$s_5 = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 25 = 25\ m.$

$F_{tr} = k\,mg = 750\ N.$

$A_{0-5} = 750 \cdot 25 + \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 100 =$

$= 93750\ J.$

b) Rad u toku sledećih pet skundi A_{5-10} jednak je takođe zbiru rada sile trenja na putu s_{5-10} i promeni kinetičke energije. Put $s_{5-10} = s_{10} - s_5$. Kako je u prvom slučaju određen put $s_5 = 25\ m$, odredimo $s_{10} = \frac{1}{2} at^2 = 100\ m$. U vremenskom intervalu od pete do desete sekunde telo pređe put $s_{5-10} = 75\ m$. Sila trenja na tom putu, odnosno rad na tom putu je: $k\,mg\,s = 56250\ J$. Promena energije na tom delu puta je $\Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_{10}^2 - v_5^2) = 225000\ J$. $A_{5-10}/A_{0-5} = 3$.

4. Na osnovu zakona o održanju mehaničke i toplotne energije možemo napisati: $0{,}8\,E_k = Q_1 + Q_2$.

$E_k = \frac{1}{2} mv^2$ – kinetička energija. $Q_1 = mc\,\Delta t$ – količina toplote da se olovnom zrnu povisi temperatura do tačke topljenja. c – specifična toplota. $Q_2 = \lambda m$ – količina toplote da se olovno zrno istopi. $\lambda = 25 \cdot 10^3\ J/kg$ – specifična toplota topljenja. Rešavanje:

$0{,}8 E_k = Q_1 + Q_2$;

$0{,}8 \frac{1}{2} mv^2 = mc\Delta t + \lambda m \quad /:m,$

$0{,}4\ v^2 = c\Delta t + \lambda$;

$0{,}4\ v^2 = 130 \cdot 300 + 25 \cdot 10^3$;

$0{,}4\ v^2 = 64 \cdot 10^3$

$v = 400\ m/s.$

5. Uvećanje sočiva je odnos veličine lika i veličine predmeta: $U = L/P$. Konstrukcijom lika može se tvrditi da je $L/P = \ell/p$ ... (1). ℓ – rastojanje lika od sočiva. p – rastojanje predmeta od sočiva. Jednačina sabirnog sočiva je:

$\ell/f = 1/p + 1/\ell$ ... (2).

U zadatku je dato rastojanje između predmeta i lika

$\ell + p = d$ ... (3).

Na osnovu jednačina (1), (2) i (3) možemo odrediti p, ℓ i f (tri jednačine i tri nepoznate). Rešavanje: Na osnovu jednačine (1) i (3): $\ell/p = 20$, $\ell + p = 420\ cm$, $\ell = 20p$, $20p + p = 420$, $21\,p = 420$, $p = 420/21 = 20\ cm$. Ako je $p = 20\ cm$ onda je $\ell = 400\ cm$. Na osnovu jednačine sočiva izračunavam $f = 19\ cm$.

VIII RAZRED

1. Voltmetar vezan između tačaka A i B električnog kola pokazivaće napon jednak razlici elektromotorne sile izvora i napona na otporu R_1: $U = E - R_1 I$.
Jačina električne struje I koja protiče kroz otpornik R_1 nalazi se na osnovu Omovog zakona za celo struno kolo: $I = E/R_e$, gde je R_e ekvivalentan otpor datog strujnog kola. Otpor voltmetra vezan je paralelno s redno vezanim otporima R_2 i R_3. Recipročna vrednost otpora ove veze jednaka je zbiru recipročnih vrednosti R_V i zbira otpora $R_2 + R_3$: $[1/R_V] + [1/(R_2 + R_3)]$, tako da je vrednost otpora ove veze $R_V (R_2 + R_3)/(R_V + R_2 + R_3)$. Kako je otpornik R_1 redno vezan s predhodnom vezom, sledi da je ekvivalentan otpor celog strujnog kola:

$$R_e = R_1 + \frac{R_V (R_2 + R_3)}{R_V + R_2 + R_3} = 500\ \Omega$$

Jačina struje koja protiče kroz otpornik R_1 iznosi $I = E/R_e = 100\ V/500\ \Omega = 0{,}2\ A$. Voltmetar će pokazivati napon $U = E - R_1 I = 100\ V - 100\ \Omega \cdot 0{,}2\ A = 80\ V$.

2. Usled tehničke greške u tekstu ovog zadatka ispuštena je cela rečenica bez koje zadatak ne može da se reši. Kompletan tekst zadatka treba da glasi: „Voltmetrom se meri napon električne mreže za osvetljavanje. Otpornost voltmetra je *900* oma. Kada se za voltmetrom redno veže dodatni otpor, voltmetar pokazuje *198* V. Kada se za voltmetrom redno veže dodatni otpor dvostruko veće otpornosti nego u predhodnom slučaju voltmetar pokazuje 180 *V*. Odrediti napon mreže i otpornosti dodatnih otpora." Molimo čitaoce da prime naše izvinjenje.

Rešenje: U prvom slučaju napon električne mreže jednak je zbiru napona koji pokazuje voltmetar U_1 i napona na dodatnom otporu U_{R_1}: $U = U_1 + U_{R_1}$. Napon na dodatnom otporu otpornosti R_1 je (na osnovu Omovog zakona) $U_{R_1} = R_1 I_1$, gde je I_1 jačina električne struje koja protiče kroz dati deo kola. Kako je napon koji pokazuje voltmetar $U_1 = R_V I_1$, gde je R_V unutrašnji otpor voltmetra, sledi $I_1 = U_1/R_V$ pa je $U_{R_1} = R_1 U_1/R_V$
Znači,

$$U = U_1 + \frac{R_1 U_1}{R_V} \quad \text{... (1)}$$

U drugom slučaju za voltmetar je na rad vezan dodatni otpor $R_2 = 2R_1$ pa voltmetar pokazuje manji napon U_2. Slično predhodnom sledi: $U = U_2 + U_{R_2}$. Napon na dodatnom otporu je $U_{R_2} = R_2 I_2 = 2R_1 I_2$, gde je I_2 jačina električne struje koja protiče kroz voltmetar s dodatnim otporom. Kako je $I_2 = U_2/R_V$ sledi $U_{R_2} = 2R_1 U_2/R_V$, pa je

$$U = U_2 + 2R_1 U_2/R_V \quad \text{... (2)}$$

Na osnovu izraza (1) i (2) sledi: $R_V U_1 + R_1 U_1 = R_V U_2 + 2R_1 U_2$ odakle je

$$R_1 = \frac{U_1 - U_2}{2U_2 - U_1} \qquad R_V = 100\ \Omega$$

$$R_2 = 2R_1 = 2 \cdot 100\ \Omega = 200\ \Omega$$

Smenom dobijene vrednosti za R_1 u izraz (1) (ili vrednosti R_2 u izraz (2) dobija se

$$U = U_1 + \frac{U_1 R_1}{R_V} = 220\ V.$$

3. Da bi se prenela električna energija na rastojanje ℓ potrebna je žica dvostruko veće dužine $L = 2\ell$ (od izvora do potrošača i od potrošača do izvora). Ako se sa ρ označi zapreminska masa materijala od koga je žica napravljena, sa $V = SL = S2\ell$ zapremina žice, gde je S površina poprečnog preseka žice, sledi da žica datih dimenzija i osobina treba da ima masu $m = \rho V = \rho 2\ell S$.

Električni otpor R date žice, specifičnog otpora ρ_r, iznosi $R = \rho_r L/S = \rho_r 2\ell/S$. Odavde se dobija, ukoliko je poznata vrednost otpora R žice, površina poprečnog preseka žice $S = \rho_r 2\ell/R$.

Vrednost otpora žice može da se odredi iz uslova zadatka, da „gubitak" električne energije ΔE ne bude veći od *10%* u odnosu na energiju E koju daje izvor: $\Delta E \leqslant 0{,}10\,E$. Ako se za E_p označi energija koja treba da se prenese do potrošača a sa E_R energija koja se „gubi" u obliku toplotne energije na otporu R, na osnovu zakona o održanju energije sledi: $E = E_R + E_p$, odakle je $\Delta E = E - E_p = E_R$, pa je $\Delta E = E_R \leqslant 0{,}10\,E$.

Kako je $E_R = RI^2 t$ i $E = UIt$, gde je I jačina električne struje, U napon izvora a t vreme proticanja struje, sledi $RI^2 \leqslant 0{,}10\,UI$, odnosno $R \leqslant 0{,}10\,U/I$. Ako se sa $P = UI$ označi snaga izvora, sledi $I = P/U$, pa je $R \leqslant 0{,}10\,U^2/P \approx 0{,}10\,U^2/P_p$, gde je P_p snaga potrošača. Smenom dobijenog izraza za otpor žice u predhodno dobijen izraz za površinu poprečnog preseka S žice, sledi: $S = \rho_r 2\ell/R \geqslant \rho_r 2\ell P_p/0{,}10\,U^2$, tako da konačno masa žice treba da iznosi:

$$m = \rho 2\ell S \geqslant \rho 2\ell \frac{\rho_r 2\ell P_p}{0{,}10\,U^2} =$$

$$= 40\ \rho\rho_r \frac{\ell^2 P_p}{U^2} = 6{,}25 \cdot 10^4\ kg.$$

4. Svaki jon n-valentnog atoma prenese na elektrodu n elementarnih naelektrisanja e: $q_1 = ne$, $(e = 1{,}60/10^{19}\ C)$. Pri izdvajanju mase jednake atomskoj (molarnoj) masi na elektrodu se prenese količina elektriciteta $q_{mol} = q_1 N_A = neN_A = nF$, gde je $N_A = 6{,}025 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$ – broj jona u atomskoj (molarnoj) masi a F – Faradejev broj, koji je brojno jednak količini elektriciteta potrebnoj da se iz elektrolita izdvoji jedan mol (atomska masa) jednovalentnih jona $(F = q_{mol}/n = eN_A = 96500\ C/mol)$.
U masi
U masi m nalazi se m/A molova, gde je A atomska masa izdvojene supstancije, pa se pri izdvajanju mase m na elektrodu prenese količina elektriciteta $q = mq_{mol}/A = mnF/A$. Kako je $q = It$, gde je I jačina električne struje koja protiče kroz elektrolit a t vreme za koje se izdvoji supstanca date mase, sledi: $I = q/t = mnF/AT$.
Pri proticanju električne struje jačine I kroz elektrolit otpora r u jedinici vremena oslobodi se količina toplote

$$\frac{Q}{t} = rI^2 = r\left(\frac{mnF}{At}\right)^2 = 37{,}25\ J/s \approx$$

$$\approx 37\ W.$$

5. Krjćući se stalnom brzinom v, pri vučnoj sili F, u toku vremena t, na putu s, elektromotor trolejbusa vrši koristan mehanički rad $A_m = Fs = Fvt$. U toku vrenea t elektromotor „crpi" iz električne mreže, datog napona U, električnu energiju $E_e = UIt$, gde je I jačina električne struje koja protiče kroz namotaje elektromotora. Samo jedan deo električne energije ($\eta = 80\%$) koristi se za vršenje korisnog mehaničkog rada (ostali deo električne energije „gubi se u obliku toplotne energije, pri čemu se provodnici zagrevaju), gde je koeficijent korisnog dejstva η jednak odnosu korisnog i uloženog rada (energije): $\eta = A_m/E_e$. Na osnovu predhodnih izraza sledi da jačina električne struje koja protiče kroz namotaje elektromotora iznosi:

$$I = \frac{E_e}{Ut} = \frac{A_m/\eta}{Ut} = \frac{Fvt/\eta}{Ut} =$$

$$= \frac{Fv}{\eta U} = \frac{6000\ N \circ 15\ m/s}{0{,}80 \circ 600\ V} = 187{,}5\ A.$$

REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF–33

558. Dužina carskog lakta izražena u metrima iznosi: $d = 525\ mm = 0{,}525\ m$. Dužina Keopsove piramide iznosi $0{,}525\ m \cdot 365 = 191{,}6\ m$.

559. Relativna greška se određuje kao odnos greške koja je napravljena pri merenju i tačne vrednosti merenja. Da bi se odredilo gde je veća greška učinjena prvo ćemo pretvoriti cm u mm i m u mm. Dužina olovke od 17,8 cm iznosi 178 mm a dužina sobe od 4,2 m iznosi 4200 mm. Relativna greška za olovku iznosi $\frac{2\ mm}{178\ mm} = \frac{1}{89}$, a za sobu $\frac{2\ mm}{4200\ mm} = \frac{1}{100}$.

Na osnovu ovih odnosa uočava se da je veća greška učinjena pri merenju dužine olovke jer se na 89 mm greši 1 mm a pri merenju sobe greška je 1 mm na 100 mm.

560. Brzina molekula gasa brojno je jednaka pređenom putu u jedinici vremena.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0{,}6\ m}{0{,}000001\ s} = 6 \cdot 10^5\ m/s.$$

561. Da bi smo brzinu izraženu u metrima kroz sekundu pretvorili u kilometre kroz čas, prvo ćemo uočiti koliko 1 m/s iznosi km/h.

$$1\ km/h = \frac{1\,000m}{3\,600s} = \frac{5}{18}\ \frac{m}{s} \quad \text{pa je}$$

$$1\ m/s = \frac{18}{5}\ \frac{km}{h} \quad \text{tj.}$$

$$340\ m/s = 340 \cdot 18/5\ km/h =$$

$$= 1224\ km/h.$$

Znajući da je 1 m hiljaditi deo kilometra lako se izračunava da $340\ m/s =$

$$= 300 \cdot \frac{1/1000\ km}{1\ s} = \frac{340\ km}{1\,000\ s} = 0{,}34\ km/s.$$

562. Vozovi u toku mimoilaženja su prešli put $s = L_1 + L_2$ gde je L_1 dužina prvog voza a L_2 dužina drugog voza pri čemu su se kretali relativnom brzonom $v_r = v_1 + v_2$ gde je v_1 brzina prvog voza a v_2 brzina drugog voza. Vreme prolaska vozova jednog pored drugog se izračunava kada se pređeni put podeli relativnom brzinom tj.

$$t = \frac{s}{v_r}$$

$$v_r = v_1 + v_2 = 110\ km/h = 30{,}5\ m/s.$$

$$t = \frac{90\ m}{30{,}5\ m/s} = 2{,}95\ s.$$

563. Posmatrano telo se kreće stalnom brzinom v=10 m/s uvek u istom smeru, ali samo u toku kratkih vremenskih intervala, koji traju po 2 s. Posle svakog intervala kretanja telo je u mirovanju koje traje 4 s. U toku jednog intervala kretanja telo pređe put $s = v \cdot t = 10\ m/s \circ 2s = 20m$.

U toku vremena 12 s *ima* dva intervala kretakja, pa telo za to vreme pređe put $2 \cdot 20m = 40\ m$.

564. a) Znajući obrazac za pređeni put $s = \frac{at^2}{2}$ sledi da je ubrzanje jednako $a = \frac{2s}{t^2}$ tj $a = 1\ m/s^2$.

b) Put pređen u prvoj sekundi $s = \frac{at_1^2}{2}$ iznosi $s = 0{,}5\ m$.

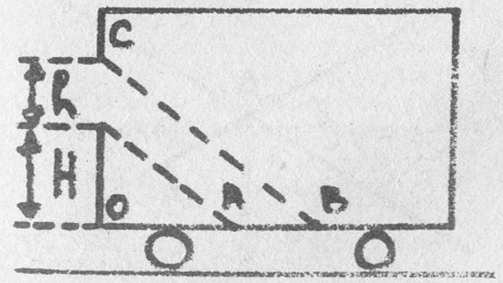
c) Put pređen u poslednjoj sekundi je put pređen između 19s i 20 s tj. $\Delta s = s_{20} - s_{19}$, $\Delta s = \frac{a}{2}(t_{20}^2 - t_{19}^2)$ tj. $t_{20} = 20s$ a $t_{19} = 19s$, pa je $\Delta s = 19{,}5\ m$

d) Put pređen za prvih 14 sekundi je put pređen između nulte sekunde i 14 sekunde tj. $\Delta s = s_{14} - s_0$ gde je $s_0 = 0\ m$.
$\Delta s = at_{14}^2/2 = 98\ m$.

565. Na sl. 1 je prikazana površina AB na podu vagona na koju padaju kapljice kiše. Pošto kišne kapi padaju vertikalno naniže one prelaze put od otvora prozora do poda tj. $h + H = 2\ m$. Za vreme dok kapljice pređu put $h+H$ krećući se brzinom v_2 vagon pređe put OB krećući se brzinom v_1;

$$\frac{h+H}{v_2} = \frac{OB}{v_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Širina površine AB se izračunava kao razlika puteva OB i OA tj. $AB = OB - OA$. Put OB se izračunava iz jednakosti (1) tj. $OB = (v_1/v_2)(h+H) = 5\ m.$, a OA iz jednakosti (2).
Takođe dok kapljica pređe put H brzinom v_2 vagon pređe put OA brzinom v_1 tj.
$H/v_2 = OA/v_1$ $\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (2)



Slika1.

sledi da je $OA = \frac{v_1}{v_2} \cdot H = 3{,}9\ m.$

Znači širina površine na koju padaju kišne kapi iznosi $AB = 5m - 3{,}9\ m = 1{,}1\ m.$

566. Automobil neće klizati ako je centrifugalna sila $F_{cf} = \frac{mv^2}{r}$ u graničnom slučaju jednaka sili trenja. Sila trenja je data kao $F_{tr} = \mu N = \mu mg$; $F_{cf} = F_{tr}$, tj. $mv^2/r = \mu mg$ odakle sledi $\mu_{min} = \frac{v^2}{gr} = 1{,}36$. Međutim, ovaj rezultat nije realan, što znači da u ovim uslovima automobil neće moći sa brzinom $v = 72\ km/h$ da savlada krivinu poluprečnika r=30 m.

567. Na telo mase m u toku kretanja deluju dve sile: težina tela mg sa smerom vertilano naniže i sila F koja deluje vertikalno naviše pa je prema II Njutnovom zakonu: $ma = F - mg$

Iz ove relacije sledi da ubrzanje a iznosi

$$a = \frac{F - mg}{m} \quad \text{tj.} \quad a = \frac{F}{m} - g.$$

Sila f na putu h izvrši rad $A = F \cdot h$ odakle sledi da je

$$F = \frac{A}{h} \quad \text{tj.} \quad F = \frac{78{,}5}{1\ m} = 78{,}5\ N.$$

Zamenom brojnih vrednosti u izraz za ubrzanje dobija se: $a = 29{,}45\frac{m}{s^2}$

568. Pošto su kuglice naelektrisane istim količinama elektriciteta tj. $q_1 = q_2 = q$, između njih se javlja odbojna sila koja je po Kulonovom zakonu jednaka

$$F = k\frac{q^2}{r^2}$$

k- je konstanta koja za vakuum iznosi $9 \cdot 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$

Iz izraza za Kulonov zakona dobija se da je količina elektriciteta jednaka

$$q = r \cdot \sqrt{\frac{F}{k}}$$

Zamenom brojnim vrednosti dobija se $q = 8{,}33 \cdot 10^{-7}\ C$

569. Jačina električnog polja koja potiče od usamljenog naelektrisanja q_1 u tački koja se nalazi na polovini rastojanja iznosi

$$E_1 = \frac{q_1}{r_2} k \quad \text{(Sl. 2)}$$

Takođe jačina polja koja potiče od drugog naelektrisanja u tački A iznosi $E_2 = k \cdot q_2 / r^2$. Pošto vektori ova dva polja imaju iste pravce a suprotne smerove to je rezultujuće polje $E = E_2 - E_1$

Slika 2.

Zamenom brojnih vrednosti dobija se: $E_1 = 45 \cdot 10^3$ N/C, $E_2 = 207 \cdot 10^3 N/C$ a rezultujuće

$$E = E_2 - E_1 = 162 \cdot 10^3 \frac{N}{C}.$$

570. Uočimo jedan poprečni presek bakarne žice kroz koju protiče stalna električna struja I. Na slobodne elektrone koji se u jednom trenutku nađu u tom preseku delovaće električno polje i oni će u pravcu polja (tj. u pravcu provodnika) za neko vreme t preći izvesno rastojanje ℓ. U tom slučaju prosečna brzina kretanja elektrona iznosi $v = \ell/t$. To znači da će za vreme t kroz uočeni presek S proteći onoliko slobodnih elektrona koliko ih ima u zapremini $S\ell$. Taj broj iznosi $nS\ell$. Kako svaki elektron sadrži isto naelektrisanje e, kroz presek S protekne za vreme t količina elektriciteta $q = nS\ell e$. Onda će prema definiciji, jačina struje iznositi:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{nS\ell e}{t} = nSve,$$

pa se za brzinu v dobija:

$$v = \frac{I}{nSe} = \frac{I}{nr^2 \pi e}$$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se vrednost prosečne brzine elektrona kroz provodnik i ona iznosi: $v = 0{,}019\ cm/s = 1{,}9 \cdot 10^{-4} m/s$.

571. Jačina struje u provodn
si $I = \frac{U}{R} = \frac{40 \cdot 10^{-3} V}{0{,}6\Omega} \approx 0{,}067\ A$, i
da kroz njegov poprečni presek prođe u sekundi naelektrisanje $q = 0{,}067\ C$. Prema tome, traženi broj elektrona iznosi:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{0{,}067\ C}{1{,}601 \cdot 10^{-19} C} \approx 4{,}2 \cdot 10^{17}$$

572. Otpor celog provodnika jednak je zbiru otpora pojedinih provodnika tj. $R = R_1 + R_2 + R_3$ gde je $R_1 = \rho\ell/S$; $R_2 = \rho\ell/S_1$ i $R_3 = \rho\ell/S_2$ gde je $S_1 = 2S$ a $S_2 = 3S$ pa je ukupni otpor jednak

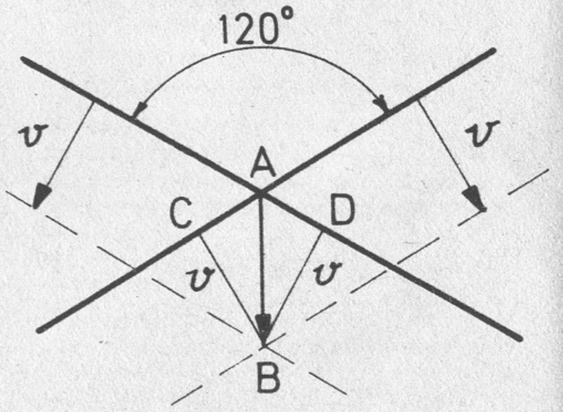
$$R = \rho\ell \cdot (\frac{1}{S} + \frac{1}{2S} + \frac{1}{3S}) =$$

$$= \rho\ell \cdot \frac{11}{6S} = 1\ \Omega.$$

Pošto je to redna veza otpornika, jačina struje u svakom otporniku je ista i jednaka je odnosu ukupnog napona kroz ukupan otpor tj.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{11\ V}{1\ \Omega} = 11\ A.$$

573. Posle jedne sekunde šipke se pomere na rastojanj koje je brojno jednako njihovim brzinama, a tačka preseka se premesti iz položaja A u položaj B (Sl. 3). Prema tome dužina duži AB predstavlja brojnu vrednost brzine preseka šipki. Normale, povučene iz tačke B, na šipke seku iste u tačkama C i D. Ugao CAD je jednak 120°, a duž AB ga polovi. To znači, da je $\sphericalangle ADB = 60°$ i da je $\sphericalangle ADB$ polovina jednakostraničnog trougla sa stranom AB, odnosno postoji veza:



Slika 3.

$$\overline{DB} = \frac{\sqrt{3}}{2} \overline{AB},$$

ili

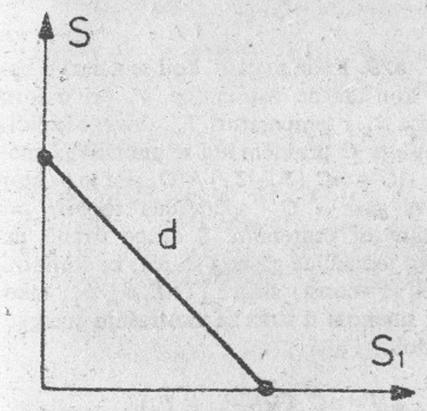
$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_1.$$

Tako je tražena brzina preseka šipki v_1 jednaka $v_1 = \frac{2}{\sqrt{3}} v = 6{,}92\ m/s$.

574. Pošto se tela kreću po međusobno normalnim pravcima, to se za njihovo uzajamno rastojanje u svakom trenutku vremena (Sl. 4) može napisati: $d = \sqrt{s^2 + s_1^2}$, gde je $s = vt$ i $s_1 = v_1 t$. Sledi dalje $d = \sqrt{v^2 t^2 + v_1^2 t^2} = t\sqrt{v^2 + (3v/4)^2} = \frac{5}{4} vt$, odakle se dobija da je brzina v jednaka: $v = \frac{4d}{5t}$. Kako je za vreme od $t = 4s$ rastojanje $d = 30m$, to je $v = 6\ m/s$ i $v_1 = 3v/4 = 4{,}5\ m/s$.

Posle vremena $t = 8\ s$ međusobna udaljenost tela je jednaka

$$d_1 = \frac{5}{4} vt_1 = 60\ m.$$



Slika 4

575. Dužina magnetofonske trake je određena brzinom i vremenom premotavanja: $L = vt$. Proizvod dužine trake i njene debljine daje bočnu površinu trake koja se ujedno vidi sa strane kotura (gledano u pravcu ose), odnosno važi jednakost površina

$$\pi (R^2 - r^2) = Ld = vtd.$$

Iz ove relacije se za periferijsku brzinu premotavanja dobija izraz:

$$v = \frac{\pi (R^2 - r^2)}{td}.$$

U početnom trenutku ugaona brzina je jednaka $\omega_1 = v/r$, odnosno

$$\omega_1 = \frac{\pi (R^2 - r^2)}{rtd},$$

a na kraju premotavanja

$$\omega_2 = \frac{v}{R} = \frac{\pi (R^2 - r^2)}{Rtd}$$

Srednje ugaono ubrzanje je jednako promeni ugaone brzine za vreme trajanja premotavanja

$$\alpha_{sr} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} = \frac{\pi (R^2 - r^2)}{t^2 d} (\frac{1}{R} - \frac{1}{r}) = -6{,}9 \cdot 10^{-1}\ s^{-2}.$$

Znak „minus" ukazuje na činjenicu da se ugaona brzina kotura smanjuje, odnosno da je premotavanje usporeno.

576. U trenutku kada se cigla odvaja od lopte njena brzina je jednaka brzini gornje tačke lopte. Neka je ta brzina v. Pošto se cigla kreće slobodno, to se njena kinetička energija $\frac{mv^2}{2}$ pretvara u potencijalnu kada dostigne visinu h:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh,$$

Sledi da je:

$$v = \sqrt{2gh}.$$

Brzina donje tačke lopte, u trenutku kada se cigla odvaja, jednaka je nuli. To znači da je brzina centra lopte jednaka $\frac{v}{2}$, i da se visina na koju će ona odskočiti može naći iz relacije

$$M (\frac{v}{2})^2 / 2 = Mgh_1.$$

Tražena visina iznosi

$$h_1 = \frac{v^2}{8g} = \frac{h}{4} = 0{,}5\ m.$$

Na prvi pogled, izgleda da je ovde narušen zakon održanja energije, jer se energija cigle „nije" promenila, a teniska lopta je stekla energiju Mgh_1. Međutim, nije tako; ovde je

masa cigle mnogo veća od mase lopte i činjenica da je cigla posle udara o loptu *skoro* dostigla visinu sa koje je puštena da pada su dovoljni da se opravda „višak" energije koji je stekla lopta.

577. Izduženje p-te opruge potiče od težine $(p-1)$-opruge koje se nalaze ispod nje. Ta sila je jednaka $F=(p-1)mg$, pa pomenuto izduženje iznosi: $x_p = F/k =$
$= (p-1)mg/k$. Izduženje celog lanca je jednako (Sl. 5)

$$x = x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_p + \ldots +$$

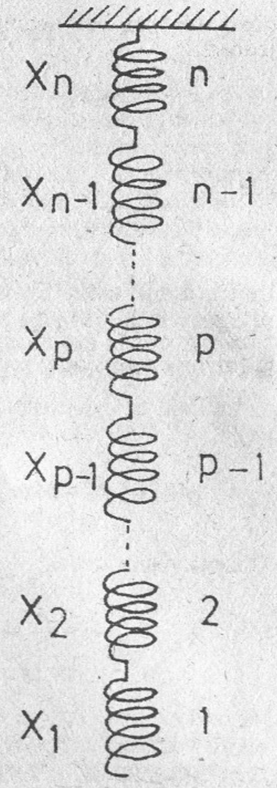
$$+ \ldots x_n = 0 + \frac{mg}{k} + \frac{2mg}{k} + \ldots +$$

$$+ \frac{(p-1)mg}{k} + \ldots + \frac{(n-1)mg}{k} =$$

$$= \frac{mg}{k}\,(1+2+3+\ldots+n-1) =$$

$$= \frac{mg}{k}\,\frac{n(n-1)}{2} = 1{,}962\ m,$$

gde je n=16.



Slika 5.

578. Da bi balon, napunjen helijumom, mogao da se podigne neophodno je da bude ispunjen uslov, da sila potiska vazduha bude veća ili jednaka težini balona s helijumom: $P \geqslant Q$. Sila potiska, kojom vazduh deluje na balon, iznosi: $P=\rho_v gV=\rho_v g\cdot 4\pi r^3/3$, gde je V-zapremina balona a r njegov poluprečnik. Težina balona s helijumom jednaka je zbiru težina balona i helijuma posebno: $Q=\lambda S+mg$, gde je $S=4\pi r^2$- površina balona a m-masa helijuma u balonu. Iz jednačine stanja idealnog gasa: $pV=nRT=mRT/M$, gde je p- pritisak helijuma (u ovom slučaju jednak normalnom atmosferskom pritisku vazduha od $1{,}01\cdot 10^5 Pa$), $n=m/M$- broj molova helijuma a $M = 4\cdot 10^{-3}\ kg/mol$ njegova molarna masa, sledi: $m=pVM/RT=$
$= p4\pi r^3 M/3RT$, tako da je

$$Q = 4\pi r^2 g\left(\lambda + \frac{prM}{3RT}\right).$$

Na osnovu polaznog uslova $(P \geqslant Q)$ sledi da prečnik balona iznosi

$$d = 2r \geqslant \frac{6\lambda RT}{\rho_v pM} = 5{,}44\ m.$$

579. Kada se gasu, koji se nalazi u balonu konstantne zapremine V, pri datom pritisku p_1 i temperaturi T_1, dovede količina toplote Q promeni mu se unutrašnja energija: $\Delta U = nC_v(T_2-T_1) = Q$, gde je n- broj molova gasa a C_v- specifična toplota pri konstantnoj zapremini. S druge strane, na osnovu jednačine gasnog stanja, za izohorni proces (V=const) sledi: $T_2=T_1p_2/p_1$, tako da se smenom u izraz za unutrašnju energiju gasa dobija:

$$\Delta U = nC_v\left(\frac{T_1p_2}{p_1} - T_1\right).$$

Kako je (na osnovu jednačine gasnog stanja pri temperaturi T_1) $n=p_1V/RT_1$, sledi:

$$C_v = \frac{RQ}{V(p_2-p_1)} = 2{,}5\ R = 20{,}8\ J/Kmol.$$

580. Koeficijent korisnog dejstva η, parnog generatora, definiše se kao odnos korisnog rada A prema uloženoj količini toplote Q : $\eta = A/Q$. Kako je $A = Pt$, gde je P-snaga generatora a $Q = ptq$- količina toplote uložena za rad generatora, sledi:

$$\eta = P/pq = 0{,}40.$$

Koeficijent korisnog dejstva η_k idealne parne mašine koja radi po Karnoovom ciklusu između temperatura T_1 i T_2 iznosi:

$$\eta_k = (T_1-T_2)/T_1 = 0{,}49. \quad \text{Znači,}$$

$$\eta/\eta_k = 0{,}81.$$

581. Da bi voda iscurila kroz otvor rešetke potrebno je da unutar kapi vode, koja se formira, deluje sila veća ili jednaka sili površinskog napona: $F=\gamma L$, gde je γ-koeficijent površinskog napona tečnosti a $L = 2r\pi = d\pi$ – obim ovice otvora. Kako tečnost visine h deluje na podlogu silom $F = pS = \rho\, gh\pi r^2 = \rho gh\pi d^2/4$, sledi $h \geqslant 4\,\gamma/\rho gd = 3\cdot 10^{-2} m = 3\ cm.$

582. Podelimo, misaono, žicu dužine L na n jednakih delova (Sl. 6): $L_1 = L_2 = L_3 = \ldots = L_{n-1} = L_n = L/n$. Kada je žica okačena, na deo žice L_1 deluje svojom težinom Q_1 preostali deo žice dužine $L-L_1 = L-(L/n) = L\,(n-1)/n$:

$$Q_1 = \rho S\,(L-L_1)\,g = \rho LSg\,(n-1)/n,$$

izazivajući izduženje ΔL_1 posmatranog dela žice. Na osnovu Hukovog zakona sledi:

$$\Delta L_1 = L_1Q_1/ES = \rho gL^2\,(n-1)/En^2.$$

Slično prethodnom, na deo žice L_2 deluje deo žice ispod njega, dužine $L-2L_1 = L\,(n-2)/n$ težinom $Q_2=\rho LSg\,(n-2)/n$ uslovljavajući izduženje ΔL_2 dela žice L_2:

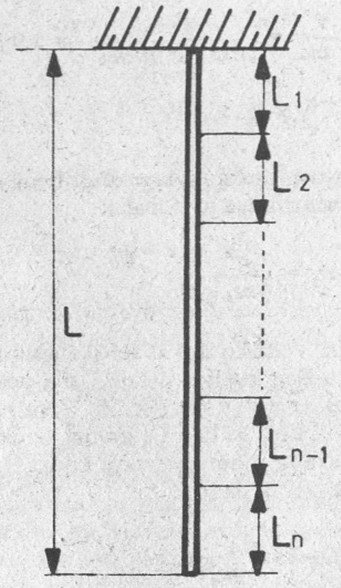
$$\Delta L_2 = \rho gL^2\,(n-2)/En^2.$$

Na predposlednji deo žice L_{n-1} deluje samo poslednji deo žice Ln dužine L/n težinom $Q_{n-1} = \rho\, LSg/En$, uslovljavajući njeno izduženje ΔL_{n-1}:

$$\Delta L_{n-1} = \rho\, gL^2/EN^2\ .$$

Ukupno izduženje ΔL žice dužine L jednako je zbiru izduženja svakog dela posebno (Donji deo žice L_n se ne izdužuje $\Delta L_n = 0$, jer je $Q_n = 0$): $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 + \ldots +$
$+ \Delta L_{n-1} = \frac{\rho gL^2}{En^2}[(n-1)+(n-2)+\ldots+1] =$
$= \frac{\rho gL^2}{2E} \circ \frac{n-1}{n}$.

Kada uzmemo da $n \to \infty$, sledi $n \gg 1$, pa je izduženje žice usled sopstvene težine $\Delta L = gL^2/2E = 1{,}9\ mm.$

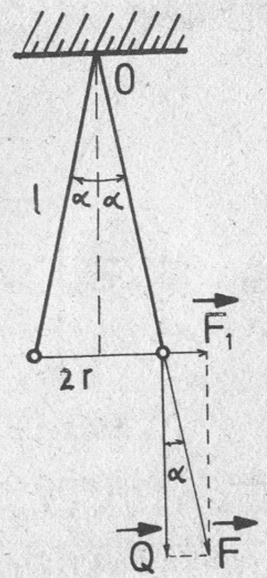


Slika 6.

583. a) Sila međusobnog odbijanja je jednaka

$$F_1 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2},$$

gde je $r = 2L\sin\alpha$ (Sl. 7a). Ova sila sa teži-



Slika 7a

nom kuglice Q daje rezultatntu F koja se uravnotežava sa silom zatezanja konca. Uočava se da postoji veza $tg\alpha = F_1/q$ iz koje se dobija

$$Q = \frac{F_1}{tg\alpha} = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 L^2 tg\alpha \sin^2\alpha} = 3{,}9\cdot 10^{-3} N.$$

$$= 3{,}9\ 10^{-3} N.$$

b) U ovom slučaju sila međusobnog odvijanja naelektrisanja je jednaka:

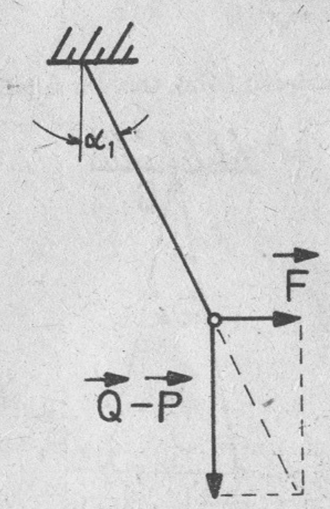
$$F_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r_1^2},$$

gde je $r_1 = 2L\sin\alpha_1$. U vertikalnom pravcu pored težine kuglice deluje i sila potiska P (Sl. 7b). Ove dve sile i sila F_2 daju rezultujuću silu, koja se kao i u prvom slučaju uravnotežava sa silom zatezanja konca. Iz slike se može uočiti da je

$$Q - P = \frac{F_2}{tg\alpha_1},$$

pa kada se uzme u obzir i prva relacija u ovom zadatku dobija se odnos

$$\frac{Q-P}{Q} = \frac{F_2 tg\alpha}{F_1 tg\alpha_1}.$$



Slika 7. b

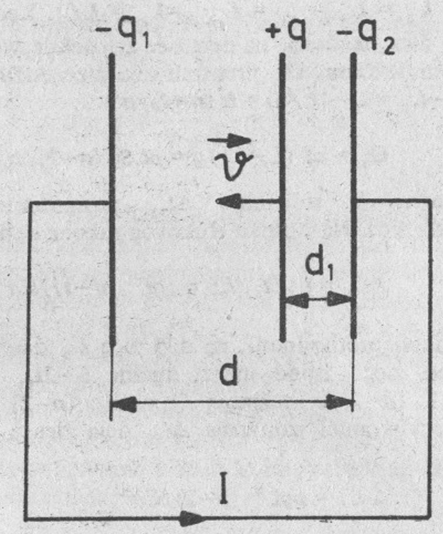
Kako je, s druge strane $Q = \rho Vg$ i $P = \rho_0 Vg$, gde su ρ i ρ_0 gustine tela odnosno tečnosti, to je $(Q-P)/Q = 1 - \rho_0/\rho$. Tako se za odnos gustine tečnosti i kuglice dobija

$$\frac{\rho_0}{\rho} = \frac{\sin^2\alpha tg\alpha}{\epsilon_r \sin^2\alpha_1 tg\alpha_1} = 0{,}178,$$

pošto su $\alpha = 30°$ i $\alpha_1 = 27°$.

584. Ako se delovi kondenzatora, koji se nalaze levo i desno od ploče (Sl. 8), posmataju kao samostalni kondenzatori, onda ceo sitem može da se predstavi kao dva redno spojena kondenzatora. Naelektrisanja na njima su proporcionalna kapacitetu, tj. obrnuto proporcionalna rastojanjima između obloga. Neka se u početnom trenutku ploča nalazila na rastojanju d_1 od desne obloge kondenzatora. Tada je rastojanje između ploče i leve obloge $d-d_1$ i postoji sledeća veza između naelektrisanja na ova dva kondenzatora

$$\frac{q_1}{q} = \frac{d-d_1}{d} \quad \text{i} \quad q_1 + q_2 = q.$$



Slika 8.

Posle nekog vremena Δt rastojanja između kondenzatora su $d_1 - v \cdot \Delta t$ i $d-d_1+v\cdot\Delta t$, pa je odnos odgovarajućih naelektrisanja

$$\frac{q_1'}{q} = \frac{d-d_1+v\Delta t}{d}.$$

Promena količine anelektrisanja na levom kondenzatoru $q_1' - q_1$ je jednaka

$$q_1' - q_1 = \frac{q}{d}(d-d_1+v\Delta t-d+d_1) =$$

$$= \frac{qv\Delta t}{d},$$

pa jačina struje koja protiče iznosi

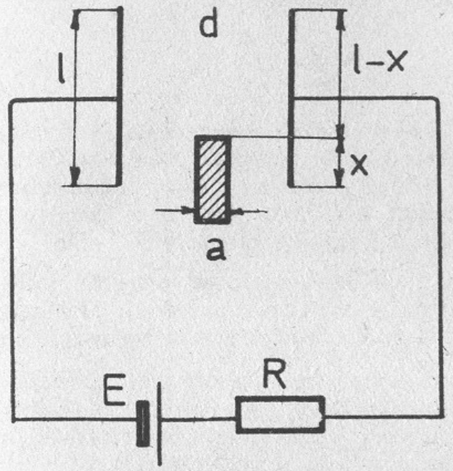
$$I = \frac{q_1' - q}{\Delta t} = \frac{qv}{d} = 5\cdot 10^{-5} A.$$

585. Neka je metalna ploča ušla na rastojanje x u prostor između obloga kondenzatora (Sl. 9). Tada se kondenzator deli na dva kondenzatora sa kapacitetima

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S x}{(d-a)L} \quad \text{i} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S(L-x)}{dL}$$

vezanih paralelno. Ukupni kapacitet ovog kondenzatora sada iznosi

$$C = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{L}\left(\frac{x}{d-a} + \frac{L-x}{d}\right),$$



Slika 9.

a naelektrisanje na njemu je

$$q = EC = \frac{E\epsilon_0 S}{L}\left(\frac{x}{d-a} + \frac{L-x}{d}\right).$$

Za vreme Δt metalna ploča pređe rastojanje $\Delta x = v\Delta t$, pa se naelektrisanje kondenzatora promeni na vrednost

$$q_1 = EC_1' = \frac{E\epsilon_0 S}{L}\left(\frac{x+\Delta x}{d-a} + \frac{L-x-\Delta x}{d}\right).$$

Pri tome je promena naelektrisanja $\Delta q = qAq_1$ jednaka

$$\Delta q = \frac{E\epsilon_0 Sa}{Ld(d-a)}\, v\Delta t,$$

što znači, da pri kretanju ploče u spoljašnjem kolu teče struja jačine

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{E\epsilon_0 Sav}{Ld(d-a)}.$$

Na otporu R se, pri tome, izdvaja snaga, odnosno količina toplote u jedinici vremena

$$P = RI^2 = \left[\frac{E\epsilon_0 Sav}{Ld(d-a)}\right]^2 \cdot R =$$

$$= 6{,}39\cdot 10^{-24} W.$$

Ovde je predpostavljeno da su obloge kondenzatora kvadratnog oblika i da je $L = \sqrt{S} = 1{,}41$ m.

586. Indukcija magnetskog polja se nalazi iz uslova ravnoteže rama u polju. Ram će se nalaziti u ravnoteži, ako je suma svih momenata sila koji deluju na njega, u odnosu na osu koja se poklapa sa koncem o koji je ram okačen, jednaka nuli. U konkretnom slučaju, na ram deluju dva momenta: M_1 -moment sile, s kojim spoljašnje magnetsko polje deluje na ram sa strujom, i M_2 -moment elastičnih sila, koje se javljaju pri uvrtanju niti, na koju je ram okačen., Znači da važi:

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = 0 \qquad M_1 - M_2 = 0$$

odnosno

$$p_m B\sin\varphi - c\alpha = 0,$$

gde je $p_m = ISN = Ia^2 N$ – magnetni moment rama. Sledi dalje

$$\leftarrow \quad \alpha$$

$$NIa^2 B\sin\varphi - c\alpha = 0,$$

odnosno

$$B = \frac{c\alpha}{NIa^2\cos\alpha}$$

jer je $\varphi = \frac{\pi}{2} - \alpha$. Zamenom brojnih vrednosti u poslednjem izrazu, dobija se za indukciju magnetskog polja $B = 0{,}03\ T$.

587. Pri rednoj vezi voltmetra jačine struje i napon na njemu su jednaki

$$I_1 = \frac{E}{R+r+r_1} \quad \text{i} \quad V_1 = \frac{rE}{R+r+r_1}.$$

Ove iste fizičke veličine, pri paralelnoj vezi voltmetra, iznose:

$$I_1 = \frac{E}{Rr/(R+r) + r_1} \quad \text{i} \quad V_2 =$$

$$= \frac{E(R+r)Rr}{(Rr+Rr_1+rr_1)(R+r)}.$$

Ako se sada iskoriti uslov jednakog pokazivanja voltmetra u oba slučaja dobija se relacija

$$\frac{r}{R+r+r_1} = \frac{Rr}{Rr+Rr_1+rr_1}$$

iz koje se lako nalazi izraz za unutrašnji otvor akumulatora r_1:

$$r_1 = \frac{R^2}{r} = 0{,}1\ \Omega.$$

588. Pod dejstvom sile F opruga A, konstante k_a, se izduži za $\Delta x_a = F/k_a$. Ako na oprugu B, konstante k_b, čija je dužina dva putaveća od dužine opruge A, deluje sila istog intenziteta ona će da se izduži dva puta više od opruge A: $\Delta x_b = F/k_b = 2\,\Delta x_a = 2F/k_a$. Iz prethodnog sledi da je konstanta opruge B dva puta manja od konstante opruge A: $k_b = k_a/2$, pa je i kdvadrat ugaone frekvencije slobodnih oscilacija tela mase m, kada je okačeno o oprugu B, dva puta manji od kvadrata slobodnih oscilacija datog tela kada je okačeno o oprugu A: $\omega_{0b}^2 = k_b/m = k_a/2m = \omega_{0a}^2/2$.

Kako je ugaona frekvencija prigušenih oscilacija tela okačenog o oprugu data izrazom:

$$\omega_a^* = \sqrt{\omega_{0a}^2 - \beta^2}$$

gde je β – koeficijent prigušenja, sledi:

$$\beta^2 = \omega_{0a}^2 - \omega_a^{*2} = k_a/m \sim \omega_a^{*2}.$$

Konačno, ugaona frekvencija prigušenih oscilacija tela okačenog o oprugu B iznosi:

$$\omega_b^* = \sqrt{\omega_{0b}^2 - \beta^2} =$$

$$= [k_a/2m - (k_a/m - \omega_a^{*2})]^{1/2} =$$

$$= \sqrt{\omega_a^* - k_a/2m} = 2\ s^{-1}.$$

589. Rezonantna amplituda, kod prinudnih oscilacija tela mase m pod dejstvom periodične sile amplitudne vrednosti F_0, data je izrazom

$$X_{rez} = \frac{F_0/m}{2\beta\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}$$

gde je $\beta = b/2m$ – koeficijent prigušenja, b-koeficijent otpora sredine, $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ – ugaona frekvencija slobodnih oscilacija tela okačenog o oprugu konstante k.

Smenom β i ω_0 u izraz za X_{rez} sledi

$$X_{rez} = \frac{2mF_0}{b\sqrt{4km - b^2}} = 5 \cdot 10^{-2}\ m =$$

$$= 5\ cm.$$

590. Frekvencija oscilovanja žice dužine L i podužne mase μ, koja je zategnuta silom F, data je izrazom

$$f_n = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}.$$

Žica će oscilovati osnovnom ($n = 1$) frekvencijom kada je zategnuta silom $F = 4L^2 f^2 \mu = 121\ N$. Kako je u datom slučaju talasna dužina λ jednaka dvostrukoj dužini žice ($\lambda = 2L$), sledi $v = \lambda f = 2Lf = 572\ m/s$.

591. Nivo intenziteta zvuka L (subjektivna jačina zvuka) povezan je s intenzitetom zvuka I (objektivna jačina zvuka) izrazom:

$$L = 10\ log\ \frac{I}{I_0}$$

gde je $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$ – intenzitet zvuka na pragu čujnosti. Ako se indeksima *1* i *2* označe odgovarajuće veličine pre, odnosno posle prolaza uvka kroz pregradu, sledi da je promena nivoa intenziteta zvuka srazmerna logaritmu odnosa intenziteta zvuka pre i posle prolaza kroz prepreku:

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 10\,(log\,\frac{I_1}{I_0} - log\,\frac{I_2}{I_0}) =$$

$$= 10\ log\,\frac{I_1}{I_2} = 30.$$

Iz predhodnog sledi da je $log\,(I_1/I_2) = 3$, pa je $I_1/I_2 = 1000$. Znači, pri prolazu kroz prepraku invenzitet zvuka se smanjio 1000 puta.

592. Izvor zvučnih talasa frekvencije f osciluje oko svog ravnotežnog položaja ugaonom frekvencijom ω i maksimalnom amplitudom x_0, po harmonijskom zakonu $x = x_0 \cdot sin\ \omega \cdot t$. Kada se izvor približava detektoru brzinom $u = u_0 \cdot cos\ \omega t$, gde je $u_0 = \omega x_0$, registruju se zvučni talasi frekvencije $f_+ = vf/(v-u)$ (Doplerov efekt), a kada se izvor udaljava od detektora registruju se talasi frekvencija $f_+' = vf/(v+u)$, gde je v-brzina prostorianja zvuka u vazduhu. Maksimalna i minimalna frekvencija koju registruje detektor iznose: $(f_+')_{max} = vf/(v-u_0)$ odnosno $(f_-')_{min} = vf/(v+u_0)$. Širina frekventnog intervala, koji registruje detektor, iznosi

$$\Delta f = (f_+')_{max} - (f_-')_{min} =$$

$$= \frac{2u_0 vf}{(v-u_0)(v+u_0)} = \frac{2u_0 vf}{v^2 - u_0^2}$$

Sređivanjem predhodnog izraza dobija se kvadratna jedinačina po u_0

$$\Delta f \cdot u_0^2 + 2vf\,u_0 - v^2 \Delta f = 0.$$

Fizički smisao ima rešenje:

$$u_0 = v\,\frac{\sqrt{f^2 + (\Delta f)^2} - f}{\Delta f} =$$

$$= v \cdot [\sqrt{1 + (\frac{f}{\Delta f})^2} - \frac{f}{\Delta f}]$$

Kako je $u_0 = \omega x_0$ sledi

$$\omega = \frac{v}{x_0} \cdot [\sqrt{1 + (\frac{f}{\Delta f})^2} - \frac{f}{\Delta f}] =$$

$$= 34\ s^{-1}.$$

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 popunien kupon, koji treba izrezati.

KONKURSNI ZADACI

A) Za učenike VI razreda

628. Kupac kupuje u Ljubljani i Skoplju po 1 kg brašna. Hoće li u oba grada dobiti jednaku količinu brašna:

a) ako se brašno meri u oba grada vagom sa plugom;

b) vagom sa elastičnom oprugom koja je baždarena u Beogradu.

629. Telo klizi ravnomerno niz strmu ravan koja sa horizontalom zaklapa ugao od 45° (sl. 1). Koliki je koeficijent trenja?

630. Na telo mase $5kg$ deluje jedna sila od $3N$ i jedna od $4N$, a smerovi su im pod uglom od 60°. Odrediti rezultantu sila:

a) grafički; b) računski.

631. Kolikom silom $-F_1$ treba delovati na držalju čekića, da bi izvadili ekser (sl. 2), ako je sila kojom se suprostavlja ekser $F_0 = 160\ N$? Dužina držalje čelića je $r_1 = 32\ cm$. Rastojanje od kraja čekića do eksera iznosi $r_2 = 8\ cm$. (Sl. 2)

632. Dva radnika nose brvno težine *980 N*. Jedan drži brvno na rastojanju *2 m* od njegovog kraja, a drugi drži suprotni kraj brvna. Dužina brvna je *8 m*. Odrediti koliko brvno opterećuje svakog radnika posebno.

B) Za učenike VII razreda

633. U čašu zapremine 200 cm^3 sipamo vodu zagrejanu do temperature od 100° do 3/4 zapremine čaše, a zatim dodamo hladnu vodu toliko da čaša bude puna. Odrediti kolika je konačna temperatura vode u čaši ako je hladna voda imala temperaturu 20°C.

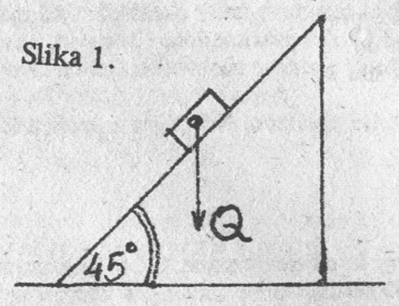
634. Predmet visine *10 m* udaljen je *30 m* od otvora mračne komore. Širina otvora je *0,2 mm*. Kolika je veličina slike tog predmeta na mutnom staklu koje se nalazi *10 cm* iza otvora?

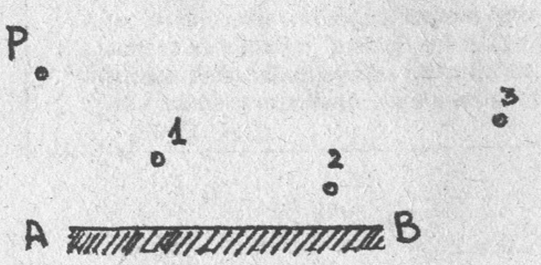
635. Čovek stoji u tački *P* ispred horizontalnog ravnog ogledala AB (sl. 3). Može li čovek istovremeno videti u ogledalu sebe i predmete koji leže na mestima 1, 2, 3? (Sl. 3)

636. Na *2 m* ispred konkavnog ogledala poluprečnika *1 m* nalazi se ravno ogledalo. Između oba ogledala i to *30 cm* daleko od ravnog ogledala nalazi se predmet visok *3 mm*. Mali zaklon sprečava da zraci direktno padaju na sferno ogledalo. Odrediti položaj, veličinu i prirodu lika posle odbijanja od ravnog i sfernog ogledala.

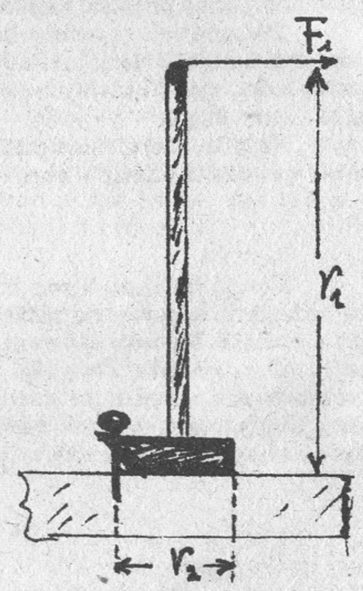
637. Dalekovido oko ne vidi oštro na daljini manjoj od *1,2 m*. Koliku dioptriju mora imati sočivo koje se stavi *2 cm* ispred oka da ono još oštro vidi predmete udaljene *25 cm*?

Slika 1.





Slika 3.



Slika 2.

C) Za učenike VIII razreda

638. Potrebno je preneti snagu $P = 100\ kW$ na rastojanje $L = 7,5\ km$, pri čemu gubici na zagrevanje provodnika ne treba da pređu 3% od predate energije. Kolika je masa provodnika u slučajevima, kada se struja prenosi:

a) pod naponom od $U = 2000\ V$?

b) pod naponom $U = 6000\ V$?

639. Koliko je utrošeno elektro-energije na dobijanje 1 kg aluminijuma, ako se elektroliza vrši pri naponu od *10 V*, a koeficijent korisnog dejstva celog uređaja je 8%. Atomska težina aluminijuma je $A_{Al} = 27$ a valenca $z = 3$.

640. Odrediti period oscilovanja matematičkog klatna u kosmičkom brodu posle isključivanja motora. Posmatrati karakter kretanja klatna posle isključivanja motora, ako se u momentu isključivanja: a) klatno nalazilo u krajnjem položaju, b) klatno kretalo.

641. Za koji deo dužine treba smanjiti dužinu matematičkog klatna, da bi period oscilovanja klatna na visini od 10 km bio jednak periodu njegovog oscilovanja na površini Zemlje?

642. Lift, na čijem plafotnu je obešeno matematičko klatno dužine *1 m*, počinje da se spušta vertikalno naniže sa ubrzanjem $a_1 = g/4$. Posle vremena $t_1 = 3\ s$ od početka kretanja, lift počinje da se kreće ravnomerno a zatim u toku *3 s* se koči do zaustavljanja. Odrediti: a) period harmonijskih oscilacija na svakom od delova puta; b) kako se menja period harmonijskih oscilacija klatna, ako se masa klatna dva puta poveća.

mr Gavrilo Vuković i Jadranka Bogovac

D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

643. Odrediti rad sile pri sabijanju elastične opruge za *0,06 m*. Konstanta opruge je $5 \cdot 10^6\ N/m$.

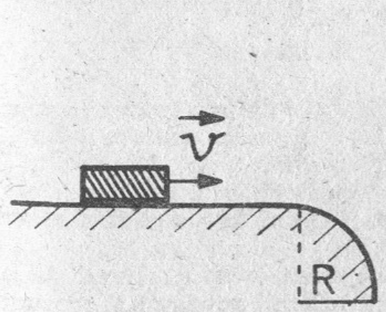
644. Telo se kreće pravolinijski brzinom v po horizontalnom glatkom stolu, koji na svom kraju ima zaobljenje poluprečnika $R = 0,2\ m$ (sl. 4). Kolika treba da je brzina tela, da ono padajući sa stola ne dodirne zaobljenu površinu.

645. Homogeni štap mase $m = 2\ kg$ i dužine $L = 0,8\ m$ pada bez početne brzine iz vertikalnog položaja, obrćući se oko horizontalne nepokretne ose O (sl. 5). Odrediti silu kojom osa deluje na štap u trenutku kada se on nađe u horizontalnom položaju.

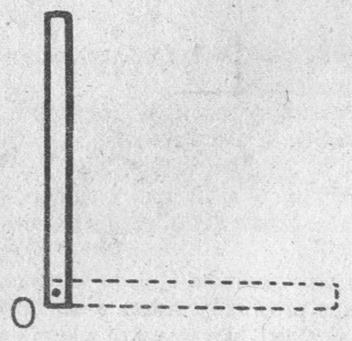
646. Brzina automobila se linearno povećava sa *36 km/h* na *108 km/h* na ravnom delu puta. Masa automobila je *1500 kg*, a koeficijent trenja *0,02*. Odrediti rad motora pri ovoj promeni brzine, kao i njegovu snagu.

647. Kontura je napravljena od bakarne žice preseka $2\ mm^2$ u obliku kvadrata sa dijagonalom (sl. 6) i priključena na konstantni napon od 150 *V*. Ravan kvadrata se nalazi paralelno linijama indukcije magnetskog polja. Odrediti silu koja deluje na konturu, ako je indukcija polja jednaka *2 mT*.

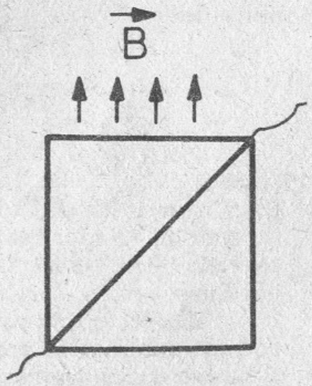
Pripremio Mr J. Dojčilović



Slika 4.



Slika 5



Slika 6

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

648. Normalno na difrakcionu rešetku, koja ima 100 zareza po milimetru, pada paralelan snop svetlosti iz vodonikove lampe. Koliko je rastojanje između drugog i centralnog maksimuma prve linije Balmerove serije, ako je ekran postavljen paralelno ravni rešetke na rastojanju *0,5 m*?

649. Snop elektrona pada na kristalnu ravan prirodnog monokristala pod uglom od 30° (ugao klizanja). Međuravanska rastojanja za datu porodicu kristalografskih ravni iznose $2{,}4 \cdot 10^{-10}$ *m*. Koliko treba da iznosi potencijalna razlika kojom su ubrzani elektroni da bi se prvi difrakcioni maksimum elektrona registrovao pod uglom jednakim upadnom uglu klizanja (30°)?

650. Monohromatski snop elektromagnetnih talasa pada na tanku pločicu od platine, koja se nalazi u homogenom magnetnom polju indukcije $B = 1 \cdot 10^{-3}$ *T*. Poluprečnik krivine putanje elektrona izbačenih iz metala pod dejstvom upadnog zračenja, u ravni koja je normalna na vektor indukcije magnetnog polja iznosi $R = 4 \cdot 10^{-3}$ *m*.
Odrediti talasnu dužinu upadnog elektromagnetnog zračenja ako se zna da maksimalna talasna dužina upadnog zračenja pri kojoj se javlja fotoefekt u platini iznosi $2 \circ 10^{-7}$
čenja pri kojoj se javlja fotoefekt u platini iznosi $2 \cdot 10^{-6}$ *m*.

651. Kinetička energija tzv. termalnih neutrona približno je jednaka srednjoj kinetičkoj energiji gasa na sobnoj temperaturi (20°C). Odrediti de Broljevu talasnu dužinu neutrona ako znamo da je masa neutrona $1{,}68 \cdot 10^{-27}$ *kg*, Plankova konstanta $6{,}62 \cdot 10^{-34}$ *Js* a Bolzmanova konstanta $1{,}38 \cdot 10^{-23}$ *J/K*.

652. Do kog maksimalnog potencijala se može naelektrisati izolovana i udaljena od drugih tela bakarna kugla pri obasjavanju elektromagnetnim zračenjem talasne dužine *140 nm*? Izlazni rad za bakar iznosi *4,47 ev*.

pripremio mr A. Srećković

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

653. Odrediti minimalnu brzinu čestice mase *m*, koja može da izazove udarnu jonizaciju molekula jednoatomskog gasa mase *M*. Energija jonizacije gasa je E_j.

654. Kolika treba da je jačina struje u kolu pri elektrolizi vode da bi se u vremenu od 30 minuta izdvojilo $V = 2$ *litra* praskavog gasa (smeša kiseonika i vodonika) na temperaturi $T = 300$ *K* i pritisku $p = 0{,}2$ *MPa*? Ostale konstante uzeti iz tablica.

655. Oscilatorno kolo se sastoji od električnog kondenzatora kapaciteta $C = 2 \cdot 10^{-6}$ *F* i zavojnice induktiviteta $L = 0{,}2$ *H*. Odrediti maksimalnu jačinu struje u kolu ako je maksimalni napon na oblogama kondenzatora jednak *100 V*.

656. Temperaturski koeficijenti električnog otpora dva provodnika od različitog materijala, a iste debljine su $3 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ i $-4 \cdot 10^{-3} K^{-1}$, a njihovi specifični otpori $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ωm i $0{,}4 \cdot 10^{-6}$ Ωm. U kom odnosu treba da stoje dužine ova dva provodnika, da kada su nastavljeni daju ukupan otpor koji ne zavisi od temperature?

657. Na kom rastojanju od posmatrača se nalazi lik Meseca, koji ovaj vidi na mirnoj površini vode u nekoj bari? Uzeti da se Mesec nalazio u „zenitu", a potrebne podatke (konstante) naći u tablicama.

Pripremio mr J. Dojčilović

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

658. Tačkast izvor izotropno zrači svetlost talasne dužine od *450 nm*. Snaga svetlosnog zračenja iznosi *1 mW*. Odrediti: a) najmanje rastojanje pri kojem posmatrač može da uoči svetlosni izvor; b) impuls, koji je prenesen snopom svetlosti, kroz površinu zenice oka posmatrača za vreme od *4,5 s* kada se posmatrač nalazi na rastojanju od *1 km*. Donja granica osetljivosti oka za svetlost date talasne dužine iznosi *1200 fotona/s*. Uzeti da je prečnik kružne površine zenice oka *5 mm*.

659. Na kružnu površinu prečnika 10 μ *m* koncentriše se mlaz svetlosti iz lasera. Ako je površina normalna na pravac prostiranja mlaza a koeficijent refleksije površine 0,5, odrediti: a) talasnu dužinu laserske svetlosti, ako u svakoj sekundi emituje $2{,}5 \cdot 10^{18}$ fotona; b) snagu laserskog malaza, ako je srednji pritisak koji on vrši na površinu *63,6 Pa*.

660. Zamislimo da je kroz Zemlju prokopan prav kanal pod uglom θ – u odnosu na pravac koji prolazi kroz centar Zemlje. Telo se spusti u kanal bez početne brzine. Smatrati da će se telo kretati duž kanala bez trenja. Odrediti maksimalnu kinetičku energiju tela.

661. Elektroni, koji su ubrzani u električnom polju potencijalnom razlikom *U*, uleću u stacionarno i homogeno magnetno polje indukcije $B = 1$ *T* nomrlano na pravac vektora magnetne indukcije. Elektroni se u magnetnom polju kreću po krugovima poluprečnika jednakim poluprečniku putanje elektrona u atomu vodonika koji se nalazi u kvantnom stanju $n = 1000$. Odrediti vrednost potencijalne razlike kojom su ubrzani elektroni. Kolika je frekvencija zračenja emitovanog pri prelazu elektrona iz kvantnog stanja $n = 1000$ u osnovno stanje atoma vodonika?

662. Pri interakciji fotona sa slabo vezanim elektronom (Komptonov efekt) fotoni se raseju pod uglom θ, u odnosu na upadni pravac, pri čemu im se menja talasna dužina. Koliki je ugao rasejanja fotona (θ) i ugao uzmaka elektrona (φ) u slučaju kada je promena energije fotona najveća? Odrediti vrednost maksimalne promene energije fotona čija je talasna dužina pre rasejanja iznosila 0,1 nm.

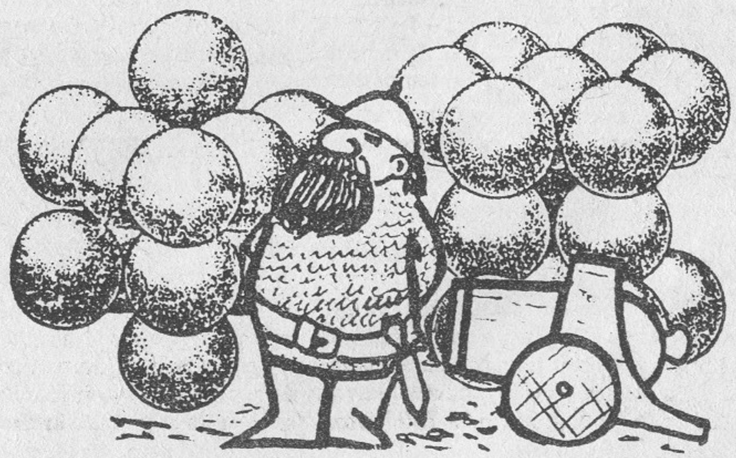
Pripremio mr A. Srećković

TESLA I MUNJA

Naš veliki slikar Paja Jovanović, dok je boravio i slikao u Njujorku upoznao je dva čuvena zemljaka, Mihajla Pupina i Nikolu Teslu.

Majstor kičice, i pored velikog ličnog autoriteta, nikako nije uspeo da nagovori Nikolu Teslu da mu pozira i da naslika njegov portret. Uvek je izgovor bio nedostatak vremena. No, uspomena na Teslu izgleda da ga nije nikada napuštala. Rado je ponavljao priču jednog starog seljaka iz svog rodnog Banata, kako je „Teslu vila naučila da zarobi munju".

D. Grujić



REŠENJA ZADATAKA SA XXIII REPUBLIČKOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA
(Zadaci su objavljeni u „Mladom fizičaru, br. 33)

I RAZRED

1. Padajući sa visine $h_1 = 1\ m$, kuglica udara o podlogu brzinom v_1, a odskače od nje brzinom $v_2 = kv_1$, gde je k – traženi odnos brzina. Kako je prema zakonu održanja energije

$mgh_1 = mv_1^2/2$ i $mgh_2 = mv_2^2/2$, to je

$$h_2/h_1 = v_2^2/v_1^2 = k^2, \text{ tj. } h_2 = k^2 h_1.$$

Vreme od početka padanja do drugog udara o podlogu iznosi $t = t_1 + 2\,t_2$, gde je t_1 – vreme padanja kuglice **sa visine** h_1, a t_2 – **vreme padanja** kuglice sa visine h_2. Kako je dalje $t_1 = \sqrt{2h_1/g}$ i $t_2 = \sqrt{2h_2/g} = k\sqrt{2h_1/g}$, to je

$$t = \sqrt{2h_1/g} \cdot (1 + 2k).$$

Odavde sledi da je traženi odnos brzina posle i pre udara kuglice o podlogu jednak

$$k = \frac{t - \sqrt{2h_1/g}}{2\sqrt{2h_1/g}} = 0{,}94,$$ jer je vreme padanja kuglice sa visine h_1 iznosi

$$t_1 = \sqrt{2h_1/g} = 0{,}45 \text{ s}.$$

2. Ovaj zadatak se može rešiti na dva načina: energijski (preko zakona održanja energije) i kinematički (na osnovu zakona kretanja tela). **I. način:** Kinetička energija tela na početku i kraju kretanja je nepromenjena, odnosno jednaka nuli. Promenila se samo njegova potencijalna energija i to na račun vršenja rada protiv sila potiska u tečnostima (sl. 1)

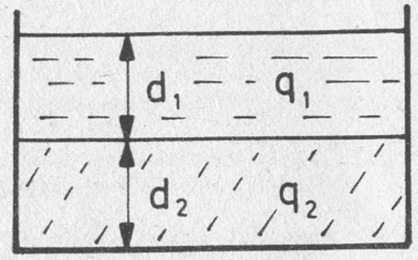
$$-mg(d_1 + d_2) = A_1 + A_2,$$

gde je $A_1 = -F_1 d_1 = -\rho_1 Vgd_1$ – rad protiv sile potiska F_1 koja deluje na telo dok se ono nalazi u gornjoj tečenosti gustine ρ_1, a $A_2 = -F_2 d_2 = -\rho_2 Vgd_2$ – ista stvar samo za tečnost čija je gustina ρ_2. Zamenom izraza za radove u početnu relaciju dobija se

$$m(d_1 + d_2) = \rho_1 d_1 V + \rho_2 d_2 V.$$

Kako je još $m = \rho V$, gde je ρ – gustina tela, a V – njegova zapremina, to se na kraju dobija

$$\rho = \frac{\rho_1 d_1 = \rho_2 d_2}{d_1 + d_2} = 1680 \text{ kg/m}^3$$



slika 1

II. način: Telo se u prvoj tečnosti kreće ubrzano, ubrzanjem a_1 koje se može odrediti iz relacije koju daje II Njutnov zakon

$$ma_1 = mg - F_1$$

odnosno

$$a_1 = (\rho - \rho_1)\, g/\rho.$$

Sledi $a_1 = (\rho - \rho_1)\, g/\rho$. Brzina tela na granici dveju tečnosti je

$$v_1 = \sqrt{2a_1 d_1} = \sqrt{2(\rho - \rho_1)gd_1/\rho}.$$

Ova brzina je početna brzina za jednako usporeno kretanje tela u donjoj tečnosti: $v = v_1 - a_2 t_2$ i $d_2 = v_1 t_2 - a_2 t_2^2/2$. Kako je $v = 0$, to se dobija da je ubrzanje a_2 jednako

$$a_2 = \frac{v_1^2}{2d_2} = \frac{(\rho - \rho_1)gd_1}{d_2 \rho}.$$

II Njutnov zakon za kretanje u donjoj tečnosti daje relaciju

$$-ma_2 = mg - \rho_2 Vg,$$

odnosno

$$a_2 = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho} \cdot g$$

Znači važi jednakost

$$\frac{\rho_2 - \rho}{\rho} g = \frac{1}{d_2} \quad \frac{\rho - \rho_1}{\rho} gd_1$$

iz koje se dobija konačan izraz za gustinu tela kao i u prvom slučaju

$$\rho = \frac{\rho_2 d_2 + \rho_1 d_1}{d_2 + d_1} = 1680 \text{ kg/m}^3$$

3. Rješenje ovog zadatka se nalazi u Mladom fizičaru br. 31–32, strana 73., zadatak 471. Rezultat

$$a_1 = \frac{F - \mu mg}{M} = 3{,}46 \text{ m/s}^2$$ – ubrzanje tela na koje deluje sila F i

$$a_2 = \frac{\mu mg}{M + 2m} = 0{,}28 \text{ m/s}^2$$ – ubrzanje ostalih tela.

4. Re)enje ovog zadatka nalazi se u Mladom fizičaru br. 30, strana 37., zadatak 437. Rezultat

$$h = \frac{\pi^2 L^2}{64\,H} = 0{,}1 \text{ m}.$$

5. **Količina** kretanja sistema pre sudara je $p_1 = mv = m_0 v/1^{-2}$, a ukupna energija iznosi

$$E_1 = mc^2 + m_0 c^2 = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} + 1\right)$$

gde je $\beta = v/c$. Ove dve fizičke veličine posle sudara iznose

$$p_2 = m_1 u \quad \text{i} \quad E_2 = m_1 c^2,$$

gde je $m_1 = m_0'/\sqrt{1-\beta_2^2}$ – masa, u – brzina posle sudara, a m_0' – masa mirovanja novonastale čestice. Zakoni održanja količine kretanja i ukupne energije sistema $p_1 = p_2$ i $E_1 = E_2$ daju relacije

$$\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{M_0' u}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \qquad (1)$$

i

$$m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} + 1\right) = \qquad (2)$$

$$= \frac{m_0' c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

Deobom jednačine (1) sa jednačinom (2) dobija se izraz iz koga se može odrediti brzina u

$$u = \frac{v}{1 + \sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{1}{3}c = 1 \cdot 10^8 \text{ m/s},$$

koja kada se zameni u relaciju (1) daje mogućnost da se odrede mase m_1, odnosno m_0':

$$m_1 = \frac{m_0 v}{u \cdot \sqrt{1 - \beta^2}} = 2{,}25 \cdot m_0 =$$

$$= 2{,}7 \cdot 10^{-20} \text{ kg}$$

$$m_0' = m_1 \cdot \sqrt{1 - u^2/c^2} =$$

$$= 2{,}55 \cdot 10^{-20} \text{ kg}.$$

Kinetička energija novonastale čestice se može dobiti kada se od njene ukupne energije E_2 oduzme energija $m_0' c^2$:

$$E_{k_2} = R_2 - m_0' c^2 = (m_1 - m_0')c^2 =$$

$$= 1{,}4 \cdot 10^{-4} \text{ J}.$$

II razred

1. Da bi gas prešao iz stanja 1 u stanje 2 (izobarni proces: $p = \text{const}$) potrebno mu je dovesti količinu toplote $Q_{1,2} = \Delta U_{1,2} + A_{1,2}$. Promena unutrašnje energije gasa, u ovom delu ciklusa, iznosi $\Delta U_{1,2} = C_V \Delta T = C_V(T_2 - T_1)$, gde je C_V – molarna specifična toplota pri konstantnoj zapremini; T_1 i

T_2 su temperature gasa na početku i na kraju ovog dela ciklusa, respektivno. Pri tom gas izvrši rad $A_{1,2} = p_1 \Delta V = p_1 (V_2 - V_1)$, gde je $p_1 = p_2$ – pritisak gasa a V_1 i V_2 su zapremine gasa na početku i na kraju datog dela ciklusa. Na osnovu jednačina gasnog stanja ($pV = nRT$), sledi $p \Delta V = nR\Delta T$, odnosno $p_1(V_2 - V_1) = nR (T_2 - T_1)$, tako da je $A_{1,2} = nR (T_2 - T_1)$. Znači, količina toplote koju je potrebno dvoesti gasu da bi iz stanja 1 prešao u stanje 2 iznosi

$$Q_{1,2} = C_V (T_2 - T_1) + nR (T_2 - T_1) =$$

$$= (C_V + nR) (T_2 - T_1)$$

U delu ciklusa 2 → 3 (izohoran proces: V = =const), s obzirom da je zapremina konstantna $V_3 = V_2$, gas ne vrši rad $A_{2,3} = 0$. Kako je $T_3 < T_2$ sledi da se gasu odvodi količina toplote

$$Q_{2,3} = \Delta U_{2,3} = C_V \Delta T =$$

$$= C_V (T_3 - T_2).$$

Pri adijabatskom sabijanju gasa u delu ciklusa 3 → 1 nema razmene toplote s okolinom $Q_{3,1} = 0$.

U toku jednog ciklusa jedan mol ($n = 1$) gasa izvrši rad koji je jednak razlici dovedene i odvedene količine toplote:

$$A = Q_{1,2} - |Q_{2,3}| = R (T_2 - T_1) -$$

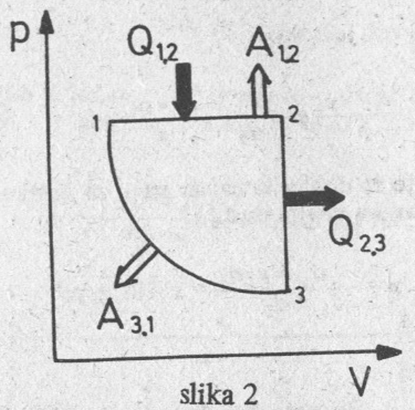
$$- C_V (T_2 - T_3) = 0{,}41\ kJ.$$

Napomena: Rad koji izvrši gas za jedan ciklus može se odrediti i kao zbir radova koji gas izvrši u delovima ciklusa. S ozbirom da je $A_{2,3} = 0$, sledi $A = A_{1,2} + A_{3,1}$. Međutim, kako izraz za rad pri adijabatskom

da je $A_{2,3} = 0$, sledi $A = A_{1,2} + A_{3,1}$. Međutim, kako izraz za rad pri adijabatskom procesu ne poznajete, na sadašnjem stupnju izučavanja fizike, morao se primeniti prethodno prikazan postupak rešavanja zadatka. Koeficijent korisnog dejstva mašine koja radi po datom ciklusu iznosi

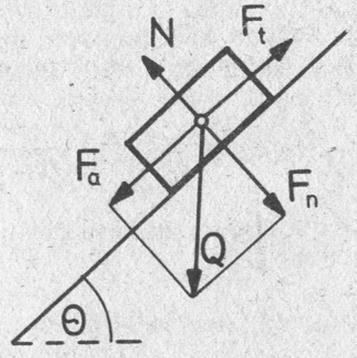
$$\eta = \frac{A}{Q_{1,2}} = \frac{Q_{1,2} - |Q_{2,3}|}{Q_{1,2}} =$$

$$= 1 - \frac{C_V}{C_V + R} \circ \frac{T_2 - T_3}{T_2 - T_1} = 0{,}062$$



slika 2

2. Kada se telo mase m nalazi na mirnoj ploči koja je nagnuta pod uglom θ u odnosu na horizontalu ono će kliziti niz strmu ravan u slučaju kada je aktivna koomponeta težine tela veća od sile trenja (Sl. 3): $F_a > F_t$. Kako je $F_a = mg \sin\theta$ i $F_t = k\, mg \cdot \cos\theta$, sledi $\sin\theta > k \cos\theta$, odnosno $\operatorname{tg}\theta > k$. U ovom zadatku je $\operatorname{tg}\theta < k$ što znači da kada ploča ne osciluje telo se nalazi u stanju mirovanja. Kada ploča osciluje u sopstvenoj ravni frekvencijom f na telo deluje, dodatna, inerciona sila $F_i = -ma$, promenljivog intenziteta i smera, gde je $a = \omega^2 x_0 = 4\pi^2 f^2 x_0$ ubrzanje ploče usled njenog oscilatornog kretanja; x_0 je amplituda oscilovanja ploče. U delu perioda kada se ploča kreće „na gore" ubrzanjem a inerciona sila deluje na telo duž ploče „na dole" (Sl. 4), tako da će se telo kretati niz ploču ako je



slika 3

ispunjen uslov $F_a + F_i > F_t$, odnosno $mg \cdot \sin\theta + m4\pi^2 f^2 x_0 > k\, mg \cos\theta$. Ovaj uslov je zadovoljen ukoliko je frekvencija oscilovanja ploče

$$f > \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{x_0}} (k \cos\theta - \sin\theta) =$$

$$= 7{,}96 \text{ Hz}.$$

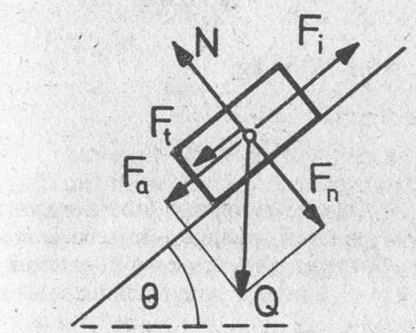
Znači, minimalna frekvencija pri kojoj će telo kliziti niz ploču iznosi $f_{min} \approx 8$ Hz.

Primedba: Ukoliko je $F_i > F_a + F_t$, (Sl. 5), odnosno

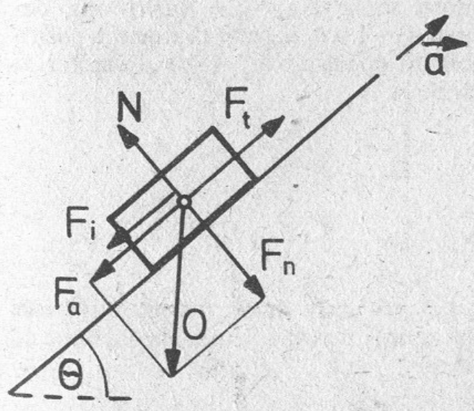
$$f > \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{x_0}} (\sin\theta + k \cos\theta) =$$

$$= 17{,}8 \text{ Hz}$$

telo će se u jednom delu perioda kretati uz ploču a u drugom delu perioda niz ploču.



Slika 4



Slika 5

3. Na osnovu Hajzenbergove relacije neodređenosti $\Delta p \cdot \Delta x \geq h$, sledi $\Delta p \cdot \Delta r \geq h$, gde je Δp neodređenost impulsa elektrona, Δx – neodređenost koordinata a Δr neodređenost „poluprečnika „orbite" elektrona u atomu. Kako je za elektron vodonikovog atoma u n-tom kvantnom stanju

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2 4\pi\epsilon_0}{m_0 e^2} \quad \text{i}$$

$$p_n = \frac{m_0 e^2}{4\pi^2 \epsilon_0 n\hbar},$$

gde je $\hbar = h/2\pi$, m_0 – masa elektrona u miru ϵ_0 – dielektrična propustljivost vakuuma, iz uslova zadatka ($\Delta r_n < 0{,}8\, r_n$, $\Delta p_n < 0{,}8\, p_n$) i Hajzenbergove relacije neodređenosti, sledi $\Delta p_n \cdot \Delta r_n = 0{,}8\, p_n \cdot 0{,}8\, r_n = 0{,}64\, p_n r_n = 0{,}64\, n\hbar = \frac{0{,}64nh}{2\pi} \geq h$, pa je $n \geq 2\pi/0{,}64 = 9{,}8$. Znači, $n_{min} = 10$.

4. U slučaju kada atom vodonika mase m, koji se kreće brzinom v, emituje foton, na osnovu zakona održanja energije i zakona održanja količine kretanja, sledi

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m (v - \Delta v_1)^2}{2} + h\nu_1 +$$

$$+ \Delta E \qquad \ldots (1)$$

$$mv = m (v - \Delta v_1) + \frac{h\nu_1}{c} \qquad \ldots (2)$$

gde je Δv_1 – promena brzine atoma vodonika usled emitovanja fotona, ν_1 – frekvencija detektovanog fotona a ΔE – promena unutrašnje energije atoma.

U slučaju kada atom vodonika emituje foton u smeru suprotnom od smera kretanja, na osnovu zakona održanja energije i zakona održanja količine kretanja, sledi

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m (v + \Delta v_2)}{2} + h\nu_2 +$$

$$\ldots (3)$$

$$+ \Delta E$$

$$mv = m (v + \Delta v_1) - \frac{h\nu_2}{c} \qquad \ldots (4)$$

gde je Δv_2 – promena brzine atoma vodonika a ν_2 – frekvencija detektovanog fotona u ovom slučaju.

Kako je $\Delta v_1 < v$ i $\Delta v_2 < v$, sledi $\Delta v_1^2 \ll v^2$ i $\Delta v_2^2 \ll v^2$, pa se ovi članovi mogu zanemariti u jednačinama (1) i (3). Iz jednačina (1) i (2) i jednačina (3) i (4) sledi

$$h\nu_1 \left(1 - \frac{v}{c}\right) + \Delta E = 0 \quad \text{i}$$

$$h\nu_2 \left(1 + \frac{v}{c}\right) + \Delta E = 0,$$

tako da se dobija

$$\nu_1 = \nu_2 \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}, \text{ odnosno}$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}$$

Kako je $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$, sledi

$$v = \frac{c\,\Delta\lambda}{2\lambda_1 + \Delta\lambda} \approx \frac{c\,\Delta\lambda}{2\lambda_1} \approx \frac{c\,\Delta\lambda}{2\lambda}.$$

gde je λ_0 – talasna dužina registrovanog fotona kada se atom vodonika nalazi u miru. Kako je

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right), \text{ odnosno}$$

$$\frac{1}{\lambda_0} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right),$$

sledi $\lambda_0 = 16R/15$, gde je R – Ridbergova konstanta. Konačno je $v = 15\,R\,c\,\Delta\lambda/16 = 3 \cdot 10^5$ m/s.

5. Kako dati izvor **izotropno** zrači, broj α – čestica $\Delta n(R)$ koji se registruje na fluorescentnom ekranu površine S, na rastojanuu R od izvora, u odnosu na ukupan broj α – čestica koji u **datom vremenskom** intervalu izrači izvor, odnosi se kao površina ekrana prema površini zamišljene sfere poluprečnika R: $n(R)/\Delta n = S/4\pi R^2$. Kako je aktivnost definisana brojem emitovanih čestica u jedinici vremena $A^* = \Delta n/\Delta t$, sledi $A^*(R)/A^* = S/4\pi R^2$, gde je $A^*(R) = \Delta n(R)/\Delta t$ aktivnost na rastojanju R. Kako je aktivnost izvora srazmerna s **brojem prisutnih jezgara** N: $A^* = 0{,}69\,N/T_{1/2}$, gde je $T_{1/2}$ – period poluraspada datog jezgra, sledi:

$$N = A^* T_{1/2}/0{,}69 = 4\pi R^2 A^*(R) T_{1/2}/$$

$$/S\,0{,}69 = 4\pi R^2 \Delta n(R) T_{1/2}/S \cdot 0{,}69 \cdot \Delta t.$$

S obzirom da se masa datog izvora m odnosi prema atomskoj masi A jezgra kao što se odnosi broj jezgara u datoj masi prema Avogadrovom broju N_A, sledi

$$m = A\frac{N}{N_A} = \frac{A\,4\pi R^2 \Delta n(R) T_{1/2}}{N_A S\,0{,}69\,\Delta t} =$$

$$= 6{,}1 \cdot 10^{-10} \text{ kg}.$$

III razred

1. Dipolni moment p atoma aragona je $p = zex = \epsilon_0 \alpha E$, gde je x – traženo pomeranje elektronskog oblaka, $z = 18$ – atomski broj, a α – atomska polarizabilnost. Sledi dalje

$$\alpha = \frac{zex}{\epsilon_0 \cdot E}.$$

S druge strane je $\epsilon_r = 1 + \mathcal{H}$ i $\mathcal{H} = n_0\alpha$, odnosno $\epsilon_r - 1 = n_0\alpha$, pa se za atomsku polarizabilnost dobija $\alpha = (\epsilon_r - 1)/n_0$. Znači, važi jednakost

$$\frac{\epsilon_r - 1}{n_0} = \frac{zxe}{\epsilon_0 E},$$

iz koje se može dobiti traženo pomeranje centra negativnih naelektrisanja u odnosu na jezgro

$$x = \frac{(\epsilon_r - 1)\,\epsilon_0 E}{n_0 ze} = 2 \cdot 10^{-18}\ m.$$

Vidi se da je deformacija elektronskog oblaka atoma argona mnogo manja od dimenzija samog atoma (10^{-10} m).

2. Rešenje ovog zadatka se nalazi u Mladom fizičaru br. 30., strana 41., zadatak 446. Rezultat:

$$l = \frac{ne}{2\pi R}\sqrt{\frac{2ea}{m} + \frac{4\pi^2 R^2 l_0^2}{n^2 e^2}} =$$

$$= \sqrt{l_0^2 + \frac{n^2 e^3 a}{2m\pi^2 R^2}}.$$

3. Rešenje ovog zadatka se nalazi u Mladom fizičaru br. 33., strana 27., zadatak 516. Rezultat

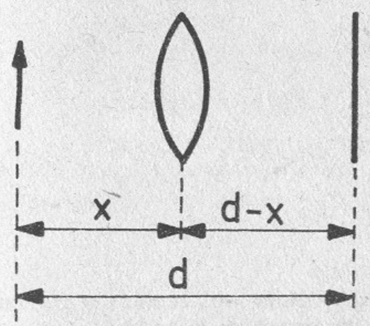
$$A = kT^2\left(\frac{1}{\Delta T}\,\frac{\Delta i}{i} - \frac{2}{T}\right) = 4{,}968 \cdot 10^{-19} J.$$

4. Rešenje ovog zadatka se nalazi u Mladom fizičaru br. 33., strana 28, zadatak 517. Rezultat

$$r_0 = r/n = 0{,}5 \text{ mm}.$$

5. Neka je oštar lik predmeta dobijen na ekranu za položaj sočiva kao na slici 6. Pri tome je rastojanje predmeta od sočiva $p = x$, a rastojanje ekrana (lika) od njega $\ell = d - x$. Jednačina tankog sabirnog sočiva $1/f = 1/p + 1/\ell$ dobija oblik: $\omega = 1/f = 1/x + 1/(d-x)$, koji posle elemementarnih matematičkih transformacija prelazi u kvadratnu jednačinu po x

$$x^2 - dx + d/\omega = 0.$$



sl.6.

Pošto x može da bude samo realno, to diskriminanta ove kvadratne jednačine ne može biti negativna, pa važi nejednakost $d^2 - 4d/\omega \geq 0$, odnosno $\omega \geq 4/d$. Znači, minimalna vrednost optičke moći sabirnog sočiva sa kojima se može dobiti **oštar** lik svetlog predmeta iznosi

$$\omega_{min} = \frac{4}{d} = 4 \text{ dioptrije}.$$

IV. razred

1. Bernulijeva jednačina primenjena na vodenu i na vazdušnu struju u datom slučaju ima sledeće oblike:

$$p_a + \frac{\rho_0 v_0^2}{2} = p_c + \rho_0 gH \qquad \ldots (1)$$

$$p_a + \frac{\rho_1 v_1^2}{2} = p_c + \frac{\rho_1 v_2^2}{2} \qquad \ldots (2)$$

gde je p_a – atmosferski pritisak, ρ_0 i ρ_1 su zapreminske mase vode i vazduha, p_c – pritisak vazduha u užem delu horizontalne cevi na mestu gde je povezana s vertikalnom cevi, v_2 – brzina struje vazduha u užem delu horizontalne cevi. Na osnovu jednačina kontinuiteta sledi: $v_1 S_1 = v_2 S_2$, odakle je

$$v_2 = v_1\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \qquad \ldots (3)$$

gde su D_1 i D_2 prečnici šireg i užeg dela horizontalne cevi, respektivno. Na osnovu izraza (1), (2) i (3), sledi

$$H = \frac{1}{2g}\left\{v_0^2 + \frac{\rho_1 v_1^2}{\rho_0}\left[\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 - 1\right]\right\}$$

Kako je $\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 \gg 1$, konačno se dobija

$$H \approx \frac{1}{2g}\left[v_0^2 + \frac{\rho_1}{\rho_0}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4 \cdot v_1^2\right] \doteq 0{,}86 \text{ m}.$$

2. Cilindar se kreće u odnosu na dasku pod dejstvom inercione sile F_i i sile trenja F_t (Sl. 7). Trenje između cilindra i daske nastaje u tački dodira. U slučaju kada nema proklizavanja cilindra, tačke dodira su nepokretne i predstavljaju trenutne ose rotacije. U datom slučaju je $v_c = \omega r$, gde je v_c – brzina centra mase cilindra, m – ugaona brzina, a r – poluprečnik cilindra, pa je ubrzanje centra mase cilindra $a_c = \alpha r$, gde je α – ugaono ubrzanje cilindra. Na osnovu II zakona

dinamike, primenjenog na translatorno kretanje centra mase i na rotaciono kretanje cilindra, sledi

$$ma_c = F_i - F_t \qquad \ldots (1)$$

$$I_c\alpha = F_t \cdot R \qquad \ldots (2)$$

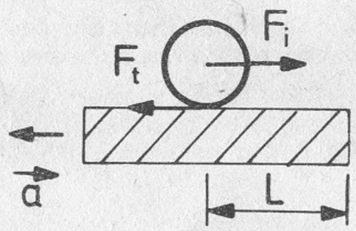
gde je I_c – moment inercije cilindra u odnosu na geometrijsku osu. Kako je $F_i = ma_0$, gde je a_0 – ubrzanje daske, na osnovu predhodnog sledi:

$$ma_c = ma_0 - F_t \quad \text{i} \quad I_c\frac{a_c}{R^2} = F_t$$

odakle se dobija $a_c = \dfrac{a_0}{1 + \dfrac{I_c}{mr^2}}$.

Za cilindar je $I_c = mr^2$, pa je $a_c = \frac{a_0}{2}$. Kako je, u slučaju kretanja bez početne brzine, brzina na kraju pređenog puta L data izrazom $v = \sqrt{2aL}$, sledi

$$v_c = \sqrt{2a_cL} = \sqrt{a_0L} = 2{,}45 \text{ m/s}.$$



Slika 7

3. Na osnovu zakona održanja energije i zakona održanja količine kretanja sledi:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{(M+m)v'^2}{2} \qquad \ldots (1)$$

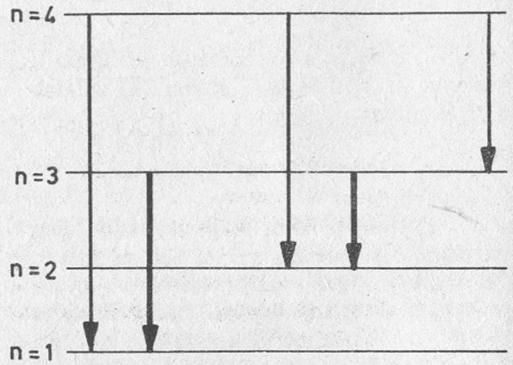
$$mv = (m+M)v' \qquad \ldots (2)$$

gde je v' – brzina kutije s kuglicom a x_0 – – dužina za koju se sabila opruga. Prvi član s desne strane jednačine (1) odgovara potencijalnoj energiji elastične deformacije opruge. Iz jednačine (2) sledi: $v' = mv/(m+M)$. Smenom dobijenog izraza za v' u jednačinu (1) dobija se

$$v = x_0\sqrt{k\frac{(M+m)}{mM}}, \text{ pa je}$$

$$v_{min} = L_0\sqrt{k\frac{(M+m)}{mM}} = 10 \text{ m/s}.$$

4. Šest linija u emisionom spektru vodonika pojavljuju se pri prelazima iz stanja određenog glavnim kvantnim brojem $n = 4$ u niža energijska stanja (Sl. 8). Da bi se dobio ovakav spektar potrebno je da pobudno zračenje bude veće energije od energije prelaza sa nivoa $n = 1$ na nivo $n = 4$, što znači da minimalna+ talasna dužina pobudnog zračenja, pri kojoj se dobija dati spektar, iznosi $\lambda_{min} = \lambda_{1,4}$. Kako je



Slika 8

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4_2^2}\right) = R\frac{15}{16}$$

sledi:

$$\lambda_{min} = 16/15\,R = 97{,}2 \text{ nm}.$$

Linija talasnih dužina: $\lambda_{4,1} = 97{,}2$ nm, $\lambda_{3,1} = 102{,}6$ nm i $\lambda_{2,1} = 121{,}6$ nm pripadaju Lajmanovoj seriji ($n = 1$). Linije talasnih dužina $\lambda_{4,2} = 426{,}2$ nm i $\lambda_{3,2} = 656{,}5$ nm pripadaju Balmerovoj seriji ($n = 2$). Linija talasne dužine $\lambda_{4,3} = 1875{,}2$ nm pripada Pašenovoj seriji ($n = 3$).

5. Intenzitet datog γ-zračenja jednak je energiji γ-zračenja koja u jedinici vremena prođe kroz površinu S: $J = E/St$. Ako se pri jednom raspadu emituje n γ-fotona srednjih energija ϵ_s sledi: $E = n\epsilon_s N$, gde je N broj raspadnutih jezgara. Kako je aktivnost definisana izrazom $A = N/t$, sledi: $J = n\epsilon_s A/S$. Kada između izvora i date površine, koja se nalazi na rastojanju R, nema apsorbera, intenzitet zračenja iznosi: $J_0(R) = n\epsilon_s A/4\pi R^2$. Kako pri prolazu datog zračenja kroz apsorber, linearnog koeficijenta apsorpcije μ, intenzitet zračenja eksponencijalno opada s debljinom x apsorpcionog sloja, sledi

$$J(R) = J_0(R)\exp(-\mu x) =$$

$$= \frac{n\epsilon_s A}{4\pi R^2}\exp(-\mu x) = 1{,}55\cdot10^4\ \frac{MeV}{m^2s}.$$

PROGRAM

SAVEZNOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE ZA UČENIKE SREDNJEG USMERENOG OBRAZOVANJA

Učenici srednjih škola Jugoslavije takmiče se u tri takmičarske grupe i to:
A grupa: mehanika i toplota
B grupa: oscilacije i talasi; Elektricitet i magnetizam
C grupa: optika i fizika atoma sa teorijom relativnosti

Da bi se učenici mogli pripremiti za takmičenje a komisije predlagati numeričke zadatke za tačno određeno gradivo na sastanku Komisije za mlade fizičare održanom 26. 09. 1981. u Beogradu, usvojen je usaglašen program za takmičenje za pojedine takmičarske grupe i to:

A grupa: MEHANIKA I TOPLOTA

– Kinematika materijalne tačke. Jednostavna kretanja duž prave.
– Dinamika materijalne tačke. Njutnovi zakoni. Zakoni očuvanja impulsa.
– Elastični i neelastični sudari. Trenje.
– Rad, snaga, mehanička energija. Zakon očuvanja energije.
– Gravitaciono polje. Gravitaciona sila. Kretanje u gravitacionom polju.
– Dinamika krutog tela. Osnovni zakoni rotacije. Zakon održavanja momenta kretanja. Energija i snaga rotacije.
– Ravnoteža – poluga, konzola i dr.
– Hukov zakon.
– Mehanika fluida, statika. Hidrostatički i hidraulički pritisak. Uzgon. Dinamika. Stacionarno strujanje, Bernulijeva jednačina. Viskozan fluid.
– Kalorimetrija. Specifične i latentne toplote. Ključanje. Topljenje.
– I i II zakon termodinamike.
– Prenošenje toplote.
– Toplotno širenje.
– Jednačina gasnog stanja. Gasni zakoni.

B grupa: OSCILACIJE I TALASI, ELEKTRICITET I MAGNETIZAM

– Harmonijsko oscilovanje. Matematičko klatno. Energija oscilovanja. Rezonancija.
– Mehanički talasi. Brzina rasprostiranja talasa. Talasna dužina.
– Jednačina talasa.
– Interferencija, difrakcija i polarizacija talasa.
– Zvučni talasi.
– Doplerov efekat.
– Kulonov zakon.
– Električno polje. Homogeno električno polje. Električna struja.
– Električna energija. Napon i potencijal.
– Električni kapacitet. Pločasti kondenzator. Vezivanje kondenzatora. Energija polja kondenzatora.
– Električna struja kroz provodnik, elektrolit i gas.

(Nastavak na stran. 68)

VII. REPUBLIČKO TAKMIČENJE IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNE ŠKOLE SRBIJE, 12.05.1984.

Zadaci za VII razred

(sa rešenjima)

Zadatak br. 1

Automobil se kreće ravnomerno ubrzano po kružnoj putanji poluprečnika $25m$. Polazeći iz mirovanja automobil pređe put (luk) dužine $50m$ za $10\,s$. Naći centripetalno ubrzanje automobila na kraju puta.

REŠENJE:

$r = 25\ m$

$AB = s = 50\ m$

$t = 10\ s$

$a_r = ?$

Centripetalno ubrzanje – $a_r = \frac{\vartheta^2}{r}$

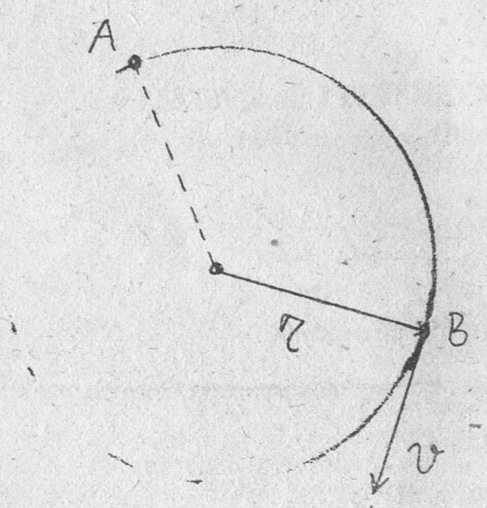
Vrednost brzine u tački B možemo odrediti na dva načina:

I. Pređeni put $AB = s = \vartheta_{ep} \cdot t$,

$\vartheta_{ep} = \frac{0 + \vartheta}{2}$ $s = \frac{\vartheta}{2} \cdot t$ – odakle je $\vartheta = 2s/t$,

$\vartheta = 10\ m/s$

II. Na osnovu jednačina jednakopromenljivog kretanja: $\vartheta = at$ i $s = \frac{1}{2} at^2$. Iz druge jednačine $a = \frac{2s}{t^2}$ – zameni: $\vartheta = \frac{2s}{t} \cdot t = \frac{28}{t}$. Zamenom u prvoj jednačini $a_r = \frac{10^2}{25} = 4\ m/s^2$



Zadatak br. 2.

Zrno mase $8\ kg$ smešteno je u cev vatrenog oruđa prečnika od $100\ mm$. Pri ispaljivanju zrno izleće brzinom $600\,m/s$. Srednja vrednost pritiska barutnih gasova je $10^6\,P_a$. Odrediti vreme kretanja zrna kroz cev oruđa.

REŠENJE

$m = 8\ kg$

$2r = 100\ mm$

$r = 5 \cdot 10^{-2}\ m$

$\vartheta_0 = 0$

$\vartheta = 600\ m/s$

$p = 10^6\ Pa$

$t = ?$

Pod dejstvom stalne sile kretanje zrna je jednako ubrzano $\vartheta = \vartheta_0 + at$, $\vartheta_0 = 0$, $\vartheta = a \cdot t$ – sledi da je $t = \frac{\vartheta}{a}$, $a = ?$

$F = ma$, $a = \frac{F}{m}$.

Kako se kretanje obavlja pod dejstvom pritiska: $p = \frac{F}{S}$ možemo izračunati silu F: $F = p \cdot S = p \cdot r^2 \pi$

$F = 10^6 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 3{,}14 = 78{,}5 \cdot 10^2\,N$.

Izračunavanjem $a = \frac{F}{m} = 9{,}8 \cdot 10^2\ m/s$ i zamenom u jednačinu $t = \frac{\vartheta}{a}$ dobija se $t = 0{,}6s$

II pristup:

Pod dejstvom sile F na putu s (dužina cevi) zrno na izlasku iz cevi ima kinetičku energiju: $E_k = A$, $\frac{1}{2} m\vartheta^2 = F \cdot s$, $F = p \cdot S$

Put $s = \vartheta_{ep} \cdot t$, $\vartheta_{ep} = \frac{0 + \vartheta}{2}$, tako da je $s = \frac{\vartheta}{2} \cdot t$. zamenom u jednačini $\frac{1}{2} m\vartheta^2 = F \cdot \frac{\vartheta}{2} \cdot t$

$t = \frac{m\vartheta}{F} = \frac{8 \cdot 600}{78{,}5 \cdot 10^2}$, $t = 0{,}6\ s$

Zadatak br. 3.

Protok vode kroz hidroturbinu je $3\,\frac{m^3}{s}$. Voda pada na turbinu brzinom $6\ m/s$, *a izlazi iz turbine* brzinom $2\ m/s$ na nivo koji je $1{,}5\ m$ niži od nivoa ulaska vode. Koeficijent korisnog dejstva turbine i motora je 0,80. Izračunati snagu turbine i dnevnu proizvodnju (24 h) energije. (gustina vode $10^3\ kg/m^3$, $g = 10\ m/s^2$)

REŠENJE:

$\frac{V}{t} = 3\,\frac{m^3}{s}$ – protok

$\vartheta_1 = 6\ m/s$

$\vartheta_2 = 2\ m/s$

$h = 1{,}5\ m$

$\zeta = 0{,}80$

$\rho = 10^3\ kg/m^3$

$g = 10\ m/s^2$

1. Usvojimo nivo izlaza vode iz turbine za nivo nulte potencijalne energije. Mehanička energija protoka vode na ulazu u turbinu je $E_1 = E_{k_1} + E_p$

$E_1 = \frac{1}{2} m\vartheta_1^2 + mgh$

Na izlazu iz turbine energija vode je

$E_2 = \frac{1}{2} m\vartheta_2^2 + 0$

Ukupna energija utrošena u turbini je $E_u = E_1 - E_2$,

$E_u = \frac{1}{2} m(\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2) + mgh$

2. Snaga $P = \frac{A}{t} = \frac{E}{t}$

$P = \frac{1}{2} \frac{m}{t} (\vartheta_1^2 - \vartheta_2^2) + \frac{m}{t} gh$,

Kako je $\rho = \frac{m}{V}$, $m = \rho V$ – onda je

$\frac{m}{t} = 3 \cdot 10^3\ kg/s$

$P = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^3 (36 - 4) +$

$+ 3 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 1{,}5 = 93 \cdot 10^3 W$

3. $\eta = \frac{P_k}{P}$, $P_k = 0{,}8 \cdot 93 \cdot 10^3 W =$

$= 74{,}4 \cdot 10^3 W$

4. Dnevna proizvodnja energije

$E = P_k \cdot t$, $E = 1784\ KWh$

Zadatak br: 4.

Grejna ploča električnog šporeta ima snagu $500\ W$. Na ploči je posuda u kojoj je 0,8 litara vode temperature 15°C. Posle kolikog vremena će proključati voda, ako u toku zagrevanja ispari 10% vode? (– specifična toplota vode $c = 4200\ J/kg°C$ – toplota isparavanja $\lambda = 2{,}26 \cdot 10^6\ J/kg$).

REŠENJE:

$P = 500\ W$

$V = 0{,}8\ l$

$t_1 = 15°B$

$t_2 = 100°C$

$\eta = 40\%$

$m_i = 0{,}1\ m$

$c = 4200\,\frac{J}{kg°C}$

$\lambda = 2{,}26 \cdot 10^6\ J/kg$

$\tau = ?$

Potrebna količina toplote da se voda zagreje $Q_1 = mc\Delta t$ i da jedan deo ispari $Q_2 = \lambda \cdot m_i$ $Q = Q_1 + Q_2$ dobija se sa grejne ploče. Grejna ploča svake sekunde odaje $500\,J$ toplote. 40% ide na pomenuti proces.

$P_k = \eta P = 200\ W$, kako je snaga energija u jedinici vremena:

$P_k = \frac{Q}{\tau}$, $\tau = \frac{Q}{P_k} =$

$= \frac{mc\Delta t + 0{,}1\,\lambda \cdot m}{P_k}$

$\tau = 2332\ s$, $\tau \approx 39\ min$

Zadatak br. 5.

Pri snimanju zemljišta iz aviona sa visine od $3\ km$, dobija se snimak u razmeri 1:5000. Izračunati dioptriju objektiva fotografskog aparata.

REŠENJE:
$p = 3\,km = 3000\,m$
$\ell : p = 1:5000$
$D = ?$

Broj dioptrija sočiva $D = \frac{1}{f}$.

Uvećanje $U = \frac{L}{P} = \frac{\ell}{p}$

Jednačina sabirnog sočiva:

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

Izračunavanje:

$$\frac{\ell}{p} = \frac{1}{5000}, \quad \ell = \frac{p}{5000}, \quad \ell = \frac{3}{5}\,m$$

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{3000} + \frac{1}{\frac{3}{5}}, \quad D \approx 1{,}6\ dioptr.$$

=

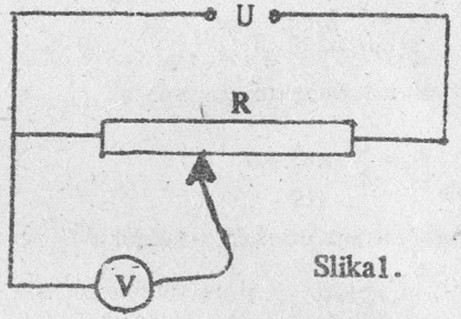
Crtež je nemoguće uraditi u razmeri 1:5000, tako da se ne mora crtati.

Zadatke pripremili nastavnici fizike VPŠ
Mr Gavrilo Vuković i
Čedomir Stanković

ZADACI ZA VIII RAZRED
(sa rešenjima)

Zadatak br: 1

Na krajevima nekog otpora R vlada stalna potencijalna razlika $U = 100\ V$. Voltmetar koji je uključen paralelno na deo otpora R (kao na slici) pokazuje napon $U_1 = 18{,}2\ V$. Taj deo otpora ima vrednost 40% od otpora R. Odrediti odnos jačina struje, koje prolaze kroz voltmetar i deo otpornika paralelno vezan sa voltmetrom. Slika 1.



Slika 1.

Rešenje:

1. Sa slike se jasno vidi da je ukupna jačina struje jednaka

$I = I_1 + I_V$ pa je $I_V = I - I_1$ . . . (1)

Jačina struje, koja ide po delu, paraleno kojem je priključen voltmetar, može se odrediti na osnovu Omovog zakona, znajući da je $U_V = U_1 = I_1 \cdot 0{,}4\,R$ pa se dobija za struju $I_1 = U_1/0{,}4 \cdot R$.

Kroz deo otpora od $0{,}6\,R$ teče struja I. Na tom delu napon je

$U - U_1 = 0{,}6\,R \cdot I$ odakle je

$$I = \frac{U - U_1}{0{,}6 \cdot R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Iz jednačine (1) zamenom dobijenih vrednosti dobija se struja I_V koja prolazi kroz voltmetar i ona iznosi:

$$I_V = \frac{U - U_1}{0{,}6R} - \frac{U_1}{0{,}4R}$$

Odnos struja I_V i I_1 iznosi:

$$\frac{I_V}{I_1} = \frac{U - U_1}{0{,}6R} \cdot \frac{0{,}4R}{U_1} - 1;$$ Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$\frac{I_V}{I_1} \equiv \frac{100 - 18{,}2}{0{,}6} \cdot \frac{0{,}4}{18{,}2} - 1 \approx 2;$$

$I_V/I_1 \approx 2$

Zadatak br: 2.

Potrošač električne struje nalazi se 20 *km* udaljen od izvora stalne jačine, napaja se dvožilnim kablom, čiji je otpor 400 Ω. Na liniji je došlo do kratkog spoja, a pri tome na izvoru struje voltmetar pokazuje napon *10 V* a miliampermetar jačinu 40 mA. Na kom rastojanju od izvora je došlo do kratkog spoja?

Rešenje:

Odredimo otpor kada je došlo do kratkog spoja i on iznosi:

$R' = \frac{U'}{I'}$ a zamenom brojnih vrednosti dobija se da taj otpor iznosi $R' = 250$ *oma.* S druge strane taj otpor je dat kao

$R' = \rho\frac{\ell'}{s}$ gde je ℓ' dužina koju tražimo.

Kad nije bilo spoja otpor je iznosio

$$R = \rho\frac{\ell}{s}$$

Iz odnosa $R'/R = \ell'/\ell$ dobija se da je

$$\ell' = \ell \cdot \frac{R'}{R}$$

pa je $\ell' = 12{,}5\ km.$

Zadatak br: 3.

Električni voz mase 300 tona spušta se nizbrdo nagiba 0,01, stalnom brzinom *36 km/h*. Sila otpora (trenje), otpor vazduha je 3% težine voza. Napon mreže je 3000 *V*, a koeficijent korisnog dejstva 80%. Odrediti jačinu struje koja protiče kroz namotaje elektromotora.

Rešenje:

Korisna snaga električnog voza može se izraziti kao $P_k = F_v \cdot v$ gde je F_v vučna sila a v brzina voza.

Pri konstantnoj brzini (v = const) $F_{ot} = F_v + F_a$, gde su F_{ot} – sila otpora, a F_a – aktivna komponenta sile pa je

$F_v = F_{ot} - F_a$ a zamenom brojnih vrednosti dobija se: $F_v = 0{,}03\,mg - 0{,}01\,mg = 0{,}02\,mg$. pa je $P_k = 0{,}02\,mg \cdot v = 6 \cdot 10^5\,W.$

Koeficijent korisnog dejstva dat je kao $\eta = P_k/P_u$ odnosno dobija se da je uložena snaga

$$P_u = \frac{P_k}{\eta} = \frac{6 \cdot 10^5\,W}{0{,}8} = 7{,}5 \cdot 10^5\,W.$$

Na kraju iz izraza za snagu $P = IU$ biće

$$I = \frac{P}{U} = \frac{7{,}5 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^3}\ A, \quad I \approx 250\ A.$$

Zadatak br: 4.

Mikroampermetar ima na skali 100 podeljaka. Vrednost jednog podeljka iznosi $10\,\mu A$ ($10^{-5}\,A$). Unutrašnji otpor mikroampermetra je 50Ω. Izračunati vrednost šentova (dodatnih otpora) da bi isti instrument mogao meriti: a) napon do *200 V*, b) jačinu struje do 800 *mA*. U oba slučaja izračunati vrednost jednog podeljka na skali.

Rešenje:

a) Jasno je da cela skala instrumenta odgovara jačini struje kroz instrument od

$I = \alpha \cdot n = 10\,\mu A \cdot 100 = 10^{-3}\ A.$

gde je α – vrednost podeljka, a n – broj podeljaka skale. U prvom slučaju da bi napravili voltmetar treba mikroampermetru redno vezati otpor R_0, čiju vrednost određujemo iz relacije

$U = Ir + IR_0$ odakle je $R_0 = \frac{U - Ir}{I}$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se da je $R_0 = 200\ k\Omega$.

b) Za merenje struja koje prelaze $I = 10^{-3}\,A$, neophodno je šentirati instrument paralelnim vezivanjem otpora $R_š$, pa se dobija da je

$Ir = (I_0 - I)\,R_š$ odakle je $R_š = \frac{Ir}{I_0 - I}$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se da je $R_š \approx 0{,}0625$ *oma.*

Zadatak br: 5.

U rastvoru srebrene soli vrši se posrebrivanje metalne kocke, čija je dužina ivice 10 *cm*. Srebrenje traje *5 h*, pri stalnoj jačini struje *5 A*. Izračunati debljinu nataloženog srebra na kocki. (Gustina srebra 1,05 x x 10^4 *kg/m*^{3}, atomska masa 107,8, srebro je jednovalentni element, faradejev broj *96.500 C/mol).*

Rešenje:

Iz Faradejevih zakona elektrolize dato je $m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z} It$ pa je masa 100,6 · · 10^{-3} *kg.*

Zapreminu određujemo iz izraza $V = \frac{m}{\rho} = 9{,}58\ cm^3$ a debljinu nataloženog srebra iz izraza

$V = Sd$ odakle je $d = \frac{V}{S}$ pa je $d = 0{,}015\ cm.$

Zadatke pripremili nastavnici Fizike VPŠ: mr Gavrilo Vuković i Čedomir Stanković

(Nastavak sa strane 63)

- Električni otpor. Zakon otpora (metalni provodnik). Zavisnost otpora od temperature. Vezivanje otpornika. Kirhofova pravila.
- Elektromotorna sila. Faradejevi zakoni elektrolize.
- Magnetno polje pravog provodnika i kalema. Jačina polja, magnetni fluks, gustina fluksa, permeabilnost.
- Naelektrisanje u električnom i magnetnom polju. Lorencova sila. Elektromotori. Merni instrumenti, Ciklotron.
- Elektromagnetska indukcija. Međusobna indukcija. Samoindukcija.
- Naizmenična struja. Frekvencija. Trenutne i efektivne vrednosti napona i električne struje. Induktivni i kapacitivni otpori. Omov zakon za kola naizmenične struje.
- Energija i snaga (naizmenične struje).
- Polifazne struje.
- Električno oscilatorno kolo. Tomsonova jednačina. Elektromagnetski talasi.

C grupa: OPTIKA, FIZIKA ATOMA SA TEORIJOM RELATIVNOSTI

- Osnovni zakoni optike. Ogledala. Sočiva. Jednostrani optički instrumenti. Oko, lupa, mikroskop, durbin.
- Zakoni fotometrije Fotometri.
- Disperzija svetlosti. Spektroskopija.
- Interferencija svetlosti. Frenelova ogledala i biprizma. Njutnovi prstenovi. Tanki listići.
- Difrakcija svetlosti na niti, pukotini i rešetki.
- Polarizacija svetlosti. Brjusterov zakon.
- Energija i masa fotona. Fotoefekat.
- De Broljijeva relacija.
- Zakon zračenja crnog tela. Stefan-Bolcmanov zakon.
- Solarna konstanta.
- Struktura omotača atoma. Energetski nivoi.
- Borovi postulati.
- Struktura atoma i jezgra atoma. Izotopi. Spektograf masa. Energija vezivanja. Defekt mase. Zakon ekvivalentnosti mase i energije.
- Nuklearna transmutacija. Oslobađanje nuklearne energije.
- Radioaktivnost. Zakon radioaktivnog raspada. Nuklearna fisija i fuzija.
- Detekcija nuklearnog zračenja.
- Relativistička promena mase. Kontrakcija dužine i dilatacija vremena.

NAPOMENA

Komisija za mlade fizičare predlaže da se republička i pokrajinska takmičenja što više približe saveznom takmičenju kako bi takmičenje bilo sprovedeno u što ravnopravnijim uslovima.

16. MEĐUNARODNA OLIMPIJADA IZ FIZIKE

Portorož, Koper, 23–30.6. 1985.

Povodom održavanja 16. Međunarodne olimpijade iz fizike od 23.–30. juna 1985. godine u Portorožu, Društvo matematičara, fizičara i astronoma SR Slovenije, raspisuje:

JUGOSLOVENSKI KONKURS

za takmičenje učenika srednjih škola u eksperimentalnom poznavanju fizike.

Društvo matematičara, fizičara i astronoma SR Slovenije poziva učenike srednjih škola da uzmu učešća u takmičenjima iz eksperimentalne fizike. Takmičenjem se želi da probudi interes za eksperimentalnu fiziku i produbi odgovarajuće znanje i spretnost.

Ovo takmičenje se sastoji od:

a) dopisnog (kvalifikacionog) takmičenja u rešavanju eksperimentalnih zadataka koji su preuzeti i unekoliko preuzređeni eksperimentalni zadaci sa ranijih olimpijskih takmičenja.

b) završnog takmičenja u rešavanju eksperimentalnih zadataka sa 16. Međunarodne olimpijade.

Najuspešniji učenici dopisnog takmičenja će učestvovati na završnom takmičenju u vreme održavanja 16. Međunarodne olimpijade mladih fizičara u Portorožu i Kopru. Učesnici ovog takmičenja biće dva dana gosti Društva matematičara, fizičara i astronoma SR Slovenije, i takmičiće se u rešavanju istih eksperimentalnih zadataka kao i takmičari na Olimpijadi.

Rešenja pošaljite do 30 aprila 1985. sa naznakom na koverti „eksperimentalni zadaci" na jedno od uredništva:

- **„Preseka", 61111 Ljubljana, ul. Jadranska 19, p.p. 64, takmičari iz SR Slovenije,**
- **„Matematičko-fizičkog lista", 41001 Zagreb, ul. Ilica 10/III, p.p. 258, takmičari iz SR Hrvatske i SR BiH,**
- **„Mladog fizičara", 11080 Zemun, ul. Maksima Gorkog 118, takmičari iz SR Srbije (uključujući SAP Vojvodinu i SAP Kosovo) i SR Crne Gore, i**
- **„Impulsa", Fakultet za fizika (Škola „Mladi fizičari"), 91000 Skopje, ul. Gazi Baba bb, p.p. 162,**

bez obzira u kom ste časopisu pročitali konkurs.

Rezultati dopisnog (kvalifikacionog) takmičenja biće objavljeni na narednom Saveznom takmičenju iz fizike mladih fizičara Jugoslavije. Takmičari koji budu uvršteni u završno takmičenje biće pismeno obavešteni. Završno takmičenje će biti 27. juna 1985. godine u Narovoslovnoj šoli u Kopru.

Uslovi dopisnog takmičenja.

1. Učenici se takmiče pojedinačno. Takmičar na kraju rada napiše izjavu da je zadatke rešavao samostalno, bez pomoći mentora i saradnje školskih drugova. Mentore zato molimo da date zadatke ne obrađuju pre kraja konkursa.

2. Poštujući gore navedenu teritorijalnu pripadnost, molimo učenike da svoja rešenja šalju na adresu odgovarajućeg časopisa, sa naznakom „eksp. zadaci".

3. Pri izboru najuspešnijih učenika uzeće se u obzir: a) broj rešenih zadataka, b) način rešavanja i izlaganja i c) uspeh postignut na redovnim takmičenjima iz fizike u školskoj 1984/ /85. godini.

Uputstva za pisanje odgovora:

1. Nabroj sav potrebni materijal, koji si upotrebio u eksperimentu.

2. Skiciraj eksperiment i opiši tok merenja. Piši jasno i čitko, jer ćemo samo na osnovu tvog pismenog rada ustanoviti, da li si zadatak pravilno rešio.

3. Da li si za samo merenje napravio neku napravu sam. Nacrtaj njenu skicu sa približnim dimenzijama.

4. Izvrši više merenja! Izračunaj srednje vrednosti i oceni grešku pri merenju.

5. Kako si ocenio preciznost upotrebljenih sprava za merenje?

6. Tamo gde je to moguće, prikaži rezultate merenja grafički.

EKSPERIMENTALNI ZADACI

1. Izmeri specifični toplotni kapacitet petroleja ili neke druge tečnosti koja se ne meša sa vodom. Pri merenju možeš da upotrebiš vagu, kalorimetar, termometar, izvor niskog napona, prekidače, električni grejač, čašu, vodu i petrolej. (Varšava 1967, Poljska).

2. U jednom od dva jednaka valjka je, paralelno sa osom, izbušen kanal kružnog preseka (slika 1.). Osnove (baze) oba valjka pokrivene su tankim pločama, tako da se valjci po spoljašnjosti ne razlikuju. Odrediti gustinu materijala iz kojeg su valjci napravljeni, i razmak od ose kanala do ose valjka. (Bukurešt 1972, Rumunija)

3. Metrom izmeri žižne daljine dva sabirna i jednog rasipnog sočiva. Odrediti indeks prelamanja stakla, od kojeg su napravljena sabirna sočiva. Indeks prelamanja vode je 1,33. Sočiva izaberi sam. (Moskva 1970, SSSR)

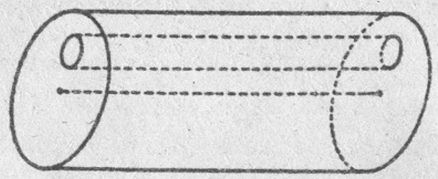
4. Univerzalnim instrumentom i otpornicima izmeri zavisnost snage baterije od struje. Odredi unutrašnji otpor i napon. Nacrtaj korisnu snagu, ukupnu snagu i koeficijent korisnog dejstva u zavisnosti od spoljašnjeg otpora. (Sofija 1971, Bugarska)

5. U jednoj zatvorenoj kutiji je otpornik, u drugoj kondenzator i u trećoj kalem. Kako bi raspoznao šta je u kutiji, ako su na njoj samo priključni kablovi. Metodu probaj na izabranom otporniku, kondenzatoru, i kalemu. (Budimpešta 1968, Mađarska)

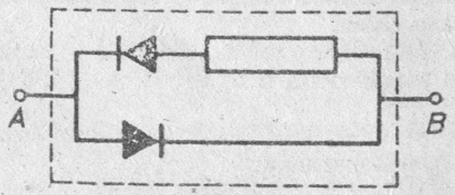
6. Na fizički stalak je obešeno okruglo gumeno uže dužine l_0=150 mm. Tipični Jungov (Joung-ov) modul je $2 \cdot 10^6$ N/m^2.
   a) Uže opterećuj odgovarajuće velikim tegovima i meri izduženje užeta. Grafički pretstavi zavisnost izduženja užeta od sile.
   b) Iz dobijenih podataka izračunaj zapreminu užeta. Zavisnost zapremine užeta od opterećenja napiši u matematičkom obliku. Uzeti u obzir da Hukov zakon vredi za gumu samo približno i da su moguća otstupanja od 10%, pa i više. (Varna 1981, Bugarska)

7. Na serijski vezan otpornik R = 560 Ω i linearni potenciometar s otporom 2500 Ω priključimo bateriju od 9 V. Proveri merni opseg potenciometra sa galvanometrom, lenjirom (ili skalom koja ima ugaonu podelu) i baterijom od 1,5 V (trebalo bi da se dobiju bolji rezultati ako se upotrebi baterija od 4,5 V). Napravi više merenja za različite vrednosti otpora R (slika 2., R_z je zaštitni otpornik). (Brno 1969, Čehoslovačka)

8. Izmeriti karakteristiku Zenerove diode sa dva univerzalna instrumenta, otpornicima i baterijom od 9 V. Najveća dopuštena snaga je 0,25 W. (Gustrow 1975, DDR)

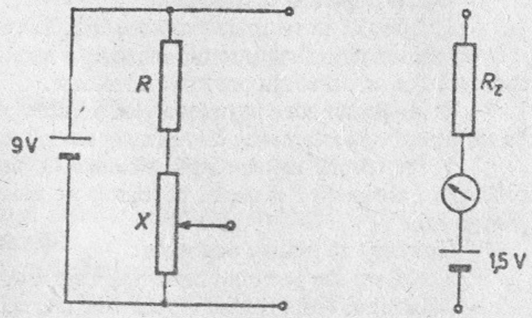


Sl. 1.



Slika 3

Slika 2.



9. Električno kolo sastavljeno od dve poluprovodničke diode i otpornika stavimo u zatvorenu kutiju (slika 3). Izmeri otpor otpornika tako da meriš samo karakteristike električnog kruga između priključaka A i B. (Varšava 1974, Poljska)

10. U zatvorenoj kutiji s tri priključka vezana su u zvezdu dva kondenzatora i otpornik. Pomoću generatora naizmeničnog napona i promenljive frekvencije i univerzalnog instrumenta izmeriti otpor otpornika i kapacitete kondenzatora. (Hradec Kralove 1977, Čehoslovačka)

16. MEĐUNARODNA OLIMPIJADA IZ FIZIKE

Portorož, Koper, 23–30.6. 1985.

Radi povećanja interesovanja za fiziku raspisani su

KONKURSI

Pozivaju se da učestvuju:

UČENICI, STUDENTI, PROFESORI I SVI OSTALI

1 ORIGINALNI FIZIČKI EKSPERIMENT
priprema eksperimenta i opis merenja

2 TRI ORIGINALNA ZADATKA IZ FIZIKE
2 teorijska, 1 eksperimentalni za najbolje srednjoškolce

3 RAČUNARSKI PROGRAM IZ FIZIKE
program za eksperiment koji bi se koristio kao demostracioni ogled u nastavi fizike i u učenju

4 ESEJ O OTKRIĆU U FIZICI
razmišljanja o izabranom otkriću u obliku eseja ili poeme

5 FIZIKA U FOTOGRAFIJI
lep originalni snimak sa aktuelnim sadržajem, veličine bar 18x24 cm

6 HUMOR U FIZICI
o fizici, nastavi, fizičarima
A – DUHOVITA ŠALA, ANEGDOTA
B – KARIKATURA, CRTEŽ, STRIP

7 PESMA O FIZICI
aktuelna fizička sadržina, živi ritam

PRIZNANJA Izabrani radovi biće izloženi za vreme održavanja Olimpiiade a tri najbolja biće nagrađena (10.000.– din. 7.500.– din. 5.000.– din.)

ROK za predaju originalnih radova **30. maj 1985.**

ADRESA Fizikalna olimpiada, Jadranska c. 19 61111 Ljubljana, p.p. 64

PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 30 DOSTAVILI SU:

46. OŠ „Miroslav Jovanović Cerovac", Vrčin (nastavnik fizike Milan Baričević): Krantić Saša 418, 419, 420, 421.
47. OŠ „25. maj", Svetozarevo (nastavnik fizike Dragica Đurđević): Simić Dejan 419.
48. OŠ „Bratstvo i jedinstvo", Sarajevo (nastavnik fizike Milijana Karakaš): Nadrljanski Dragana 458, 459, 460, 462.
49. OŠ „Jovo Kursula", Kraljevo (nastavnik fizike Milka Dikić): Rakić Dejan 458, 459, 461, 462.
50. OŠ „Jovan Popović", Sremska Mitrovica (nastavnik fizike Slavica Obradović): Majkić Anđelka 428, 430.
51. OŠ „Ž.J. Španac", Valjevo (nastavnik fizike Jovanka Perić): Popović Nikola 458, 459, 461, 462.
52. OŠ „Sele Jovanović", Šabac (nastavnik fizike Vitomir Has): Knežević Danijela 419, 421, 422.
53. OŠ „Dimitrije Davidović", Smederevo (nastavnik fizike Spasena Vasiljeva): Čorović Jadranka 463, 464, 465, 466, 467.
54. OŠ „Učitelj Tasa", Niš (nastavnik fizike Dimitrije Simić): Dimitrijević Tanja 453, 454, 455, 456, 457, 461, 462, 463, 464, 466, 467.
55. OŠ „Njegoš", Dobrota (nastavnik fizike Janko Vujović): Vukasović Ranka 428.
56. OŠ „Stojan Novaković", Varna (nastavnik fizike Ljiljana Carević): Živanović Danica 463, 465, 466.
57. OŠ „Dr Ivan Ribar", G. Milanovac (nastavnik fizike Žika Petrović): Knežević Sreten 453, 454, 455.
58. OŠ „Boris Kidrič", Gornji Matejevac (nastavnik fizike Vukadin Ristić): Janković Saša 453, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461.
59. OŠ „Nikola Tesla", Vinča (nastavnik fizike Spasoje Ristić): Ilić Hreljan 453, 454, 455, 456, 457, 458, 462, 463, 465, 466, 467.
60. OŠ „Živadin Apostolović", Trstenik (nastavnik fizike Živka Savić): Sklopić Danijela 453, 454, 456; Radivojević Slobodan 453, 454, 456, 457.
61. OŠ „V. Ribnikar", Beograd (nastavnik fizike Ivanka Kozarec): Bojana B. Beleslin 453, 454, 455, 456.
62. OŠ „Miša Živanović", Srednjevo (nastavnik fizike Slaviša Stanković): Živanović Svetlana 453, 454, 456, 457.
63. OŠ „Stevan Sinđelić", Beograd (nastavnik fizike Spas Harizanov): Milošević Nina 458, 459.
64. OŠ „Sava Kovačević", Beograd (nastavnik fizike Dragan Smiljević): Vilus Maja 458, 459, 461, 462.
65. OC „Prvi maj", Beograd (nastavnik fizike Živorad Rašić): Iričanin Bratislav 443, 444, 445, 447.
66. OVO „Svetozar Marković", Gornji Matejevac (nastavnik fizike Bratislava Vidović): Radojković Branko 453, 454, 456, 457, 460, 461, 462, 463, 465, 466, 467, 468, 470.
67. Ekonomska škola, Tuzla (nastavnik fizike Čedo Miletić): Rakovac Salih 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 433, 434, 436.
68. „Mihajlo Pupin", Kikinda (nastavnik fizike Petar Vuca): Gligorin Srđan 477, 478, 482.
69. OC „Dragačevski bataljon", Guča (nastavnik fizike Danilo Beodranski): Bročić Vladan 434.
70. OC „Stojan Ljubić", Lebane (nastavnik fizike Nikola Kostov): Stevanović Ljiljana 445, 447, 448, 449.
71. PA „Zora Krdžalić Zacja", Kikinda (nastavnik fizike Petar Vuca): Rackov Gordana 458, 460, 478.
72. I zemunska gimnazija, Zemun (nastavnik fizike Ljubica Miščević): Stević Stevo 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 401, 403, 404, 405, 407, 410, 412, 414, 416.

Naknadno prispela rešenja

1. OŠ „20. oktobar", N. Beograd (nastavnik fizike Irena Antonić): Jurišić Ksenija 458, 459, 462; Zorić Marijana 458, 459, 462; Radosavljević Ljubica 458, 459, 460.
2. OŠ „Miodrag Čajetinac Čajka", Trstenik (nastavnik fizike Vojislav Lazarević): Vukomanović Miroslav 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460; Erak Danijela 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 562.
3. OŠ „Dr Dragiša Mišović", Čačak (nastavnik fizike Radmila Aćimović): Tomaš Sanja 453, 454, 455, 456, 457; Voštić Jovan 453, 454, 456, 457.
4. OŠ „2. decembar", Gornji Krupac (nastavnik fizike Slobodan Mitić): Stojanović Žiža 453, 454, 456, 458, 459, 460, 462, 463, 465, 466, 467; Dimitrijević Jasmina 453, 454, 461.
5. OŠ „Grga Vukelić", Kloštar-Ivanjić (nastavnik fizike Blago Simić): Balug Snježana 453, 454, 456, 457, 458, 459, 461, 462; Filipović Željko 418, 419, 420, 421, 422.
6. OŠ „Joca Milosavljević", Bagrdan (nastavnik fizike Miodrag Milanović): Pavlović Milomir 418, 419, 420, 421.
7. OŠ „Ljubica Radosavljević Nada", Zaječar (nastavnik fizike Olga Mitić): Trailović Mirko 453, 454, 456.
8. OŠ „Žika Popović", Loznica (nastavnik fizike Vasilija Bobalj): Stanisavac Nataša 453, 454, 456, 457.
9. OŠ „Sele Jovanović", Šabac (nastavnik fizike Vitomir Has): Knežević Danijela 453, 454, 456, 458, 459, 462, 464, 465.
10. OŠ „Svetozar Miletić", Zemun (nastavnik fizike Brana Jovanović): Jokanović Rajko 453, 454, 456, 457.
11. OŠ „Ivo Lola Ribar", Raška (nastavnik fizike Milijana Kostić): Radomirović Valentina 453, 454, 460.
12. OŠ „Stevan Sinđelić, Veliki Popović (nastavnik fizike Dragica Nikodijević): Milojković Snežana 456.
13. OŠ „Milosav Stiković", Prijepolje (nastavnik fizike Tomislavka Despotović): Vulović Nebojša 418, 419, 420, 421, 422.
14. OŠ „Vuk Karadžić", Čačak (nastavnik fizike Božana Šišović): Jovančević Aleksandar 463, 464, 465, 467.
15. OŠ „Kadinjača", Loznica (nastavnik fizike Dobrila Bursać): Živković Mirjana 453, 454, 456, 457.
16. OŠ „Ljubiša Maksić", Bioska (nastavnik fizike Trnjina Danilović): Knežević Radoslav 458, 459, 460, 462.
17. OŠ „H. Sveta Mladenović", Saraorci (nastavnik fizike Miroslava Stefanović): Jovanović Radiša 453, 454, 456, 457, 460, 462, 463, 464.
18. OŠ „17. oktobar", Svetozarevo (nastavnik fizike Miodrag Mikić): Petrović Vladan 453, 454, 455, 456.
19. OŠ „Karađorđe", Topola (nastavnik fizike Miomir Mladenović): Ivović Danijela 458, 459, 460, 461, 462.
20. OŠ „Žikica Jovanović Španac", Valjevo (nastavnik fizike Jovanka Perić): Mašanović Goran 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467.
21. „5. osnovna škola", Bor (nastavnik fizike Cvetanka Jovanović): Stojanović Dragan 463, 464, 465, 466, 467.
22. OVO „Beogradski bataljon", Rakovica (nastavnik fizike Leposava Nikolić): Ilić Slobodan 463, 464, 465, 466, 467, 480.

PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 30, 31 i 32 DOSTAVILI SU:

1. OŠ „Miodrag Čajetinac Čajka", Trstenik nastavnik fizike Vojislav Lazarević: Vukomanović Miroslav 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460; Radović Milorad 488, 489, 492, 459, 523, 524, 525; Jevtović Predrag 499, 500, 501, 533, 534, 535, 536, 537; Bradić Goran 488, 489, 495, 523, 524, 525; Erac Danijela 523, 524, 525, 527, 488, 492, 497; Urošević Sonja 488, 489, 495, 523, 524, 525; Glišić Ljiljana 488, 489, 490, 495, 523, 524, 525, 526, 527, 528; Milosavljević Katarina 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 488, 489, 490, 495, 523, 524, 525, 526, 528; Erac Danijela 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 462.
2. OŠ „M. Jovanović – Cerovac", Vrčin nastavnik fizike Milan Baričević: Radenković Dragoslav 493, 495; Jeremić Dragan 493; Đurđić Vladimir 493;
3. OŠ „20. oktobar", Novi Beograd nastavnik fizike Irena Antonić: Radosavljević Ljubica 458, 459, 460; Zorić Mirjana 458, 459, 462; Jurišić Ksenija 458, 459, 462;
4. OŠ „22. decembar", Draževac nastavnik fizike Slobodan Mitić: Dimitrijević Jasmina 453, 454, 461; Stojanović Žiža 453, 454, 456, 458, 459, 460, 462, 463, 465, 466, 467;
5. OŠ „Grga Vukelić", Kloštar–Ivanjić, nastavnik fizike Blago Šimić: Balug Snježana 453, 454, 456, 457, 458, 459, 461, 462; Filipović Željko 418, 419, 420, 421, 422;
6. OŠ „Dr Dragiša Mišović", Čačak nastavnik fizike Radmila Aćimović: Voštić Jovan 453, 454, 456, 457; Tomaš Sanja 453, 454, 455, 456, 457;
7. OŠ „Nata Jeličić", Šabac nastavnik fizike Radmioa Petrović: Petrović Katarina 453;
8. OŠ „Jelena Ćetković", Beograd nastavnik fizike Stjepan Krsmanović: Berdović Aleksandara 488, 489, 493, 499, 490, 492, 523, 525, 526, 528, 533, 502;
9. OŠ „Milosav Stiković", Prijepolje nastavnik fizike Nada Rvović: Smiljanović Božidar 488, 490, 491; Vulović Nebojša 418, 419, 420, 421, 422;
10. OŠ „Sava Kovačević", Beograd nastavnik fizike Dragan Smiljević: Trifunović Mirjana 488, 490;
11. OŠ „Sedam sekretara SKOJ-a", Beograd nastavnik fizike Vesna Zlatković: Rasulić Katarina 499, 500, 501, 502, 523;
12. OŠ „17. oktobar", Svetozarevo nastavnik fizike Miodrag Mikić: Petrović Vladan 488, 490, 491, 492, 523, 524, 453, 454, 455, 456;
13. OŠ „Filip Macura", Banja Luka nastavnik fizike Gordana Dimitrijević: Lalović Danilo 499, 501, 502;
14. OŠ „Beogradski bataljon", Beograd, nastavnik fizike Stojan Vasiljević: Đurović Zoran 501, 510, 511;
15. OŠ „Učitelj Tasa", Niš nastavnik fizike Dimitrije Simić: Dimitrijević Tanja 499, 500, 501, 502, 533, 534, 536;
16. OŠ „Joca Milowavljević", Bagrdan–Miloševo nastavnik fizike Miodrag Milanović: Pavlović Milomir 418, 419, 420, 421;
17. OŠ „Ljubica Radosavljević Nada", Zaječar nastavnik fizike Olga Mitić: Trailović Mirko 453, 454, 456;
18. OŠ „Žika Popović", Loznica nastavnik fizike Vasilije Bobalj: Stanisavac Nataša 453, 454, 456, 457;
18. OŠ „Sele Jovanović", Šbac nastavnik fizike Vitomir Has: Knežević Danijela 453, 454, 456, 458, 459, 462, 464;
20. OŠ „Svetozar Miletić", Zemun nastavnik fizike Brana Jovanović: Jokanović Rajko 453, 454, 456, 457;
21. OŠ „Ivo Lola Ribar", Raška nastavnik fizike Milijana Kostić: Radomirović Valentina 453, 454, 460;
22. OŠ „Ćirilo i Metodije", Beograd nastavnik fizike Rada Belić: Adžić Vojkan 488, 489, 491, 492, 523, 525;
23. OŠ „Boris Kidrič", Gornji Matejavac nastavnik fizike Vukadin Ristić: Nikolić Bratislav 493, 499, 500, 501, 528, 529, 536, 537;

24. OŠ „5. osnovna škola", Bor nastavnik fizike Cvetanka Jovanović: Stojanović Dragan 463, 464, 465, 466, 467;
25. OŠ „Žikica Jovanović Španac", Valjevo nastavnik fizike Jovanka Perić: Mašanović Goran 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467;
26. OŠ „Karađorđe", Topola nastavnik fizike Miomir Mladenović: Ivović Danijela 458, 459, 460, 461, 462;
27. OŠ „H. Sveta Stefanović", Saraoci nastavnik fizike Miroslava Stefanović: Jovanović Radiša 453, 454, 456, 457, 462, 463;
28. OŠ „Ljubiša Maksić", Bioska nastavnik fizike Trnjina Danilović: Knežević Radoslav 458, 459, 460, 462;
29. OŠ „Kadinjača", Loznica nastavnik fizike Dobrila Bursać: Živković Mirjana 453, 454, 456, 457;
30. OŠ „Vuk Karadžić", Čačak nastavnik fizike Božana Šišović: Jovančević Aleksandar 463, 464, 465, 466, 467;
31. OŠ „Stevan Sinđelić", Veliki Popović nastavnik fizike Dragica Nikodijević: Milojković Snežana 456;
32. OVO „Beogradski bataljon", Rakovica nastavnik fizike Leposava Nikolić: Ilić Slobodan 463, 464, 465, 466, 467, 480;
33. OOUR „D. Jasnić – M. Luković", Kraljevo nastavnik fizike Miodrag Ratković: Šaponjić Olivera 515, 551;
34. OC „Stojan Ljubić", Lebane nastavnik fizike Nikola Kostov: Stevanović Ljiljana 503, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 517, 519, 521;
35. OVO „27. mart", Niš nastavnik fizike Jela Ognjanović: Bjelica Nenad 488, 489, 490, 492, 493, 495, 496, 497; 489, 499, 500, 502, 503, 504, 509, 510, 511, 523, 524, 526, 533, 534, 536;
36. OVO SUOV-a „19. novembar", Priština nastavnik fizike Vasić Predrag: Manohin Sandra 510;
37. HTPOC, Beograd nastavnik fizike Radmila Maksimović: Stevanović Nenad 508, 50, 510, 511, 543;
38. SŠC „Bratstvo i jedinstvo", Konjic nastavnik fizike Mario Novak: Šimunović Ivan 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 509, 510, 511, 514, 518, 522, 523, 526, 527, 528, 529, 531, 532, 534, 535, 536, 537, 538, 543, 551.

PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF–33 DOSTAVILI SU:

1. OŠ „J.J. Zmaj", Vranje (Biljana Barać i Miloš Petrović): Spasić Vesna 558, 559, 560, 561; Zdravković Miroslav 558; Milošević Tanja 558, 560, 572; Mančić Zorica 558, 559, 560; Stanisavljević Jelica 558, 559, 660, 561; Stanković Lucija 558, 559, 560, 561; Stamenković Vesna 558, 559, 560; Đorđević Biljana 558, 559, 560, 561, 572; Jović Gordana 558, 559, 560, 561; Krstić Marina 558, 559, 560, 561, 572; Stojković Dejan 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566; Stefanović Lidija 558, 559, 560, 561, 563, 572; Jovčić Verica 558, 559, 560, 561, 572, 563; Lazarević Žarko 558, 559, 561; Mikić Vesna 558,559, 560, 561; Stevanović Goran 558, 561, 562, 560, 568, 571; Aleksić Goran 588, 561, 562, 572; Paunović Slađana 558, 561, 563; Nedeljković Danijela 558, 560, 561, 566; Arsić Danijela 558; Antić Jasmina 558, 559, 560; Petrović Slađana 558, 561, 563; Stefanović Dragana 558, 560, 561, 563; Vlajinac Kristina 558, 561; Arsić Danijela 558, 559, 560, 563; Stošić Danijela 558, 560, 561, 563, 572; Mitić Saša 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564; Ilić Dragana 558; Nikolić Aleksandar 558, 560; Zdravković Saša 558, 559, 560, 561; Stanković Nebojša 558, 559; Savić Tanja 558, 559, 560, 561; Stanković Predrag 558, 559, 560; 561; Mitić Saša 568, 571, 572; Stolić Irena 558, 560, 561; Mladenović Suzana 558, 559, 561; Jovanović Danijela 558, 559, 561; Maksić Vesna 558, 560, 561; Milanović Anita 561; Jović Tanja 558, 560, 561; Zdravković Tanja 558, 559, 560, 561; Đaić Ljiljana 558, 561, 562; Zdravković Vesna 558; Đorđević Lidija 558, 561, 563; Pavlović Kosta 558, 559, 560, 561; Bandović Goran 558, 559, 561; Stojiljković Tanja 558, 560, 561; Tasić Miomir 558, 559, 560, 561, 562; Stanković Ljiljana 558, 561, 562; Milošević Dejan 558, 560, 561; Anačkova Snežana 558, 559, 560, 561; Stamenković Marina 558; Đorđević Miodrag 558, 559, 560, 561; Arsić Marina

(Nastaviće se u narednom broju „Mladog fizičara")

Научна књига

ZA VAŠU BIBLIOTEKU

I razred

320	Grupa autora	FIZIKA	136.– din.
321	Grupa autora	PRIRUČNIK ZA RAČUNSKE ZADATKE I UPUTSTVA ZA LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE	45.– din.
2345	Grupa autora	ZBIRKA ZADATAKA IZ FIZIKE ZA I I II RAZRED	255.– din.

II razred

322	Grupa autora	FIZIKA	160.– din.
323	Grupa autora	PRIRUČNIK ZA RAČUNSKE ZADATKE I UPUTSTVA ZA LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE	45.– din.

III razred
OPŠTESTRUČNI PREDMETI (IZVOD)

317	Dr Nedeljko Parezanović	RAČUNARI I PROGRAMIRANJE Za matematičko-tehničku struku	
318	Dr Vera Vujčić Mr Bratislav Petrović	KIBERNETIKA Za matematičko-tehničku struku	
325	Dr Dragiša Ivanović Živojin Čulum Dr Milan Raspopović Dr Svetozar Božin	FIZIKA Struke: prirodno-tehnička, hidrometeorološka i matematičko-tehnička	140.– din.
326	Dr Dragiša Ivanović Živojin Čulum Dr Milan Raspopović Dr Svetozar Božin Dr Jaroslav Labat	PRIRUČNIK ZA LABORATORIJSKE VEŽBE I RAČUNSKE ZADATKE IZ FIZIKE Struke: prirodno-tehnička, hidrometeorološka i matematičko-tehnička	77.– din.

328	Dr Boško Pavlović Dr Dragana Petrović Slobodan Nikolić Aleksandar Nikolić	FIZIKA Struke: metalurška, kožarska, tekstilna, gumarska i geološka	140 – din.

UŽESTRUČNI PREDMETI
PRIRODNO-TEHNIČKA STRUKA
Fizičko-tehnički smer

329	Dr Milan Napijalo Dr Boško Čirilov Mr Miodrag Šmelcerović	PRIMENJENA FIZIKA SVA ZANIMANJA	
330	Dr Milan Napijalo Dr Boško Čirilov Mr Miodrag Šmelcerović	PRIRUČNIK IZ PRIMENJENE FIZIKE SVA ZANIMANJA	64.A din.
331	Rak Lajoš Slobodan Backović Nada Marinković	TEHNIKA FIZIČKOG EKSPERIMENTA SVA ZANIMANJA	
*392	Grupa autora	LABORATORIJSKI PRAKTIKUM Zanimanje laboratorijski tehničar za fiziku	
*339	Grupa autora	FIZIČKO ISPITIVANJE MATERIJALA Zanimanje tehničar za fizičko ispitivanje materijala	
*334	Mr Stevan Đeniže	PRIMENJENA OPTIKA Zanimanje: tehničar-optičar	175.– din.
*335	Mr Ilija Savić Dr Ivan Aničin	RADIODOZIMETRIJA Zanimanje: tehničar za nuklearnu fiziku	
*330	Dr Ljubomir Ćirković	FIZIKA LASERA I DEO Zanimanje: tehničar za lasersku fiziku	175.– din.
*337	Dr Milan Kurepa	ELEKTRONSKA I JONSKA OPTIKA Zanimanje: tehničar za elektronsku optiku	175.– din.
*338	Rak Lajoš	FOTO-TEHNIKA Zanimanje: foto-tehničar	
*399	Dr Milan Kurepa	VAKUUMSKA FIZIKA Zanimanje: vakuumski tehničara	175.– din.
*700	Dr Ljubo Ristovski Dr Gordana Davidović-Ristovski	TOPLOTNA FIZIKA Zanimanje: tehničar za toplotnu fiziku	

MATEMATIČKO-TEHNIČKA STRUKA

*319	Vojislav Stojković Dušan Tošić	PROGRAMSKI SISTEMI Zanimanje: programer i operator na računaru	
*709	Dr Slavko Ćurić	STATIKA I OTPORNOST MATERIJALA Zanimanja: tehničar za mehaniku čvrstih tela i tehničar za mehaničko ispitivanje materijala	175.– din.

*702	Aleksandar Stojanović	MEHANIKA FLUIDA I DEO Zanimanje: tehničar za mehaniku fluida . . . 175.– din.
*705	Dr Aleksandar Bakša	STABILNOST KRETANJA Zanimanje: tehničar-balističar . . . . . 175.– din.

HEMIJSKO-TEHNOLOŠKA STRUKA

*902	Inž. Dušanka Ivanović Inž. Milanka Dobričanin	MERNI INSTRUMENTI I MERENJA Zanimanje: tehničar na procesnim uređajima – automatičar . . . . .
*907	Mihailo Marković i dr.	VEŽBE, ZADACI I PITANJA IZ FIZIKE . . . . .

TEKSTILNA STRUKA

*911	Čedomir Radonjić	ZBIRKA PITANJA I ZADATAKA IZ FIZIKE . . . . . 175.– din.
*923	Branislav Glavatović Biljana Keskarovska	METODE PRIMENJENE GEOFIZIKE . . . .

IV razred
OPŠTESTRUČNI PREDMETI

707	Dr Dragiša Ivanović Dr Milan Raspopović Dr Jaroslav Labat	FIZIKA Struke: prirodno-tehnička, hidrometeorološka, matematičko-tehnička i građevinska . . . . . 180.– din.
708	Dr Dragiša Ivanović Živojin Čulum Dr Milan Raspopović Dr Jaroslav Labat	PRIRUČNIK IZ FIZIKE ZA LABORATORIJSKE VEŽBE I RAČUNSKE ZADATKE Struke: prirodno-tehnička, hidrometeorološka, matematičko-tehnička i građevinska . . . 60.– din.
709	Dr Snežana Drndarević Rak Lajoš	FIZIKA Struke: zdravstvena delatnost, delatnost ličnih usluga . . . . . 132.– din.
612.	Dr Nedeljko Parezanović	RAČUNARI I PROGRAMIRANJE Struka: matematičko-tehnička . . . . .
388	Dr Branislav Ševarlić	ASTRONOMIJA Struka: matematičko-tehnička . . . . .
715.	Miladin Petrović	FIZIČKA METALURGIJA Metalurška struka . . . . .
716.	Ivan Ivanović	PRAKTIKUM ZA VEŽBE SA PITANJIMA I ZADACIMA IZ FIZIČKE METALURGIJE Metalurška struka . . . . .

UŽESTRUČNI PREDMETI
PRIRODNO-TEHNIČKA STRUKA
Fizifko-tehnički smer

711	Dr Vladeta Urošević Dr Đura Krmpotić	PRIMENJENA FIZIKA SVA ZANIMANJA . . . . . 150.– din.
712	Dr Vladeta Urošević Dr Đura Krmpotić	PRIRUČNIK IZ PRIMENJENE FIZIKE SVA ZANIMANJA . . . . . 50.– din.
710	Mirjana Vukićevi- -Karabin	ASTROFIZIKA SVA ZANIMANJA . . . . . 110.– din.
*729	Milan Đorđević	PRIMENJENA OPTIKA Zanimanje: tehničar-optičar . . . . . 175.– din.
*394	Dr Milan Kurepa Dr Branko Čobić	VAKUUMSKA FIZIKA Zanimanje: vakuumski tehničar . . . . . 175.– din.
*395	Rak Lajoš	FOTO-TEHNIKA Zanimanje: foto-tehničar . . . . . 175.– din.
*397	Milan Kurepa	ELEKTRONSKA I JONSKA OPTIKA Zanimanje: tehničar za elektronsku optiku . . . . . 175.– din.
*398	Dr Ljubomir Ćirković	FIZIKA LASERA Zanimanje: tehničar za lasersku fiziku . . . . .
*399	Ivan Vasiljević	RADIODOZIMETRIJA Zanimanje: tehničar za nuklearnu fiziku . . . 175.– din.
714	Rak Lajoš Slobodanka Kalezić	TEHNIKA FIZIČKOG EKSPERIMENTA SVA ZANIMANJA . . . . .
*706	Grupa autora	LABORATORIJSKI PRAKTIKUM II DEO Zanimanje: laboratorijski tehničar za fiziku . . . . . 175.– din.
*722	Grupa autora	FIZIČKO ISPITIVANJE MATERIJALA Zanimanje: tehničar za fizičko ispitivanje materijala . . . . .
*717	Ljuba Ristovski Gordana Davidović- -Ristovski	TOPLOTNA FIZIKA II DEO Zanimanje: tehničar za toplotnu fiziku . . . . 175.– din.
/813	Mihailo Marković Miljenko Perić	METODE FIZIČKO-HEMIJSKE ANALIZE Zanimanje: tehničar za fizičku hemiju . . . .
*812	Dr Ubavka Mioč	TEHNIKA FIZIČKO-HEMIJSKOG EKSPERIMENTA Zanimanje: tehničar za fizičku hemiju . . . .

MATEMATIČKO-TEHNIČKA STRUKA (IZVOD)

713	Dr Marko D. Leko	MEHANIKA Zanimanja: tehničar za mehaniku čvrstih tela, tehničar za mehaničko ispitivanje materijala, tehničar za mehaniku fluida i tehničar-balističar . . . . . 100.– din.
*438	Aleksandar Bakša	STABILNOST KRETANJA Zanimanje: tehničar-balističar . . . . . 175.– din.

*600	Dr Nedeljko Perezanović Dr Mihajlo Janković	PROGRAMSKI JEZICI Zanimanje: programer . . . . .
*610	Mr Danko Marjanović Zoran Savić	ELEKTRONIKA Zanimanje: operator na računaru i matematičko-tehnički saradnik . . . . .
*719	Dr Miroslav Pavlović	ISPITIVANJE MEHANIČKIH OSOBINA MATERIJALA Zanimanje: tehničar za ispitivanje mehaničkih osobina materija . . . . .
*720	Aleksandar Stojanović	MEHANIKA FLUIDA II DEO Zanimanje: tehničar za mehaniku fluida . . . 175.– din.
*615	Vjislav Stojković Dušan Tošić	PROGRAMSKI SISTEMI Zanimanje: programer i operator na računaru . . . . .
*828	Mr Verica Gburčik	PRIPREMA METEOROLOŠKIH PODATAKA ZA OBRADU NA ELEKTRONSKIM RAČUNARIMA . . . . .

*** СКРИПТЕ СУ ОБЕЛЕЖЕНЕ ЗВЕЗДИЦОМ И ПОРУЧУЈУ ИХ ИСКЉУЧИВО ШКОЛЕ НЕПОСРЕДНО ОД ИЗДАВАЧА**

ИЗДАВАЧКА РАДНА ОРГАНИЗАЦИЈА

Научна књига

БЕОГРАД — УЗУН МИРКОВА 5

Телефон комерц. службе: 186-585, 638-070,

KUPON
Učenik _____
Škola i razred _____
Nastavnik fizike _____
Pošt. broj i mesto _____
Ulica i broj _____

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
OOUR fizika i meteorologija
ž.račun: 60806-603-14882 SDK BG
tel. 011/630-152
011/180-111, lok. 810
11000 BEOGRAD, Ul. stud. trg 16

Obaveštenje: Kurs iz poznavanja nastavnih sredstava

Od 26. do 31. avgusta 1985. godine u Laboratoriji za metodiku nastave fizike i poznavanje nastavnih sredstava održava se intenzivni šestodnevni kurs: "Poznavanje nastavnih sredstava za nastavnike fizike u osnovnoj i srednjim školama". Kurs se sastoji od dva časa instrukcija i 48 časova laboratorijskog rada sa nastavnim sredstvima.

Cena kursa je 8.000.- dinara po kandidatu. Prijave se primaju do 15. juna 1985. godine na gornju adresu.

PROGRAM KURSA

1. Izvori električne struje u fizičkom kabinetu (hemijski izvori, ispravljači, autotransformator, razvodna električna tabla, Runkorfov induktor, Teslin transformator).
2. Demonstracioni električni instrumenti (ampermetar, voltmetar, galvanometar, elektronski pojačavač strujne osetljivosti galvanometra, vatmetar).
3. Demonstraciona sredstva u mehanici (Oberbekov točak, obrtni disk, žiroskopi, Prantlova stolica, elektrificirana Atvudova mašina, elektronski merač vremena).
4. Katodni osciloskop (školski), ton generator.
5. Generatori elektromagnetnih talasa (demonstracije konfiguracije elektromagnetnog polja, rezonancija, Hercovi eksperimenti).
6. Komplet poluprovodničkih elemenata (termo-rezistori, fotorezistor, termistor, fotoćelija, p-n spoj, tranzistor).
7. Demonstraciona sredstva u molekularnoj fizici (PVT-uredjaj, model gasnog stanja).
8. Demonstraciona sredstva iz atomske fizike i nuklearne fizike (spintariskop, Vilzonova komora, Gajger-Milerov brojač, Polydigit).
9. Demonstraciona sredstva za izučavanje oscilacija i talasa (VSP-uredjaj, talasna mašina).
10. Laser i njegova primena, spektroskopi.
11. Projekcioni uredjaji I (univerzalni projektor na optičkoj klupi, rotoprojektor, grafoskop, episkop, dijaprojektor, kasetni Super-8 projektor).
12. Projekcioni uredjaji II (magnetofon, filmska kamera, kinoprojektor 2x8, zvučni kinoprojektor Meoklub - 16).

Dr Tomislav Petrović, s.r.