

REŠITVE (UNI in VSP)

KOLOKVIJ/IZPIT IZ FIZIKE II (UNI) dne 9. 6. 2014

1. Pozitron s kinetično energijo 20 MeV sreča mirujoč elektron in se z njim v letu anihilira. Za koliko se razlikujeta energiji nastalih žarkov γ , od katerih odleti eden v smeri leta pozitrona, drugi pa v nasprotni smeri?

2. Izračunajte razdalja od negativno nanelektrene površine, kjer pade električni potencial v elektrolitski raztopini NaCl, ki je v stiku z nanelektreno površino, na $1/e$. Koncentracija Na^+ daleč stran od nanelektrene plošče je 100 mmol/l? Temperatura je 293 Kelvina.

3. Paramagnetno in diamagnetno kroglico približamo prostoru med poloma podkvastega magneta, kjer je magnetno polje najmočnejše. Katero kroglico potegne v prostor med poloma magneta in katero kroglico odbije stran od prostora med poloma magneta. Odgovor utemeljite z računskim dokazom!

4. Povprečna temperatura na površini Zemlje je 15°C . Za koliko bi se spremenila temperatura Zemlje v stacionarnem stanju, če bi se zaradi efekta tople grede (t.j. povečane koncentracije ogljikovega dioksida v atmosferi) emisivnost Zemlje zmajšala za 5 procentov, količina absorbirane sončne svetlobe pa se ne bi spremenila?

5. Mirujoč elektron damo v homogeno električno polje z jakostjo 2.75 kV/m . Kolikšna je hitrost elektrona po 2 mikro sekundah, če je njegova začetna hitrost nič? Pri izračunu uporabite enačbe posebne teorije relativnosti.

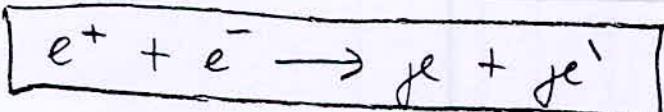
6. Zapišite valovno funkcijo za prost delec (potencialna energija $V(x) = 0$) z *ostro določeno* gibalno količino p_x , ki se giblje vzdolž osi x izbranega kartezičnega koordinatnega sistema.

Konstante: $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, lastna energija elektrona $W_0 = 0.51 \text{ MeV}$,

Boltzmannova konstanta $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$,

$$T = 20 \text{ MeV}$$

$$W_0 = m_e \cdot c^2 = 0,51 \text{ MeV}$$

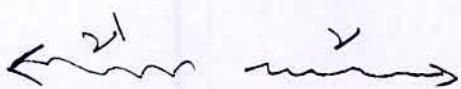


$\oplus \longrightarrow$

v

\ominus

$v = 0$



$$W^2 = W_0^2 + c_0^2 P^2$$

$$(T + W_0)^2 = W_0^2 + c_0^2 P^2$$

$$T^2 + 2TW_0 + W_0^2 = W_0^2 + c_0^2 P^2$$

$$\Rightarrow c_0 P = \sqrt{T^2 + 2TW_0}$$

ohromiteln. gib. kolicíme

$$P = \frac{h\nu}{c_0} - \frac{h\nu'}{c_0}$$

\Downarrow

$$c_0 P = h(\nu - \nu') = \sqrt{T^2 + 2TW_0} = 20.5 \text{ MeV}$$

$$\text{MEV} \rightarrow \text{Photon: } P_\gamma = \frac{W_\gamma}{c_0} = \frac{h\nu}{c_0}$$

GIBSON
nachrechnen

~~Übersicht~~

Predpostavimo, da je sistem v termodinamskem ravovesju, tako da za ione v raztopini velja Boltzmannova porazdelitev:

$$n_+(x) = n_+(\infty) \exp\left(-\frac{\nu_+ e_0 \Phi(x)}{kT}\right), \quad (3.4.5)$$

$$n_-(x) = n_-(\infty) \exp\left(-\frac{\nu_- e_0 \Phi(x)}{kT}\right), \quad (3.4.6)$$

kjer je k Boltzmannova konstanta in T absolutna temperatura.

Predpostavimo, da je daleč stran od negativno nabite plošče elektrolitska raztopina električno nevtralna. V našem primeru mora biti zaradi (3.4.2) in (3.4.4) zato izpolnjeno

$$n_+(\infty) = n_-(\infty) = n. \quad (3.4.7)$$

Da določimo krajevno odvisnost električnega potenciala $\Phi(x)$ zapišemo Poissonovo enačbo. V našem primeru imamo ravno geometrijo, zato velja:

$$\frac{d^2\Phi}{dx^2} = -\frac{\rho(x)}{\epsilon \epsilon_0}. \quad (3.4.8)$$

kjer je ϵ dielektričnost raztopine, ϵ_0 pa influenčna konstanta.

Ko upoštevamo (3.4.8), (3.4.1), (3.4.5) in (3.4.6) dobimo

$$\frac{d^2\Phi}{dx^2} = \frac{2n}{\epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{e_0}{kT} \cdot \text{sh} \left(\frac{e_0 \Phi}{kT} \right). \quad (3.4.9)$$

Če je potencialna energija $e_0 \Phi(x)$ veliko manjša od termične kT , lahko desno stran enačbe (3.4.9) razvijemo v vrsto. Pri tem upoštevamo samo prvi člen v razvoju. Enačba (3.4.9) preide v

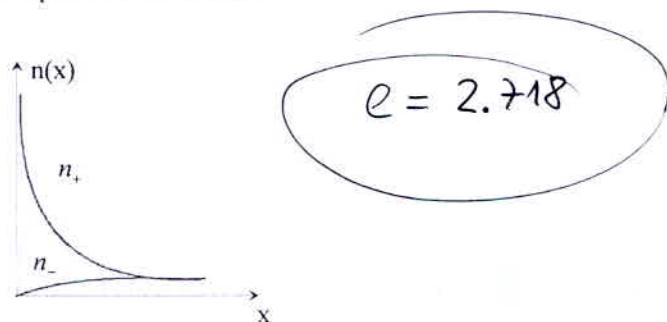
$$\frac{d^2\Phi}{dx^2} = \kappa^2 \Phi, \quad (3.4.10)$$

kjer je $\kappa^2 = \frac{2n e_0^2}{\epsilon \epsilon_0 k T}$. Rešitev enačbe (3.4.10), ki ustreza robnemu pogoju (3.4.4) je:

$$\Phi(x) = \Phi_0 \exp(-\kappa x),$$

kjer je Φ_0 vrednost električnega potenciala v ravnini $x = 0$.

Električno dvojno plast sestavlja torej negativni naboj v ravnini $x = 0$ in pozitivna plast naboja ionov, ki se razširja v raztopino. Na razdalji $\frac{1}{\kappa}$, ki ji pravimo efektivna debelina električne dvojne plasti, pada električni potencial za faktor e.



Slika 3.4.2. Številska gostota ionov v odvisnosti od x.

Tabela: Odvisnost $\frac{1}{\kappa}$ od n pri $T = 298 \text{ K}$.

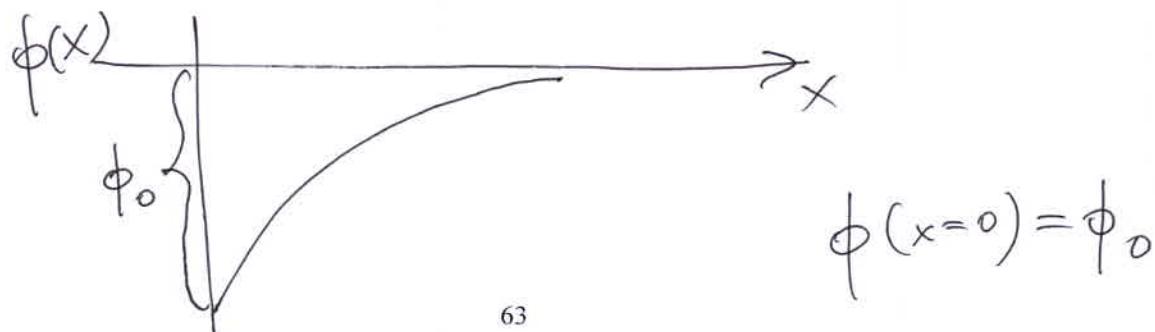
$\frac{n}{N_A} \left[\frac{\text{mol}}{\text{l}} \right]$	$\frac{1}{\kappa} \left[10^{-10} \text{ m} \right]$
0.5	4.30
0.2	6.80
• 0.1	9.62
• 0.05	13.6
0.02	21.5
0.01	30.4
0.005	43.0
0.002	68.0
0.001	96.2

* N_A je Avogadrovo število

$$\phi = \phi_0 e^{-\kappa x}$$

$$\frac{\phi}{\phi_0} = \frac{1}{e}, \text{ or } \kappa x_D = 1$$

$$x_D = \frac{1}{\kappa}$$



$$E = 2,75 \text{ eV/m}$$

$$t = 2 \mu\text{s}$$

Ar/SS(E)

$$\frac{dp}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = eE \Rightarrow mv = eEt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = eEt / :mc \Rightarrow \frac{v/c}{\sqrt{1 - \frac{(v/c)^2}{c^2}}} = \frac{eE}{mc} t = \alpha \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \alpha^2 t^2 \left[1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2\right] = \alpha^2 t^2 - \alpha^2 t^2 \left(\frac{v}{c}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{v}{c}\right)^2 \left[1 + \alpha^2 t^2\right] = \alpha^2 t^2 \Rightarrow \frac{v}{c_0} = \frac{\alpha t}{\sqrt{1 + \alpha^2 t^2}} = \frac{(10.39)^{1/2}}{3.374} =$$

$$s = \int_0^t v dt = c \int_0^t \frac{\alpha t dt}{\sqrt{1 + \alpha^2 t^2}} = c \int_1^u \frac{\alpha \cdot t' du}{2\alpha^2 t' \sqrt{u}} = \frac{c}{2\alpha} \int_1^u \frac{du}{\sqrt{u}} = \frac{c}{2\alpha} \cdot 2\sqrt{u} \Big|_1^u \Rightarrow$$

$$u = \alpha^2 t^2 + 1 \quad du = 2\alpha^2 t dt \Rightarrow dt = du / 2\alpha^2 t$$

$$s = \frac{c}{\alpha} \left[(\alpha^2 t^2 + 1)^{1/2} - 1 \right] = 2,375 \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{1,611 \cdot 10^6} = 442 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{eE}{mc} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,75 \cdot 10^3}{3,1 \cdot 10^{31} \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{1,611 \cdot 10^{-17}}{10^{-23}} = 1,611 \cdot 10^6$$

$$\alpha^2 = 2,5876 \cdot 10^{12}$$

$$\alpha^2 t^2 = 10.3904$$

$$\sqrt{\alpha^2 t^2 + 1} = 3,374$$

$$\Delta W = \Delta T_E = e \int E v dt = e \int E ds = \underline{e E s} = mc_0^2 (\gamma - 1)$$

$$\Delta T_E = \underline{T_E} = e \cdot E \cdot s = \underline{1,946 \cdot 10^{-13} \text{ J}} = \underline{1,216 \text{ MeV}}$$

$$1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,75 \cdot 10^3 \cdot 442 = 1846 \cdot 10^{-16} = 1,846 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$W = 0,84 \cdot 10^{-13}$$

$$W = 2,363 \cdot 10^{-13}$$

$$P = 8,8 \cdot 10^{-22}$$

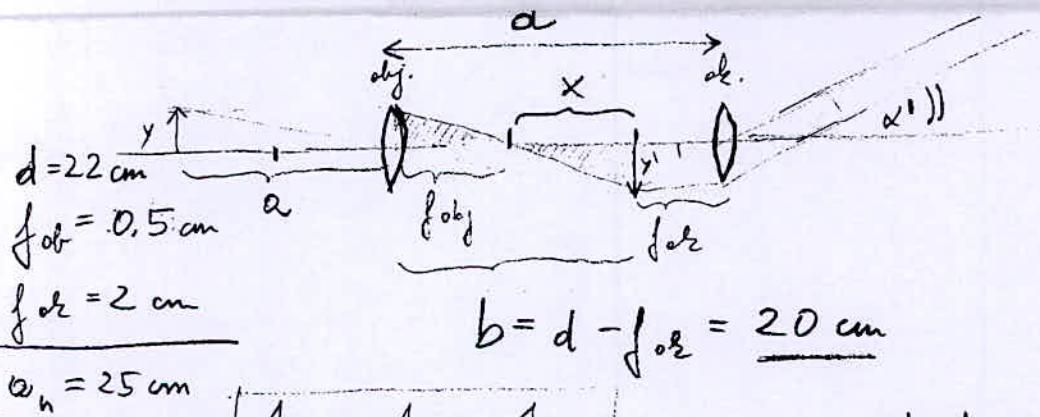
$$P = mv = eEt$$

$$v = \sqrt{W^2 + c^2 P^2}$$

$$T = W - W_0$$

1. Pri mikroskopu je goriščna razdalja 0.5 cm, goriščna razdalja okularja pa 2 cm. Razdalja med obema lečama je nastavljena na 22 cm, tako da pade slika objektiva v gorišče okularja. Kolikšna je povečava mikroskopa, če vzamemo za normalno zorno razdaljo 25 cm ?
2. Povprečna temperatura na površini Zemlje je 15°C . Za koliko bi se spremenila temperatura Zemlje v stacionarnem stanju, če bi se zaradi efekta tople grede (t.j. povečane koncentracije ogljikovega dioksida v atmosferi) emisivnost Zemlje zmajšala za 5 procentov, količina absorbirane sončne svetlobe pa se ne bi spremenila ?
3. Skozi bakreno žico, katere presek je krog s premerom 1 mm, teče tok 1 A. Oceni povprečno hitrost s katero se elektroni gibljejo skozi žico, če je na kubični meter bakra 8×10^{28} prostih (prevodnih) elektronov ?
4. Paramagnetno in diamagnetno kroglico približamo prostoru med poloma podkvastega magneta. Katero kroglico potegne v prostor med poloma magneta in katero kroglico odbije stran od prostora med poloma magneta, če kroglici približamo prostoru med poloma magneta, kjer je magnetno polje najmočnejše. Odgovor utemeljite z računskim dokazom.

Konstante: $\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, Boltzmannova konstanta $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$,



$$b = d - f_{\text{oe}} = 20 \text{ cm}$$

$$\left| \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f_{\text{obj}}} \right| \Rightarrow a = \frac{b \cdot f_{\text{obj}}}{b - f_{\text{obj}}} = 0.51 \text{ cm}$$

$\tan \alpha = \frac{y}{a_n}, \quad \tan \alpha' = \frac{y'}{f_{\text{oe}}}$

$$M = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{a_n \cdot y'}{y \cdot f_{\text{oe}}} = \frac{a_n \cdot x}{f_{\text{oe}} \cdot f_{\text{obj}}} = \frac{a_n (d - f_{\text{obj}} - f_{\text{oe}})}{f_{\text{oe}} \cdot f_{\text{obj}}} \approx 490$$

$$\frac{y}{f_{\text{obj}}} = \frac{y'}{x} \Rightarrow \frac{y'}{y} = \frac{x}{f_{\text{obj}}}$$

VSP

$$e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$n = 8 \cdot 10^{28} / \text{m}^3$$

$$2r = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$\frac{1}{S} \frac{de}{dt} = \frac{I}{S} \Rightarrow J = \frac{(S - dx \cdot n) e_0}{S dt} = m c_0 v$$

$$n = \frac{N}{V}$$

$$j = \frac{I}{S} = n e_0 v$$

$$v = \frac{I}{S \cdot n \cdot e_0} \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$ma = ct - \mu v$$

$$a = 0$$

∴

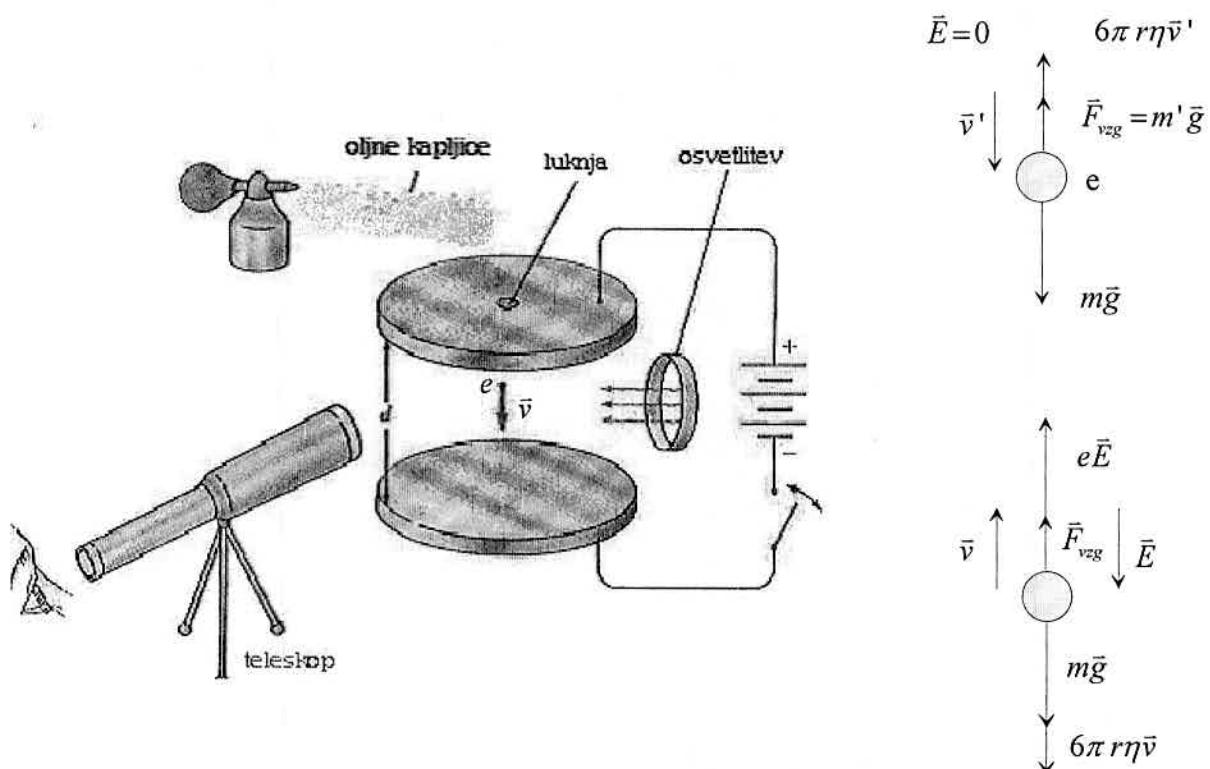
$$v = \frac{e}{\mu} E$$

$$v = \beta E$$

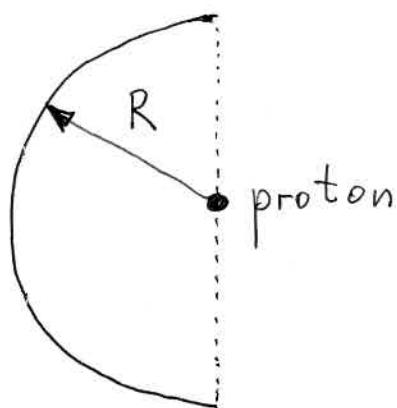
VSP

IZPIT IZ FIZIKE II (UNI) dne 4. 7. 2014

1. Pri Millikanovem poskusu pomerimo stacionarni hitrosti oljnih kapljic za primer, ko je električno polje $\vec{E} = 0$ (hitrost \bar{v}') in za primer, ko je električno polje \vec{E} različno od nič (hitrost \bar{v}). Izračunajte naboja kroglice pri izmerjenih hitrostih \bar{v}' in \bar{v} ter poznani viskoznosti zraka, poznani velikosti jakosti električnega polja E v drugem primeru, poznani gostoti zraka ter poznani gostoti kapljic. Glejte shematsko sliko!

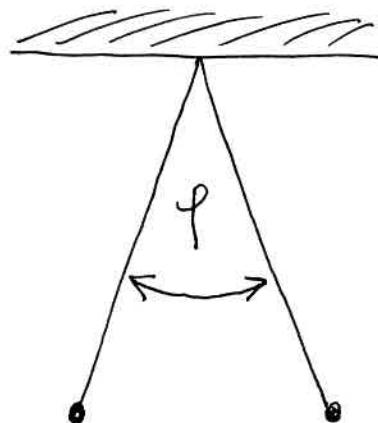


2. Polkroglasta lupina polmera $R = 2$ cm je enakomerno nanelektrena z nabojem $e = 10^{-9}$ As. V središče odprtrega prereza lupine postavimo proton. Kolikšna je hitrost protona na veliki oddaljenosti od lupine? Lastna energija protona je 938 MeV.

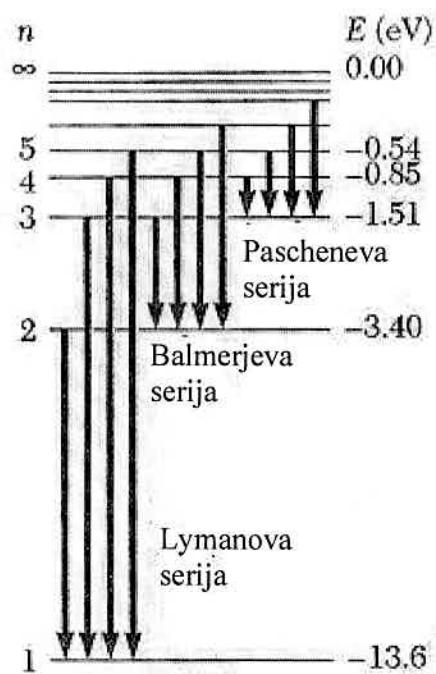


OBRNITE LIST !

3. Dve majhni enaki kroglici z masama $m = 7 \text{ g}$ sta obešeni na dve enaki zelo lahki vrvici z dolžino $l = 20 \text{ cm}$, ki imata skupno pritrdišče na stropu. Kroglici sta nanelektreni z enakima nabojema $e = 3 \cdot 10^{-7} \text{ As}$. Kolikšen kot oklepata vrvici v ravnotesju in kolikšna sila F_v napenja vsako od vrvic?

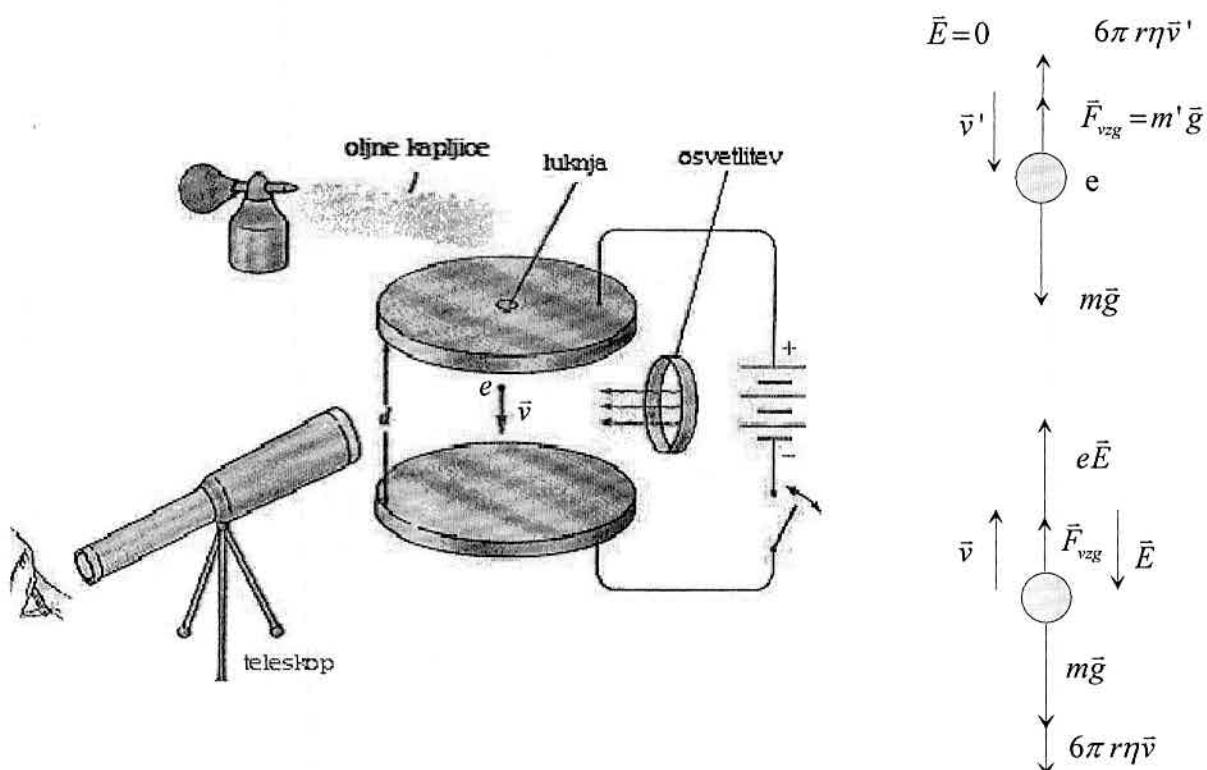


4. Napišite in razložite formulo za valovne dolžine izsevane svetlobe pri prehodih elektrona iz višjega v nižji energijski nivo za vodikov atom. Glejte shemo:

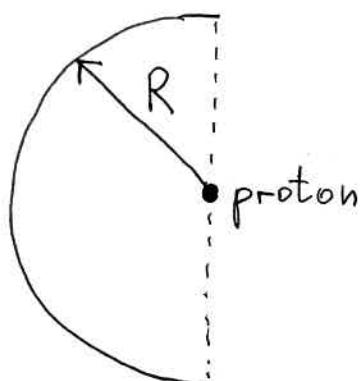


IZPIT IZ FIZIKE II (VSP) dne 4. 7. 2014

1. Pri Millikanovem poskusu pomerimo stacionarni hitrosti oljnih kapljic za primer, ko je električno polje $\vec{E} = 0$ (hitrost \bar{v}') in za primer, ko je električno polje E različno od nič (hitrost v). Izračunajte naboje kroglice pri izmerjenih hitrostih \bar{v}' in v ter poznani viskoznosti zraka, poznani velikosti jakosti električnega polja E v drugem primeru, poznani gostoti zraka ter poznani gostoti kapljic. Glejte shematsko sliko!



2. Polkroglasta lupina polmera $R = 2$ cm je enakomerno nanelektrena z nabojem $e = 10^{-9}$ As. V središče odprtega prereza lupine postavimo proton. Kolikšna je hitrost protona na veliki oddaljenosti od lupine? Lastna energija protona je 938 MeV.



OBRNITE LIST !

3. Kondenzator s kapaciteto $35 \mu F$ je nanelektron na napetost $60 V$. Kondenzator spraznimo preko upora 1567Ω . Kolika je napetost na kondenzatorju po $10 ms$ od pričetka praznenja?

4. Na optično os tanke zbiralne leče z goriščno razdaljo $f=30 cm$ postavimo $1.5 m$ (a) pred lečo paličasto svetilo višine $x=6 cm$. Za lečo postavimo zaslon tako, da na njem vidimo ostro sliko svetila. Kolika je višina slike svetila (y) na zaslonu?

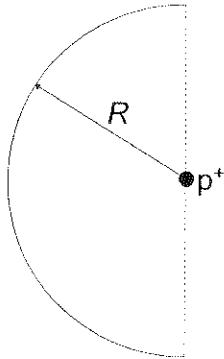
Rešitev

*Fizika II
4. julij*

Koordinatni sistem je narisana na sliki 5. Komponente jakosti električnega polja so potem

$$\begin{aligned} E_x &= -\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{3p_e x z}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + z^2)^{5/2}} = \frac{3p_e \sin \vartheta \cos \vartheta}{4\pi\epsilon_0 r^3}, \\ E_y &= -\frac{\partial U}{\partial y} = 0, \\ E_z &= -\frac{\partial U}{\partial z} = \frac{p_e}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3z^2}{(x^2 + z^2)^{5/2}} - \frac{1}{(x^2 + z^2)^{3/2}} \right) = \\ &= \frac{p_e (3 \cos^2 \vartheta - 1)}{4\pi\epsilon_0 r^3}. \end{aligned}$$

9. Polkroglasta lupina polmera $R = 2$ cm je enakomerno nanelektrena z nabojem $e = 10^{-9}$ As. V središču odprtrega prereza lupine postavimo proton (slika 6). Kolikšna je hitrost protona na veliki oddaljenosti od lupine?



Slika 6:

Rešitev:

Naboj polkrogle v mislih razdelimo na infinitezimalno majhne točkaste naboje z nabojem de , ki prispevajo k električnemu potencialu v točki T vrednost:

$$d\varphi_T = \frac{de}{4\pi\epsilon_0 R}. \quad (6)$$

Prispevek vseh točkastih nabojev nam da iskano vrednost potenciala v točki T :

$$\varphi_T = \int d\varphi_T = \int \frac{de}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 R}. \quad (7)$$

Zapišemo zakon o ohranitvi energije:

$$e_0\varphi_T = \frac{m_p v_\infty^2}{2}, \quad (8)$$

kjer smo upoštevali, da je električni potencial polkrogle na veliki oddaljenosti od polkrogle enak nič. Iz enačbe (8) sledi:

$$v_\infty = \sqrt{\frac{2e_0\varphi_T}{m_p}} = \sqrt{\frac{2e_0 e}{m_p \cdot 4\pi\epsilon_0 R}} = 0.293 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

10. Dve majhni enaki kroglici z masama $m = 7$ g sta obešeni na dve enaki zelo lahki vrvici z dolžino $l = 20$ cm, ki imata skupno pritrdišče na stropu (slika 7). Kroglici sta nanelektrjeni z enakima nabojema $e = 3 \cdot 10^{-7}$ As. Kolikšen kot φ oklepata vrvici v ravnotesju in kolikšna sila F_v napenja vsako od vrvic?

Rešitev:

Ko kroglici mirujeta je vsota sil na vsako od posameznih kroglic enaka 0. Na vsako od obeh kroglic delujejo naslednje sile: sila teže \vec{F}_g , elektrostatična sila \vec{F}_e in sila vrvice \vec{F}_v (glejte sliko 7). Velja torej

$$\vec{F}_g + \vec{F}_e + \vec{F}_v = 0.$$

Koordinatni sistem postavimo tako, kot kaže slika 7. Komponenta x zgornje enačbe je potem

$$-F_v \sin \frac{\varphi}{2} + F_e = 0.$$

Komponenta y pa je

$$F_v \cos \frac{\varphi}{2} - F_g = 0.$$

14. Dve tanki zbiralni leči z goriščnima razdaljama 20 cm in 10 cm postavimo na skupno optično os v medsebojni oddaljenosti 50 cm. Kako daleč od prve leče ($f_1 = 20$ cm) moramo postaviti predmet, da bomo dobili sliko 20 cm od druge leče? Narišite skico poteka žarkov!
15. Predmet stoji pred pokončnim zaslonom. Med predmetom in zaslonom premikamo zbiralno lečo in opazujemo sliko predmeta na zaslonu. Ostro sliko predmeta na zaslonu dobimo pri dveh legah leče. Prvič, ko je leča 120 cm oddaljena od zaslona, in drugič, ko je leča 40 cm oddaljena od zaslona. Kolikšna je goriščna razdalja leče in kolikšna je oddaljenost predmeta od zaslona?
16. Dva predmeta sta razmagnjena za 30 cm. Kam moramo postaviti zbiralno lečo z goriščno razdaljo 14 cm, da bosta slike obeh predmetov nastali na istem mestu?
17. Na optično os tanke zbiralne leče z goriščno razdaljo $f=30$ cm postavimo 1.5 m (a) pred lečo paličasto svetilo višine $x=6$ cm. Za lečo postavimo zaslon tako, da na njem vidimo ostro sliko svetila. Kolikšna je višina slike svetila (y) na zaslonu?

Rešitev:

Zapišimo enačbo leče:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}. \quad (166)$$

Iz zvez za podobne trikotnike sledi:

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b}. \quad (167)$$

Iz enačbe (167) izrazimo višino slike, pri čemer razdaljo slike od leče (b) izračunamo iz enačbe (166):

$$y = x \frac{b}{a} = \frac{x}{a(1/f - 1/a)} = 1.5 \text{ cm}.$$

Prispevek vseh točkastih nabojev nam da iskano vrednost potenciala v točki T :

$$\varphi_T = \int d\varphi_T = \int \frac{de}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 R}. \quad (7)$$

Zapišemo zakon o ohranitvi energije:

$$e_0 \varphi_T = \frac{m_p v_\infty^2}{2}, \quad (8)$$

kjer smo upoštevali, da je električni potencial polkrogla na veliki oddaljenosti od polkrogla enak nič. Iz enačbe (8) sledi:

$$v_\infty = \sqrt{\frac{2e_0 \varphi_T}{m_p}} = \sqrt{\frac{2e_0 e}{m_p \cdot 4\pi\epsilon_0 R}} = 0.293 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

10. Dve majhni enaki kroglici z masama $m = 7 \text{ g}$ sta obešeni na dve enaki zelo lahki vrvici z dolžino $l = 20 \text{ cm}$, ki imata skupno pritrdišče na stropu (slika 7). Kroglici sta nanelektrjeni z enakima nabojem $e = 3 \cdot 10^{-7} \text{ As}$. Kolikšen kot φ oklepata vrvici v ravnovesju in kolikšna sila F_v napenja vsako od vrvic?

Rešitev:

Ko kroglici mirujeta je vsota sil na vsako od posameznih kroglic enaka 0. Na vsako od oba kroglic delujejo naslednje sile: sila teže \vec{F}_g , elektrostatična sila \vec{F}_e in sila vrvice \vec{F}_v (glejte sliko 7). Velja torej

$$\vec{F}_g + \vec{F}_e + \vec{F}_v = 0.$$

Koordinatni sistem postavimo tako, kot kaže slika 7. Komponenta x zgornje enačbe je potem

$$-F_v \sin \frac{\varphi}{2} + F_e = 0.$$

Komponenta y pa je

$$F_v \cos \frac{\varphi}{2} - F_g = 0.$$

2. Kondenzator s kapaciteto $35 \mu F$, nanelektren z napetostjo $60 V$, praznimo preko upora. Po $10 ms$ je padec napetosti na kondenzatorju $50 V$. Koliksen je celoten upor kroga?

1897

$$C = 35 \mu F$$

$$V_0 = 60 V$$

$$U_1(t=10ms) = 50 V$$

$$R = ?$$



$$V_1 = V_0 e^{-\frac{t_1}{RC}}$$

$$\ln \frac{V_1}{V_0} = -\frac{t_1}{RC}$$

$$R = \frac{t_1}{C \cdot \ln \frac{V_0}{V_1}} = \underline{\underline{1567 \Omega}}$$

$$\frac{\frac{10 \cdot 10^{-3}}{35 \cdot 10^{-6} \ln \frac{6}{5}} - \frac{10}{35 \cdot 10^{-3} \ln \frac{6}{5}}}{\underline{\underline{1567 \Omega}}} = \underline{\underline{1567 \Omega}}$$