

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

①

Δ. ΚΟΥΖΟΥΔΗΣ

α) Στη φύση αναπαύονται δύο ειδών φορτία, τα θετικά (+) και τα αρνητικά (-). Σύμφωνα με τις έρευνες σύμφωνο στην φύση είναι ουσιαστικά φορτισμένα, ληξέχων δηλαδή ισός ποσός των θετικών και αρνητικών φορτίων. Η κατάσταση όμως αυτή μπορεί εύκολα να αλλάξει εάν π.χ. τρίψουμε δύο σώματα μεταξύ τους. Τότε λαμβάνει χώρα μεταφορά φορτίου από το ένα σώμα στο άλλο και έτσι μπορούμε να παρατηρήσουμε τα φαινόμενα του ηλεκτρισμού. (π.χ. εάν τρίψουμε καλά ένα συνδυασμένο μπαλόνι αυτό κολλάει στον τοίχο).

β) Στα φορτία ισχύει ο γνωστός νόμος:

Ομοίων (++) ή (--) ^{απωθούνται} ~~επενδύονται~~ ενώ
Ετερόνων (+-) ή (-+) ~~επενδύονται~~ ^{ελκύονται}.

γ) Το συνολικό φορτίο στο σύστημα διατηρείται, δηλ. δεν δημιουργείται ή καταστρέφεται φορτίο. Το φορτίο που διαθέτουμε είναι πάντα φοιτέχεται από το φορτίο του ηλεκτρονίου ή των πυρήνων των ατόμων.

ο) Τα ~~πλάσματα~~ ^{πλάσματα} ~~δημιουργούνται~~ ^{δημιουργούνται} στις ②
 εξής δυ κατηγορίες:

Αγωγοί: Υλικά που τα φορτία διέρχονται εύκολα
 διαμέσου τους. Τα περισσότερα μέταλλα
 ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία

Μονωτές: Υλικά που δε επιτρέπουν την διέλευση
 φορτίων διαμέσου τους. Τα περισσότερα
 υλικά, ^{αετώματα, πλαστικά}
^{οξείδια, ξυλεία, υαλομασάζ} ανήκουν σε
 αυτήν την κατηγορία όπως π.χ. το
 γυαλί, το πλεξιγκλάς, το κούτσουρο, ο πηλός
 κ.ά.

Δ. ΚΟΡΖΟΡΔΗ

η) Το φορτίο μετρείται σε Coulomb στο σύστημα
 SI. Δε είναι θεμελιώδης μονάδα αλλά θα δοίμε
 πως προκύπτει όταν μετρήσουμε αργότερα για το
 ηλεκτρικό πεδίο. Το Coulomb συμβολίζεται με
 το γράμμα C και τυπικά φορτία των πηγών
 ισούνται με μερικά μCoulomb. Συνήθως χρεια-
 ζόμαστε το γράμμα q ή Q για να αναφέ-
 ρουμε το φορτίο. Έτσι λέμε π.χ. δε φορτίο
 γυαλιού ανήκουμε ~~προς~~ ^{προς} το πεδίο με κάποιο ισο-
 στατικό φορτίο ίσο με

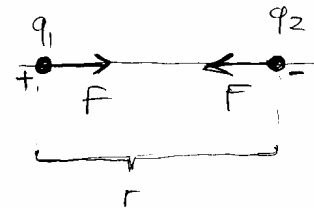
$$q = + 3 \mu C$$

ή ένα φορτίο ελκυστικό ανήκουμε φορτίο

$$q = - 4 \mu C$$

3) Δύο φορτία μετακινηθούν ως φορτίων όπως
 είναι παραπάνω θυμίζουμε ότι ποιοτικώς τα
 φορτία έλκονται ή απωθούνται. Πόσο όμως μεγαλώνει
 είναι αυτή η έλξη ή απώθηση; Εάν έχουμε δύο
 φορτία q_1 και q_2 (θετικά ή αρνητικά) σε
 απόσταση r μετακινηθούν τότε η δύναμη αυτή
 ισούται με (επειδή μετρώ):

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



Δ. ΚΟΥΖΟΥΔΗΣ

όπου $k = \text{σταθερά}$.

Λόγω δράσης - αντίδρασης η

δύναμη που ασκείται το ένα σε φορτίο είναι η
 ίδια, αλλά με αντίθετο πρόσημο στα γίγος δυνάμεων.

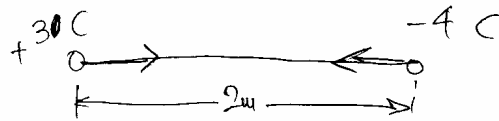
Το διάνυσμα $\vec{F}$ δείχνει προς τον χώρο του
 ενός τα δύο φορτία και έχει την φορά να
 φαίνεται στο παραπάνω σχήμα για επεξηγήσει
 φορτία. Η σταθερά k (σταθερά του Coulomb)
 ισούται με

$$k = 89875 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

ή προσεγγιστικά $k \approx 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

α) ηαπόδραση

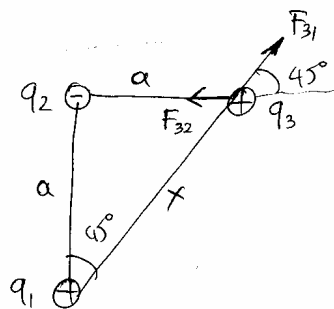
(4)



Να υπολογιστεί η F

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{3 \cdot 4 \cdot \text{C}^2}{4 \text{ m}^2} = 27 \times 10^9 \text{ N}$$

β)



$$a = 0.1 \text{ m}$$

$$q_1 = q_3 = 5 \mu\text{C}$$

$$q_2 = -2 \mu\text{C}$$

Βρείτε την συνολ. δύναμη
στο q_3

Δ. ΚΟΤΖΟΛΑΚΗΣ

Λύση:

$$x^2 = a^2 + a^2 = 2a^2 \Rightarrow x = \sqrt{2}a$$

$$F_{31} = k \frac{q_1 q_3}{x^2} = k \frac{q_1 q_3}{2a^2} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(5 \times 10^{-6})^2 \text{C}^2}{2 \cdot (0.1)^2 \text{m}^2} = 11 \text{ N}$$

$$F_{32} = k \frac{q_2 q_3}{a^2} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \frac{(5 \times 10^{-6}) \cdot (2 \times 10^{-6}) \text{C}^2}{(0.1)^2 \text{m}^2} = 9 \text{ N}$$

Ανάλυση συνιστωσών

$$F_{31x} = F_{31} \cos 45^\circ = 11 \text{ N} \frac{\sqrt{2}}{2} = 7.8 \text{ N}$$

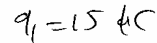
$$F_{31y} = F_{31} \sin 45^\circ = 7.8 \text{ N}$$

⑤

Ita n omgnd från 7 fixa

$$F_y = F_{3,y} = 7.8 \text{ N}$$

Διωνόματιως $\vec{F}_3 = (-1, 2)\hat{i} + (7, 8)\hat{j}$ ✓



$$q_2 = 6 \mu C$$

Που είναι η ευαφή 0;

few $\times n$ from row 93. To 93 section for
entire's swipers equipped.

A Gov even analysis, n 6167041m

Erweisen Sie man n festgelegt war

$$F = F_{31} - F_{23} = k q_B \left(\frac{q_1}{(2-x)^2} - \frac{q_2}{x^2} \right)$$

functii F_{31} ~~si~~
 iar functii F_{23}
 y separabilabile

$$\frac{q_1}{(2-x)^2} = \frac{q_2}{x^2} = 0 \Rightarrow (2-x)^2 q_2 = q_1 x^2 \Rightarrow$$

$$(4 - 2x + x^2) 6 = 15x^2$$

www.5mepobalofia

$$x = 0,775 \text{ m}$$

5

α) Ορισμός Ηλεκτρικού Πεδίου.

Ανάλυση του $\vec{g}$ στο πεδίο βαρύτητας: Ενώ το βάρος $\vec{B}$ εξαρτάται από το πόσο μεγάλο σε μάζα είναι το σώμα, το $\vec{g}$ είναι ανεξάρτητο της μάζας και εξαρτάται μόνο από το χαρακτηριστικό πλάτος αλλά και τον ήλιο. Το $\vec{g}$ ορίζεται ως $\vec{g} = \frac{\vec{B}}{m}$. Ομοίως ορίζουμε την ένταση του

Δ. ΚΟΤΖΟΛΑΚΗΣ

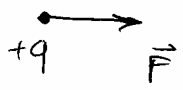
ηλεκτρικού πεδίου ως

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

όπου $\vec{F}$ είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα υποθετικό φορτίο q όταν βρίσκεται μέσα στο πεδίο που δημιουργούν κάποια άλλα φορτία:



Φορτία δημιουργούν πεδίο στο χώρο

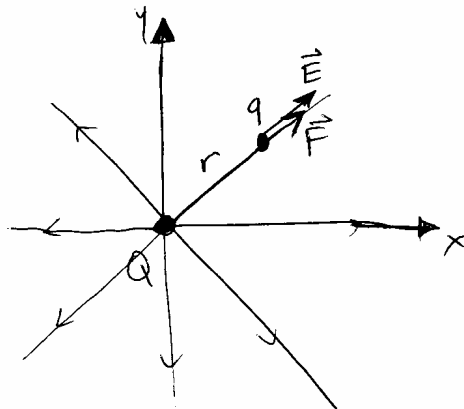


Ένα υποθετικό ελεγχόμενο φορτίο που βρίσκεται μέσα στο πεδίο "αντιδράει" με δύναμη $\vec{F}$.

ο) Φορτίο του $\vec{E}$. Ίδια με αυτήν της δύναμης $\vec{F}$ όταν το q είναι θετικό, αντίθετη όταν q αρνητικό

ο) Παράδειγμα: Έναση Σημειακού φορτίου.

(7)



Ενα σημειακό φορτίο Q βρίσκεται στην αρχή των αξόνων. Πόσο είναι το $\vec{E}$ σε απόσταση r από αυτό;

Λύση: Φέρνουμε ένα υποθετικό σημειακό φορτίο $q \ll Q$

σε απόσταση r από το Q . Υποθέτουμε ότι και τα δύο είναι θετικά, η δύναμη που "απορρίπτει" το q λόγω του Q είναι παρόμοια με το Q είναι όπως το σχήμα. Από τον νόμο του Coulomb γνωρίζουμε ότι $F = k \frac{Qq}{r^2}$ και έτσι

Δ. ΚΟΤΣΟΡΑΔΗΣ

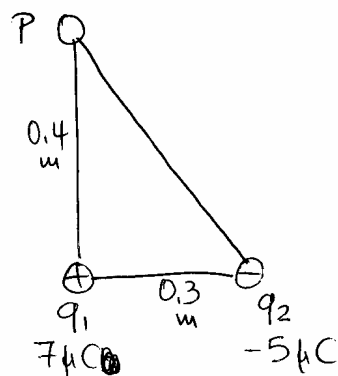
$$\boxed{E = \frac{F}{q} = k \frac{Q}{r^2}}$$

έναση σημ. φορτίου

Με φορτίο όπως στο σχήμα $\vec{E} \parallel \vec{F}$.

ο) Παράδειγμα

Να βρεθεί η έναση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο P λόγω των δύο φορτίων q_1 και q_2 .



Θα βρούμε πάλι το $\vec{E}$ και υπό μορφή (8)

Σχωρισιά και μετά θα το προσθέσουμε (πρόσθε-
 ται διανύσματα οπότε χρειάζεται διανυσματική
 αθρόωση).

✓ $\vec{E}_1$ λόγω του q_1 . Από το προηγούμενο παράδειγμα

θυμίζουμε ότι $E_1 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{7 \times 10^{-6} C}{(0.4 m)^2}$ ή

$$E_1 = 3.94 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

Φορά:



Δηλαδή σε συνιστώ-

σες μπορεί να γραφτεί ως $\vec{E}_1 = (0, 3.94 \times 10^5) \frac{N}{C}$

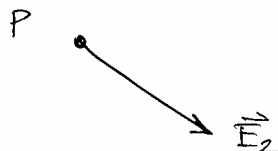
✓ $\vec{E}_2$ λόγω του q_2 .

Το q_2 απέχει απόσταση r' (η απόσταση του
 σημείου) και από το κεντρικό σημείο ισχύει ότι

$$r'^2 = 0.4^2 + 0.3^2 \Rightarrow r' = 0.5 m \quad \text{Επομένως}$$

$$E_2 = k \frac{q_2}{r'^2} = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{5 \times 10^{-6} C}{(0.5 m)^2} = 1.8 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

Φορά (Θυμηθείτε ότι το q_2 είναι αρνητικό):



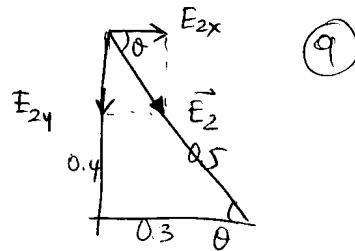
(κατά μήκος της απόστα-
 σης προς τα κάτω).

Δ. ΚΟΥΡΔΑΛΗΣ

Μπορούμε να αναλύσουμε το $\vec{E}_2$ σε συνιστώσες:

$$E_{2x} = E_2 \cdot \cos\theta = E_2 \frac{0.3}{0.5} \quad \text{ή}$$

$$E_{2x} = 1,1 \times 10^5 \frac{N}{C}$$



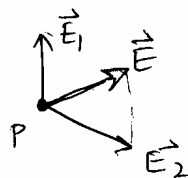
$$E_{2y} = -E_2 \sin\theta = -E_2 \frac{0.4}{0.5} \quad \text{ή} \quad E_{2y} = -2,5 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

όπου χρησιμοποιήθηκε ο θ τριγωνομετρικός τύπος

$$\cos\theta = \frac{\text{πρόσθετη υπόθετος}}{\text{υποσέλινο}}$$

$$\sin\theta = \frac{\text{αντίθετη υπόθετος}}{\text{υποσέλινο}}$$

Σε διανυσματική μορφή $\vec{E}_2 = (1,1, -2,5) \times 10^5 \frac{N}{C}$



Για να βρούμε το συνολικό $\vec{E}$ προσθέτουμε τα δύο πεδία:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad (\text{νόμος επαλληλίας})$$

δηλαδή προσθέτουμε ως συνιστώσες

$$\text{Έτσι} \quad E = (0 + 1,1, 3,94 - 2,5) \times 10^5 \frac{N}{C} \quad \text{ή}$$

$$\vec{E} = (1,1, 1,44) \times 10^5 \frac{N}{C}$$

Γραφικώς το $\vec{E}$ βρίσκεται με τον νόμο του παραλληλογράμμου: Ισούται με την ^{μία} διαγώνιο του παραλληλογράμμου που σχηματίζουν τα $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$, ευθεία που έχει ως ~~αρχή~~ ένα άκρο την κοινή αρχή των $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$ (η άλλη διαγώνιος ισούται με $\vec{E}_1 - \vec{E}_2$ αλλά δεν μας χρειάζεται σε αυτό το πρόβλημα).

(10)

Εδώ μας λένε να υπολογίσουμε το $\vec{E}$ ενός επιφανειακού φορτίου. Τι κάνουμε όμως όταν έχουμε μια συνεχή κατανομή φορτίου (δηλαδή πολλά φορτία μαζί, συστηματομένα σε μια ευρεία περιοχή);
 Τότε κάνουμε την κατανομή σε μικρά υπομερίδια που το καθένα έχει φορτίο dq και απέχει απόσταση r από το σημείο P όπου θέλουμε να υπολογίσουμε το $\vec{E}$. Τότε από τον νόμο

του Coulomb γνωρίζουμε ότι η ένταση του ηλ. πεδίου λόγω αυτού

του μικρού φορτίου dq είναι

$$dE = k \frac{dq}{r^2}.$$

Για να βρούμε το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο ολοκληρώνουμε σε όλη την περιοχή που περιέχει την κατανομή του φορτίου:

$$\vec{E} = \int_S \vec{dE} = k \int_{S'} \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

μοναδιαίο διάνυσμα παράλληλο με το $d\vec{E}$.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Διανυσματικό άθροισμα

ο) Παράδειγμα. ~~Ομοιομορφα~~ Ομοιομορφα φορτισμένη ράβδος με γραμμική πυκνότητα φορτίου λ , έχει μήκος L και συνολικό φορτίο Q . Υπολογίστε το $\vec{E}$ στην αρχή των αξόνων.

Δ. ΚΟΤΖΟΓΙΑΝΗΣ

