

ΦΥΣ. 112

1^ο ΣΕΤ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Επιστροφή: Παρασκευή 20.09.2024

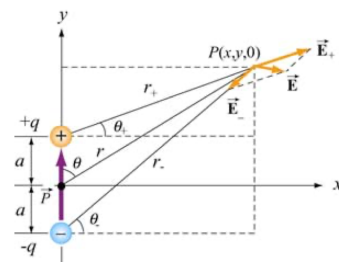
- Δύο πανομοιότυπες σφαίρες η καθεμία με πυκνότητα ρ κρέμονται από ένα κοινό σημείο με δύο μονωμένα σύρματα ίσου μήκους. Και οι δύο σφαίρες έχουν το ίδιο φορτίο και μάζα. Σε κατάσταση ισορροπίας κάθε νήμα σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο διεύθυνση. Φανταστείτε τώρα ότι και οι δύο σφαίρες εισάγονται μέσα σε ένα υγρό. Η γωνία που σχηματίζουν τα νήματα με την κατακόρυφο διεύθυνση παραμένει σταθερή και ίση με θ . Η πυκνότητα του υγρού είναι σ . Βρείτε την διηλεκτρική σταθερά του υγρού.

- Θεωρήστε το ηλεκτρικό δίπολο του σχήματος.

(α) Δείξτε ότι οι δύο συνιστώσες E_x και E_y του ηλεκτρικού πεδίου του διπόλου στο όριο που $r \gg a$ δίνονται από τις σχέσεις:

$$E_x = \frac{3p}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sin\theta \cos\theta \quad E_y = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} (3\cos^2\theta - 1)$$

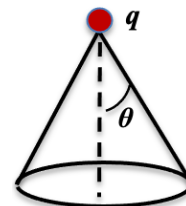
όπου $\sin\theta = x/r$ και $\cos\theta = y/r$.



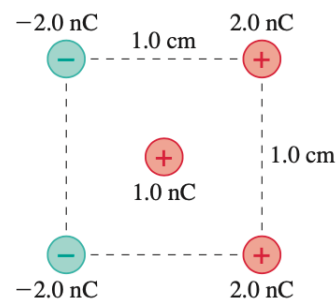
(β) Δείξτε ότι οι δύο παραπάνω σχέσεις για τις συνιστώσες του ηλεκτρικού πεδίου μπορούν να γραφούν σε πολικές συντεταγμένες με την μορφή: $\vec{E}(r, \theta) = E_r \hat{r} + E_\theta \hat{\theta}$, όπου:

$$E_r = \frac{2p\cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \quad E_\theta = \frac{p\sin\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

- Ένα σημειακό φορτίο q είναι τοποθετημένο στην κορυφή ενός κώνου γωνίας κορυφής θ με την κατακόρυφη διεύθυνση. Δείξτε ότι η ηλεκτρική ροή που περνά από την βάση του κώνου είναι $q(1 - \cos\theta)/2\epsilon_0$.



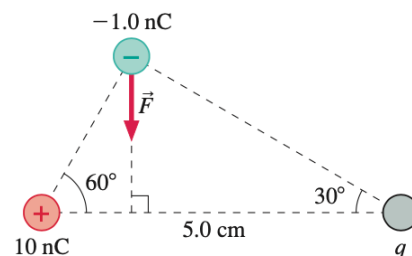
- Σχεδιάστε ένα γράφημα με την ένταση (E) του ηλεκτρικού πεδίου ως προς την απόσταση r (E - r γράφημα) που δημιουργείται από δύο σημειακά φορτία $+q$ και $-2q$ τα οποία βρίσκονται σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση κατά μήκος της ευθείας που περνά από τα δύο φορτία.



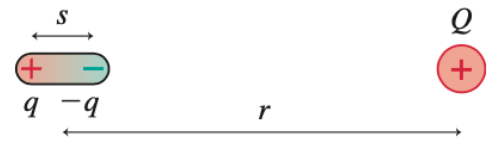
- Βρείτε τη συνισταμένη ηλεκτρική δύναμη που ασκείται στο φορτίο 1nC που βρίσκεται στο κέντρο του τετραγώνου, εξαιτίας των φορτίων που είναι τοποθετημένα στις κορυφές του τετραγώνου. Να δοθεί σε μορφή συνιστωσών.

- Δύο σημειακά θετικά φορτία $+q$ και $+4q$ βρίσκονται στις θέσεις $x = 0$ και $x = L$ και είναι ελεύθερα να κινηθούν. Ένα τρίτο φορτίο εισάγεται στο χώρο και το σύστημα των 3 φορτίων βρίσκεται σε στατική ισορροπία. Βρείτε το μέγεθος και πρόσημο του 3^{ου} φορτίου καθώς και την θέση του στη x -διεύθυνση.

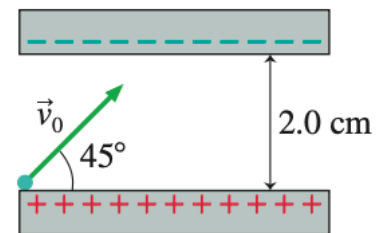
- Η δύναμη που ασκείται στο φορτίο -1.0nC φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που φαίνονται στο σχήμα βρείτε το μέτρο της δύναμης αυτής.



8. Ένα φορτισμένο αντικείμενο ασκεί πάντοτε πάνω σε ένα ηλεκτρικό δίπολο ελκτική δύναμη και θα εξετάσουμε τον ισχυρισμό αυτό στα παρακάτω. Θεωρήστε ένα ηλεκτρικό δίπολο όπως στο διπλανό σχήμα, το οποίο αποτελείται από δύο φορτία $+q$ και $-q$ σε σταθερή απόσταση s μεταξύ τους. Το φορτίο $+Q$ βρίσκεται σε απόσταση r από το κέντρο του δίπολου. Θα υποθέσουμε ότι $r \gg s$. (α) Γράψτε την συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο δίπολο από το φορτίο $+Q$. (β) Εξηγήστε κατά πόσο η δύναμη αυτή είναι προς την θέση του φορτίου $+Q$ ή αντίθετα. (γ) Χρησιμοποιώντας την διονυμική προσέγγιση $(1+x)^{-n} \approx 1-nx$ όταν $x \ll 1$, δείξτε ότι το αποτέλεσμα που βρήκατε στο υπο-ερώτημα (α) μπορεί να γραφεί ως $|\Sigma \vec{F}| = 2KQqs/r^3$. (δ) Πως μπορεί μία δύναμη να έχει εξάρτηση αντιστρόφως ανάλογη του κύβου της απόστασης; Αυτό φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με τον νόμο του Coulomb όπου η δύναμη είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης. Εξηγήστε.



9. Το διπλανό σχήμα δείχνει δύο παράλληλες φορτισμένες πλάκες που βρίσκονται σε απόσταση 2cm μεταξύ τους. Η ένταση του πεδίου ανάμεσα στις πλάκες είναι $1.0 \times 10^4 \text{ N/C}$. Ένα ηλεκτρόνιο εκτοξεύεται υπό γωνία 45° από την θετικά φορτισμένη πλάκα. Ποια είναι η μέγιστη αρχική ταχύτητα v_0 που μπορεί να δοθεί στο ηλεκτρόνιο ώστε να μην χτυπήσει στην αρνητική πλάκα;



10. Ένα πρωτόνιο κινείται γύρω από ένα μακρύ φορτισμένο ευθύγραμμο σύρμα εκτελώντας 1.0×10^6 περιστροφές το δευτερόλεπτο. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς είναι 1.0 cm. Βρείτε τη γραμμική πυκνότητα φορτίου του σύρματος;