

ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Νόμος Coulomb

1. Φορτίο $q_1 = +2C$ βρίσκεται σε απόσταση $r = 1m$ από άλλο φορτίο $q_2 = -3C$. Να γίνει σχήμα στο οποίο να σχεδιαστούν τα δύο φορτία και η δύναμη που ασκεί το ένα στο άλλο και να υπολογιστεί αυτή η δύναμη.

$$(54 \cdot 10^9 \text{ N})$$

2. Δύο φορτία $q_1 = +3\mu C$ και $q_2 = +1mC$ βρίσκονται σε απόσταση $r = 3cm$. . Να γίνει σχήμα στο οποίο να σχεδιαστούν τα δύο φορτία και η δύναμη που ασκεί το ένα στο άλλο και να υπολογιστεί αυτή η δύναμη.

$$(3 \cdot 10^4 \text{ N})$$

3. Φορτίο $q_1 = -3 \cdot 10^{-9}C$ βρίσκεται σε απόσταση 2 cm από φορτίο q . Το φορτίο q δέχεται ελκτική δύναμη μέτρου $27 \cdot 10^{-5}N$. Να βρεθεί το είδος και η ποσότητα του φορτίου q .

$$(+4 \cdot 10^{-9} \text{ C})$$

4. Δύο φορτία τα $q_1 = -3\mu C$ και $q_2 = -2\mu C$ βρίσκονται σε απόσταση r και ασκείται μεταξύ τους δύναμη μέτρου $F = 6 \cdot 10^{-3}N$. Να γίνει σχήμα στο οποίο να φαίνεται η κατεύθυνση της δύναμης F και να βρεθεί η απόσταση r .

$$(3m)$$

5. Σημεία A, B, Γ βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία με το B να είναι ανάμεσα στα A και Γ . Στα σημεία A, B, Γ βρίσκονται αντίστοιχα θετικά φορτία $q_1 = 4\mu C, q_2 = 1\mu C, q_3 = 3\mu C$. Να βρεθεί η δύναμη που δέχεται το φορτίο q_2 σε μέτρο και κατεύθυνση, αν δίνονται οι αποστάσεις $(AB) = 2cm$ και $(B\Gamma) = 1cm$.

$$(180N \text{ προς το } A)$$

6. Φορτία $q_1 = +1\mu C, q_2 = +3\mu C$ και $q_3 = +4\mu C$, βρίσκονται αντίστοιχα στις κορυφές A, B, Γ ορθογωνίου τριγώνου $AB\Gamma$ ($\hat{A} = 90^\circ$). Αν οι δύο κάθετες πλευρές του τριγώνου είναι $(AB) = (A\Gamma) = 3cm$, να βρεθεί η δύναμη που δέχεται το φορτίο q_1 σε μέτρο και κατεύθυνση.

$$(50N, \text{εμφ} = 0,75)$$

7. Τρία σημειακά φορτία $q_1 = +\sqrt{3} \cdot 10^{-4}C$ και $q_2 = q_3 = -2 \cdot 10^{-5}C$, βρίσκονται στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου $AB\Gamma$, πλευράς $a = 1m$. Να βρείτε το μέτρο και τη διεύθυνση της δύναμης που δέχεται το φορτίο q_1 .

$$(54N, \varphi = 30^\circ \text{ με την πλευρά του τριγώνου})$$

8. Ένα σημειακό φορτίο $q = +2 \cdot 10^{-9}C$ και μάζας $5g$ κρέμεται με λεπτό νήμα από ακλόνητο σημείο. Στο φορτίο q πλησιάζουμε ένα άλλο φορτίο $Q = +40\mu C$. Σε πόση απόσταση πρέπει να βρίσκονται τα δύο φορτία, ώστε το νήμα που συγκρατεί το q να σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία 45° ; Δίνεται ότι η ευθεία των δύο φορτίων στη θέση ισορροπίας είναι οριζόντια και $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$(12cm)$$

9. Δύο φορτία q_1 και q_2 βρίσκονται ακίνητα σε απόσταση $r = 2cm$ και ασκείται μεταξύ τους δύναμη $F = 100N$. Να βρεθεί πόσο θα γίνει η μεταξύ τους δύναμη F' , αν η μεταξύ τους απόσταση γίνει $r' = 4cm$.

10. Δύο φορτία q_1 και q_2 βρίσκονται ακίνητα σε απόσταση r , οπότε ασκείται μεταξύ τους δύναμη F . Αν το q_1 αντικατασταθεί με το $q_1' = 4q_1$, το q_2 αντικατασταθεί από το $q_2' = 9q_2$ και η απόσταση r γίνει $r' = 3r$, να βρεθεί η δύναμη F' που θα ασκείται τότε ανάμεσα στα δύο φορτία σε σχέση με την F .

11. Γυάλινη ράβδος τρίβεται με μεταξωτό ύφασμα και φορτίζεται με φορτίο $q = +3,2\mu C$. Να βρεθεί πόσα ηλεκτρόνια απομακρύνθηκαν απ' τη ράβδο κατά την τριβή. Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

$$(2 \cdot 10^{13})$$

12. Ράβδος τρίβεται με μάλλινο ύφασμα και κατά την τριβή εισέρχονται σ' αυτήν $4 \cdot 10^{16}$ ηλεκτρόνια. Να βρεθεί το φορτίο που απέκτησε η ράβδος. Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

$$(-6,4mC)$$

Σε όσες ασκήσεις χρειαστεί, να θεωρηθεί γνωστό ότι $K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$.

ΕΡΓΑΣΙΑ 1

Ενδεικτικές απαντήσεις

(1)

Άσκηση 1



από νόμο
Coulomb

$$|F_1| = |F_2| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 3}{1^2} = \frac{54 \cdot 10^9}{1} = 54 \cdot 10^9 \text{ N}$$

όλες οι μονάδες ήταν στο διεθνές σύστημα SI άρα
δε χρειάστηκε μετατροπή.

Άσκηση 2



από νόμο

Coulomb : $|F_1| = |F_2| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{27 \cdot 10^0}{9 \cdot 10^{-4}} = 3 \cdot 10^4 \text{ N}$

όπου έδιναν οι μετατροπές στο SI $q_1 = 3 \mu\text{C} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$,

$$q_2 = 1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C} \text{ και } r = 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

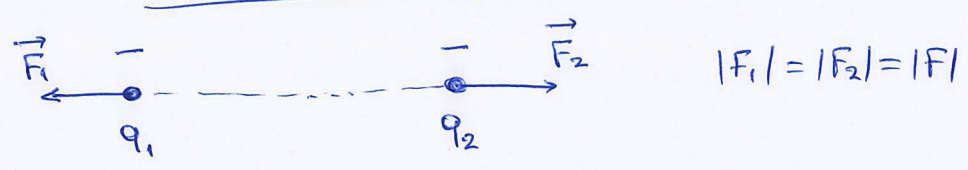
Άσκηση 3

Αφού το q_1 είναι αρνητικό και τα φορτία έλκονται, άρα είναι ετερόνυφα. Άρα το q_2 είναι θετικό. Από το νόμο του Coulomb έχουμε $|F| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow k|q_1||q_2| = |F| \cdot r^2 \rightarrow$

$$|q_2| = \frac{|F| \cdot r^2}{k|q_1|} = \frac{27 \cdot 10^5 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-9}} = \frac{4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4}}{10^0} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ C} \text{ άρα αφού}$$

$$q > 0 \text{ είναι } q = 4 \cdot 10^{-9} \text{ C.}$$

Άσκηση 4

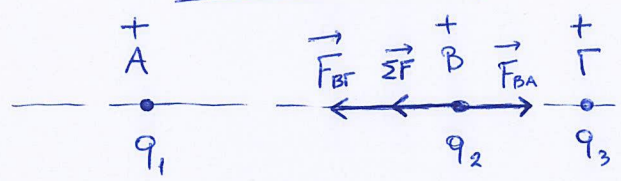


από το νόμο Coulomb έχουμε $|F| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow |F| \cdot r^2 = k|q_1||q_2| \rightarrow$

$$r^2 = \frac{k|q_1||q_2|}{|F|} \rightarrow r = \sqrt{\frac{k|q_1||q_2|}{|F|}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}}}$$

$$\rightarrow r = \sqrt{9} \rightarrow r = 3 \text{ m}$$

Άσκηση 5



$$|F_{BA}| = k \frac{|q_1||q_2|}{(AB)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{36 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-4}} = 9 \cdot 10^1 = \text{90 N}$$

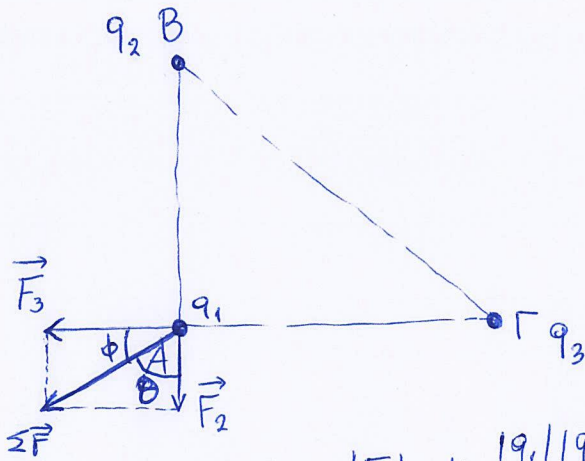
$$|F_{B\Gamma}| = k \frac{|q_3||q_2|}{(B\Gamma)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{(10^{-2})^2} = \frac{27 \cdot 10^{-3}}{10^{-4}} = 27 \cdot 10^1 = 270 \text{ N}$$

\vec{F}_{BA} είναι η δύναμη που δέχεται το φορτίο q_2 από το q_1

$\vec{F}_{B\Gamma}$ είναι η δύναμη που δέχεται το φορτίο q_2 από το q_3

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_{B\Gamma} + \vec{F}_{BA} \rightarrow |\Sigma F| = |F_{B\Gamma}| - |F_{BA}| = 270 - 90 = 180 \text{ N}$$

Άσκηση 6



\vec{F}_3 : η δύναμη που δέχεται το φορτίο q_1 από το q_3

\vec{F}_2 : η δύναμη που δέχεται το φορτίο q_1 από το q_2

$$|F_2| = k \frac{|q_1||q_2|}{(AB)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{27 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}}$$

→ $|F_2| = 30 \text{ N}$

$$|F_3| = k \frac{|q_1||q_3|}{(A\Gamma)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{36 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}}$$

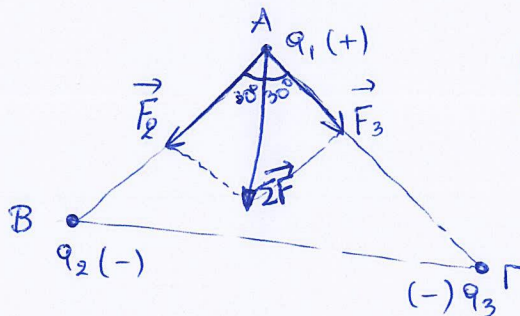
→ $|F_3| = 40 \text{ N}$

από το Πυθαγόρειο θεώρημα: $|\Sigma F|^2 = |F_2|^2 + |F_3|^2 \rightarrow$

$$|\Sigma F| = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{2500} = 50 \text{ N}$$

$$\epsilon\phi\phi = \frac{|F_2|}{|F_3|} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4} = 0,75$$

Άσκηση 7



από νόμο Coulomb:

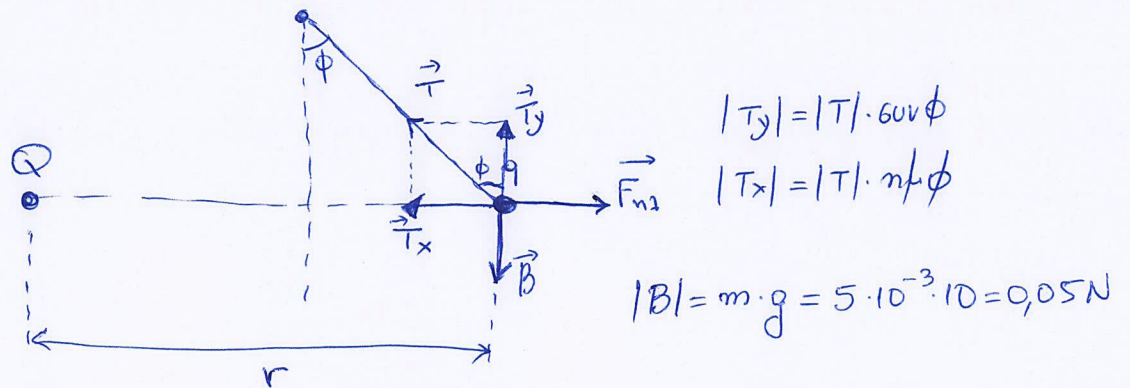
$$|F_2| = |F_3| = k \frac{|q_1||q_2|}{a^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{1^2} = 18\sqrt{3} \text{ N}$$

$$\Sigma F = \sqrt{|F_2|^2 + |F_3|^2 + 2|F_2||F_3|\cos 60} \quad \underline{|F_2| = |F_3|} \quad \sqrt{2|F_2|^2 + 2|F_2|^2 \cdot \frac{1}{2}} =$$

$= \sqrt{3 \cdot |F_2|^2} = |F_2| \cdot \sqrt{3} = 18 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 54 \text{ N}$. Το παραλληλόγραφο είναι ρόμβος άρα η διαγώνιος διχοτοτεί ως γωνίες.

Άσκηση 8

4



$$|T_y| = |T| \cdot \sin \phi$$

$$|T_x| = |T| \cdot \cos \phi$$

$$|B| = m \cdot g = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0,05 \text{ N}$$

\vec{F}_{el} : είναι η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ των δύο φορτίων

\vec{B} : το βάρος του σώματος

\vec{T} : η τάση του νήματος

$$\sum F_y = 0 \rightarrow |T_y| = |B| = 0,05 \text{ N} \rightarrow |T| = \frac{|T_y|}{\sin 45} = \frac{0,05}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{0,1}{\sqrt{2}} = \frac{0,1 \cdot \sqrt{2}}{2} \text{ N}$$

$$|T_x| = \frac{0,1 \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot \cos 45 = \frac{0,1 \sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \cancel{0,05} 0,05 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow |F_{el}| = |T_x| = \cancel{0,05} 0,05 \text{ N}$$

από νόμο Coulomb: $|F_{el}| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow r = \sqrt{\frac{k|q_1||q_2|}{|F_{el}|}} \rightarrow$

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{85 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 80}{85} \cdot 10^{-4}} = \sqrt{9 \cdot 16 \cdot 10^{-4}} = 3 \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

Άσκηση 9

$$\left. \begin{aligned} F &= k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \\ F' &= k \frac{|q_1||q_2|}{r'^2} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Διαφορέ} \\ \text{ανά πρός} \end{array} \rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{k \frac{|q_1||q_2|}{r'^2}}{k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}} = \frac{r^2}{r'^2} \rightarrow$$

$$F' = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \cdot F = \left(\frac{2}{4}\right)^2 \cdot F = \frac{F}{4} = \frac{100}{4} = 25 \text{ N}$$

Η με λόγια : ο νόμος του αυτίετροφου τετραγώνου του (5)
νόμου Coulomb φαίνα ού αν διπλασιάσους την απόσταση
τότε η δύναμη υποστραπλασιάσεται ($2^2 = 4$).

Άσκηση 10

$$|F| = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$|F'| = k \frac{|q_1||q_2'|}{r'^2} = k \frac{4|q_1| \cdot 9|q_2|}{(3r)^2} = k \frac{36|q_1||q_2|}{9r^2} = 4k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 4|F|$$

Άσκηση 11.

Αν N ο αριθμός e που αποτακρόνθηκε, τότε είναι

$$N = \frac{q}{|q_e|} = \frac{3,2 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^{13} \text{ ηλεκτρόνια}$$

Άσκηση 12

$$|q| = N \cdot |q_e| = 4 \cdot 10^{16} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ C} = 6,4 \text{ mC}$$

Αφού και ράβδο κέρχονται ηλεκτρόνια, θα υπάρχει περίσσεια αρμακού φορτίου άρα η ράβδος θα είναι αρνητικά φορτισμένη άρα $q = -6,4 \text{ mC}$.