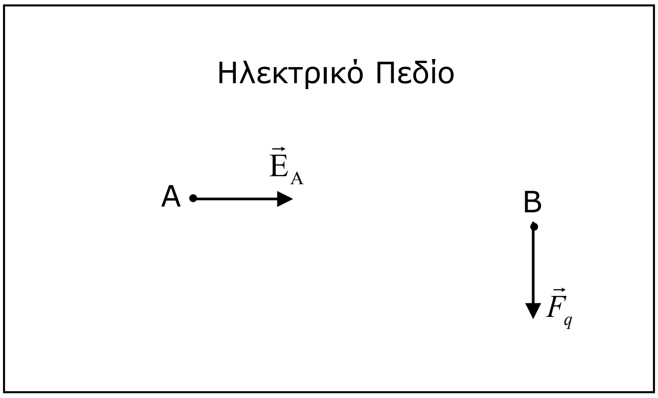
ΕΡΓΑΣΙΑ 2
ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

1. Στο σημείο Α του ηλεκτρικού πεδίου του παρακάτω σχήματος η ένταση έχει μέτρο E_A=12N/C και κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Αν στο σημείο Β του ίδιου ηλεκτρικού πεδίου τοποθετηθεί σημειακό φορτίο q = - 3C αυτό θα δεχθεί δύναμη μέτρου F_q=45N και φορά που φαίνεται στο σχήμα.



α. Να βρεθεί το μέτρο και να σχεδιαστεί η κατεύθυνση της έντασης του πεδίου στο σημείο Β. Είναι το πεδίο αυτό ομογενές;
β. Να βρεθεί το μέτρο και να σχεδιαστεί η κατεύθυνση της δύναμης που θα δεχθεί φορτίο q_1= - 5mC που θα τοποθετηθεί στο σημείο Α.
γ. Να βρεθεί το μέτρο και να σχεδιαστεί η κατεύθυνση της δύναμης που θα δεχθεί φορτίο q_2= + 4μC που θα τοποθετηθεί στο σημείο Α.
δ. Να βρεθεί το μέτρο και να σχεδιαστεί η κατεύθυνση της δύναμης που θα δεχθεί φορτίο q_3= - 6mC που θα τοποθετηθεί στο σημείο Β.
ε. Να βρεθεί το μέτρο και να σχεδιαστεί η κατεύθυνση της δύναμης που θα δεχθεί φορτίο q_4= +8μC που θα τοποθετηθεί στο σημείο Β.

2. Φορτίο + $4\cdot10^{-9}$C δημιουργεί πεδίο έντασης μέτρου $3{,}6\cdot10^{5}$N/C σε απόσταση r απ' αυτό. Να βρεθεί η απόσταση r. Δίνεται k = $9\cdot10^{9}$ Nm^2/C^2.

(1cm)

3. Η ένταση ηλεκτρικού πεδίου σε απόσταση 1cm από ηλεκτρικό φορτίο-πηγή έχει μέτρο $36\cdot10^{-3}$N/C. Να βρεθεί η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου. Δίνεται k = $9\cdot10^{9}$ Nm^2/C^2.

($4\cdot10^{-16}$C)

4. Τρία σημεία τα Α, Β και Γ είναι συνευθειακά με το Β να είναι ανάμεσα στα Α και Γ. Στα σημεία Α και Β είναι τοποθετημένα αντίστοιχα τα φορτία Q_1=+8μC και Q_2= -2μC.
α. Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο φορτία στο σημείο Γ σε μέτρο και κατεύθυνση.
β. Αν στο σημείο Γ τοποθετηθεί φορτίο q= -2nC, να βρεθεί η δύναμη που θα δεχθεί το φορτίο αυτό σε μέτρο και κατεύθυνση χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα του ερωτήματος α.
Δίνονται οι αποστάσεις (ΑΒ)=2cm, (ΒΓ)=1cm και k = $9\cdot10^{9}$ Nm^2/C^2.

(10^8N/C προς τα Α και Β, 0,2Ν αντίθετα με την ολική ένταση)

5*. Στις κορυφές Β και Γ ορθογωνίου τριγώνου ΑΒΓ ($\hat{A}=90^o$), τοποθετούνται σημειακά φορτία q_1= +3μC και q_2= - 4μC. Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα δύο αυτά φορτία στην κορυφή Α. Δίνονται οι κάθετες πλευρές του τριγώνου (ΑΒ) = (ΑΓ) = 3cm και η σταθερά k = $9\cdot10^{9}$ Nm^2/C^2.

($5\cdot10^{7}$ N/C, εφφ=0,75)

6*. Στις κορυφές Α και Γ ενός τετραγώνου ΑΒΓΔ τοποθετούμε σημειακά φορτία $q = +\sqrt{2}\cdot 10^{-6}$ C. Να βρεθεί το φορτίο Q που πρέπει να τοποθετηθεί στην κορυφή Β, ώστε στην κορυφή Δ η ένταση να είναι μηδέν.

(- 4μC)

7*. Το σφαιρίδιο εκκρεμούς έχει μάζα m = 5g και φορτίο q = +5μC.Το εκκρεμές βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης Ε και το σφαιρίδιο ισορροπεί όταν το νήμα σχηματίζει γωνία φ με την κατακόρυφη. Να βρεθεί το μέτρο της έντασης του πεδίου. Δίνονται g = 10 m/s^2, ημφ = 0,6, συνφ = 0,8.

(7500 N/C)

8. Ηλεκτρισμένη σταγόνα λαδιού μάζας 1mg ισορροπεί σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου Ε = $2\cdot 10^{-3}$ N/C και φοράς προς τα κάτω. Να υπολογιστεί το φορτίο της σταγόνας. Δίνεται g = 10 m/s^2.

(- $5\cdot 10^{-3}$C)

9*. Σημειακό ηλεκτρικό φορτίο q=+$2\cdot 10^{-16}$C και μάζας m = $2\cdot 10^{-20}$Kg, αφήνεται σε κάποιο σημείο ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης Ε=10^2 N/C. Να βρεθούν :

α) Η δύναμη που δέχεται το φορτίο απ' το ηλεκτρικό πεδίο.
β) Η επιτάχυνση που θα αποκτήσει το φορτίο.
γ) Η ταχύτητα του φορτίου μετά από χρόνο $2\cdot 10^{-3}$ s.
δ) Η μετατόπιση του φορτίου μετά από χρόνο $2\cdot 10^{-3}$ s.
ε) Το έργο της δύναμης του πεδίου για την παραπάνω μετατόπιση.
Το πεδίο βαρύτητας παραλείπεται.

($2\cdot 10^{-14}$N, 10^6 m/s^2, $2\cdot 10^3$ m/s, 2m, $4\cdot 10^{-14}$ J)

10*. Σημειακό αρνητικό φορτίο q έχει μάζα m = $2\cdot 10^{-20}$Kg. Το φορτίο εκτοξεύεται από κάποιο σημείο ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης Ε=10^3N/C, με αρχική ταχύτητα $υ_o$=$2\cdot 10^6$m/s με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση της έντασης του πεδίου. Αν το φορτίο επιστρέφει στο σημείο εκτόξευσης μετά από χρόνο 2s να βρεθεί το φορτίο q. Το πεδίο βαρύτητας παραλείπεται.

(- $4\cdot 10^{-17}$C)

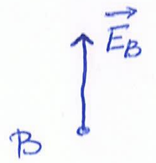
11*. Θετικό σημειακό φορτίο q έχει μάζα m = $2\cdot 10^{-20}$Kg και κινείται κατά την κατεύθυνση της έντασης ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου υπό την επίδραση μόνο της ηλεκτρικής δύναμης. Κάποια στιγμή το φορτίο έχει ταχύτητα $υ_1$=$2\cdot 10^6$m/s και μετά από λίγο η ταχύτητα του έχει γίνει $υ_2$=$3\cdot 10^6$m/s. Να βρεθεί το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου για την παραπάνω μετατόπιση.

($5\cdot 10^{-8}$J)

Λύσεις

Άσκηση 1.

α. Ξέρουμε ότι όταν το δοκιμαστικό φορτίο είναι αρνητικό, η δύναμη με την ένταση έχουν αντίθετη φορά άρα η ένταση στο σημείο Β είναι κατακόρυφη προς τα πάνω



Το μέτρο της είναι $E_B = \frac{F_q}{|q|} = \frac{45}{3} = 15\ N/C$

β. Η φορά θα είναι $\overleftarrow{F}$ B και το μέτρο $F = E\cdot|q| = 12\cdot5\cdot10^{-3} = 0{,}06N$

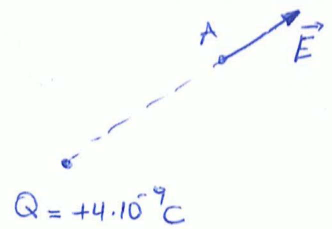
γ. Η φορά θα είναι B $\overrightarrow{F}$ και το μέτρο $F = E\cdot|q| = 12\cdot4\cdot10^{-6} = 48\cdot10^{-6}N$

δ. Η φορά θα είναι $\downarrow\vec{F}$ και το μέτρο $F = E\cdot|q| = 15\cdot6\cdot10^{-3} = 0{,}09N$

ε. Η φορά θα είναι $\uparrow\vec{F}$ και το μέτρο $F = E\cdot|q| = 15\cdot8\cdot10^{-6} = 12\cdot10^{-5}N$

Άσκηση 2

Αφού είναι πεδίο Coulomb ισχύει η σχέση:



$E = k\frac{|Q|}{r^2} \rightarrow E\cdot r^2 = k|Q| \rightarrow$

$$r = \sqrt{\frac{k|Q|}{E}} = \sqrt{\frac{9\cdot10^9\cdot4\cdot10^{-9}}{3{,}6\cdot10^5}} = \sqrt{10^{-4}} = 10^{-2}m = 1cm$$

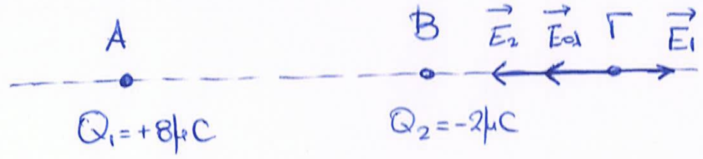
Άσκηση 3

$$E = k\frac{|Q|}{r^2} \rightarrow k|Q| = E\cdot r^2 \rightarrow |Q| = \frac{E\cdot r^2}{k} = \frac{36\cdot10^{-3}\cdot(10^{-2})^2}{9\cdot10^9} = \frac{36\cdot10^{-7}}{9\cdot10^9}$$

$$\rightarrow |Q| = 4\cdot10^{-16}C$$

Άσκηση 4

α.



Αν $\vec{E_1}$ είναι η ένταση στο Γ αν υπήρχε μόνο το Q_1 είναι:

$$E_1 = k\frac{|Q_1|}{(ΑΓ)^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot8\cdot10^{-6}}{(3\cdot10^{-2})^2} = \frac{72\cdot10^3}{9\cdot10^{-4}} = 8\cdot10^7 N/C$$

Αν $\vec{E_2}$ είναι η ένταση στο Γ αν υπήρχε μόνο το Q_2 είναι

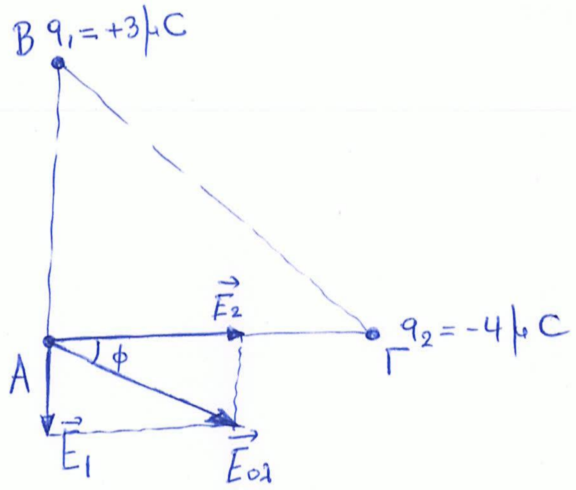
$$E_2 = k\frac{|Q_2|}{(ΒΓ)^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot2\cdot10^{-6}}{(10^{-2})^2} = 18\cdot10^7 N/C$$

Απ' το σχήμα προκύπτει ότι είναι $|E_{ολ}| = |E_2| - |E_1| = 10\cdot10^7 = 10^8 N/C$ με φορά που φαίνεται στο σχήμα.

β. Αφού το δοκιμαστικό φορτίο είναι αρνητικό, η δύναμη που θα δεχθεί θα έχει αντίθετη φορά από την ένταση άρα

και μέτρο $F = E_{ολ}|q| = 10^8\cdot2\cdot10^{-9} = 2\cdot10^{-1} = 0{,}2 N$

Άσκηση 5



$$E_1 = k\frac{|q_1|}{(ΑΒ)^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot3\cdot10^{-6}}{9\cdot10^{-4}} = 3\cdot10^7 N/C$$

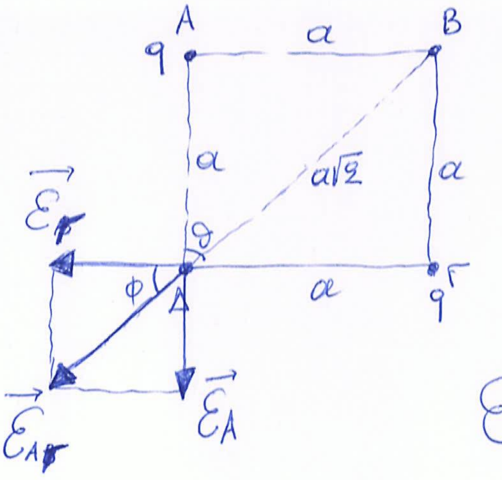
$$E_2 = k\frac{|q_2|}{(ΑΓ)^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot4\cdot10^{-6}}{9\cdot10^{-4}} = 4\cdot10^7 N/C$$

$$E_{ολ} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{9\cdot10^{14} + 16\cdot10^{14}} = \sqrt{25\cdot10^{14}}$$

$$\longrightarrow E_{ολ} = 5\cdot10^7 N/C$$

$$εφφ = \frac{E_1}{E_2} = \frac{3}{4} = 0{,}75 \longrightarrow φ = 37^0$$

Άσκηση 6



$q = +\sqrt{2}\cdot 10^{-6}\,C$

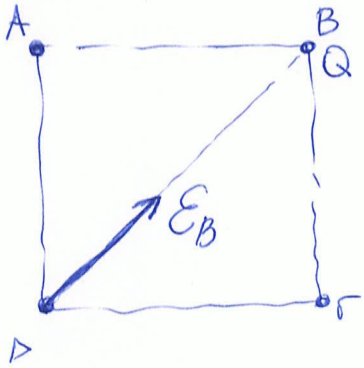
$\vec{E}_A$: η ένταση στο Δ αν υπήρχε μόνο το φορτίο στο Α κ.ο.κ.

$$E_A = k\frac{|q|}{a^2} = E_\Gamma$$

$$E_{A\Gamma} = \sqrt{E_A^2 + E_\Gamma^2} = \sqrt{2E_A^2} = E_A\sqrt{2}$$

Η διεύθυνση του $\vec{E}_{AB}$ είναι αυτής της διαγωνίου ΒΔ διότι $\hat{\phi} = \hat{\theta} = 45^\circ$ άρα $\phi + \theta + 90^\circ = 180^\circ$

Για να είναι η ένταση στο Δ μηδέν, θα πρέπει η ένταση λόγω του φορτίου Q που θα τοποθετηθεί στο Β να είναι αντίθετη με την $\vec{E}_{A\Gamma}$ δηλ.:



Άρα το Q πρέπει να είναι αρνητικό.

και $E_B = E_{A\Gamma} \longrightarrow$

$$k\frac{|Q|}{(B\Delta)^2} = k\frac{|q|}{a^2}\sqrt{2} \longrightarrow$$

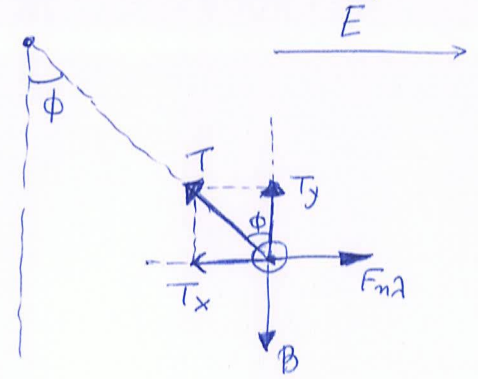
$$k\frac{|Q|}{(a\sqrt{2})^2} = k\frac{|q|}{a^2}\sqrt{2} \longrightarrow$$

$$\cancel{k}\frac{|Q|}{2\cancel{a^2}} = \cancel{k}\frac{|q|}{\cancel{a^2}}\sqrt{2} \longrightarrow$$

$$\frac{|Q|}{2} = |q|\sqrt{2} \longrightarrow |Q| = 2\sqrt{2}\,|q|$$

$\longrightarrow |Q| = 2\sqrt{2}\,\sqrt{2}\cdot 10^{-6} = 4\cdot 10^{-6} = 4\mu C \longrightarrow Q = -4\mu C.$

άσκηση 7



$T_x = T\eta\mu\phi$

$T_y = T\sigma\upsilon\nu\phi$

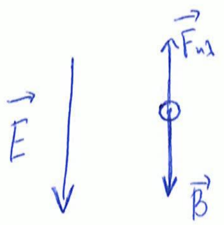
Αφού το σφαιρίδιο ισορροπεί θα ισχύει σε κάθε άξονα ο 1ος νόμος του Newton:

$$\left.\begin{array}{l}\Sigma F_x = 0 \longrightarrow F_{\eta\lambda} = T_x \longrightarrow F_{\eta\lambda} = T\eta\mu\phi \\ \Sigma F_y = 0 \longrightarrow B = T_y \longrightarrow mg = T\sigma\upsilon\nu\phi\end{array}\right\} \varepsilon\phi\phi = \frac{F_{\eta\lambda}}{mg} \longrightarrow F_{\eta\lambda} = mg\varepsilon\phi\phi$$

$$\longrightarrow F_{\eta\lambda} = 5\cdot 10^{-3}\cdot 10 \cdot \frac{0{,}6}{0{,}8} = 37{,}5\cdot 10^{-3} N$$

$$F_{\eta\lambda} = E|q| \longrightarrow E = \frac{37{,}5\cdot \cancel{10^{-3}}}{5\cdot \cancel{10^{-6}}} = 7{,}5\cdot 10^{3} = 7.500 N/C$$

άσκηση 8

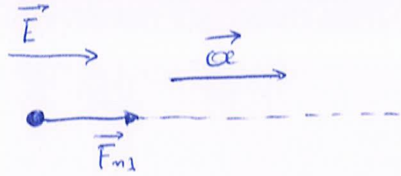


Αφού η σταγόνα ισορροπεί, η δύναμη που δέχεται απ' το ηλεκτρικό πεδίο θα είναι προς τα πάνω για να εξουδετερώσει το βάρος. Άρα το φορτίο θα είναι αρνητικό για να είναι $\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{E}$.

Θα ισχύει $|F_{\eta\lambda}| = |B| \longrightarrow E\cdot|q| = mg \longrightarrow |q| = \frac{mg}{E}$

$$\longrightarrow |q| = \frac{10^{-6}\cdot 10}{2\cdot 10^{-3}} = 5\cdot 10^{-3} C \quad \text{άρα} \quad q = -5\cdot 10^{-3} C$$

άσκηση 9



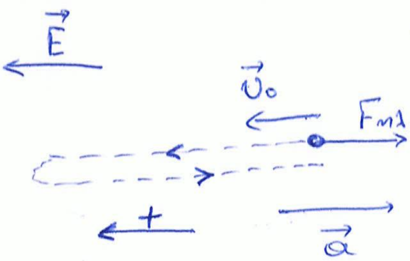
α,β) Αφού η εκφώνηση αναφέρει ότι το πεδίο βαρύτητας παραλείπεται, θα θεωρήσουμε ότι η μοναδική δύναμη που ασκείται στο φορτίο είναι η $F_{ηλ}$. Το μέτρο της είναι $|F_{ηλ}| = E\cdot|q| = 10^2\cdot 2\cdot 10^{-16}$ $\longrightarrow |F_{ηλ}| = 2\cdot 10^{-14}N$ και αφού το πεδίο είναι ομογενές, η δύναμη θα είναι σταθερή άρα η κίνηση θα είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση μέτρου $|a| = \frac{|F_{ηλ}|}{m} = \frac{2\cdot 10^{-14}}{2\cdot 10^{-20}} = 10^{6} m/s^2$ και φοράς προς τα δεξιά

γ) $|v| = \cancel{|v_0|}^{0} + |a|\Delta t = 10^{6}\cdot 2\cdot 10^{-3} = 2\cdot 10^{3} m/s$

δ) $S = \frac{1}{2}|a|\Delta t^2 = \frac{1}{2}\cdot 10^6\cdot 4\cdot 10^{-6} = 2m$

ε) $W_F = F\cdot S = 2\cdot 10^{-14}\cdot 2 = 4\cdot 10^{-14} J$ ή $W_F = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 10^{-20}\cdot 4\cdot 10^{6} = 4\cdot 10^{-14} J$.

άσκηση 10



Για να επιστρέψει το σώμα στο σημείο εκτόξευσης, η δύναμη από το πεδίο θα είναι αντίθετης φοράς από την $\vec{v}_0$ και την $\vec{E}$ άρα θα είναι αρνητικό.

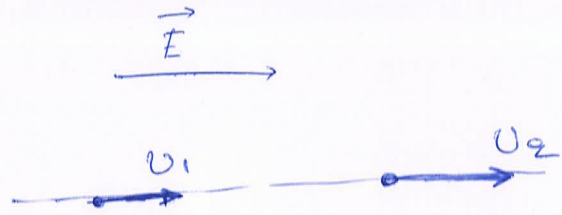
$$\cancel{\Delta x}^{0} = v_0\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2 \longrightarrow 0 = 2\cdot 10^6\cdot 2 + \frac{1}{2}\cdot a\cdot 2^2 \longrightarrow$$

$$0 = 4\cdot 10^6 + 2a \longrightarrow a = -2\cdot 10^6 m/s^2$$ (αλγεβρική τιμή)

$$|F_{ηλ}| = m|a| \longrightarrow E\cdot|q| = m\cdot|a| \longrightarrow |q| = \frac{m|a|}{E} = \frac{2\cdot 10^{-20}\cdot 2\cdot 10^{6}}{10^3} = 4\cdot 10^{-17}C \longrightarrow$$

$$q = -4\cdot 10^{-17}C.$$

άσκηση 11.



$$W_{F_{ηλ}} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$= \frac{1}{\cancel{2}}\cdot\cancel{2}\cdot 10^{-20}(9\cdot 10^{12} - 4\cdot 10^{12}) = 10^{-20}\cdot 5\cdot 10^{12} = 5\cdot 10^{-8}\,J.$$