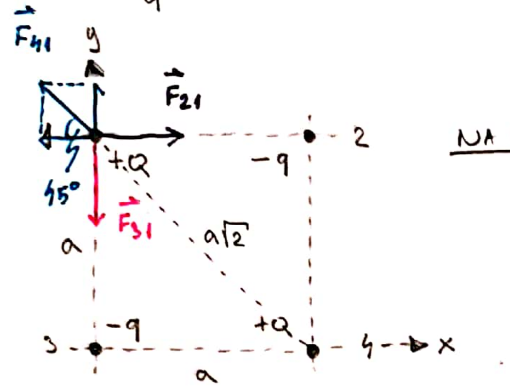
2

$q_1 = q_4 = Q$

$q_2 = q_3 = q$

a) $\frac{Q}{q} = ?$ b) $q = ?$



* PRETPOSTAVIMO: $Q > 0$, $q < 0$ (PREDZNACI)

NA SKICI:

$\vec{F}_{41}$ = SILA KOJOM NABOJ U TOČKI 4 ODBIJA NABOJ U TOČKI 1

$\vec{F}_{21}$ = SILA KOJOM NABOJ U TOČKI 2 PRIVLAČI NABOJ U TOČKI 1

$\vec{F}_{31}$ = SILA KOJOM NABOJ U TOČKI 3 PRIVLAČI NABOJ U TOČKI 1

$$\sum F_x = F_{21} - \overbrace{F_{41}\cos 45°}^{F_{41x}} = 0 \quad (1)$$

– SUMA SILA KOJE DJELUJU NA NABOJ U TOČKI 1 U SMJERU X.

$$F_{21} = k\frac{|q_2 \cdot q_1|}{a^2} = k\frac{|q \cdot Q|}{a^2}$$

$$F_{41} = k\frac{|q_4 \cdot q_1|}{(a\sqrt{2})^2} = k\frac{|Q \cdot Q|}{2a^2}$$

(2) – IZNOSI SILA PREMA COULOMBOVOM ZAKONU.

(2) → (1)

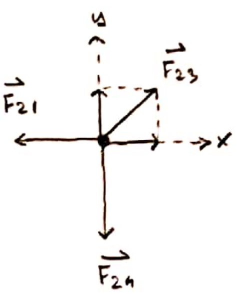
$$\cancel{k}\frac{|qQ|}{\cancel{a^2}} = \cancel{k}\frac{|Q^{\cancel{2}}|}{2\cancel{a^2}}\cos 45°$$

a) $|q| = \frac{|Q|}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \frac{Q}{q} = -2{,}83$ //

b) POSTOJI LI NEKI IZNOS q PA DA REZULTANTA NA SVAKI NABOJ BUDE NULA?

NE!

ZA OBJAŠNJENJE PROMOTRIMO SILE NA NABOJ U TOČKI 2:



PRETPOSTAVIMO DA JE U Y SMJERU

$$\sum F_y = 0$$

$$-F_{24} + F_{23}\sin 45° = 0$$

$$\cancel{k}\frac{|q \cdot q|}{(\cancel{a}\sqrt{2})^2}\sin 45° = \cancel{k}\frac{|q \cdot Q|}{\cancel{a^2}} \Rightarrow \frac{Q}{q} = -0{,}35 \neq -2{,}83 \Rightarrow \sum F_y \neq 0$$

③ $\vartheta = 30°$

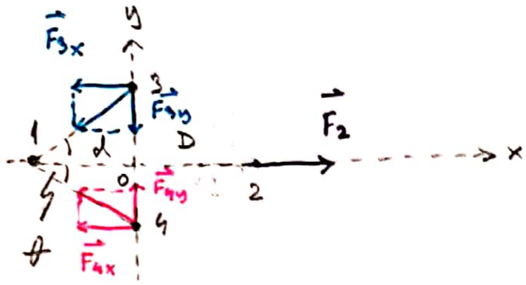
$d = 2\,cm$

$q_2 = +8 \cdot 10^{-19}\,C$

$q_3 = q_4 = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\,C$

---

a) $D = ?$ b) $D' = ?$



- SILE KOJE DJELUJU NA q_1

$\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ i $\vec{F}_2$

- D JE UDALJENOST OD NULA DO 2
- d JE UDALJENOST OD NULA DO 1
- D+d JE UDALJENOST OD 1 DO 2

AKO JE REZULTANTA NA NABOJ U TOČKI 1 NULA: $\sum F_x = 0 \quad F_2 = F_{3x} + F_{4x}$ *

$\sum F_y = 0 \quad F_{3y} = F_{4y}$

U SMJERU x: *(q_3 i q_4 SU ISTIH IZNOSA PA $F_{3x} = F_{4x}$)

$$2\cancel{k}\frac{q_1 \cdot q_3}{d^2}\cos 30° = \cancel{k}\frac{q_1 \cdot q_2}{(D+d)^2}$$

$$\frac{\cancel{2}q_3}{d^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} = \frac{q_2}{D^2 + 2Dd + d^2}$$

a) $$\frac{\sqrt{3}\,q_3}{d^2} = \frac{q_2}{(D+d)^2} \Rightarrow D = d\left(2\sqrt{\frac{5}{3\sqrt{3}}} - 1\right) = 0{,}9245\,d$$

$$D = 0{,}9245 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 1{,}92 \cdot 10^{-2}\,m$$

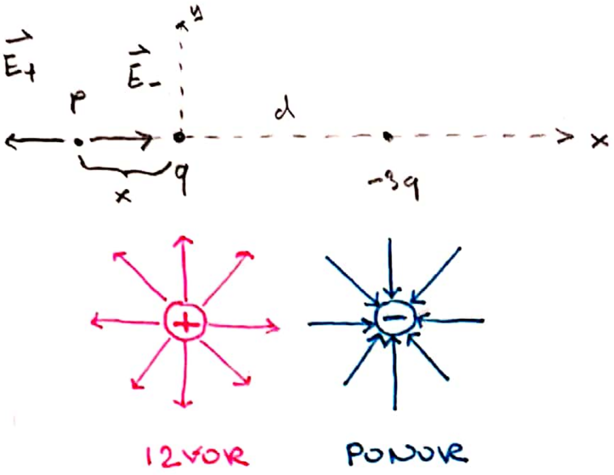
b) AKO SE NABOJI U 3 i 4 POMAKNU BLIŽE ISHODIŠTU PO y OSI, ϑ ĆE SE SMANJITI, A $\cos\vartheta$ ĆE SE POVEĆATI PA ĆE I IZNOSI SILA KOJIMA ONI DJELUJU NA NABOJ q_1 BITI VEĆI. IZNOS SILE KOJOM q_2 DJELUJE NA q_1 TAKOĐER MORA BITI VEĆI DA BI REZULTANTA OSTALA NULA. PREMA TOME D SE TREBA SMANJITI JER $F_c \sim \frac{1}{r^2}$.

Scanned with CamScanner

8

a) $x(E=0) = ?$

b) $x' = ?$



$$E_+ = E_-$$

$$\cancel{k}\frac{q}{x^2} = \cancel{k}\frac{|-3q|}{(x+d)^2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{3}{(x+d)^2} \quad / \sqrt{\ }$$

$$\frac{1}{x} = \frac{\sqrt{3}}{x+d}$$

$$x + d = \sqrt{3}\,x$$

$$\sqrt{3}\,x - x = d$$

a) $$x = -\frac{d}{0{,}73}$$

TOČKA P JE LIJEVO OD ISHODIŠTA

b) NE POSTOJI TOČKA IZVAN OSI X GDJE BI POLJE BILO NULA JER SE ZBOG ADICIJE VEKTORA ONI MOGU PONIŠTITI SAMO NA TOM PRAVCU TJ OSI.

(9)

(1) $-5U_0$

(2) $-7U_0$

(3) $3U_0$

(4) $5U_0$

a) $\vartheta = ?$

b) $\tau = ?$

a) $U = -pE\cos\vartheta = pE\cos(180° - \vartheta)$ $\Rightarrow$ ŠTO JE KUT VEĆI, VEĆA JE POTENCIJALNA ENERGIJA

$4 > 3 > 1 > 2$

b) $\tau = pE\sin\vartheta$ $\Rightarrow$ IZNOS TORZIJE BIT ĆE MINIMUM U $\vartheta = 0°$ i $\vartheta = 180°$

IZNOS TORZIJE BIT ĆE MAKSIMUM U $\vartheta = 90°$

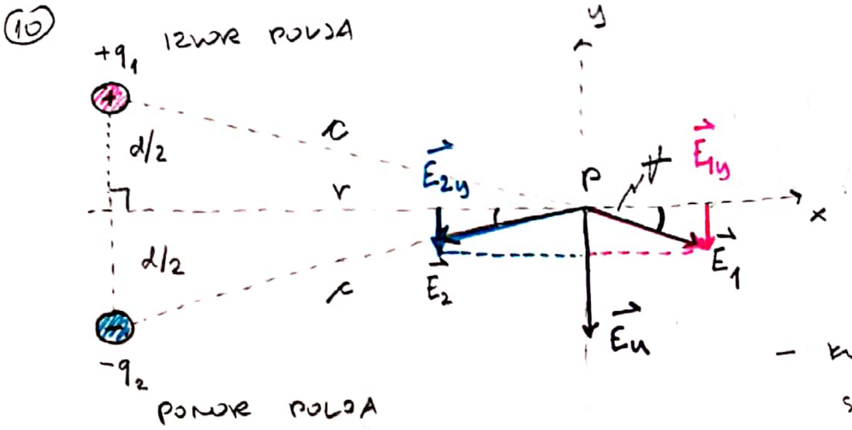
IZ IZRAZA ZA U $\Rightarrow$ ZA $90°$ $U = 0$

ZA $180°$ $U = MAX$

ZA $0°$ $U = MIN$

$3 > 1 = 4 > 2$

(10)



$r >> d$

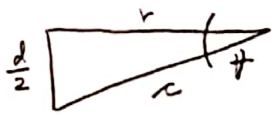
$\vec{p}\,(P) = ?$

- KOMPONENTE POLJA U SMJERU x SE UKINU
- UKUPNO POLJE BIT ĆE SUMA KOMPONENTI U SMJERU y

$$E_u = E_{1y} + E_{2y} = E_1 \sin\vartheta + E_2 \sin\vartheta \quad (1)$$

$$E = \frac{kq}{r^2} \quad (2)$$

* „r" U IZRAZU ZA EL. POLJE JE UDALJENOST NABOJA OD TOČKE P! IZ SKICE: $r = r$



$$r^2 = r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad (3)$$

$$\sin\vartheta = \frac{\frac{d}{2}}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}$$

(2), (3), (4) $\rightarrow$

$$E_u = \frac{kq}{r^2}\sin\vartheta + \frac{kq}{r^2}\sin\vartheta$$

$$E_u = \frac{2kq}{r^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \cdot \frac{\frac{d}{2}}{\sqrt{r^2+\left(\frac{d}{2}\right)^2}} = \frac{kq}{\left[r^2+\left(\frac{d}{2}\right)^2\right]^1} \cdot \frac{d}{\left[r^2+\left(\frac{d}{2}\right)^2\right]^{1/2}}$$

a) $$E_u = \frac{kqd}{\left[r^2+\left(\frac{d}{2}\right)^2\right]^{3/2}}$$ //

b) $-E_u\hat{j}$ // NA SKICI PRIKAZANO VEKTOROM

(11)

a) $E(z=0)=?$

b) $E(z=\infty)=?$

c) $E_{MAX}=?$

d) $R=2\ cm$

$Q=4\ \mu C$

$E_{MAX}=?$

$*k=9\cdot10^9\ Nm^2/C^2$

IZNOS ELEKTRIČNOG POLJA KOJEG STVARA TANKI PRSTEN:

(1) $E=k\dfrac{Qz}{(z^2+R^2)^{3/2}}$, GDJE JE

Q UKUPNI NABOJ PRSTENA

R POLUMJER PRSTENA

z TOČKA U KOJOJ MJERIMO POLJE

a) ZA $z=0$ IZRAZ (1) JE $E=0$

b) ZA $z=\infty \Rightarrow$ UZIMAMO NEKI $z>>R$ PA NAZIVNIK POSTAJE

$(z^2+R^2)^{3/2} \to (z^2)^{3/2}=z^3$, A IZRAZ (1) POSTAJE $E=k\dfrac{Qz}{z^3}=k\dfrac{Q}{z^2}$

c) TRAŽIMO MAXIMUM, A UVJET JE $\dfrac{dE}{dz}=0$!

$$\frac{d}{dz}\left[k\frac{Qz}{(z^2+R^2)^{3/2}}\right]=0$$

$$Qk\left[\frac{(z^2+R^2)^{3/2}(1)-z\left(\left(\frac{3}{2}\right)(z^2+R^2)^{1/2}(2z)\right)}{(z^2+R^2)^3}\right]$$

$(z^2+R^2)^{3/2}=3z^2(z^2+R)^{1/2} \Rightarrow z=\dfrac{1}{\sqrt{2}}R$ E IMA MAXIMUM U TOM z.

d) UVRSTIMO $R=2\cdot10^{-2}m$, $Q=4\cdot10^{-6}C$ i $z=\dfrac{1}{\sqrt{2}}R=\dfrac{1}{\sqrt{2}}\cdot2\cdot10^{-2}$ U IZRAZ (1)

$$E_M=9\cdot10^9\cdot\frac{4\cdot10^{-6}\cdot\frac{1}{\sqrt{2}}\cdot2\cdot10^{-2}}{\left[\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\cdot2\cdot10^{-2}\right)^2+(2\cdot10^{-2})^2\right]^{3/2}}=3{,}46\cdot10^7\ N/C$$

(12) $v_i = 5\cdot10^8$ cm/s $v_f = 0$

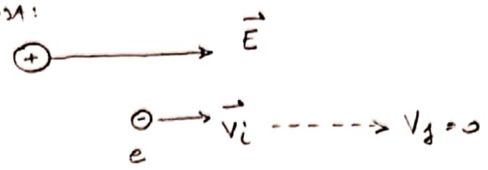
$E = 1\cdot10^3$ N/C

a) $\Delta x = ?$

b) $t = ?$

c) ΔE_k (gubitak u %), $\Delta x = 8$ mm

* SMJER EL. POLJA JE $+x$, BUDUĆI DA JE NEKI $+q$ IZVOR POLJA:



ELEKTRON NABOJA $q = -e$ ZAUSTAVIT ĆE SE NAKON NEKOG VREMENA.

a) $v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$ – IZRAZ ZA BRZINU KOD JEDNOLIKOG USPORENOG GIBANJA SA POČETNOM BRZINOM v_i

$v_i = -2a\Delta x$ (1)

$a = \frac{F_e}{m_e} = \frac{eE}{m_e}$, $m_e = 9,11\ 10^{-31}$ kg (2) – DEFINICIJA UBRZANJA, GDJE JE F_e ELEKTRIČNA SILA

(2) → (1)

$$v_i^2 = -2\frac{eE}{m_e}\Delta x \Rightarrow \Delta x = -\frac{v_i^2 m_e}{2eE}$$

$$\Delta x = 0,0712 \text{ m}$$

b) $$t = \frac{\Delta x}{\bar{v}} = \frac{\Delta x}{\frac{v_i + v_f}{2}} = \frac{2\Delta x}{v_i}$$

$$t = 2,848\ 10^{-8} \text{ s}$$

c) $\Delta E_k = \frac{1}{2} m_e (v_f^2 - v_i^2)$ – PROMJENA KINETIČKE ENERGIJE OVISI O POČETNOJ I KONAČNOJ BRZINI

$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$

$\Rightarrow \Delta E_k = m_e a \Delta x = eE\Delta x$

$$\frac{\Delta E_k}{E_{ki}} = \frac{2eE\Delta x}{m v_i} = -0,1124 = 11,24\ \%$$

(13) $q = 1{,}5\ nC = 1{,}5\ 10^{-9} C$

$d = 6{,}2\ \mu m = 6{,}2 \cdot 10^{-6} m$

$E = 1100\ N/C$

---

a) $p = ?$

b) $\Delta U = ?$ $2a$ $\theta_1 = 0°$; $\theta_2 = 180°$

a) $p = q \cdot d$

$p = 1{,}5\ 10^{-9} \cdot 6{,}2 \cdot 10^{-6} = 9{,}3 \cdot 10^{-15}\ Cm$ //

b) $U_1 = -pE\cos\theta_1$; $U_2 = -pE\cos\theta_2$

$\Delta U = U_2 - U_1$

$\Delta U = -pE\underbrace{\cos 180°}_{-1} - (-pE\underbrace{\cos 0°}_{1}) = +pE + pE = 2pE$

$\Delta U = 2{,}05 \cdot 10^{-11} J$ //

Scanned with CamScanner

(14) $d = 2\ cm = 2 \cdot 10^{-2}\ m$

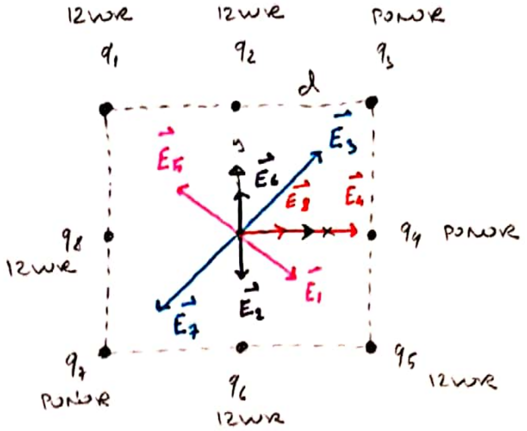
$q_1 = +3e \qquad q_5 = +3e$

$q_2 = +e \qquad q_6 = +e$

$q_3 = -5e \qquad q_7 = -5e$

$q_4 = -2e \qquad q_8 = +e$

$\vec{E} = ?$



VEKTORI EL. POLJA NABOJA KOJI STVARAJU POLJE

q_1 i q_5, q_3 i q_7 TE q_2 i q_6 SE UKINU.

REZULTANTNO POLJE JE U SMJERU $+x$, A

SUMA JE DOPRINOSA $\vec{E}_8$ i $\vec{E}_4$ OD NABOJA

q_8 (IZVOR POLJA) i q_4 (PONOR POLJA).

$$\vec{E} = \left[\frac{q_8}{4\pi\varepsilon_0 d^2} + \frac{q_4}{4\pi\varepsilon_0 d^2}\right]\hat{i} = \frac{e + 2e}{4\pi\varepsilon_0 d^2}\ \hat{i}$$

$$\vec{E} = 9 \cdot 10^{9}\ \frac{3 \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 10^{-2}}\ \hat{i} = 2{,}187 \cdot 10^{-7}\ \hat{i}$$