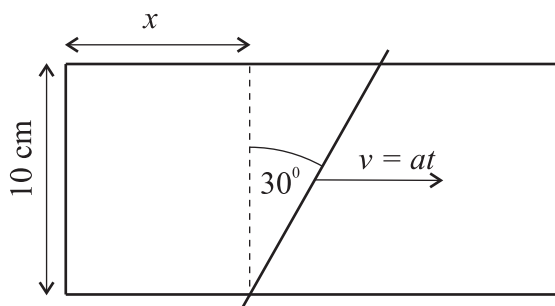


Prvi pisni test (KOLOKVIJ) iz Fizike 2 (UNI), 18. 4. 2005

1. Dve tanki žici zvijemo v krožni zanki z radijema 10 cm in 20 cm. Zanki ležita v isti ravnini in imata skupno središče. Po manjši zanki je enakomerno porazdeljen naboj -10^{-4} As, po večji zanki pa naboj $+10^{-4}$ As. Kolikšna je električna napetost med točkama, ki ležita na geometrijski osi zank in sta od središča zank oddaljeni 5 cm in 15 cm?
2. Dve izolirani kovinski kroglici z radijema 5 cm in 10 cm imata enak naboj, vsaka $+10^{-5}$ As. Nato kroglici povežemo s prevodno žičko, tako da se električna potenciala na površinah obeh kroglic izenačita. Kolikšen tokovni sunek steče skozi žičko?
3. Kvadraten okvir iz žice s specifičnim uporom $0.1 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ in površino preseka 1 mm^2 , ima stranico 5 cm. Okvir vrtimo okoli njegove simetrale s frekvenco 50 s^{-1} . Okvir je v magnetnem polju, ki je pravokotno na os vrtenja okvirja in ima gostoto 1 T. Kolikšna povprečna moč se porablja v zanki zaradi indukcije?
4. Dva dolga, ravna in vzporedna vodnika sta med seboj oddaljena 10 cm in na enem krajišču povezana z negibno prečko, ki je pravokotna na vodnika. Druga prečka lahko brez trenja drsi po vodnikih in s prvo prečko oklepa kot 30° (glej sliko 1). Konstantno in homogeno magnetno polje je pravokotno na ravnino vodnikov in prečk. Drugo prečko, ki najprej miruje ob prvi prečki ($x = 0$), začnemo vleči s konstantnim pospeškom v smeri vzporednih vodnikov. Koliko sta razmaknjeni najbližji točki prečk ($x = ?$), ko je tok, ki teče po zanki, največji? Vodnika in prečki imajo vsi enak presek in enako specifično upornost.

Konstante: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$



Slika 1:

① $r_1 = 10 \text{ cm}$

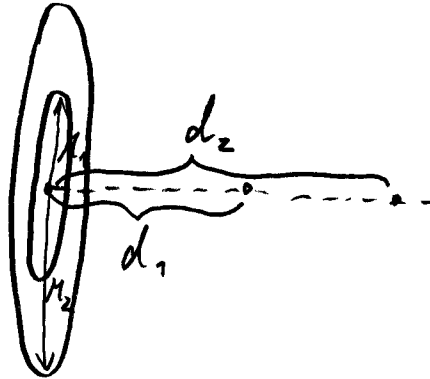
$r_2 = 20 \text{ cm}$

$l_1 = -10^{-4} \text{ As}$

$l_2 = +10^{-4} \text{ As}$

$d_1 = 5 \text{ cm}$

$d_2 = 15 \text{ cm}$



$U(d_1, d_2) = ?$

$$U(d_1, d_2) = V(d_2) - V(d_1) =$$

$$= \frac{l_1}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{r_1^2 + d_2^2}} + \frac{l_2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{r_2^2 + d_2^2}} -$$

$$- \frac{l_1}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{r_1^2 + d_1^2}} - \frac{l_2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{r_2^2 + d_1^2}} =$$

$$U(d_1, d_2) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{l_1}{\sqrt{r_1^2 + d_2^2}} + \frac{l_2}{\sqrt{r_2^2 + d_2^2}} - \frac{l_1}{\sqrt{r_1^2 + d_1^2}} - \frac{l_2}{\sqrt{r_2^2 + d_1^2}} \right) =$$

$$= \frac{1}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}} \left(\frac{-10^{-4}}{\sqrt{325}} + \frac{10^{-4}}{\sqrt{625}} - \frac{-10^{-4}}{\sqrt{125}} - \frac{10^{-4}}{\sqrt{425}} \right) \frac{\text{As}}{10^{-2} \text{ m}}$$

$$= \frac{1 \text{ V}}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-10}} \left(\frac{-1}{18,03} + \frac{1}{25} + \frac{1}{11,18} - \frac{1}{20,62} \right) =$$

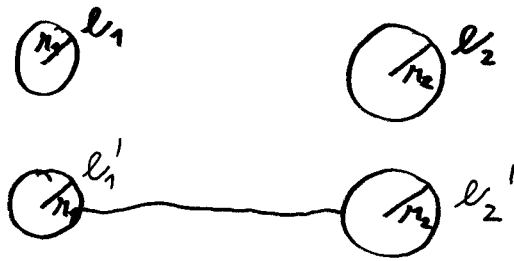
$2,29 \cdot 10^6 \text{ V}$

$$\textcircled{2} r_1 = 5 \text{ cm}$$

$$r_2 = 10 \text{ cm}$$

$$e = e_1 = e_2 = +10^{-5} \text{ As}$$

$$\int I dt = ?$$



OHRANITEV SKUPNEGA NABOJA:

$$e_1 + e_2 = e_1' + e_2' \Rightarrow 2e = e_1' + e_2'$$

POTENCIALI:

$$V_1'(r_1) = V_2'(r_2)$$

$$\frac{e_1'}{4\pi\epsilon_0 r_1} = \frac{e_2'}{4\pi\epsilon_0 r_2} \Rightarrow \frac{e_1'}{r_1} = \frac{e_2'}{r_2}$$

$$e_2' = e_1' \frac{r_2}{r_1}$$

$$2e = e_1' + e_1' \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow e_1' = \frac{2e}{1 + \frac{r_2}{r_1}}$$

$$\int I dt = e_1' - e_1 = e \left(\frac{2}{1 + \frac{r_2}{r_1}} - 1 \right)$$

$$= 10^{-5} \text{ As} \left(\frac{2}{1+2} - 1 \right) = \underline{\underline{-0,3 \cdot 10^{-5} \text{ As}}}$$

SUNEK TOKA JE $0,3 \cdot 10^{-5} \text{ As}$, TOK STEČE OJ MANJŠE PROTI VEČJI KROGLICI.

$$\textcircled{3} \quad \rho = 0,1 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

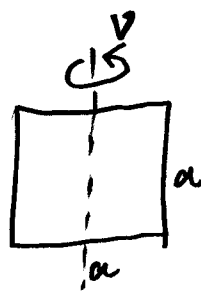
$$S_0 = 1 \text{mm}^2$$

$$a = 5 \text{cm} = 0,05 \text{m}$$

$$\nu = 50 \text{s}^{-1}$$

$$B = 1 \text{T}$$

$$\overline{P} = ?$$



$$U_i = \frac{d\Phi_m}{dt} = -BS\omega \sin \omega t$$

$$R = \rho \cdot \frac{4a}{S_0}$$

$$\Phi_m = BS \cos \omega t$$

$$P = U_i I_i = \frac{U_i^2}{R} = \frac{B^2 S^2 \omega^2 \sin^2 \omega t}{\rho \cdot \frac{4a}{S_0}}$$

$$\overline{P} = \frac{B^2 S^2 \omega^2 S_0 \cdot \frac{1}{2}}{\rho \cdot 4a}$$

$$\overline{P} = \frac{B^2 a^3 \pi^2 \nu^2 S_0}{\rho \cdot 2}$$

$$\overline{P} = \frac{1 \text{T}^2 \cdot (0,05 \text{m})^3 \cdot \pi^2 \cdot 2500 \text{s}^{-2} \cdot 1 \text{mm}^2}{0,1 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2} = \underline{\underline{15,42 \text{ W}}}$$

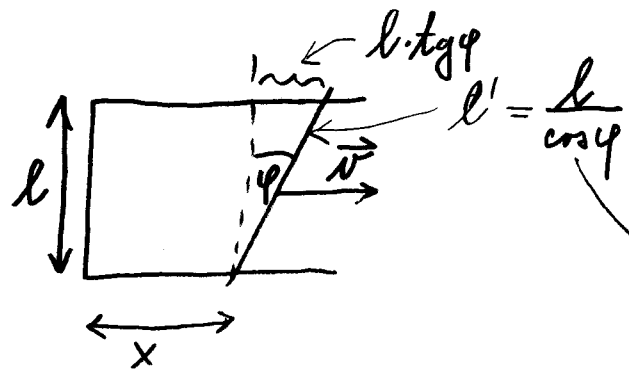
$$\overline{\sin^2 \omega t} = \frac{1}{2}$$

$$S = a^2$$

$$\omega = 2\pi \nu$$

④ $l = 10 \text{ cm}$
 $\varphi = 30^\circ$

$X(I = \text{max.}) = ?$



$$U_i = \vec{v} \cdot (\vec{B} \times \vec{l}) = \vec{B} \cdot (\vec{l} \times \vec{v}) =$$

$$= B l' v \sin(90^\circ - \varphi) = B l' v \cos \varphi = B l v$$

$$I = \frac{U_i}{R} = \frac{B l v \cos \varphi \cdot \frac{1}{\cos \varphi}}{\frac{1}{S_0} \cdot \left(l + \frac{l}{\cos \varphi} + 2x + l \cdot \text{tg} \varphi \right)}$$

$$v = at$$

$$x = \frac{at^2}{2}$$

$$I = \frac{B l \cdot S_0 \cdot at}{\frac{1}{S_0} \left(l + \frac{l}{\cos \varphi} + l \text{tg} \varphi + at^2 \right)} = 0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{B l \cdot S_0 a \left[l + \frac{l}{\cos \varphi} + l \text{tg} \varphi + at^2 - 2at \right]}{\frac{1}{S_0} \left(l + \frac{l}{\cos \varphi} + l \text{tg} \varphi + at^2 \right)^2} = 0$$

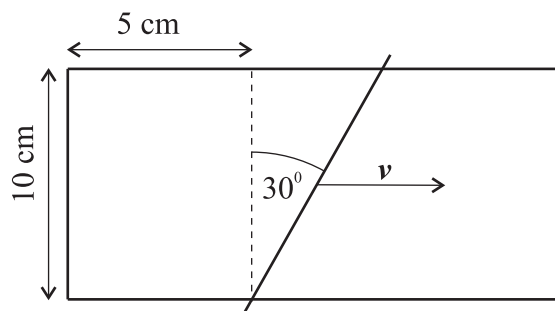
$$l \left(1 + \frac{1}{\cos \varphi} + \text{tg} \varphi \right) = at^2 = x \cdot 2$$

$$x = \frac{l}{2} \left(1 + \frac{1}{\cos \varphi} + \text{tg} \varphi \right) = 5 \text{ cm} \left(1 + \frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) = \underline{\underline{13,66 \text{ cm}}}$$

Prvi pisni test (KOLOKVIJ) iz Fizike 2 (VSS), 18. 4. 2005

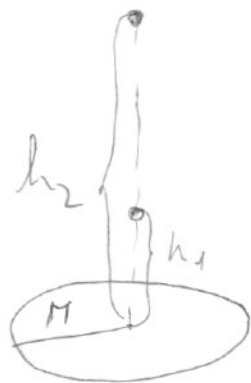
1. Tanko žico zvijemo v krožno zanko z radijem 10 cm. Po zanki je enakomerno porazdeljen naboj $+10^{-4}$ As. Kolikšna je električna napetost med točkama, ki ležita na geometrijski osi zanke in sta od središča zanke oddaljeni 5 cm in 15 cm?
2. Dve izolirani kovinski kroglici z radijema 5 cm in 10 cm imata enak naboj, vsaka $+10^{-5}$ As. Kolikšna sta naboja na vsaki od kroglic, če kroglici povežemo s prevodno žičko, tako da se električna potenciala na površinah obeh kroglic izenačita?
3. Po žici, zviti v krožno zanko z radijem 7 cm, teče tok 2 A. V nekem trenutku vključimo zunanje magnetno polje z gostoto 0.1 T, ki leži v ravnini zanke. S kakšnim kotnim pospeškom se takrat začne vrteti zanka, ki je prosto vrtljiva okoli svojega premera, pravokotnega na magnetno polje? Vztrajnostni moment zanke okoli njenega premera je 1 g cm^2 .
4. Dva dolga, ravna in vzporedna vodnika sta med seboj oddaljena 10 cm in na enem krajišču povezana z negibno prečko, ki je pravokotna na vodnika. Druga prečka lahko brez trenja drsi po vodnikih in s prvo prečko oklepa kot 30° (glej sliko 1). Homogeno magnetno polje z gostoto 0.5 T je pravokotno na ravnino vodnikov in prečk. Drugo prečko vlečemo s konstantno hitrostjo 0.6 m/s v smeri vzporednih vodnikov. Kolikšen tok teče po zanki v trenutku, ko sta najbližji točki prečk oddaljeni za 5 cm? Vodnika in prečki imajo vsi enak presek 1 mm^2 in specifično upornost $0.08 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$.

Konstante: $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$



Slika 1:

① $r = 10 \text{ cm}$
 $h_1 = 5 \text{ cm}$
 $h_2 = 15 \text{ cm}$
 $l = 10^{-4} \text{ As}$



$$V(h_1) = \frac{l}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{r^2 + h_1^2}}$$

$$V(h_2) = \frac{l}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\sqrt{r^2 + h_2^2}}$$

$U = ?$

$$U = V(h_1) - V(h_2) = \frac{l}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{r^2 + h_1^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + h_2^2}} \right)$$

$$U = \frac{10^{-4} \text{ As}}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}} \left(\frac{1}{\sqrt{(0,1^2 + 0,05^2) \text{ m}^2}} - \frac{1}{\sqrt{(0,1^2 + 0,15^2) \text{ m}^2}} \right)$$

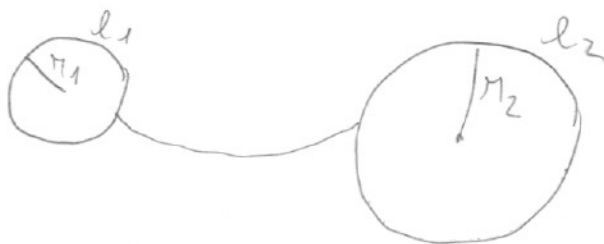
$U = 3,05 \cdot 10^6 \text{ V}$

$$\textcircled{2} \quad \pi_1 = 5 \text{ cm}$$

$$\pi_2 = 10 \text{ cm}$$

$$l_1' = l_2' = 10^{-5} \text{ As}$$

$$l_1 = ?, l_2 = ?$$



$$l_1 + l_2 = l_1' + l_2', \quad V_1 = V_2$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{l_1}{4\pi\epsilon_0 \pi_1} = \frac{l_2}{4\pi\epsilon_0 \pi_2} \Rightarrow \frac{l_1}{\pi_1} = \frac{l_2}{\pi_2}$$

$$l_1 + l_2 = l_1' + l_2' \Rightarrow l_2 = l_1' + l_2' - l_1$$

$$\frac{l_1}{\pi_1} = \frac{l_1' + l_2' - l_1}{\pi_2} \Rightarrow \frac{l_1}{\pi_1} + \frac{l_1}{\pi_2} = \frac{l_1' + l_2'}{\pi_2}$$

$$l_1 \left(\frac{\pi_1 + \pi_2}{\pi_1 \cdot \pi_2} \right) = \frac{l_1' + l_2'}{\pi_2} \Rightarrow l_1 = \frac{l_1' + l_2'}{\pi_1 + \pi_2} \cdot \pi_1$$

$$l_1 = \frac{2 \cdot 10^{-5} \text{ As}}{15 \text{ cm}} \cdot 5 \text{ cm} = \underline{\underline{0,67 \cdot 10^{-5} \text{ As}}}$$

$$l_2 = l_1' + l_2' - l_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ As} - 0,67 \cdot 10^{-5} \text{ As} = \underline{\underline{1,33 \cdot 10^{-5} \text{ As}}}$$

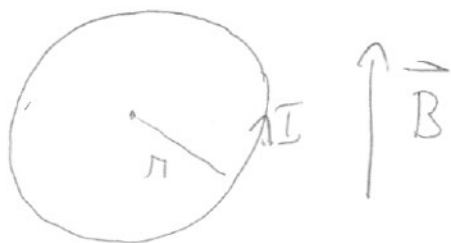
$$\textcircled{3} \quad r = 7 \text{ cm}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$B = 0,1 \text{ T}$$

$$J = 1 \text{ g cm}^2$$

$$\alpha = ?$$



$$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

$$M = p_m \cdot B \cdot \sin \varphi$$

$$\sin \varphi = 1$$

$$p_m = I \cdot S$$

$$J \cdot \alpha = M \Rightarrow \alpha = \frac{M}{J}$$

$$\alpha = \frac{I \cdot S \cdot B}{J} = \frac{I \cdot \pi r^2 \cdot B}{J}$$

$$\alpha = \frac{2 \text{ A} \cdot \pi \cdot 0,07^2 \text{ m}^2 \cdot 0,1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}}{1 \cdot 10^{-7} \text{ kg m}^2} = 30,8 \cdot 10^3 \text{ s}^{-2}$$

$$(4) B = 0,5 \text{ T}$$

$$N = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

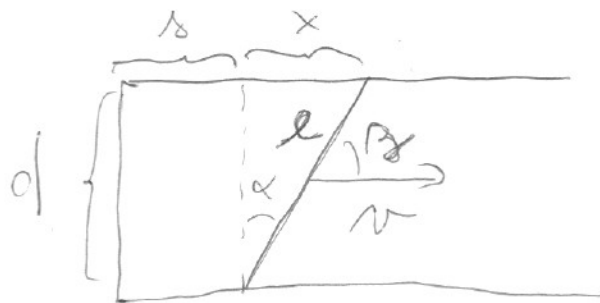
$$\rho = 0,08 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$S = 1 \text{ mm}^2$$

$$s = 5 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$\alpha = 30^\circ$$



$$\beta = 90 - \alpha$$

$$\sin \beta = \cos \alpha$$

$$l = \frac{d}{\cos \alpha}$$

$$U_i = N \cdot B \cdot l \cdot \sin \beta$$

$$U_i = N \cdot B \cdot \frac{d}{\cos \alpha} \cdot \cos \alpha = N \cdot B \cdot d$$

$$I = ?$$

$$R = \frac{\rho (d + 2s + x + l)}{S} ; x = d \cdot \tan \alpha$$

$$R = \frac{0,08 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \text{m}^{-1} (0,1 \text{ m} + 2 \cdot 0,05 \text{ m} + 0,1 \text{ m} \cdot \tan 30 + \frac{0,1 \text{ m}}{\cos 30})}{1 \text{ mm}^2} = 0,03 \Omega$$

$$U_i = N \cdot B \cdot d = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,5 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,03 \text{ V}$$

$$I = \frac{U_i}{R} = \frac{0,03 \text{ V}}{0,03 \Omega} = 1,0 \text{ A}$$

Pisni izpit iz Fizike 2 (UNI), 13. 6. 2005

1. Imamo dve izolirani kovinski kroglici z radijema 5 cm in 10 cm in nabojem $+10^{-5}$ As (manjša kroglica) in $+3 \cdot 10^{-5}$ As (večja kroglica). Nato kroglici povežemo s prevodno žičko. Kolikšen tokovni suneč steče skozi žičko?
2. Kvadraten okvir iz žice s specifičnim uporom $0.1 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ in površino preseka 1 mm^2 , ima stranico 10 cm. Okvir vrtimo s frekvenco 60 s^{-1} okoli njegove simetrane, ki je pravokotna na magnetno polje z gostoto 0.1 T. Koliko dela porabimo za en obrat okvirja?
3. Ob stoti obletnici "čudežnega leta" Alberta Einsteina pošljemo v vesolje umetni satelit, ki ima obliko kocke s stranico 10 m. Na vsaki ploskvi kocke je napis *Svetovno leto fizike 2005*. Črke napisa zavzemajo 30% površine ploskve in imajo odbojnost (albedo) 0.2, ostalih 70% površine ploskve pa ima odbojnost 0.9. Sončna svetloba s povprečno gostoto energijskega toka 1300 W/m^2 pada pravokotno na eno izmed ploskev. Kolikšna je temperatura satelita v stacionarnem stanju, če predpostavite, da je temperatura povsod na površini satelita enaka?
4. Vesoljska ladja potuje od planeta Naboo do planeta Tatooine s konstantno hitrostjo $0.95 c_0$ glede na planeta. Na vesoljski ladji kapitan Obi-Wan Kenobi izmeri za čas potovanja 4 ure. Kolikšna je razdalja med planetoma za opazovalca na enem izmed planetov? Računajte v okviru posebne teorije relativnosti.

Konstante:

$$c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad \varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}, \quad h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \\ \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4, \quad k_W = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

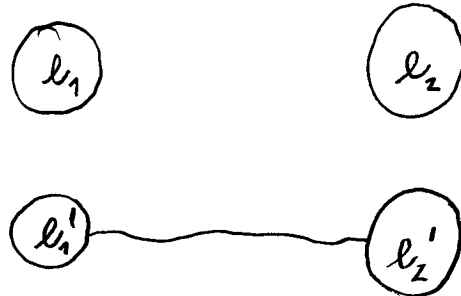
$$\textcircled{1} \mu_1 = 5 \text{ cm}$$

$$\mu_2 = 10 \text{ cm}$$

$$l_1 = 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}$$

$$l_2 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}$$

$$\int I dt = \Delta l = ?$$



OHRANITEV SKUPNEGA NABOJA:

$$l_1 + l_2 = l_1' + l_2'$$

POTENCIALA NA KONCU STA ENAKA:

$$V_1' = V_2'$$

$$\frac{l_1'}{4\pi\epsilon_0\mu_1} = \frac{l_2'}{4\pi\epsilon_0\mu_2} \Rightarrow l_1' = l_2' \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

$$l_1 + l_2 = l_2' \frac{\mu_1}{\mu_2} + l_2'$$

$$l_2' = \frac{l_1 + l_2}{1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}}$$

$$\int I dt = \Delta l = l_2' - l_2 = \frac{l_1 + l_2}{1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}} - l_2 = \frac{l_1 - \frac{\mu_1}{\mu_2} l_2}{1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}}$$

$$\Delta l = \frac{10^{-5} \text{ A}\mu\text{s} - 0,5 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}}{1 + 0,5} = \underline{\underline{-\frac{1}{3} \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}}}$$

SUNEK TOKA, OZIROMA PRETOČEN NABOJ JE $\frac{1}{3} \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}$.
TOK STEČE OD VEČJE PROTI MANJŠI KROGLICI.

Rešitev:

Inducirano napetost v okvirju U_i izračunamo s pomočjo indukcijskega zakona:

$$U_i = -\frac{d\Phi_m}{dt} = BS\omega \sin(\omega t),$$

kjer smo upoštevali, da je magnetni pretok skozi okvir:

$$\Phi_m = BS \cos(\omega t),$$

$\varphi = \omega t$ pa je kot med normalo površine okvirja in smerjo magnetnega polja. Površina okvirja $S = a^2$, $\omega = 2\pi\nu$. Inducirani električni tok, ki teče po zanki je:

$$I = \frac{U_i}{R} = \frac{BS\omega \sin(\omega t)S_0}{4a\rho},$$

kjer smo upoštevali:

$$R = \frac{\rho 4a}{S_0}.$$

Ker teče po okvirju električni tok, deluje na okvir navor

$$M = p_m B \sin(\omega t),$$

kjer je $p_m = IS$ magnetni moment zanke. Torej velja:

$$M = ISB \sin(\omega t) = \frac{B^2 S^2 \omega \sin^2(\omega t) S_0}{4a\rho}.$$

Ob upoštevanju $\langle \sin^2(\omega t) \rangle = \frac{1}{2}$ tako dobimo:

$$\langle M \rangle = \frac{B^2 a^3 \pi \nu S_0}{4\rho} = 4.7 \times 10^{-3} \text{ Nm}.$$

Izračunajmo še delo, ki je potrebno za en obrat okvirja:

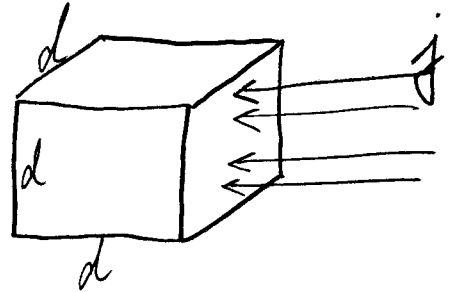
$$A = \int_0^{2\pi} M d\varphi = \frac{B^2 S^2 \omega S_0}{4a\rho} \int_0^{2\pi} \sin^2 \varphi d\varphi = \frac{B^2 a^3 \pi^2 \nu S_0}{2\rho} \approx 0.03 \text{ J}.$$

$$\textcircled{3} \quad d = 10 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,2 \quad (30\% - \text{ČRNE})$$

$$a_2 = 0,9 \quad (70\% - \text{OZARNE})$$

$$j = 1300 \text{ W/m}^2$$



$T = ?$ V STACIONARNEM STANJU

$$P_{\text{ABS}} = P_{\text{IZS}}$$

$$(1-a_1)jS_1 + (1-a_2)jS_2 = (1-a_1)\epsilon T^4 S_1 + (1-a_2)\epsilon T^4 S_2$$

POVRŠINA PLOSKEVE: $S = d^2 = S_1 + S_2$

$$S_1 = 0,3 \cdot S = 0,3d^2$$

$$S_2 = 0,7 \cdot d^2$$

~~$$[(1-a_1)0,3 + (1-a_2)0,7]jd^2 = [(1-a_1)0,3 + (1-a_2)0,7]d^2\epsilon T^4$$~~

$$T^4 = \frac{j}{\epsilon}$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{j}{\epsilon}} = \sqrt[4]{\frac{1300 \text{ W/m}^2 \text{ K}^4}{6 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2}} = \underline{\underline{248,6 \text{ K}}}$$

$$\approx -24^\circ \text{C}$$

V STACIONARNEM STANJU JE TEMPERATURA TAKŠNA, KOT ĀE BI BIL SATELIT ČRNO TELO, TO JE 248,6 K.

UNI + VSS

④ $v_0 = 0,95 c_0$ - HITROST V
SISTEMU PLANETOV (S')

$\tau = 4h$ - LASTNI ČAS
V SISTEMU
LADJE (S)

$$\Delta' = ?$$

RAČUNAMO V SISTEMU PLANETOV:

$$\Delta' = v_0 \cdot t' = v_0 \cdot \gamma \tau$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{c_0}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,95c_0}{c_0}\right)^2}} = 3,20$$

$$\Delta' = 0,95 c_0 \cdot 3,2 \cdot 4h = \underline{\underline{12,16 c_0 h}} = \underline{\underline{1,313 \cdot 10^{13} m}}$$

RAZDALJA MED PLANETOMA JE 12,16 SVETLOBNIH UR.

ZA OBRČUTEK:

RAZDALJA MED ZEMLJO IN SONCEM ~ 8 SVETLOBNIH MINUT

Torej je razdalja med planetoma $\sim 90 \times$ večja, kot razdalja med zemljo in soncem.

S - LADJA		S' - PLANETA	
$t_1 = 0$	$x_1 = 0$	$t_1' = 0$	$x_1' = \dots$
$t_2 = \tau$	$x_2 = 0$	$t_2' = \gamma t_2$	$x_2' = \dots$
$t = t_2 - t_1 = \tau$		$t' = t_2' - t_1' = \gamma \tau$	

Pisni izpit iz Fizike 2 (VSS), 13. 6. 2005

1. Imamo dve izolirani kovinski kroglici z radijema 5 cm in 10 cm in nabojem $+10^{-5}$ As (manjša kroglica) in $+3 \cdot 10^{-5}$ As (večja kroglica). Nato kroglici povežemo s prevodno žičko, tako da se električna potenciala na površinah obeh kroglic izenačita. Kolikšen naboj se pretoči skozi žičko?
2. Kvadraten okvir iz žice s specifičnim uporom $0.1 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ in površino preseka 1 mm^2 , ima stranico 10 cm. Okvir vrtimo s frekvenco 60 s^{-1} okoli njegove simetrične, ki je pravokotna na magnetno polje z gostoto 0.1 T. Kolikšna je amplituda toka, ki teče po okvirju?
3. Ob Svetovnem letu fizike 2005 pošljemo v vesolje umetni satelit, ki ima obliko kocke s stranico 10 m. Sončna svetloba s povprečno gostoto energijskega toka 1300 W/m^2 pada pravokotno na eno izmed ploskev. Kolikšna je temperatura satelita v stacionarnem stanju, če oddaja toploto samo s sevanjem?
4. Vesoljska ladja potuje od planeta Naboo do planeta Tatooine s konstantno hitrostjo $0.95 c_0$ glede na planeta. Na vesoljski ladji kapitan Obi-Wan Kenobi izmeri za čas potovanja 4 ure. Kolikšna je razdalja med planetoma za opazovalca na enem izmed planetov? Računajte v okviru posebne teorije relativnosti. (Namig za reševanje: Računajte v sistemu, ki miruje glede na planeta.)

Konstante:

$$c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad \varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}, \quad h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \\ \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4, \quad k_W = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

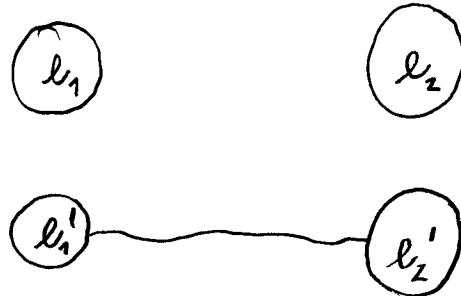
$$\textcircled{1} \mu_1 = 5 \text{ cm}$$

$$\mu_2 = 10 \text{ cm}$$

$$l_1 = 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}$$

$$l_2 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}$$

$$\int I dt = \Delta l = ?$$



OHRANITEV SKUPNEGA NABOJA:

$$l_1 + l_2 = l_1' + l_2'$$

POTENCIALA NA KONCU STA ENAKA:

$$V_1' = V_2'$$

$$\frac{l_1'}{4\pi\epsilon_0\mu_1} = \frac{l_2'}{4\pi\epsilon_0\mu_2} \Rightarrow l_1' = l_2' \frac{\mu_1}{\mu_2}$$

$$l_1 + l_2 = l_2' \frac{\mu_1}{\mu_2} + l_2'$$

$$l_2' = \frac{l_1 + l_2}{1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}}$$

$$\int I dt = \Delta l = l_2' - l_2 = \frac{l_1 + l_2}{1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}} - l_2 = \frac{l_1 - \frac{\mu_1}{\mu_2} l_2}{1 + \frac{\mu_1}{\mu_2}}$$

$$\Delta l = \frac{10^{-5} \text{ A}\mu\text{s} - 0,5 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}}{1 + 0,5} = \underline{\underline{-\frac{1}{3} \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}}}$$

SUNEK TOKA, OZIROMA PRETOČEN NABOJ JE $\frac{1}{3} \cdot 10^{-5} \text{ A}\mu\text{s}$.
TOK STEČE OD VEČJE PROTI MANJŠI KROGLICI.

2. naloga (rešitve iz zbirke Naloge iz Fizike 2, izdaja 2004)

Rešitev:

Inducirano napetost v okvirju U_i izračunamo s pomočjo indukcijskega zakona:

$$U_i = -\frac{d\Phi_m}{dt} = BS\omega \sin(\omega t),$$

kjer smo upoštevali, da je magnetni pretok skozi okvir:

$$\Phi_m = BS \cos(\omega t),$$

$\varphi = \omega t$ pa je kot med normalo površine okvirja in smerjo magnetnega polja. Površina okvirja $S = a^2$, $\omega = 2\pi\nu$. Inducirani električni tok, ki teče po zanki je:

$$I = \frac{U_i}{R} = \frac{BS\omega \sin(\omega t)S_0}{4a\rho},$$

kjer smo upoštevali:

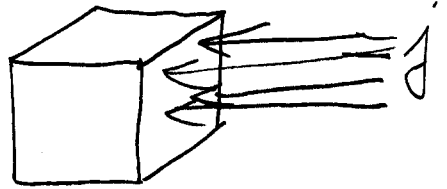
$$R = \frac{\rho 4a}{S_0}.$$

Amplituda toka je 9.42 A.

VSS

$$\textcircled{3} \quad d = 10 \text{ m}$$

$$j = 1300 \text{ W/m}^2$$



$$T = ? \quad \text{V STACIONARNEM STANJU}$$

$$\text{ODBOJNOST (ALBEDO)} \quad P_{\text{ABS}} = P_{\text{IZS}}$$

$$\cancel{(1-a)} j \cancel{d^2} = \cancel{(1-a)} j_{\text{IZS}} \cancel{d^2} \cdot 6$$

$$j = 6 T^4 \cdot 6$$

$$T^4 = \frac{j}{6 \cdot 6}$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{j}{6 \cdot 6}} = \sqrt[4]{\frac{1300 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4}{6 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2}}$$

$$T = \underline{\underline{248,6 \text{ K}}} \approx -24^\circ \text{C}$$

UNI + VSS

④ $v_0 = 0,95 c_0$ - HITROST V
SISTEMU PLANETOV (S')

$\tau = 4h$ - LASTNI ČAS
V SISTEMU
LADJE (S)

$$\Delta' = ?$$

RAČUNAMO V SISTEMU PLANETOV:

$$\Delta' = v_0 \cdot t' = v_0 \cdot \gamma \tau$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_0}{c_0}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,95c_0}{c_0}\right)^2}} = 3,20$$

$$\Delta' = 0,95 c_0 \cdot 3,2 \cdot 4h = \underline{\underline{12,16 c_0 h}} = \underline{\underline{1,313 \cdot 10^{13} m}}$$

RAZDALJA MED PLANETOMA JE 12,16 SVETLOBNIH UR.

ZA OBRČUTEK:

RAZDALJA MED ZEMLJO IN SONCEM ~ 8 SVETLOBNIH MINUT

Torej je razdalja med planetoma $\sim 90 \times$ večja, kot razdalja med zemljo in soncem.

S - LADJA		S' - PLANETA	
$t_1 = 0$	$x_1 = 0$	$t_1' = 0$	$x_1' = \dots$
$t_2 = \tau$	$x_2 = 0$	$t_2' = \gamma t_2$	$x_2' = \dots$
$t = t_2 - t_1 = \tau$		$t' = t_2' - t_1' = \gamma \tau$	

Pisni izpit iz Fizike II (UNI) (26. 8. 2005)

1. Dve enaki, zelo lahki 50 cm dolgi vrvici imata skupno pritrdišče na stropu. Na podnji krajišči obeh vrvic sta pritrjeni enaki, majhni kroglici z maso 1 gram, ki sta naelektreni z enakima nabojevma. Kolikšen je naboj na vsaki od kroglic, če vrvici v ravnovesju oklepata kot 20° ? Za težni pospešek vzemite 9.81 m/s^2 !
2. Na 2 m visokem stropu je pritrjena luč, ki ima obliko okrogle plošče s polmerom 80 cm. Svetlost luči je 0.4 W/m^2 ster, seva pa po Lambertovem zakonu. Kolikšna je osvetljenost tal pod središčem luči? Predpostavite, da sta tla in strop vzporedni ploskvi! (slika 1)
3. Dva zelo dolga, vzporedna, ravna vodnika sta med seboj oddaljena 15 cm. Levi krajišči obeh vodnikov sta med seboj povezani z mirujočo prečko tako, kot kaže slika 2. Prečka ima enak presek in specifično upornost, kot vodnika. Kot med enim od vodnikov in prečko je 60° . Druga, prečka, ki ima tudi enak presek in specifično upornost, kot vodnika, v začetku miruje na levem krajišču vodnikov, kot kaže slika 2. V nekem trenutku pa se začne premikati vzdolž vodnikov s konstantnim pospeškom. Pri tem je ves čas pravokotna na oba vodnika. Homogeno magnetno polje je pravokotno na ravnino vodnikov in prečk. Kako daleč od svoje začetne lege je gibajoča se prečka v trenutku, ko je inducirani tok po zanki, ki jo oklepata oba vodnika in obe prečki, največji?
4. Elektron, ki ima mirovno maso $0.51 \text{ MeV}/c_0^2$ in en negativni osnovni naboj v začetku miruje. V nekem trenutku pa ga pospeši homogeno električno polje z jakostjo 8000 V/m . Kolikšna je hitrost elektrona po $1 \mu\text{s}$? Računajte relativistično! Sevalne izgube zanemarite!

Konstante:

$$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}, c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}, k_W = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

Slika 1:

Slika 2:

UNI

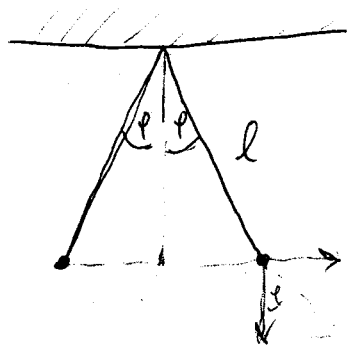
1) $l = 0,5 \text{ m}$

$m = 1 \text{ g}$

$2\varphi = 20^\circ$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$e = ?$



$F_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 l^2 \sin^2 \varphi}$

$F_e = \frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 \sin^2 \varphi}$

$\tan \varphi = \frac{F_e}{mg}$

$F_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \tan \varphi = \frac{e^2}{mg 4\pi\epsilon_0 r^2}$

$r = 2l \sin \varphi = 0,173 \text{ m}$

$F_e = 0,00173 \text{ N}$

$mg = 0,00981 \text{ N}$

$\tan \varphi = \frac{e^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 \sin^2 \varphi mg}$

$e = \sqrt{4\pi\epsilon_0 r^2 mg \tan \varphi}$

$e = 4l \sin \varphi \sqrt{\pi\epsilon_0 mg \tan \varphi} = 7,6 \cdot 10^{-8} \text{ A}\cdot\text{s}$

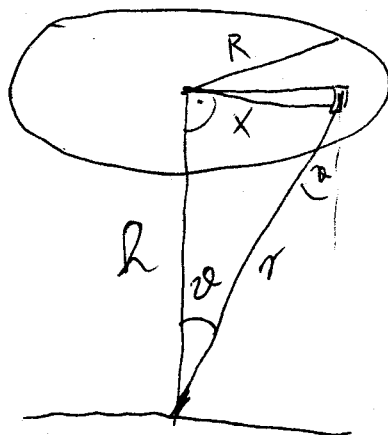
$= 4 \cdot 0,5 \cdot \sin 10^\circ \sqrt{\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot \tan 10^\circ} = 7,61 \cdot 10^{-8} \text{ A}\cdot\text{s}$

2) $h = 2 \text{ m}$

$R = 0,8 \text{ m}$

$B = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{m}$

$E = ?$



$dE = \frac{dI \cos \vartheta}{r^2}; \quad dI = B dx \cos \vartheta$

$dE = \frac{B dx \cos^2 \vartheta}{r^2}$

$dE = \frac{2\pi B x dx \cos^2 \vartheta}{r^2}$

$r = \sqrt{x^2 + h^2}$

$\cos \vartheta = \frac{h}{\sqrt{x^2 + h^2}}$

$x^2 + h^2 = z$

$2x dx = dz$

$dE = \frac{2\pi B R^2 x dx}{(h^2 + x^2)^2}$

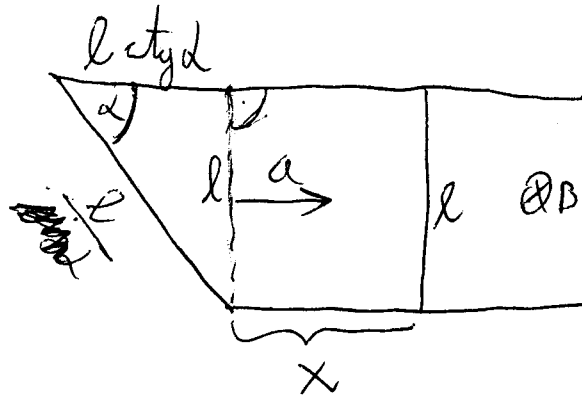
$E = 2\pi B R^2 \int_0^R \frac{x dx}{x^2 + h^2} = \pi B R^2 \int_{R^2}^{R^2+h^2} \frac{dz}{z^2} =$

$= -\pi B R^2 \left(\frac{1}{z} \right) \Big|_{R^2}^{R^2+h^2} = \pi B R^2 \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{R^2+h^2} \right) = \frac{\pi B R^2}{R^2+h^2} =$

$= 0,17 \text{ W/m}^2$

$$3) l = 15 \text{ cm}$$

$$\alpha = 60^\circ$$



$$v = at$$

$$x = \frac{at^2}{2}$$

$$I_i = \frac{U_i}{R} = \frac{l v B S}{\int (2x + l + l \tan \alpha + \frac{l}{\sin \alpha})} =$$

$$= \frac{l B S a t}{\int (at^2 + l(1 + \tan \alpha + \frac{1}{\sin \alpha}))}$$

$$\frac{dI_i}{dt} = 0 = \frac{l B S a \int (at^2 + l(1 + \tan \alpha + \frac{1}{\sin \alpha})) - l B S a t \cdot 2at}{\int^2 (at^2 + l(1 + \tan \alpha + \frac{1}{\sin \alpha}))^2} = 0$$

$$at^2 + l(1 + \tan \alpha + \frac{1}{\sin \alpha}) - 2at^2 = 0$$

$$t = \sqrt{\frac{l}{a} (1 + \tan \alpha + \frac{1}{\sin \alpha})}$$

$$x = \frac{at^2}{2} = \frac{l}{2} (1 + \tan \alpha + \frac{1}{\sin \alpha}) = 7,5 (1 + 0,577 + \frac{2}{\sqrt{3}}) = 20,5 \text{ cm}$$

$$= \underline{\underline{20,5 \text{ cm}}}$$

UNI

$$\hookrightarrow 4) m_0 = 0,51 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$(3-VSS) E = 8000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$t = 1 \mu\text{s}$$

$$v = ?$$

UNI + VSS

drugi način: uporeda izluka o gibanju čestice

$$e_0 E t = m_0 \gamma v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \Delta \varphi$$

$$\left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = v^2$$

$$\left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2 (c^2 - v^2) = c^2 v^2$$

$$v = \frac{e_0 E t c}{m_0 \sqrt{c^2 + \left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2}} = \frac{e_0 E t}{m_0 \sqrt{1 + \left(\frac{e_0 E t}{m_0 c} \right)^2}} =$$

$$= \frac{8000 \text{ eV} \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot c}{m_0 \cdot 0,51 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{8000 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,51 \cdot 10^6} \right)^2}} =$$

$$= \frac{4,70588}{4,81096} c = \underline{\underline{0,978 c}} \quad (2,93448 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$

$$\frac{e_0 E t}{m_0 c} =$$

$$= \frac{8000 \text{ eV} \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m}}{m_0 \cdot 0,51 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot c}$$

$$= 4,70588$$

$$\sqrt{1 + (4,70588)^2} = \frac{4,81096}{4,81096}$$

drugi način preko relativističkog N.Z.

$$F = \frac{dp}{dt} \quad e_0 E = m_0 \frac{d}{dt} \left(\frac{v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$$

$$\frac{e_0 E}{m_0} = \frac{\dot{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - v \frac{1}{2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} (-2v \dot{v}) \frac{1}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\dot{v}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}}$$

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}} \frac{dv}{dt} = \frac{e_0 E}{m_0} \rightarrow \int_0^t dt = \frac{m_0}{e_0 E} \int_0^v \frac{dv}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}} = \frac{m_0 c}{e_0 E} \int_0^{v/c} \frac{dx}{(1-x^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{m_0 c}{e_0 E} \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} \Big|_0^{v/c} = \frac{m_0 c v}{e_0 E c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t$$

$$\frac{v}{c} = x$$

$$dv = c dx$$

$$\left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = v^2 \rightarrow v = \frac{e_0 E t}{m_0 \sqrt{1 + \left(\frac{e_0 E t}{m_0 c} \right)^2}}$$

Pisni izpit iz Fizike II (VSS) (26. 8. 2005)

1. Dve zelo dolgi, vzporedni, ravni, tanki žici sta med seboj oddaljeni 20 cm. Kvadratna zanka s stranico 30 cm leži v ravnini teh dveh žic tako, da sta dve stranici zanke vzporedni z žicama, drugi dve stranici pa pravokotni nanju. Bližja od vzporednih stranic je od ene žice oddaljena 5 cm, od druge pa 25 cm (slika 1). Po tisti žici, ki je 5 cm oddaljena od bližje stranice zanke teče električni tok 100 A. Kolikšen električni tok mora teči po bolj oddaljeni žici v nasprotno smer, da bo magnetni pretok skozi zanko enak nič?
2. Dva zelo dolga, vzporedna, ravna vodnika sta med seboj oddaljena 20 cm. Njun presek je 1 mm^2 , specifična upornost pa $0.02 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Levi krajišči obeh vodnikov sta spojeni z mirujočo prečko, ki ima enak presek in specifično upornost, kot vodnika tako, kot kaže slika 2. Prečka z enim od vodnikov oklepa kot 70° . Druga prečka, ki ima prav tako enak presek in specifično upornost, kot vodnika, v začetku miruje ob prvi prečki, kot kaže slika 2. V nekem trenutku pa se začne gibati s konstantnim pospeškom 2 cm/s^2 , pri tem pa je ves čas pravokotna na oba vodnika. Homogeno magnetno polje z gostoto 1 T je pravokotno na ravnino vodnikov in prečk. Kolikšen inducirani električni tok teče po zanki, ki jo tvorita oba vodnika in obe prečki v trenutku, ko je prečni prečka 12 cm oddaljena od svoje začetne lege?
3. Elektron, ki ima mirovno maso $0.51 \text{ MeV}/c_0^2$ in en negativni osnovni naboj v začetku miruje. V nekem trenutku pa ga pospeši homogeno električno polje z jakostjo 8000 V/m . Kolikšna je hitrost elektrona po $1 \text{ } \mu\text{s}$? Računajte relativistično! Sevalne izgube zanemarite!
4. Za koliko milimetrov se pri prehodu skozi 3 cm debelo planparalelno plast iz prozorne snovi z lomnim količnikom 1.5 premakne žarek, ki je padel na plast pod vpadnim kotom 40° ? Na obeh straneh plasti je zrak z lomnim količnikom 1 .

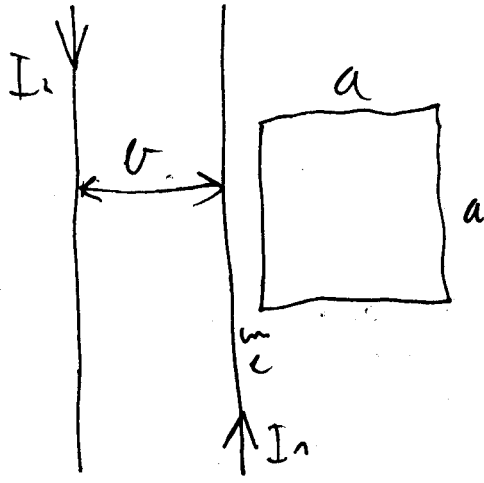
Konstante:

$$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}, c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}, k_W = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

Slika 1:

Slika 2:

- 1) ~~b = 20 cm~~
 $b = 20 \text{ cm}$
 $a = 30 \text{ cm}$
 $c = 5 \text{ cm}$
 $I_1 = 100 \text{ A}$
 $\Phi = 0$



$I_2 = ?$

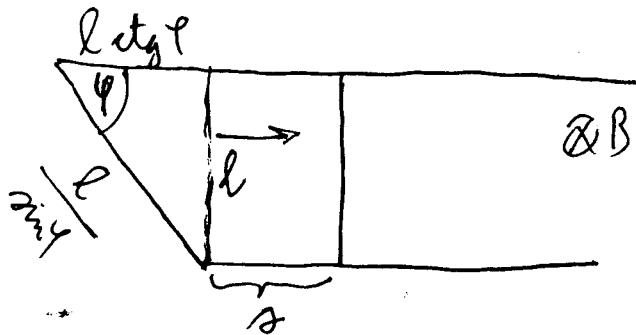
$$\Phi_1 = \int B_1 dS = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \int_c^{c+a} \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{c+a}{c}$$

$$\Phi_2 = \frac{\mu_0 I_2 a}{2\pi} \ln \frac{b+c+a}{b+c}$$

$$|\Phi_1| = |\Phi_2| \rightarrow I_1 \ln \frac{c+a}{c} = I_2 \ln \frac{b+c+a}{b+c}$$

$$I_2 = I_1 \frac{\ln \frac{c+a}{c}}{\ln \frac{b+c+a}{b+c}} = 100 \text{ A} \cdot \frac{\ln 7}{\ln \frac{55}{25}} = \underline{\underline{246,8 \text{ A}}}$$

- 2) $l = 20 \text{ cm}$
 $\xi = 0,02 \frac{\text{Smm}^2}{\text{m}}$
 $S = 1 \text{ mm}^2$
 $B = 1 \text{ T}$
 $\varphi = 70^\circ$
 $a = 2 \text{ cm/s}^2$
 $\sigma = 12 \text{ cm}$
 $I_i = ?$



$U_i = 0,01386 \text{ V}$
 $v = at$
 $\sigma = \frac{at^2}{2}$
 $v = \sqrt{2a\sigma} = 6,93 \text{ cm/s}$

$$I_i = \frac{U_i}{R} = \frac{BlvS}{\xi \left(2a + l + \frac{l}{\sin \varphi} + l \text{ctg} \varphi \right)} = \frac{BlS \sqrt{2a\sigma}}{\xi \left(2a + l \left(1 + \frac{1}{\sin \varphi} + \text{ctg} \varphi \right) \right)}$$

$$= \frac{1 \cdot 0,02 \cdot 1 \sqrt{2 \cdot 0,02 \cdot 0,12}}{0,02 (0,24 + 0,2 (1 + 1,06 + 0,36))} = \underline{\underline{0,95 \text{ A}}}$$

UNI

$$\hookrightarrow 4) m_0 = 0,51 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$(3-VSS) E = 8000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$t = 1 \mu\text{s}$$

$$v = ?$$

UNI + VSS

drugi način: uporeda izvedu o gibanju čestice

$$e_0 E t = m_0 \gamma v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \Delta \varphi$$

$$\left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = v^2$$

$$\left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2 (c^2 - v^2) = c^2 v^2$$

$$v = \frac{e_0 E t c}{m_0 \sqrt{c^2 + \left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2}} = \frac{e_0 E t}{m_0 \sqrt{1 + \left(\frac{e_0 E t}{m_0 c} \right)^2}} =$$

$$= \frac{8000 \text{ eV} \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot c}{m_0 \cdot 0,51 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{8000 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,51 \cdot 10^6} \right)^2}} =$$

$$= \frac{4,70588}{4,81096} c = \underline{\underline{0,978 c}} \quad (2,93448 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$

$$\frac{e_0 E t}{m_0 c} =$$

$$= \frac{8000 \text{ eV} \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m}}{m_0 \cdot 0,51 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot c}$$

$$= 4,70588$$

$$\sqrt{1 + (4,70588)^2} = 4,81096$$

$$4,81096$$

drugi način preko relativističkog N.Z.

$$F = \frac{dp}{dt} \quad e_0 E = m_0 \frac{d}{dt} \left(\frac{v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$$

$$\frac{e_0 E}{m_0} = \frac{\dot{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - v \frac{1}{2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} (-2v \dot{v}) \frac{1}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\dot{v}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}}$$

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}} \frac{dv}{dt} = \frac{e_0 E}{m_0} \rightarrow \int_0^t dt = \frac{m_0}{e_0 E} \int_0^v \frac{dv}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2}} = \frac{m_0 c}{e_0 E} \int_0^{v/c} \frac{dx}{(1-x^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{m_0 c}{e_0 E} \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} \Big|_0^{v/c} = \frac{m_0 c v}{e_0 E c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t$$

$$\frac{v}{c} = x$$

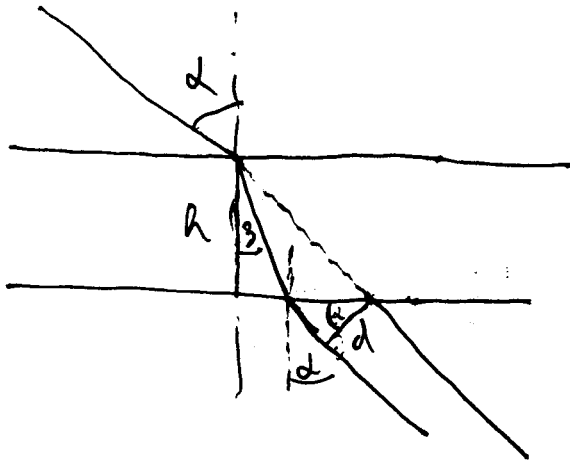
$$dv = c dx$$

$$\left(\frac{e_0 E t}{m_0} \right)^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = v^2 \rightarrow v = \frac{e_0 E t}{m_0 \sqrt{1 + \left(\frac{e_0 E t}{m_0 c} \right)^2}}$$

VSS

4) $R = 3\text{cm}$
 $n = 1.5$
 $\alpha = 40^\circ$

 $d = ?$



$\sin \beta = 0.474$
 $\beta = 28.4^\circ$
 $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$
 $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$
 $\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}$

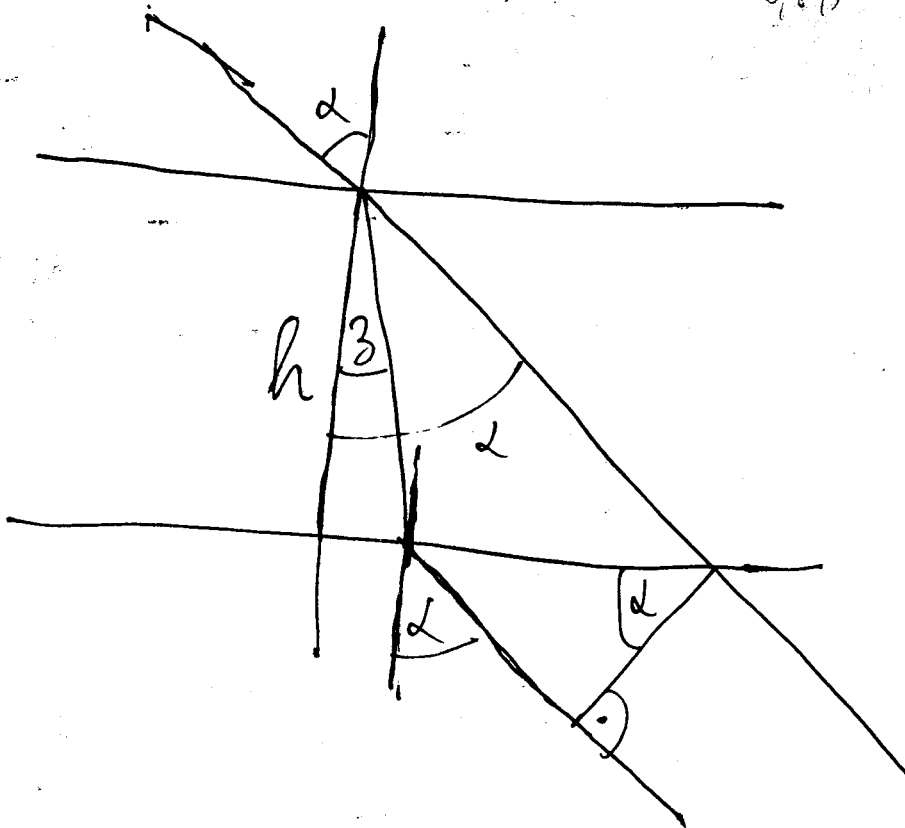
$d = R(\tan \alpha - \tan \beta) \cdot \cos \alpha$

$\tan \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$

$d = R \cos \alpha \sin \alpha \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \frac{1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right) =$

$= 30 \cdot 0.342 \cdot 0.94 \left(\frac{1}{0.766} - \frac{1}{\sqrt{1.5^2 - 0.94^2}} \right) = \frac{8.4 \text{ mm}}{1.325}$

~~1.325~~



Pisni izpit iz Fizike 2 (UNI), 15. 9. 2005

1. Ploščati kondenzator s površino plošč 300 cm^2 je priključen na napetost 1000 V . Razmik med ploščama je v začetku 3 mm , nato pa se začne ena plošča oddaljevati od druge s hitrostjo 1 m/s . Kolikšen električni tok teče skozi vir napetosti eno sekundo po začetku premikanja plošče?
2. Žico s specifičnim uporom $0.1 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ in površino preseka 1 mm^2 zvijemo v krožno zanko z radijem 10 cm . Zanko vrtimo okoli njenega premera s kotno hitrostjo 60 s^{-1} . Homogeno magnetno polje z gostoto 0.5 T je pravokotno na os vrtenja. Kolikšen efektivni električni tok teče po zanki zaradi indukcije?
3. Predmet, ki je 40 cm oddaljen od tanke zbiralne leče, premaknemo na razdaljo 30 cm od leče. Pri tem se slika predmeta premakne za 50 cm proč od svoje prvotne lege. Izračunajte goriščno razdaljo leče (poiščite vse rešitve).
4. Kolikšna je gostota magnetnega polja, če proton s kinetično energijo 4 GeV kroži po radiju 50 m ? Ravnina v kateri kroži proton je pravokotna na smer magnetnega polja. Računajte relativistično. Mirovna masa protona je $938 \text{ MeV}/c^2$.

Konstante:

$$c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad \varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}, \quad h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \\ \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4, \quad k_W = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

$$\textcircled{1} S = 300 \text{ cm}^2 = 0,03 \text{ m}^2$$

$$U_0 = 1000 \text{ V}$$

$$d_0 = 3 \text{ mm}$$

$$v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$I(t=1\text{s}) = ?$$

$$e = C U_0 = \epsilon_0 \frac{S U_0}{(d_0 + vt)}$$

$$I = \frac{de}{dt} = \frac{d(C U_0)}{dt} =$$

$$= \epsilon_0 S U_0 \frac{-v}{(d_0 + vt)^2}$$

$$I = - \frac{\epsilon_0 S U_0 v}{(d_0 + vt)^2}$$

$$I(t=1\text{s}) = - \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 0,03 \text{ m}^2 \cdot 1000 \text{ V} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{(0,003 \text{ m} + 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s})^2}$$

$$I(t=1\text{s}) = - 2,64 \cdot 10^{-10} \text{ A} = - 0,264 \text{ nA}$$

VNI

② $S = 0,1 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$

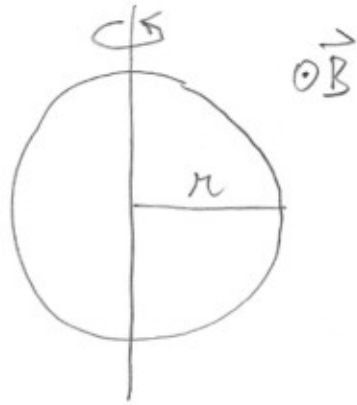
$S_0 = 1 \text{ mm}^2$

$r = 10 \text{ cm}$

$\omega = 60 \text{ s}^{-1}$

$B = 0,5 \text{ T}$

$I_{\text{ef}} = ?$



$\phi = BS \cos \omega t$

$U_i = \frac{d\phi}{dt} = -\omega BS \sin \omega t$

$I = \frac{U_i}{R} = \frac{-\omega B r^2 \cdot \sin \omega t}{S \cdot \frac{2\pi r}{S_0}}$

$I_0 = \frac{\omega B r S_0}{2 S}$

$I_{\text{ef}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega B r S_0}{2\sqrt{2} S}$

$[T] = \left[\frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \right]$

$[\Omega] = \left[\frac{\text{V}}{\text{A}} \right]$

$I_{\text{ef}} = \frac{60 \text{ s}^{-1} \cdot 0,5 \text{ T} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 1 \text{ mm}^2}{2\sqrt{2} \cdot 0,1 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}}$

$I_{\text{ef}} = \underline{\underline{10,6 \text{ A}}}$

$$\textcircled{3} \quad a_1 = 40 \text{ cm}$$

$$a_2 = 30 \text{ cm}$$

$$b_2 - b_1 = l = 50 \text{ cm}$$

$$f = ?$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} \Rightarrow b_1 = \frac{a_1 f}{a_1 - f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} \Rightarrow b_2 = \frac{a_2 f}{a_2 - f}$$

$$b_2 - b_1 = l$$

$$\frac{a_2 f}{a_2 - f} - \frac{a_1 f}{a_1 - f} = l$$

$$a_2 f (a_1 - f) - a_1 f (a_2 - f) = l (a_2 - f) (a_1 - f)$$

$$\cancel{a_2 a_1 f} - a_2 f^2 - \cancel{a_1 a_2 f} + a_1 f^2 - l a_1 a_2 + l a_2 f + l a_1 f - l f^2 = 0$$

$$(a_1 - a_2 - l) f^2 + l(a_1 + a_2) f - l a_1 a_2 = 0$$

$$A = -40 \text{ cm}$$

$$B = 3500 \text{ cm}^2$$

$$C = 60000 \text{ cm}^3$$

$$f_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} = \frac{-3500 \pm \sqrt{(3500)^2 + 4 \cdot 40 \cdot 60000}}{-2 \cdot 40} \text{ cm}$$

$$= \frac{35 \mp \sqrt{265}}{0,8} \text{ cm}$$

$$f_1 = \underline{\underline{23,4 \text{ cm}}}$$

$$f_2 = \underline{\underline{64,1 \text{ cm}}}$$

VNI

$$\textcircled{4} \quad T = 4 \text{ GeV}$$

$$R = 50 \text{ m}$$

$$B = ?$$

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = e_0 \vec{v} \times \vec{B}$$

$$E_0 = mc_0^2$$

$$= 938 \text{ MeV}$$

$$\frac{d(m\gamma\vec{v})}{dt} = e_0 \vec{v} \times \vec{B}$$

$$|\vec{v}| = \text{konst.} \Rightarrow \gamma = \text{konst.} \Rightarrow m\gamma \frac{d\vec{v}}{dt} = e_0 \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\left| \frac{d\vec{v}}{dt} \right| = a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow m\gamma \frac{v^2}{R} = e_0 v B$$

$$\underbrace{m\gamma v}_P = e_0 R B$$

$$B = \frac{P}{e_0 R} = \frac{\sqrt{2TE_0 + T^2}}{c e_0 R}$$

$$\left. \begin{aligned} E^2 &= (T + E_0)^2 \\ E^2 &= c^2 P^2 + E_0^2 \end{aligned} \right\}$$

$$c^2 P^2 = 2TE_0 + T^2$$

$$B = \frac{\sqrt{2 \cdot 4 \cdot 0,938 + 16} \cdot 10^{21} \text{ eV}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot e_0 \cdot 50 \text{ m}}$$

$$\left[\frac{\text{V}_s}{\text{m}^2} \right] = [T]$$

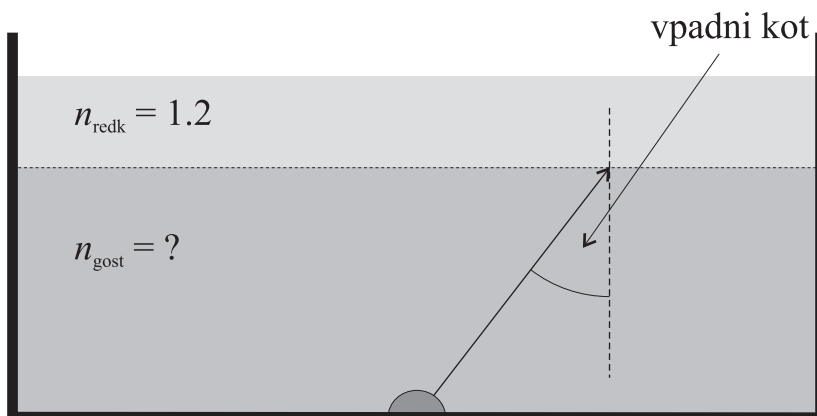
$$B = \underline{\underline{0,32 \text{ T}}}$$

Pisni izpit iz Fizike 2 (VSS), 15. 9. 2005

1. V posodo nalijemo dve neznani tekočini, ki se ne mešata. Redkejša tekočina z lomnim količnikom 1.2 plava na površini, medtem ko gostejša tekočina sede na dno. Majhna lučka na dnu posode sveti proti ravni mejni ploskvi med tekočinama (slika 1). Pri vpadnih kotih večjih od 60° se nič svetlobe ne lomi v redkejšo tekočino. Kolikšen je lomni količnik gostejše tekočine?
2. V zemeljskem magnetnem polju z vodoravno komponento gostote magnetnega polja $2 \cdot 10^{-4}$ T zaniha magnetnica okoli navpične osi s frekvenco 0.04 s^{-1} . Kolikšna mora biti vodoravna komponentna gostote homogenega magnetnega polja, da ista magnetnica zaniha okoli navpične osi s frekvenco 0.4 s^{-1} ? V obeh primerih so odmiki magnetnice iz ravnovesne lege majhni.
3. Krožna kovinska plošča z radijem 25 cm se enakomerno vrti s kotno hitrostjo 200 s^{-1} okoli svoje geometrijske osi v magnetnem polju z gostoto 0.05 T. Kolikšna je napetost med osjo plošče in njenim obodom?
4. V pospeševalniku pospešimo proton do kinetične energije 4000 MeV. Kolikšna je njegova hitrost in kolikšna je njegova gibalna količina? Mirovna masa protona je $938 \text{ MeV}/c^2$. Računajte relativistično.

Konstante:

$$c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}, \quad \varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}, \quad h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \\ \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4, \quad k_W = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$



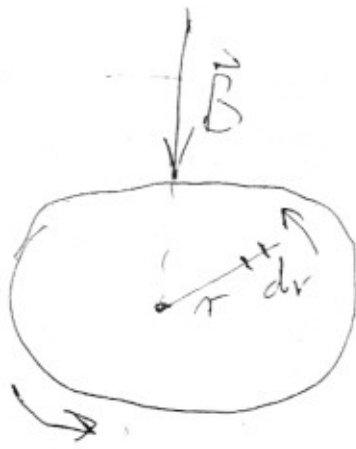
Slika 1:

$$3) R = 25 \text{ cm}$$

$$\omega = 200 \text{ s}^{-1}$$

$$B = 0,05 \text{ T}$$

$$U_i = ?$$



$$dU_i = \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{r}$$

$$U_i = \int_0^R \omega r B dr = \frac{B \omega R^2}{2} = \frac{0,05 \cdot 200 \cdot 0,25^2}{2} =$$

$$= 0,31 \text{ V}$$

$$4) W_k = 4000 \text{ MeV}$$

$$m_0 = 938 \text{ MeV}/c^2$$

$$v = ? \quad p = ?$$

$$(m_0 c^2 + W_k)^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$$

$$2 m_0 c^2 W_k + W_k^2 = p^2 c^2$$

$$(\gamma = 5,264)$$

$$p = \frac{1}{c} \sqrt{W_k (W_k + 2 m_0 c^2)} = \frac{1}{c} \sqrt{4000 \cdot (4000 + 2 \cdot 938)} =$$

$$= 4848 \frac{\text{MeV}}{c} \quad (2,59 \cdot 10^{-18} \text{ kg} \cdot \text{m/s})$$

$$p = m_0 \gamma v = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow v = \frac{p c}{\sqrt{p^2 + m_0^2 c^2}} = c \frac{\sqrt{W_k (W_k + 2 m_0 c^2)}}{W_k + m_0 c^2} =$$

$$= c \cdot \frac{4848}{4938} = 0,982 c$$

$$(2,945 \cdot 10^8 \text{ m/s})$$