

Δυναμικό – Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια - Έργο δύναμης πεδίου

19. Δύο ηλεκτρικά φορτία $+4\mu\text{C}$ και $-6\mu\text{C}$, βρίσκονται σε απόσταση $0,4\text{m}$. Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του συστήματος των φορτίων.

Όταν υπολογίζουμε την δυναμική ηλεκτρική ενέργεια δυο σημειακών φορτίων, ΠΑΝΤΑ αντικαθιστούμε τα φορτία στην εξίσωση, με το πρόσημό τους.

$$U = K_C \frac{Q \cdot q}{r} = \{s.i.\} \rightarrow U = 9 \cdot 10^9 \frac{(+4 \cdot 10^{-6}) \cdot (-6 \cdot 10^{-6})}{4 \cdot 10^{-1}} = -\frac{9 \cdot 4 \cdot 6}{4} \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-1}} = -54 \cdot 10^{-2} = -0,54 \text{ Joule}$$

20. Το σύστημα δύο ηλεκτρικών φορτίων $+3\mu\text{C}$ και $+4\mu\text{C}$ περιέχει ενέργεια $0,27\text{Joule}$. Να βρεθεί η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων.

Μαθηματική εφαρμογή...

$$U = K_C \frac{Q \cdot q}{r} \rightarrow U \cdot r = K_C \cdot Q \cdot q \rightarrow r = \frac{K_C \cdot Q \cdot q}{U} \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow r = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{27 \cdot 10^{-2}} = \frac{9 \cdot 3 \cdot 4}{27} \cdot 10^{-1} = 0,4 \text{ m}$$

21. Φορτίο-πηγή $+6\mu\text{C}$ δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο. Σε θέση που απέχει $0,3\text{m}$ από το φορτίο τοποθετείται δοκιμαστικό φορτίο -6nC . Πόση είναι η δυναμική ενέργεια του δοκιμαστικού φορτίου; ($1\text{nC} = 10^{-9}\text{C}$)

Μαθηματική εφαρμογή...

$$U = K_C \frac{Q \cdot q}{r} = \{s.i.\} \rightarrow U = 9 \cdot 10^9 \frac{(+6 \cdot 10^{-6}) \cdot (-6 \cdot 10^{-9})}{3 \cdot 10^{-1}} = -\frac{9 \cdot 6 \cdot 6}{3} \cdot \frac{10^{-6}}{10^{-1}} = -108 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$$

22. Να βρεθεί το δυναμικό σε απόσταση $0,9 \text{ m}$ από φορτίο $+6\mu\text{C}$.

Μαθηματικά...

$$V_r = K_C \frac{Q}{r} \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow V_r = 9 \cdot 10^9 \frac{6 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-1}} = 6 \cdot 10^4 \text{ volt}$$

23. Σε ποια απόσταση από φορτίο $+2\mu\text{C}$ το δυναμικό έχει τιμή $4 \cdot 10^4 \text{ Volt}$;

Απλή...

$$V_r = K_C \frac{Q}{r} \rightarrow V_r \cdot r = K_C \cdot Q \rightarrow r = \frac{K_C \cdot Q}{V_r} \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow r = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (+2 \cdot 10^{-6})}{4 \cdot 10^4} = \frac{9 \cdot 2}{4} \cdot \frac{10^3}{10^4} = 0,45 \text{ m}$$

24. Δοκιμαστικό φορτίο $+2\mu\text{C}$ τοποθετείται σε σημείο (Σ) ηλεκτρικού πεδίου. Αν το δυναμικό στη θέση (Σ) είναι -10V να βρείτε:

(α) Τη δυναμική ενέργεια του δοκιμαστικού φορτίου.

(β) Πόσο έργο πρέπει να προσφερθεί στο δοκιμαστικό φορτίο για να φθάσει στο άπειρο χωρίς ταχύτητα;

(α) $U = V_r \cdot (\pm q) \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow U = -10 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = -2 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$ Δυναμικό και φορτίο αντικαθίστανται με το πρόσημό τους.

(β) Ας το δούμε το ερώτημα μέσω ΑΔΕ. Για να βρεθεί το φορτίο από κατάσταση δυναμικής ενέργειας $-2 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$, σε κατάσταση μηδέν (όταν βρεθεί στο άπειρο χωρίς ταχύτητα / Ουσιαστικά πολύ μακριά!), πρέπει να του προσφερθεί ενέργεια ίση με $2 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$.

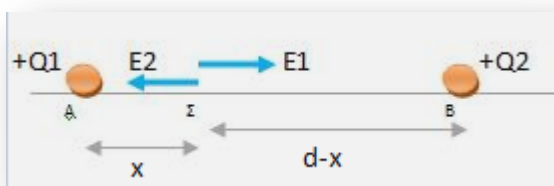
Ας δούμε το ερώτημα μέσω ΘΜΚΕ...

$$K_\infty - K_\Sigma = W_{F, \text{πεδίου}} + W_{\text{δικό μας}} \rightarrow 0 - 0 = \pm q (V_\Sigma - V_\infty) + W_{\text{δικό μας}} \rightarrow 0 = \pm q (V_\Sigma - 0) + W_{\text{δικό μας}} \rightarrow 0 = -2 \cdot 10^{-5} + W_{\text{δικό μας}} \rightarrow W_{\text{δικό μας}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$$

25. Δύο σημειακά φορτία $+2\mu\text{C}$ και $+18\mu\text{C}$ απέχουν απόσταση 16cm . Να βρεθεί:

(α) Σε ποιο σημείο μηδενίζεται η ένταση του πεδίου.

(β) Το δυναμικό στη θέση μηδενισμού της έντασης.



(α) Μόνο ανάμεσα στα φορτία και πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα που τα συνδέει, είναι δυνατόν οι εντάσεις -ως αντίρροπες- να γίνουν αντίθετες. Αριστερά του $Q1$ και δεξιά του $Q2$ οι εντάσεις είναι ομόρροπες (σχεδιάστε να δείτε!) και εκτός του ευθύγραμμου τμήματος που προανέφερα, οι εντάσεις δεν είναι **ΠΟΤΕ** αντίρροπες.

$$\epsilon_1 = \epsilon_2 \rightarrow K_c \cdot \frac{Q_1}{x^2} = K_c \cdot \frac{Q_2}{(d-x)^2} \rightarrow \{*\} \rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-6}}{x^2} = \frac{18 \cdot 10^{-6}}{(d-x)^2} \rightarrow \frac{(d-x)^2}{x^2} = \frac{18}{2} \rightarrow \frac{d-x}{x} = \pm 3 \quad (1)$$

Πρώτη λύση της (1) $\frac{d-x}{x} = 3 \rightarrow d - x = 3x \rightarrow d = 4x \rightarrow x = 4 \text{ cm}$...μια χαρά!

Δεύτερη λύση της (1) $\frac{d-x}{x} = -3 \rightarrow d - x = -3x \rightarrow d = -2x \rightarrow x = -d/2$...παραπέμπει αριστερά του φορτίου $Q1$, από το οποίο μετράμε το x , όπου ναι μεν οι εντάσεις είναι ίσες σε μέτρο, αλλά εκεί είναι ομόρροπες!

{*} Μερική αντικατάσταση έκανα...

(β) $V_1 = K_c \frac{Q}{x} = \{s.i.\} \rightarrow V_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-2}} = 4,5 \cdot 10^5 \text{ volt}$ Όμοια $V_2 = 13,5 \cdot 10^5 \text{ volt}$

Το συνολικό δυναμικό στο σημείο Σ , είναι το αλγεβρικό άθροισμα των επί μέρους δυναμικών.

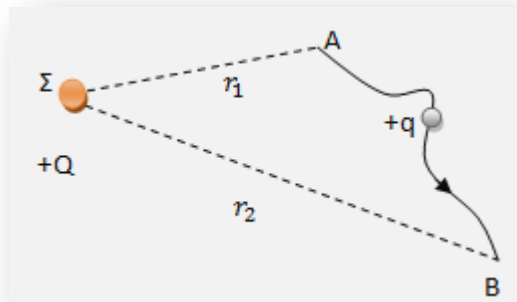
$$V_\Sigma = V_1 + V_2 = (4,5 + 13,5) \cdot 10^5 = 18 \cdot 10^5 \text{ volt.}$$

26. Ακίνητο σημειακό φορτίο $+2\mu\text{C}$, βρίσκεται σε σημείο «Σ».

(α) Να υπολογιστεί το δυναμικό σε απόσταση $r_1 = 2\text{m}$ και $r_2 = 4\text{m}$ από το (Σ).

(β) Αν σημειακό φορτίο $q = 1\mu\text{C}$ τοποθετηθεί σε απόσταση r_1 ποια η δυναμική του ενέργεια;

(γ) Αν το φορτίο $q = 1\mu\text{C}$ μετακινηθεί από τη θέση r_1 στη θέση r_2 , ποιά είναι το έργο της δύναμης του πεδίου; Το έργο αυτό εξαρτάται από τη διαδρομή που θα ακολουθήσει το φορτίο q ;



Υπολογισμοί δυναμικών...

$$V_A = K_c \frac{Q}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2} = 9 \cdot 10^3 \text{ volt}$$

$$V_B = K_c \frac{Q}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-6}}{4} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ volt}$$

Υπολογισμός δυναμικής ενέργειας, όταν το $+q$ βρεθεί στη θέση A

$$U = V_A \cdot q = 9 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} \text{ Joule} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Joule}$$

Υπολογισμός έργου δύναμης Coulomb...

$$W = q \cdot (V_A - V_B) = 10^{-6} (9 - 4,5) \cdot 10^3 = +4,5 \cdot 10^{-3} \text{ Joule}$$

Το έργο είναι ανεξάρτητο της διαδρομής, διότι η δύναμη του πεδίου- δύναμη Coulomb- είναι συντηρητική.

ΣΗΜΕΙΩΜΑ Θα δούμε την άσκηση 27, όταν -με το καλό- φτάσουμε στο τελευταίο κεφάλαιο της φυσικής γενικής παιδείας, την «Ατομική φυσική»

28. Τέσσερα ηλεκτρικά φορτία $+30\mu\text{C}$, $-60\mu\text{C}$, $+90\mu\text{C}$ και $-120\mu\text{C}$ βρίσκονται αντίστοιχα στις κορυφές A, B, Γ, Δ τετραγώνου, πλευράς $5\sqrt{2}\text{m}$. Να υπολογίσετε:

(α) Το δυναμικό στο μέσο «Λ» της πλευράς (AB).

(β) Το δυναμικό στο κέντρο του τετραγώνου «Κ».

(γ) Το έργο της δύναμης του πεδίου κατά τη μεταφορά φορτίου $q = 10^{-9}\text{C}$, από τη θέση «Λ» στη θέση «Κ». Ποιο είναι το φυσικό περιεχόμενο του έργου αυτού;

Καλό σχήμα, γεωμετρία με το 'τσουβάλι' και ευχέρεια εργασίας με εκθετικούς αριθμούς...

Έχουμε

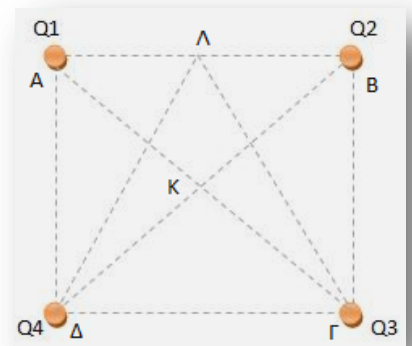
$$AL = LB = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ m}$$

$$\Delta L = \Gamma L = \sqrt{A\Delta^2 + AL^2} = \sqrt{25 \cdot 2 + (25 \cdot 2)/4} = \sqrt{50 + 12,5} = \sqrt{62,5} \text{ m}$$

$$V_\Lambda = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = K_c \cdot \left(\frac{Q_1}{AL} + \frac{Q_2}{BL} + \frac{Q_3}{\Gamma L} + \frac{Q_4}{\Delta L} \right) = K_c \cdot$$

$$\left(\frac{Q_1+Q_2}{AL} + \frac{Q_3+Q_4}{\Gamma L} \right) = K_c \cdot \left(\frac{-30 \cdot 10^{-6}}{AL} + \frac{-30 \cdot 10^{-6}}{\Gamma L} \right) =$$

$$-9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{\Gamma L + AL}{\Gamma L \cdot AL} \right) = (*) = -27 \cdot 10^4 \left(\frac{7,9+3,53}{27,89} \right) \cong -11,065 \cdot 10^4 \text{ volt}$$



(*) ... και χρήση Calculator!!!

$AK = BK = GK = \Delta K = x$, οπότε από το τρίγωνο ορθογώνιο και ισοσκελές τρίγωνο AKB έχουμε ...

$$AB^2 = x^2 + x^2 \rightarrow 50 = 2x^2 \rightarrow x = 5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V_K &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = K_c \cdot \left(\frac{Q_1}{x} + \frac{Q_2}{x} + \frac{Q_3}{x} + \frac{Q_4}{x} \right) = K_c \cdot \left(\frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{x} \right) \\ &= 9 \cdot 10^9 \frac{-60 \cdot 10^{-6}}{5} = -\frac{9 \cdot 6 \cdot 10^4}{5} = -10,8 \cdot 10^4 \text{ volt} \end{aligned}$$

Άντε τώρα να πάμε στο τρίτο ερώτημα...

$$W_{AK} = q \cdot (V_A - V_K) = 10^{-9} (-11,065 - (-10,8)) \cdot 10^4 = -0,265 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$$

Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι εμείς πρέπει να **προσφέρουμε** ενέργεια ίση με $0,265 \cdot 10^{-5} \text{ Joule}$ για να γίνει η μετάβαση του q , από το Λ στο K . (Αν δεν με πιστεύετε δείτε το είτε με ΘΜΚΕ, είτε σκεφτείτε με ΑΔΕ...)

29. Στο πρόβλημα 28 να υπολογιστεί το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, κατά τη μετακίνηση φορτίου $+1\mu\text{C}$.

(α) Από τη θέση « Λ » στο άπειρο.

(β) Από τη θέση « K » στο άπειρο. Ποιο συμπέρασμα βγάζετε σε κάθε μία περίπτωση;

Ας σκεφτούμε –πριν κάνουμε υπολογισμούς– με ΑΔΕ. Όταν το θετικό φορτίο «καθίσει» σε αρνητικό δυναμικό, όπως υπάρχει στα K, Λ , θα έχουμε κατάσταση αρνητικής δυναμικής ενέργειας. Όταν το q πάει στο άπειρο, τότε έχουμε αύξηση της ενεργειακής κατάστασης.

Λοιπόν!

Ποιος θα πληρώσει αυτή την αύξηση; Απάντηση: Αυτός που θα κάνει τη μετακίνηση του φορτίου!

Ώστε, και στις δυο περιπτώσεις θα πρέπει να δοθεί ενέργεια για να γίνει η μετάβαση από τις θέσεις K, Λ στο πολύ μακριά (άπειρο)

$$W_{K\infty} = \pm q (V_K - V_\infty) = \pm q \cdot V_K = 10^{-6} \cdot (-10,8 \cdot 10^4) = -10,8 \cdot 10^{-2} \text{ Joule}, \quad \text{Όμοια για το } W_{\Lambda\infty}$$

30. Το σωματίδιο « α » έχει τη δομή ${}_2^4\text{He}^{++}$ του δηλαδή αποτελείται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια ($m_p = m_n$). Το σωματίδιο « α » επιταχύνεται, σε **ομογενές** ηλεκτρικό πεδίο. Εάν το **αφήσουμε** ($u_0 = 0$), να επιταχυνθεί μεταξύ δύο σημείων A, B που έχουν διαφορά δυναμικού ίση με 12.000V , να βρεθεί η ταχύτητά του στο σημείο B .

Αφού έχουμε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, μπορούμε να δουλέψουμε με εξισώσεις $E.O.M.K.$ (επιτάχυνση – μετατόπιση – ταχύτητα). Θα προτιμήσω $\Theta.M.K.E.$ μιας και ο χρόνος δεν μας ενδιαφέρει.

Δεδομένο $m_p = m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$$\frac{1}{2} m_\alpha u^2 - 0 = q_\alpha (V_{\alpha\rho\chi} - V_{\tau\epsilon\lambda}) \rightarrow 2 m_p u^2 = 2 q_e V \rightarrow u = \sqrt{\frac{q_e V}{m_p}} = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 12 \cdot 10^3}{1,7 \cdot 10^{-27}}} = 10,6 \cdot 10^5 \text{ m/sec}$$

Πυκνωτές

31. Κατά τη διάρκεια μίας καταιγίδας, νέφος στην επιφάνειά του προς τη Γη εμφανίζει φορτίο -25C . Στην επιφάνεια της Γης, δημιουργούνται από επαγωγή, θετικά φορτία. Όταν η διαφορά δυναμικού μεταξύ νέφους - Γης φθάσει τα $5 \cdot 10^7\text{V}$, ο ατμοσφαιρικός αέρας παύει για λίγο να λειτουργεί ως μονωτής και ξεσπά ηλεκτρική εκκένωση, κατά την οποία ηλεκτρόνια του νέφους κατευθύνονται προς τη Γη (κεραυνός).

(α) Πόση ηλεκτρική ενέργεια απελευθερώθηκε;

(β) Πόση είναι η μέση ισχύς που αποδίδεται, αν η διάρκεια του φαινομένου είναι 10^{-3}s ;

Το σύννεφο και η περιοχή της Γης κάτω από αυτό, έχουν συμπεριφορά οπλισμών πυκνωτή. Αυτός ο πυκνωτής θα αποφορτιστεί με μεταφορά των ηλεκτρονίων από τα σύννεφα στη Γη, λέει το σενάριο.

$$\text{Πόσα ηλεκτρόνια... } Q = N q_e \rightarrow N = \frac{Q}{q_e} \rightarrow N = \frac{25}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 15,625 \cdot 10^{19} \text{ ηλεκτρόνια}$$

$$\text{Πόση ενέργεια... } U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} 25 \cdot 5 \cdot 10^7 = 62,5 \cdot 10^7 \text{ Joule (Αποδίδει όλη την ενέργεια που κατέχει)}$$

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{ενέργεια που αποδίδεται}}{\text{χρόνος που διαρκεί η απόδοση}} \rightarrow P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{62,5 \cdot 10^7}{10^{-3}} = 62,5 \cdot 10^{10} \frac{\text{Joule}}{\text{sec}} \text{ ή αν θέλετε watt}$$

32. Πυκνωτής έχει χωρητικότητα $50\mu\text{F}$. Πόση διαφορά δυναμικού πρέπει να εφαρμοστεί μεταξύ των δύο οπλισμών του πυκνωτή, για να αποκτήσει ηλεκτρικό φορτίο 10^{-3}C ; Πόση ενέργεια έχει τότε ο πυκνωτής;

Εφαρμογή σε εξισώσεις...

$$\text{Διαφορά δυναμικού οπλισμών... } C = \frac{Q}{V} \rightarrow V = \frac{Q}{C} \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow V = \frac{10^{-3}}{50 \cdot 10^{-6}} = \frac{1}{5} 10^2 = 20 \text{ Volt}$$

$$\text{Ενέργεια φορτισμένου πυκνωτή... } U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} 10^{-3} \cdot 20 = 10^{-2} \text{ Joule}$$

33. Δυο φύλλα αργιλίου έχουν διαστάσεις $10\text{cm} \times 20\text{cm}$, και απέχουν απόσταση $0,5\text{mm}$. Πόση είναι η χωρητικότητα του πυκνωτή;

Φανταζόμαστε ένα επίπεδο πυκνωτή.

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{l} = \{s.i.\} \rightarrow C = \epsilon_0 \frac{10 \cdot 10^{-2} \cdot 20 \cdot 10^{-2}}{0,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{200}{5} \epsilon_0 = 40 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} = 3,54 \cdot 10^{-10} \text{ Farad}$$

34. Επίπεδος πυκνωτής έχει οπλισμούς με εμβαδόν 200cm^2 ο καθένας. Εάν η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι $17,7 \cdot 10^{-11}\text{F}$, πόση είναι η απόσταση μεταξύ των δύο οπλισμών του;

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{l} \rightarrow C \cdot l = \epsilon_0 S \rightarrow l = \epsilon_0 \frac{S}{C} \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow l = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{200 \cdot 10^{-4}}{17,7 \cdot 10^{-11}} \cong 10^{-3} \text{ m} = 1 \text{ mm}$$

35. Ο κάθε οπλισμός ενός επίπεδου πυκνωτή έχει εμβαδόν $0,2\text{m}^2$, ενώ οι οπλισμοί του απέχουν 4mm . Να υπολογίσετε:

(α) Τη χωρητικότητα του πυκνωτή.

(β) Το φορτίο που αποκτά ο πυκνωτής, αν φορτισθεί με τάση 200V .

Χωρητικότητα... $C = \epsilon_0 \frac{S}{l} \rightarrow (s.i.) \rightarrow C = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{2 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 10^{-3}} = 4,43 \cdot 10^{-10} \text{ Farad}$

Φορτίο... $Q = C \cdot V = 4,43 \cdot 10^{-10} \cdot 200 = 8,86 \cdot 10^{-8} \text{ C} = 0,886 \cdot 10^{-9} \text{ C} = 0,886 \mu\text{C}$

36. Ένας επίπεδος πυκνωτής, έχει χωρητικότητα $2\mu\text{F}$, απόσταση οπλισμών 2cm , και έχει φορτιστεί με τάση 150V . Στη συνέχεια απομακρύνουμε την πηγή φόρτισης και διπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών του. Να υπολογιστούν οι τιμές πριν και μετά το διπλασιασμό:

(α) Της χωρητικότητας του πυκνωτή.

(β) Της τάσης μεταξύ των οπλισμών του.

(γ) Της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.

(δ) Της ενέργειας του ηλεκτρικού πεδίου.

Πώς εξηγείται η μεταβολή της ενέργειας του πυκνωτή;

Όταν πυκνωτής φορτιστεί και στη συνέχεια αποσυνδεθεί από την πηγή, τότε το φορτίο του παραμένει σταθερό έστω και αν μεταβληθεί η απόσταση των οπλισμών του, αφού οι οπλισμοί είναι απομονωμένοι! Αλλάζει η χωρητικότητα, αλλάζει το δυναμικό κ.α.

Φορτίο πυκνωτή ... $Q = C \cdot V = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 150 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ C}$

(α) Νέα χωρητικότητα ... $C' = \epsilon_0 \frac{S}{2l} \rightarrow C' = \frac{1}{2} \left(\epsilon_0 \frac{S}{l} \right) = \frac{1}{2} C = \frac{1}{2} \cdot 2 \mu\text{F} = 1 \mu\text{F}$

(β) Νέα διαφορά δυναμικού ... $V' = \frac{Q}{C'} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{10^{-6}} = 300 \text{ volt}$

(γ) Νέα ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου... $E' = \frac{V'}{l'} = \frac{300}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,75 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ (Ίση με τη πριν)

(δ) Νέα δυναμική ενέργεια ... $U = \frac{1}{2} QV' = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot 300 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ Joule}$ (Διπλάσια της πριν!)

Καθώς οι ετερόνυμα φορτισμένοι οπλισμοί απομακρύνονται, πρέπει να προσφέρουμε ενέργεια διότι υπάρχει αντίσταση στην απομάκρυνση, λόγω αμοιβαίας έλξης των οπλισμών.

37. Δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες απέχουν απόσταση $0,5 \text{ cm}$ και είναι συνδεδεμένες με διαφορά δυναμικού 80V . Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ αυτών.

Απλή μαθηματική εφαρμογή... $E = \frac{V}{l} = \frac{80}{0,5 \cdot 10^{-2}} = \frac{80}{5} \cdot 10^3 = 16 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ή αν θέλετε $16 \cdot 10^3 \frac{\text{volt}}{\text{m}}$

38. Διαφορά δυναμικού 120V εφαρμόζεται σε δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες. Εάν το πεδίο που παράγεται μεταξύ των πλακών είναι 600V/m, πόσο απέχουν οι δύο πλάκες;

$$\text{Εφαρμογή ... } \epsilon = \frac{V}{l} \rightarrow l = \frac{V}{\epsilon} \rightarrow l = \frac{120}{600} = 0,2 \text{ m}$$

39. Δύο μεταλλικές πλάκες συνδέθηκαν με μπαταρία 4,5V. Πόσο έργο απαιτείται για να μεταφερθεί φορτίο +4μC:

(α) Από την αρνητική στη θετική πλάκα;

(β) Από τη θετική στην αρνητική πλάκα;

Θεωρήστε την κινητική ενέργεια του φορτίου σταθερή.

Το ΘΜΚΕ θα μας πει, μιας και υπάρχει συμμετοχή εξωτερικού παράγοντα...

$$0 - 0 = W_{F, \text{πεδίου}} + W_{\text{παράγοντα}} \rightarrow 0 = q(V_{\alpha\rho\chi} - V_{\tau\epsilon\lambda}) + W_{\text{παράγοντα}} \rightarrow 0 = q(V_{(-)\text{οπλισμού}} - V_{(+)\text{οπλισμού}}) + W_{\text{παράγοντα}} \rightarrow 0 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot (-4,5) + W_{\text{παράγοντα}} \rightarrow W_{\text{παράγοντα}} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ Joule}$$

Αυτό το έργο θα προσφερθεί, αφού χρειάζεται να υπερνικηθεί η έλξη του αρνητικά φορτισμένου οπλισμού και η ταυτόχρονη άπωση του θετικά φορτισμένου.

Εργαζόμενοι πάλι με ΘΜΚΕ -με τη ίδια διαχείριση- θα προκύψει $W_{\text{παράγοντα}} = -18 \cdot 10^{-6} \text{ Joule}$ και αυτό μεταφράζεται ότι το σύστημα πυκνωτής φορτίου θα μας προσφέρει την εν λόγω ποσότητα ενέργειας.

40. Η ηλεκτρονική δέσμη στο σωλήνα μίας τηλεόρασης, αποτελείται από ηλεκτρόνια που επιταχύνονται από την κατάσταση ηρεμίας, μέσω διαφοράς δυναμικού περίπου 20.000V.

(α) Ποια είναι η κινητική ενέργεια που αποκτούν τα ηλεκτρόνια;

(β) Ποια είναι η ταχύτητα των ηλεκτρονίων;

ΘΜΚΕ, διότι περιλαμβάνει το έργο της δύναμης του πεδίου, έργο που μπορούμε να υπολογίσουμε! Εργαζόμαστε για ένα ηλεκτρόνιο...

$$K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{F, \text{πεδίου}} \rightarrow K_{\tau\epsilon\lambda} - 0 = q_e V \rightarrow K_{\tau\epsilon\lambda} = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (-2 \cdot 10^4) = 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ Joule}$$

Τα e επιταχύνονται από χαμηλό δυναμικό σε υψηλότερο! Κι αυτό δικαιολογεί γιατί στην εξίσωση έδωσα αρνητική τιμή ($V = V_{\alpha\rho\chi} - V_{\tau\epsilon\lambda} = -20000 \text{ volt}$)

$$(β) \quad K_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{1}{2} m u^2 \rightarrow u = \sqrt{\frac{2K}{m}} \rightarrow u = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-15}}{9 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{64 \cdot 10^{-16}}{9 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{7,11 \cdot 10^{15}} = \sqrt{71,1} \cdot 10^7 \text{ m/sec}$$

41. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών ενός επίπεδου πυκνωτή είναι $5 \cdot 10^5 \text{V/m}$. Στο χώρο μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή, αιωρείται σταγόνα λαδιού που έχει βάρος $3,2 \cdot 10^{-13} \text{N}$. Ποιο είναι το ηλεκτρικό φορτίο της σταγόνας;

Εφ' όσον αιωρείται η σταγόνα $\Sigma F = 0$ ή $F_{\eta\lambda} = B$ (1)
 Αλλά η $F_{\eta\lambda} = E \cdot q$ ή $F_{\eta\lambda} = \frac{V}{\ell} \cdot q$ (2)
 Από τις (1) και (2) $q = \frac{B \cdot \ell}{V}$ βρίσκουμε: $q = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

Έχουμε δει μια –σχεδόν όμοια άσκηση. Είναι η 14 της ενότητας

Δείτε τη λύση από το σχολικό λυσάρι...

42. Μικρή αγώγιμη σφαίρα, που έχει μάζα $2 \cdot 10^{-4} \text{kg}$ και φορτίο $+6 \mu\text{C}$, βρίσκεται στην άκρη κατακόρυφου μεταξωτού νήματος ανάμεσα στους κατακόρυφους οπλισμούς ενός πυκνωτή. Οι οπλισμοί του πυκνωτή απέχουν απόσταση 5cm . Με ποια τάση πρέπει να φορτιστεί ο πυκνωτής ώστε η σφαίρα να ισορροπεί σχηματίζοντας με τη κατακόρυφη, γωνία 30° (χωρίς να εφάπτεται στους οπλισμούς);

Από το λυσάρι του σχολείου...

$$\Sigma \vec{F}_y = 0 \text{ ή } T_y = B$$

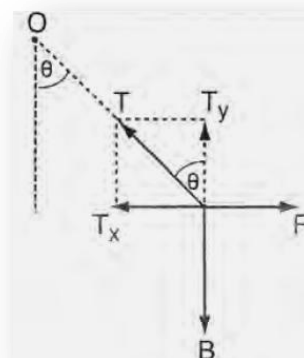
$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \text{ ή } T_x = F$$

$$\frac{T_y}{T_x} = \frac{B}{F} \Leftrightarrow \epsilon\phi\theta = \frac{B}{F} \quad (1)$$

$$F = E \cdot q = \frac{V}{\ell} q \quad \text{από τις (1) και (2) έχουμε:}$$

$$V = \frac{mg\ell \epsilon\phi 30^\circ}{q} \text{ βρίσκουμε:}$$

$$V = 9,43 \text{V.}$$



43. Δίνονται δύο σημεία Κ και Λ ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Η διαφορά δυναμικού $V_{\text{KL}} = 1000 \text{V}$. Εάν η απόσταση των ΚΛ είναι 50cm . Να υπολογισθούν:

(α) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

(β) Το δυναμικό σημείο «Λ», εάν το δυναμικό στο «Κ» είναι $+200 \text{V}$.

Από το λυσάρι του σχολείου...

. Α. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου βρίσκεται από τη σχέση:

$$E = \frac{V_{\text{KL}}}{\ell} \text{ άρα } E = 200 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$\text{B. } V_{\text{KL}} = V_{\text{K}} - V_{\text{L}} \Rightarrow V_{\text{L}} = V_{\text{K}} - V_{\text{KL}} \Rightarrow V_{\text{L}} = -800 \text{V.}$$

44. Οι οπλισμοί Α και Β του πυκνωτή του σχήματος, απέχουν απόσταση 100cm και η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο οπλισμών είναι 2.000V. Σημειακό φορτίο $+1\mu\text{C}$ τοποθετείται στη θέση «Κ» που απέχει απόσταση 20cm από κάθε οπλισμό. Να βρείτε το έργο της δύναμης του πεδίου για τη μετακίνηση του φορτίου:

(α) $W_{K \rightarrow \Lambda}$ (β) $W_{M \rightarrow K}$ (γ) $W_{K \rightarrow \Lambda \rightarrow M \rightarrow K}$

Ας αρχίσουμε από τα εύκολα.

(γ) $W_{K \rightarrow \Lambda \rightarrow M \rightarrow K} = 0$ διότι η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου είναι συντηρητική.

(α) $W_{M \rightarrow K} = 0$ διότι η δύναμη του πεδίου είναι κάθετη στη διαδρομή

(β) Στο σχήμα οι δυναμικές γραμμές είναι κατακόρυφες με φορά προς τα κάτω. Ίδια είναι και η κατεύθυνση της έντασης του ομογενούς πεδίου.

Η δύναμη που δέχεται το θετικό φορτίο $+1\mu\text{C}$ είναι επίσης ομόρροπη της έντασης, αφού $\vec{F} = +q \cdot \vec{E}$

$$W_F = +F \cdot \Delta x = q \cdot E \cdot \Delta x = q \cdot \frac{V_{AB}}{L} \cdot \Delta x = \{s.i.\} = 10^{-6} \frac{2 \cdot 10^3}{1} 0,6 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Joule}$$

Η απόσταση $\Delta x = 60 \text{ cm}$. Εντάξει;

