednaka energiji na proizvoljnom rastojanju od nje):

$$\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{gR^2 m}{R} - \frac{gR^2 m}{81(60R-R)} =$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{gR^2 m}{x} - \frac{gR^2 m}{81(60R-x)}$$



sl. 1.

Kako je $v=0$, onda se iz ove relacije dobija da brzina kojom telo treba izbaciti sa površine Zemlje iznosi

$$v_0 = \sqrt{2gR\left(1 + \frac{1}{81\cdot 59} - \frac{1}{54} - \frac{1}{81\cdot 6}\right)} =$$

$$= 11.06\ km/s.$$

2. Kugla A se kreće duž vertikalne ose po zakonu: $y = h - \frac{1}{2}gt^2$,

a po x-osi $x = Vt$, gde je V – njena brzina posle sudara. U trenutku udara u podlogu je $x=d$, $y=0$, pa sledi $h = gt^2/2$, odnosno vreme padanja kugle A je $t = \sqrt{2h/g}$. Tada je $d = V\sqrt{2h/g}$, odnosno $V = d\sqrt{g/2h} = 70{,}8\ m/s$. Zakon održanja količine kretanja daje relaciju

$$mv_0 = mv + MV,$$

gde je m – masa kuglice, M – masa kugle, a v_0 i v – brzine kuglice pre i posle sudara. Iz nje se dobija da brzina kuglice posle sudara iznosi

$$v = \frac{mv_0 - MV}{m} = 45{,}85\ m/s.$$

Neka je d_1 udaljenost mesta udara kuglice o podlogu od podnožja stuba. Tada je

$$d_1 = vt = v\sqrt{2h/g} = 55\ m,$$

jer kuglica B nema početnu brzinu duž vertikale. Na kraju, za traženo rastojanje između mesta udara o podlogu se dobija

$$L = d - d_1 = 30\ m.$$

Zakon održanja ukupne energije daje

$$E_{k0} = E_k + E_{k1} + Q,$$

gde je E_{k0} i E_k – kinetička energija kuglice pre i posle sudara sa kuglom, E_{k1} – kinetička energija kugle posle sudara, a Q – izdvo-

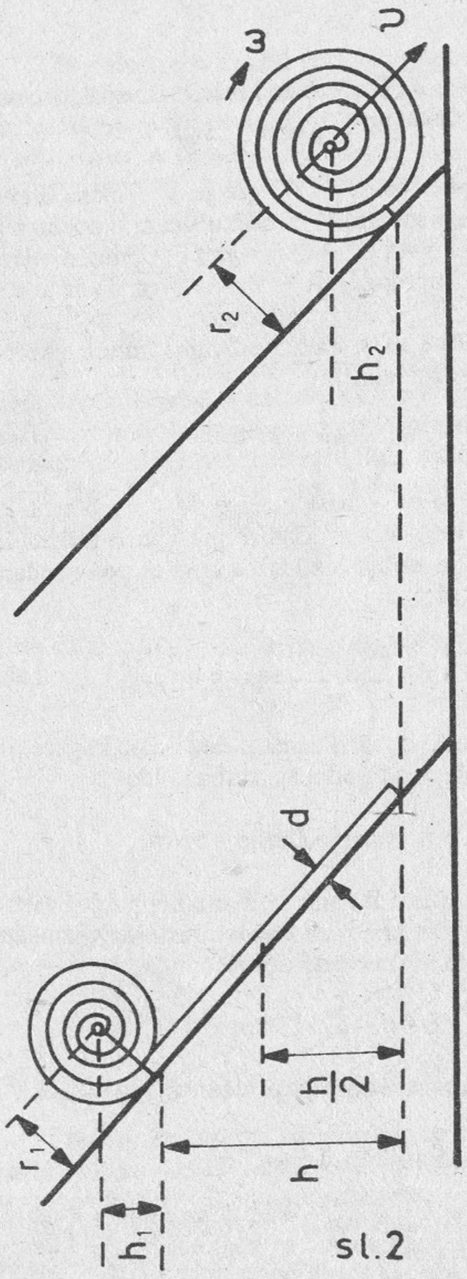
jena količina toplote. Iz poslednje relacije sledi:

$$Q = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}MV^2 = 1328\,J.$$

Znači, sudar nije bio potpuno elastičan, pa zato i nema očuvanja kinetičke energije.

3. Površina bočnog dela tepiha koji je namotan je jednaka površini istog dela tepiha pre namotavanja (sl. 2)

$$\pi r_1^2 = L_1 d,$$



sl.2

odakle sledi $r_1 = \sqrt{L_1 d/\pi}$

Isto tako je $r_2 = \sqrt{Ld/\pi}$

Za kretanje tepiha važi zakon o očuvanju mehaničke energije. Na početku tepih je imao samo potencijalnu energiju:

$$E_{p1} = m_1 g(h_1 + h) + (m - m_1)gh/2,$$

gde je m_1 – masa namotanog dela tepiha, a m – celokupna masa. Pored ovoga je $(L - L_1)\sin\alpha = h$, $h_1 = r_1\cos\alpha$ i $h_2 = r_2\cos\alpha$. Na kraju namotavanja tepih ima potencijalnu i kinetičku energiju

$$E_{p2} = mgh_2$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2,$$

gde je $I = \frac{1}{2}mr_2^2$ – moment inercije namotanog tepiha u odnosu na osu koja je normalna na ravan slike i prolazi kroz centar mase, a $\omega = v/r_2$ – ugaona brzina namotanog tepiha u trenutku kada je namotavanje završeno. Kako je još $m = Lad\rho$ i $m_1 = L_1 ad\rho$, gde je a – širina tepiha, a ρ – njegova gustina, to zakon o očuvanju mehaničke energije daje

$$E_{p1} = E_{p2} + E_k,$$

odnosno

$$L_1 g[(L - L_1)\sin\alpha + r_1\cos\alpha] +$$
$$+ (L - L_1)g\frac{1}{2}(L - L_1)\sin\alpha =$$
$$= Lgr_2\cos\alpha + \frac{3}{4}Lv^2.$$

Odavde se dobija da je tražena brzina tepiha jednaka

$$v = \left\{ \frac{4g}{3L}\left[\frac{L^2 - L_1^2}{2}\sin\alpha + \right.\right.$$
$$\left.\left. + (L_1\sqrt{\frac{dL_1}{\pi}} - L\sqrt{\frac{dL}{\pi}})\cos\alpha\right]\right\}^{1/2} =$$
$$= 3{,}45\ m/s.$$

4. Posle oslobađanja klipova i uspostavljanja ravnotežnog stanja pritisak u pregradama se izjednači, pa je $p_1' = p_2' = p_3' = p$. Pošto je još proces i izoterman važe relacije

$$p_1 V_1 = p_1' V_1' = pV_1'$$
$$p_2 V_2 = p_2' V_2' = pV_2'$$
$$p_3 V_3 = p_3' V_3' = pV_3'.$$

Pored ovog ukupna zapremina sistema se nije promenila, pa je

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_1' + V_2' + V_3'.$$

Iz poslednje četiri relacije sledi

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$V_1' = p_1 V_1 \frac{V_1 + V_2 + V_3}{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3} =$$
$$= p_1 V_1 K$$
$$V_2' = p_2 V_2 K, \quad V_3' = p_3 V_3 K.$$

5. U početnom trenutku jednačina stanja gasa je

$$p_{A0} V_A = nRT_{A0},$$

odakle sledi da je broj molova jednak

$$n = P_{A0} V_A / RT_{A0}$$

Kada se ceo sistem zagreje do temperature T_1 u sudovima A i B važe jednačine stanja gasa

$$p_A V_A = n_A RT_1$$
$$p_B V_B = n_B RT_1.$$

Razlika pritiska $\Delta p = 1{,}2 \cdot 10^5\,Pa$ je jednaka $p_B - p_A$. Kada se ovo zameni u prethodnu relaciju dobija se

$$p_A V_A = n_A RT_1$$
$$p_A V_B - \Delta pV_B = n_B RT_1,$$

odnosno, posle sabiranja

$$p_A(V_A + V_B) - \Delta pV_B = RT_1(n_A + n_B).$$

Uzimajući u obzir da je $n_A + n_B = n$, dobija se da je pritisak u posudi A jednak

$$p_A = \frac{RT_1 \frac{p_{A0}V_A}{RT_{A0}} + \Delta pV_B}{V_A + V_B} =$$

$$= \frac{p_{A0}V_A T_1 + \Delta pV_B T_{A0}}{T_{A0}(V_A + V_B)} = 1{,}38\ 10^5\,Pa.$$

Za posudu B pritisak iznosi

$$p_B = p_A - \Delta p = 18\ kPa.$$

B. GRUPA

1. Brzina kugle neposredno pred prvi udar o tas je $v_0 = \sqrt{2gH_0}$. Za ovaj prvi udar, na osnovu zakona održanja mehaničke energije i količine kretanja, važi

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1 + \frac{3}{2}mv_2^2.$$

$$mv_0 = mv_1 + 3mv_2.$$

Iz ovih relacija, rešavanjem po brzinama v_1 i v_2 (brzine kugle i tasa posle prvog udara), dobija se da je $v_1 = -v_0/2$ i $v_2 = v_0/2$. Znak minus ukazuje na činjenicu da kugla posle sudara menja smer kretanja, odnosno kreće se vertikalno naviše. Posle udara tas sa oprugom počinje harmonijski da osciluje sa periodom

$$T = 2\pi\sqrt{3m/k}.$$

Njegova maksimalna brzina je vezana sa učestanošću oscilovanja relacijom $v_2 = A\omega$, odakle se za amplitudu oscilovanja A dobija

$$A = \frac{v_2}{\omega} = v_2 \cdot \frac{T}{2\pi} = v_2\sqrt{3\,m/k}.$$

Visina na koju se penje kugla posle prvog udara je $H = v_1^2/2g$, a njena brzina neposredno pred drugi udar o tas je

$$v_1' = \sqrt{2g(H - A)}.$$

Kao i u prvom slučaju, brzine kugle i tasa posle drugog sudara (i ovde tas miruje kao pri prvom sudaru, jer se u trenutku udara nalazi u amplitudnom gornjem položaju, sl. 3) su $v_1'' = -v_1'/2$ i $v_2'' = v_1'/2$. Prema tome, tra-

žena visina H_x se može naći iz relacije

$$H_x = \frac{v_1''^2}{2g} + A = \frac{1}{4}(\frac{1}{4}H_0 - A) + A =$$

$$= \frac{1}{16}H_0 + \frac{3}{4}A,$$

ako se zna amplituda oscilovanja tasa. Da bi se ona odredila koristi se i činjenica da je između dva udara kugle o tas proteklo $3T/4$ vremena. S druge strane, ovo vreme je jednako zbiru vremena spuštanja i penjanja posle prvog do drugog sudara, odnosno

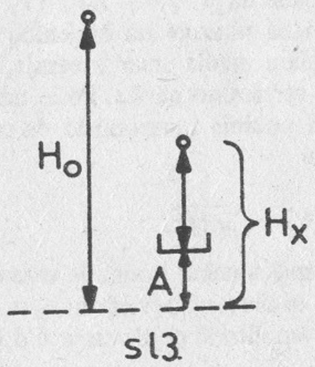
$$t = \frac{v_1}{g} + \frac{v_1'}{g} = \frac{3}{4}T.$$

Uzimajući u obzir ovu relaciju i relaciju vezanu za amplitudu oscilovanja, dolazi se do izraza

$$A = (3\pi - 2)\, 2H_0/9\pi^2$$

koji kada se zameni u relaciju za nepoznatu visinu H_x, do koje odskače kugla posle drugog udara o tas, daje

$$H_x = H_0(\frac{1}{16} + \frac{1}{6}\,\frac{3\pi - 2}{\pi^2}) = 1{,}88\ m.$$



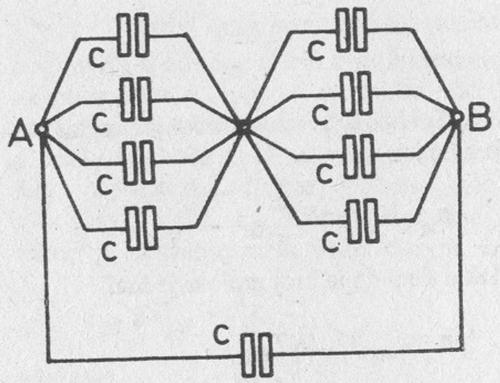
sl3.

2. Kako su kondenzatori identični (jednaki kapaciteti i isti oblik kondenzatora) i kako je kontura simetrična, to su potencijali u tačkama A_1, A_2, A_3 i A_4 jednaki. To znači da se kondenzatori A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4 i A_4A_1 mogu izbaciti iz razmatranja pošto ne doprinose ukupnom kapacitetu konture. Ekvivalentna šema bez ovih kondenzatora je prikazana na slici 4a. Ako se sa C označi kapacitet svakog kondenzatora u vazduhu, onda je ekvivalentni kapacitet cele konture u vazduhu jednak

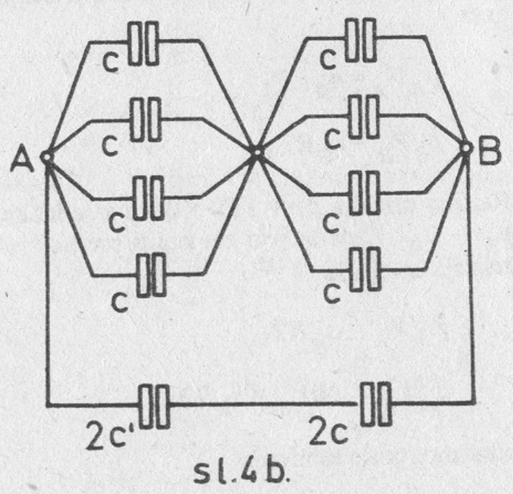
$$C_0 = \frac{1}{\frac{1}{C} + \frac{1}{C}} \cdot 4 + C = 3C.$$

Za kapacitet jednog kondenzatora u vazduhu se dobija $C = C_0/3 = 4\ pF$. Ako se baterije kondenzatora potopi u dielektrik do ravni $A_1A_2A_3A_4$ (i ovde su tačke A_1, A_2, A_3 i A_4 na istom potencijalu, pa se isti kondenzatori kao gore mogu izbaciti iz razmatranja; ekvivalentna šema je data na slici 4b), onda je kapacitet kondenzatora AA_1, AA_2, AA_3 i AA_4 uvećan ϵ_r, odnosno dva puta ($\epsilon_r = 2$): $C' = 2C$. Dalje, kondenzator AB se može posmatrati kao redna veza dva kondenzatora, pa je njegov kapacitet jednak

$$C' = \frac{1}{\frac{1}{2C} + \frac{1}{\epsilon_r 2C}} = \frac{4}{3}C$$



sl.4a.



sl.4b.

Kao i u prvom slučaju ukupni kapacitet konture je jednak

$$C_1 = \frac{1}{\frac{1}{C'} + \frac{1}{C}} \cdot 4 + C' = 4C = \frac{4}{3}C_0 = 16\ pF.$$

3. Aktivna snaga koja se razvije na zavojnici je jednaka

$$P_1 = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi = UI\cos\varphi,$$

gde je efektivna vrednost jačine struje $I = U/Z_1$, $Z_1 = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$

a $\cos\varphi = R/Z_1$.

Dalje je

$$P_1 = U^2 R/Z_1\ . \qquad (1)$$

Kada se u kolo priključi i kondenzator kapaciteta C i uzme u obzir uslov maksimalne snage (maksimalnoj snazi odgovara maksimalna vrednost efektivne struje, odnosno minimalna vrednost modula impedance $Z_2 = \sqrt{R^2 + (L\omega - 1/C\omega)^2}$) dobija se

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0,$$

odnosno $Z_2 = R$. Sada je aktivna snaga jednaka $P_2 = U^2/R$, pa se za otpor R dobija izraz

$$R = \frac{U^2}{P_2},$$

koji kada se zameni u relaciju (1) daje

$$P_1 = U^4/P_2 Z_1^2,$$

odnosno

$$Z_1 = U^2/\sqrt{P_1 P_2}\ . \qquad (2)$$

Iz izraza za Z_1 dobijenog na početku , za induktivitet zavojnice dobija se :

$$L = \sqrt{\frac{Z_1^2 - R^2}{\omega}},$$

a kada se u ovaj izraz zameni izraz $R = U^2/P_2$ i relacija (2) i uzme u obzir da je $\omega = 2\pi f$, induktivitet zavojnici iznosi

$$L = \frac{U^2}{2\pi f P_2}\ \sqrt{\frac{P_2 - P_1}{P_1}}$$

4. Sila koja deluje na svakog nosioca naelektrisanja je data izrazom $F = qvB$. Kretanje naelektrisanja je ubrzano sve do trenutka, kada se intenziteti Lorencove sile i sile kojom električno polje deluje na njih ne izjednače, posle čega kretanje postaje uniformno sa brzinom v. Intenzitet sile kojom polje deluje na naelektrisanje je $F = qE$, pa sledi da je $E = vB$, gde je E jačina električnog polja. Elektromotorna sila između ploča kondenzatora je $\epsilon = Ed = vBd$. Znači, kondenzator sa ovim dielektrikom se ponaša kao izvor napona. Unutrašnji otpor ovog izvora je $r = \rho d/S$. Kada se na sistem priključi otpor R, jačina struje u kolu je $I = \epsilon/(r + R)$

a razvijena snaga na potrošaču (otpor R) iznosi $P = RI^2$,

odnosno

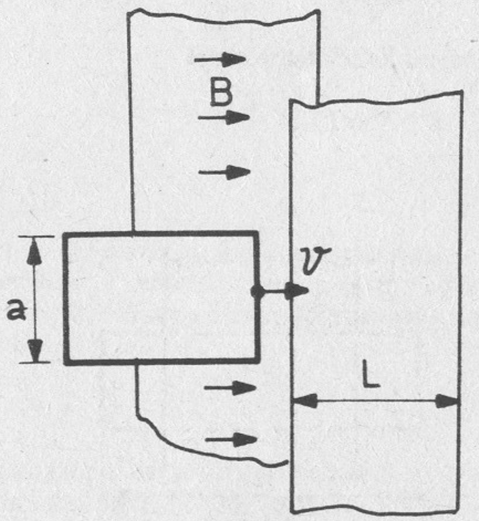
$$P = \frac{R B^2 d^2 v^2}{(\rho \frac{d}{S} + R)^2}.$$

5. a) Snaga koja se izdvoji u ramu prilikom njegovog prolaska između polova magneta je $P = \epsilon^2/R$, gde je $\epsilon = Bav$ – indukovana elektromotorna sila, a $R = 4a\rho$ – ukupan otpor rama (sl. 5a). Dakle za snagu (energija u jedinici vremena) se dobija

$$P = \frac{B^2 a^2 v^2}{4a\rho} = \frac{B^2 v^2 a}{4\rho}.$$

Energija koja se pretvori u toplotu u ovom slučaju je

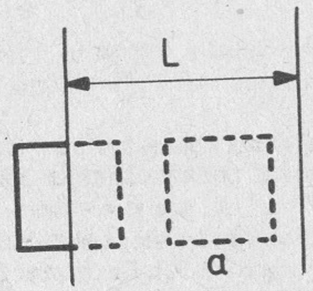
$$E = Pt = \frac{B^2 v^2 a}{4\rho}\ t,$$



sl.5a.

gde je t – vreme proticanja struje kroz ram, odnosno vreme postojanja elektromotorne sile ($\epsilon \neq 0$). Kada se ram nalazi između polova, nema promene magnetskog fluksa i tada je $\epsilon = 0$ (sl. 5b). Fluks se menja samo dok se jedna od vertikalnih strana rama nalazi izvan magnetskih polova. Pošto se ram kreće ravnomerno brzinom v, to je vreme za koje je indukovana elektromotorna sila različita od nule, odnos – vreme za koje postoji promena fluksa jednako $t = 2a/v$.

Izdvojena količina toplote, izdvojena u provodniku od koga je ram napravljen, sada iznosi $E = B^2a^2v/2\rho$.



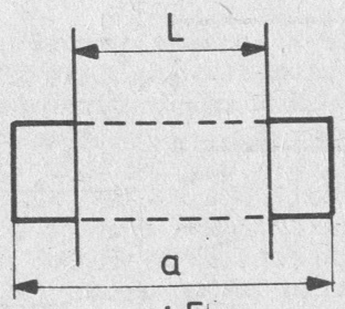
sl.5b.

b) U ovom slučaju fluks magnetskog polja se menja za sve vreme dok je deo površine rama između polova magneta, a deo van (sl. 5c). To znači da se u ramu indukuje elektromotorna sila na putu dužine $2L$, a koji ovaj pređe za vreme

$$t = 2L/v.$$

Izdvojena količina toplote je

$$E = B^2vaL/2\rho$$



sl.5c

C. GRUPA

1. Ako se jedna ribica nalazi u osenčenom delu akvarijuma (sl. 6), posmatrač će da vidi dve ribice (od jedne koliko je predpostavljeno da ih ima unutra), zato što svetlost dolazi do njegovog oka kroz dve bočne strane. Kako je maksimalan broj ribica koje posmatrač može da vidi četiri, onda se u akvarijumu nalaze dve ribice.

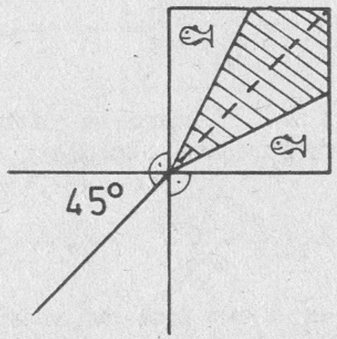
Ako se obe nalaze u osenčenom delu akvarijuma, tada posmatrač vidi četiri ribice. Ako se jedna nalazi u osenčenom, a druga u neosenčenom delu, onda posmatrač vidi tri ribice. I na kraju, ako se obe ribice nalaze u neosenčenom delu, posmatrač vidi dve ribice i to je ujedno i najmanji broj ribica koje može videti.

Površina horizontalnog preseka neosenčenog dela akvarijuma je

$$P_1 = 2\frac{1}{2}a^2 tg\alpha = a^2 tg\alpha,$$

gde je α – prelomni ugao koji ide od posmatrača ka vertikalnoj ivici akvarijuma (upadni ugao je 45°), a koji se može izračunati iz zakona prelamanja svetlosti

$$\frac{sin45^\circ}{sin\alpha} = n,$$



sl.6.

tako da se dobija da je $\alpha = 32^\circ$. Površina preseka osenčenog dela je $P_1 = 0{,}625\ a^2$, a zapremina osenčenog dela akvarijuma je $V_1 = 0{,}625 \cdot a^3$. Na osnovu ovoga sledi da je površina horizontalnog preseka i zapremina neosenčenog dela akvarijuma jednaka $P_2 = 0{,}375\ a^2$ i $V_2 = 0{,}375\ a^3$.

Relativna učestanost događaja da posmatrač vidi dve ribice, odnosno da se dve ribice nalaze u neosenčenom delu je

$$f(2) = (\frac{V_1}{a^3})^2 = 0{,}39;$$

učestanost događaja da posmatrač vidi tri ribice je

$$f(3) = \frac{2V_1V_2}{a^3a^3} = 0{,}47,$$

a relativna učestanost događaja da se obe ribice nalaze u osenčenom delu, odnosno da posmatrač vidi četiri ribice je

$$f(4) = (\frac{V_2}{a^3})^2 = 0{,}14.$$

2. Sa slike 7a se vidi da je $sin\alpha = h/R$ i $tg\gamma = h/d$, odnosno uzimajući u obzir da su svi uglovi u ovom slučaju mali $\alpha \cong h/R$ i $\gamma \cong h/d$. Isto tako, zakon prelamanja $sin\alpha/sin\beta = 1/n$ dobija oblik $\alpha/\beta \cong 1/n$. Pored ovog između uslova α, β i γ važi relacija

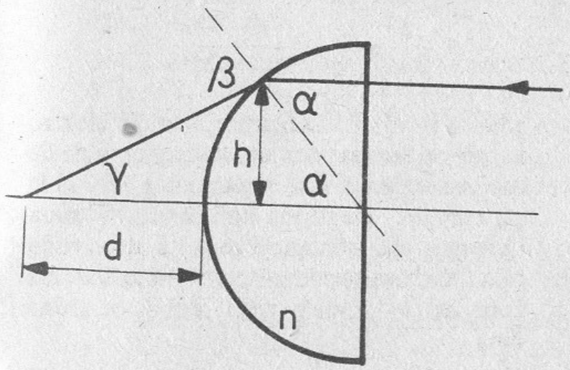
$$\beta = \gamma + \alpha$$

koja posle deobe sa α daje $\beta/\alpha = \gamma/\alpha + 1$,

odnosno $n = R/d + 1$

Za udaljenost lika svetlosnog izvora od temena sferne površine polukugle se dobija

$$d = R/(n-1).$$



sl.7a

Prolaz paralelnog uskog snopa svetlosti kroz staklenu poluloptu, kada se ona okrene za 180° u odnosu na prethodni slučaj, je prikazan na slici 7b. Kao i u prvom slučaju sa slike se vidi da je $sin\alpha = h/R$, $tg\gamma = h/(R+f')$, $tg\delta = h'/f$ i $tg\gamma = h'/f'$, odnosno uz aproksimaciju koja važi za male uglove važi $\alpha = h/R$, $\gamma = h/(R+f')$, $\delta = h'/f$ i $\gamma = h'/f'$. Pored ovoga zakoni prelamanja na sfernoj i ravnoj površini sočiva daju $sin\alpha/sin\beta = n$ i $sin\gamma/sin\delta = 1/n$, odnosno $\alpha/\beta = n$ i $\gamma/\delta = 1/n$. Isto tako važi relacija $\alpha = \gamma + \beta$, koja kada se podeli sa α dobija oblik

$$1 = \gamma/\alpha + \beta/\alpha,$$

odnosno $1 = R/(R+f') + 1/n.$

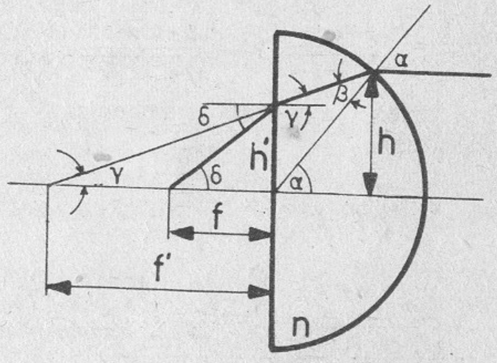
Iz ove relacije za dužinu f' se dobija

$$f' = R/(n-1) = d$$

da je ona jednaka udaljenosti lika svetlosnog izvora od temena sferne površine staklene polukugle u prvom slučaju. Visina h' se može naći iz dveju relacija $h' = ftg\delta = f'tg\gamma$, odnosno $h' = f\delta = f'\gamma$ iz kojih sledi i odnos $f/f' = 1/n$. Na kraju, tražena udaljenost f iznosi

$$f = f'/n = d/n,$$

n puta manje od iste udaljenosti u prvom slučaju.



sl.7b.

3. Energija, koju astronaut mora da emituje u jedinici vremena je $P = Q/t = 185\ W$. Primena Štefan-Bolcmanovog zakona

$$j = \frac{P}{S} = \sigma T_0^4$$

omogućava da se odredi spoljašnja temperatura skafandra T_0. Ona iznosi

$$T_0 = \sqrt[4]{\frac{P}{S\sigma}} = 201\ K.$$

Gore pomenuta energija u jedinici vremena mora proći kroz skafander, jer bi se u protivnom u njegovoj unutrašnjosti promenila temperatura. Znači važi relacija

$$P = S\lambda\,(T-T_0)/d,$$

gde je λ – koeficijent toplotne provodljivosti materijala od koga je odelo kosmonauta (skafander) napravljeno, T – temperatura u unutrašnjosti skafandra, a d – njegova debljina koja se traži u zadatku. Iz poslednje relacije, za ovu debljinu se dobija

$$d = \frac{S\lambda(T-T_0)}{P} = 0{,}03\ m = 3\ cm.$$

4. Neka je S nepokretan, a S' i S'' pokretni referentni sistemi koji se kreću brzinama v i $-v$ u odnosu na S (sl. 8). Tada postoje sledeće veze između koordinate x i vremena u pokretnom i nepokretnom sistemu

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}},\quad t' = \frac{t - xv/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}},$$

$$x = \frac{x'-vt'}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad \text{i} \quad t = \frac{t'-x'v/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

Veza između koordinata u sistemima S' i S'' je sledeća

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}} =$$

$$= \frac{\dfrac{x''-vt''}{\sqrt{1-v^2/c^2}} - v\dfrac{t''-x''v/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}}{\sqrt{1-v^2/c^2}} =$$

$$= \frac{(1+v^2/c^2)x''-2vt''}{1-v^2/c^2}.$$

Razlika dveju koordinata u sistemu S', koje odgovaraju krajevima lenjira: $x'_2-x'_1 = L_0$ je na osnovu poslednje relacije

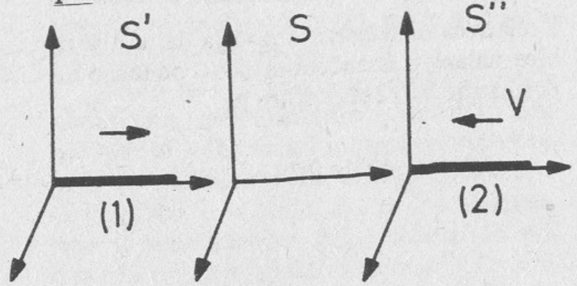
$$x'_2-x'_1 = \frac{(1+v^2/c^2)(x''_2-x''_1)-2v(t''_2-t''_1)}{1-v^2/c^2}$$

Kako još posmatrač u S'' sa svog stanovišta istovremeno vidi (fiksira) oba kraja lenjira u S', to je $t''_2-t''_1=0$, pa sledi da je

$$L_0 = \frac{(1+v^2/c^2)L}{1-v^2/c^2},$$

odnosno $$L = \frac{(1-v^2/c^2)L_0}{1+v^2/c^2}.$$

Ovo je dobijeni rezultat koji važi za dužinu lenjira u sistemu S', a koji se vidi iz sistema S''. Isti rezultat se dobija i kada posmatrač promeni mesto, odnosno kada iz sistema S'' pređe u sistem S'.



sl.8

5. Impuls elektrona je određen odnosom Plankove konstante i njegove talasne dužine $p = h/\lambda$, a kinetička energija relacijom

$$E = \frac{p^2}{2m} = \frac{h^2}{2m\lambda^2}.$$

Ako se primeni zakon održanja energije na ceo sistem, onda se dobija jednačina

$$\frac{h^2}{2m\lambda_0^2} = hRc\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right) +$$

$$+ \frac{h^2}{2m\lambda^2} + \frac{h^2}{2m(\lambda_0+\Delta\lambda)^2}$$

gde na levoj strani figuriše energija elektrona pre sudara sa atomom vodonika, a na desnoj energija atoma vodonika posle sudara, energija elektrona koji je izazvao sudar i energija elektrona koji napušta atom vodonika. Kada se gornja relacija pomnoži sa izrazom $2m/h^2$ i malo sredi, dobija se jednačina

$$\frac{1}{\lambda_0^2} = \frac{2mRc}{h} + \frac{2}{4\lambda_0^2}$$

iz koje sledi da je talasna dužina elektrona pre njegovog sudara sa atomom vodonika jednaka

$$\lambda_0 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{h}{mRc}} = 2{,}3\cdot10^{-10}\,m.$$

Pripremio: mr J. Dojčilović

PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 30 DOSTAVILI SU:

1. OŠ „Miodrag Čajetinac Čajka", Trstenik (nastavnik fizike Vojislav Lazarević): Bradić Goran 453, 454, 456, 457, 458, 459, 460, 462; Radović Milorad 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460; Milošević Momčilo 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462; Ilijev Biljana 453, 454, 455, 456, 457, 459, 460, 462; Ristić Marija 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 462, 463, 465, 466; Glišić Ljiljana 453, 454, 455, 456, 457, 459, 461, 462; Ilić Goran 453, 454, 455, 456, 457, 459, 460, 461, 462; Brašić Vesna 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 462, 463, 464, 465, 466; Vuković Saša 453, 454, 455, 456, 457; Jakovljević Aleksandar 453, 454, 455, 456, 457; Urošević Sonja 453, 454, 456, 458, 459; Bradić Goran 419, 420, 421; Mijailović Milan 458, 459, 460; Iričanin Slađana 453, 454, 455; Dojčinović Zorica 456.
2. OŠ „Karađorđe", Topola (nastavnik fizike Milomir Mladenović): Taranović Olivera 458, 459, 460, 461, 462; Jelić Tatjana 458, 459, 460, 461, 462; Arsić Damjan 458, 459, 460, 461, 462; Đurić Mila 458, 459, 460, 461, 462; Anđelković Aleksandra 425, 426, 427; Đurić Mila 425, 426; Hajder Pade 425; Marinković Branka 425; Jakovljević Viktor 425.
3. **OŠ „Josif Pančić"**, Baljevac na Ibru (nastavnik fizike Milan Zdravković): Jemuović Zorica 453, 454, 455, 456, 457; Šaptović Slađana 453, 454, 455, 456, 457; Jovanović Jela 453, 454, 455, 456, 457; Ristović Ružica 453, 454, 455, 456, 457; Ivković Snežana 419, 420, 421, 422.
4. OŠ „Stevan Čolović", Arilje (nastavnik fizike Momir Vuković): Bošnjaković Nada 418, 419, 420, 421, 422; Stojadinović Dragana 418, 419, 420, 422; Milićević Ivana 418, 419, 420, 421, 422; Vulović Sonja 419, 422; Blagojević Slavica 419, 422; Varagić Marija 418, 419, 420, 421, 422.
5. OC „Vladimir Vujović Vujo", Vranje (nastavnik fizike Vasilije Trajković): Pešić Staniša 444, 447; Ranković Srđan 447; Bojković Divna 444; Stojanović Slađana 444; Petrov Dragan 447.
6. OŠ „Milan Ilić Čiča", Aranđelovac (nastavnik fizike Savka Kosić i Mila Milivojević): Veljanović Ljiljana 453, 454, 455, 456, 457; Nedeljković Aleksandra 428, 429, 430, 431; Marjanović Milica 428, 429, 430, 431; Jerković Slađana 418, 419, 421, 422; Radović Milan 453, 454; Matijašević Vladan 424.
7. OŠ „Nada Matić", Titovo Užice (nastavnik fizike Trnjina Danilović): Milivojević Ivan 418, 419, 420, 421, 422; Tomić Zoran 418, 419, 420, 422; Mićović Dragana 418, 419, 420, 421, 422; Šimšić Slađenka 418, 419, 422; Bućić Dragoš 419, 420; Mlađenović Biljana 419; Joksić Mirjana 427; Milivojević Ana 427.
8. OŠ „Olga Milošević", Smederevska Palanka (nastavnik fizike Borivoje Vukomanović): Stevanović Goran 453, 454, 455, 456, 457; Vujčić Dragan 453, 454, 455, 456, 457; Josifović Milica 453, 454, 455, 456, 457; Milojković Darko 453, 454, 455, 456, 457; Antonijević Saša 453, 454, 456, 457; Ristić Jasmina 453, 454; Sretenović Zoran 453, 454, 456, 457; Milovanović Zlatko 453, 454, 456, 457.
9. OŠ „21. decembar", Derventa (nastavnik fizike Miodrag Starčević): Klempić Sead 453, 454, 456, 457, 458, 459, 460, 462, 463; Kovačević Mitar 453, 454, 456, 457, 458, 459, 462, 463, 465, 466, 467; 418, 419, 420, 421, 422, 425, 427; Kukić Golubica 458, 459, 462, 463.
10. OŠ „Kosta Đukić", Mladenovac (nastavnik fizike Spasa Nedeljković): Radošević Svetlana 463, 464, 465, 466, 467; Živković Dragana 463, 464, 465, 466, 467; Milovanović Snežana 463, 464, 465, 466.
11. OŠ „Andrija Đurović", Stapari kod T. Užica (nastavnik fizike Trnjina Danilović): Bukvić Vinka 358, 359; Dimitrijević Dragoslav 427; Petišić Milun 427.
12. OŠ „Čele-kula", Niš (nastavnik fizike Jasmina Prvulović): Milošević Aleksandra 418, 419, 420, 421, 428, 429, 430, 431; Petrović Slaviša 453, 454, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462; 348, 350.
13. OŠ „Joca Milosavljević", Bagrdan (nastavnik fizike Miodrag Milanović): Dimitrijević Vesna 418, 419, 420, 421, 422; Stanojević Dušan 418, 419, 420, 421, 422; Janković Snežana 453, 454.
14. OŠ „Ivo Lola Ribar", Raška (nastavnik fizike Milijana Kostić): Kasalović Dragica 453, 454, 456, 458; Jolović Dušica 453, 454, 455, 456, 460, 462; Joksimović Snežana 453, 454, 456.
15. OŠ „22. decembar", Draževac (nastavnik fizike Slobodan Mitić): Stojković Vojkan 453, 454, 456, 457, 458, 459, 463, 464, 465; Stojković Vesna 453, 454, 459.
16. OŠ „Milan Munjas", Ub (nastavnik fizike Živka Nedić): Jeremić Marjana 418, 419, 420, 421, 422; Kandić Mirjana 488.
17. OŠ „Janko Veselinović", Beograd (nastavnik fizike Anđelka Krunić): Radulović Predrag 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 462, 463, 464, 465; Đorđević Jelena 456, 457.

18. OŠ „Stevan Sinđelić", Beograd (nastavnik fizike Harizanov Spas): Marjanović Dejan 418, 419, 420, 421, 422; 453, 454, 456, 457.
19. OŠ „22. decembar", Katun /: Petrović Olivera 453, 454, 456, 457, 458, 459, 460, 462; Milojković Saša 458, 459, 460.
20. OŠ „20. oktobar", Beograd (nastavnik fizike Irena Antonić): Todorović Dušica 458, 459, 461, 462; Novović Dragiša 458, 459, 462.
21. OŠ „Sreten Mladenović Mika", Niš (nastavnik fizike Olivera Žiković): Stojić Nenad 453, 454, 456, 457, 460, 462, 463, 465; 428, 431.
22. OŠ „Nada Purić", Valjevo (nastavnik fizike Ljiljana Milić): Mićić Slađana 418, 419, 420; Antić Milan 419.
23. OŠ „Heroj Ivan Muker", Smederevska Palanka (nastavnik fizike Nevenka Košutić): Begović Nenad 418, 419, 420, 421, 422, 428, 429, 430, 431, 432; 453, 454, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 465, 467.
24. OŠ „J.J. Zmaj", Vranje (nastavnik fizike Biljana Barać): Mitić Dragana 419, 453, 454, 456, 457.
25. OŠ „J.J. Zmaj", (nastavnik fizike Miloš Petrović): Mihajlović Predrag 453, 454, 456, 457, 458, 459, 460, 462, 463, 464, 465, 466, 467.
26. OŠ „Vuk Karadžić", Surčin (nastavnik fizike Ljubica Crnjanski): Mijušković Goran 453, 454, 456, 457; Blagojević Snežana 459, 460.
27. OŠ „Vuk Karadžić", Čačak (nastavnik fizike Božana Šišović): Jovančević Aleksandar 428, 429, 430, 431, 432.
28. OŠ „Vladimir Živković Vitko", Minićevo (nastavnik fizike Tomislavka Pavlović): Mladenović Ana 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464; 419, 420, 421, 422, 424, 427, 428, 429, 431.
29. OŠ „Branko Radičević", Bujanovac (nastavnik fizike Vojislav Mihajlović): Trajković Slađana 456, 461, 462.
30. OŠ „29. novembar", Lipolist (nastavnik fizike Ljiljana Carević): Popović Dragana 463, 464, 465, 466.
31. OŠ „Mirko Tomić", Stalać (nastavnik fizike Ljubinka Kostić): Jovanović Dragan 456,457.
32. OŠ „Ljubica Radosavljević Nada", Zaječar (nastavnik fizike Olga Mitić): Milošević Svetlana 458, 463, 464, 465.
33. OŠ „Milosav Stiković", Ratajska, Prijepolje (nastavnik fizike Nada Rvović): Cmiljanović Božidar 418, 419, 420, 421, 422.
34. OŠ „Kopaonički partizanski odred", Jošanička Banja (nastavnik fizike Stanislav Lukić): Petrović Ana 419, 420, 421, 422.
35. OŠ „9. maj", Prnjavor (nastavnik fizike Savka Mikić): Fužinato Siniša 418, 419, 420.
36. OŠ „Vuk Stefanović Karadžić", Donji Milanovac (nastavnik fizike Ljiljana Spasić): Radaković Nenad 453, 454, 455, 456, 457.
37. OŠ „Mito Igumanović", Seča Reka (nastavnik fizike Milovan Tomić): Todorović Miroslav 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 461, 462, 464, 465.
38. OŠ „Kadinjača", Loznica (nastavnik fizike Dobrila Bursać): Nestorović Darko 453, 454, 456.
39. OŠ „Mirko Jovanović", Kragujevac (nastavnik fizike Ljubinka Radovanović): Jeremić Aleksandar 453, 454, 455, 456, 457.
40. OŠ „Svetozar Miletić", Zemun (nastavnik fizike Branislava Jovanović): Bandić Zvonimir 458, 459, 460, 461, 462.
41. OŠ „Grga Vukelić", Kloštar-Ivanić (nastavnik fizike Blago Šimić): Filipović Željko 453, 454, 456, 457.
42. OŠ „Vladislav Ribnikar", Beograd (nastavnik fizike Ivanka Kozarec): Jovanović Aleksandar 462.
43. OŠ „Ljubiša Maksić", Bioska (nastavnik fizike Trnjina Danilović): Bogdanović Ljiljana 423, 426.
44. OŠ „Diša Antić", Koceljevo (nastavnik fizike Ljiljana Obradović): Branković Zorica 431.
45. OŠ „Jelena Četković", Beograd (nastavnik fizike Stjepan Krsmanović): Berdović Aleksandra 453, 454, 456, 457, 458, 460, 462, 463, 464, 465, 466.

MATEMATIČKO-FIZIČKI LIST
za učenike srednjih škola

Poziv na pretplatu u 1984./85. školskoj godini

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

Naš list (MFL) ulazi u 35. svoje godište! Od 1950. godine neprekidno, suradnici časopisa nastoje budućim tehničkim, ekonomskim i drugim stručnjacima pristupačnim stilom pružiti šire informacije iz matematičkih i fizičkih disciplina te pomoći nastavnikovim naporima u razvoju egzaktnog mišljenja i kreativnih sposobnosti srednjoškolaca od Jesenica do Kavadaraca.

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

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

Pretplata za šk. god. 1984/85. iznosi 200,00 dinara. (Moći će se održati samo većim brojem pretplatnika.) Može se poslati u dvije rate: prva od 15.XII, druga do 15.IV. Za narudžbe preko 10 primjeraka povjereniku se odobrava 10% od ukupno sakupljene pretplate, što se usteže pri slanju pretplate.

Ujedno vas obavještavamo da je nedavno izašao izvanredni broj (B) MF-lista: ODABRANI ZADACI IZ MATEMATIKE (161 zadatak iz prvih 25 godišta, s potpunim tekstom rješenja, 48 strana), cijena 150,00 d. Raspolažemo još i sa lani izašlim izv. br. (A): ODABRANI ZADACI IZ FIZIKE (305 zadataka iz prvih 25 godišta, 44 strane) cijena 150,00 d. I za svaki od ta dva izvanredna broja vrijedi popust od 10% pri narudžbi preko 10 primjeraka.

Molimo narudžbu slati na gornju adresu.

U Zagrebu, 1. rujna 1984. Glavni urednik: prof. Milan Krajnović

Čitaocima „Mladog fizičara" srdačno preporučujemo da u svom obrazovanju koriste i „Matematičko-fizički list".

Fizika i matematika, osnovne nauke koje se široko izučavaju i u svim srednjim školama u našoj zemlji, u ovom časopisu su vrlo srećno i uspešno spojene.

„Matematičko-fizički list" izlazi već 35 godina i, koliko je nama poznato, po tome je možda jedinstven u svetu. Primera radi, Sovjetska akademija nauka izdaje „Kvant", časopis koji je sličan „Matematičko-fizičkom listu" i ima istovetnu namenu, ali je tri puta mlađi. Time, naravno, uopšte ne želimo da umanjimo značaj i doprinos „mlađih" časopisa u širenju naučne misli i razvoju naučnog podmlatka, jer i „Mladi fizičar" spada u takve mlađe časopise.

Za Uredništvo „Mladog fizičara"
D. Grujić i B. Milić