

Ομάδα Α – Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α (Μονάδες: 30)

A1. Δύο ηλεκτρικά φορτία απέχουν σταθερή απόσταση. Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα στη δύναμη Coulomb εάν ένα από τα δύο φορτία διπλασιαστεί; Αιτιολογήστε την απάντησή σας. (Μονάδες:1+5)

⇒ Αν ονομάσουμε F_C την αρχική δύναμη μεταξύ των φορτίων και F_C' τη δύναμη μετά το διπλασιασμό ενός εκ των δύο φορτίων, τότε θα ισχύει $F_C' = 2F_C$ (η δύναμη θα διπλασιαστεί).

⇒ ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: Έστω $F_C = k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$ η αρχική δύναμη μεταξύ των φορτίων η οποία, μετά το διπλασιασμό του ενός φορτίου, έστω του Q_1 , θα γίνει $F_C' = k_e \cdot \frac{|(2Q_1) \cdot Q_2|}{r^2}$, τότε θα έχουμε:

$$\frac{F_C'}{F_C} = \frac{k_e \cdot \frac{|(2Q_1) \cdot Q_2|}{r^2}}{k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}} = 2 \Rightarrow F_C' = 2 \cdot F_C$$

A2. Δύο ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 έλκονται με δύναμη F , όταν η απόστασή τους είναι r . Να βρεθεί η απόσταση στην οποία πρέπει να τοποθετηθούν, ώστε η ελκτική δύναμη να γίνει $4F$. (Μονάδες:8)

⇒ Αν ονομάσουμε F_C την αρχική δύναμη μεταξύ των φορτίων όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι r και r' την απόσταση όταν η δύναμη τετραπλασιαστεί $F_C' = 4F_C$. Θα έχουμε λοιπόν:

$$F_C = k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} \text{ και } F_C' = 4F_C = k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r'^2}$$

$$\frac{F_C'}{F_C} = \frac{4F_C}{F_C} = \frac{k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r'^2}}{k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}} \Rightarrow 4 = \frac{1}{\frac{r'^2}{r^2}} = \frac{r^2}{r'^2} \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{r^2}{r'^2}} = \sqrt{4} \Rightarrow \frac{r}{r'} = 2 \Rightarrow r' = \frac{r}{2}$$

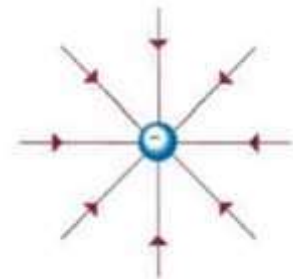
⇒ Άρα η δύναμη Coulomb τετραπλασιάζεται όταν η απόσταση υποδιπλασιαστεί.

A3. Ποια η μονάδα του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου; (Μονάδες:2)

⇒ Η μονάδα του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου είναι το 1 Volt.

A4. Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές ηλεκτροστατικού πεδίου που οφείλεται σε αρνητικό φορτίο. (Μονάδες:2)

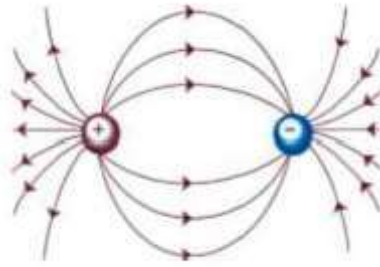
⇒ Το ηλεκτρικό πεδίο αρνητικού φορτίου σχεδιάζεται στη διπλανή εικόνα.



Εικόνα 1: Ομάδα Α, Ερώτηση Α4

A5. Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές ηλεκτροστατικού πεδίου που οφείλεται σε δύο ίσα κατά απόλυτη τιμή ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία. (Μονάδες: 3)

⇒ Το ηλεκτρικό πεδίο αρνητικού φορτίου σχεδιάζεται στη διπλανή εικόνα.

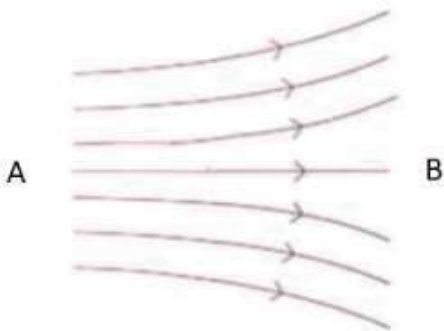


Εικόνα 2: Ομάδα Α, Ερώτηση Α5

Α6. Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που συναποτελούν φορτίο ίσο με $-3,2 \text{ C}$. Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (Μονάδες: 4)

⇒ Από την κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου έχουμε τα ακόλουθα:

$$|Q| = N \cdot |e| \Rightarrow |-3,2| = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow N = \frac{3,2}{1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow N = 2 \cdot 10^{19} \text{ ηλεκτρόνια}$$



Η διπλανή εικόνα παρουσιάζει ένα ηλεκτρικό πεδίο.

Α7. Να το χαρακτηρίσετε ως ομογενές ή ανομοιογενές. (Μονάδες: 2)

⇒ Το πεδίο που απεικονίζεται στην εικόνα 3 είναι **ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΣ** διότι οι δυναμικές γραμμές του πεδίου δεν είναι παράλληλες.

Εικόνα 3: Ομάδα Α, Ερώτηση Α7 και Α8.

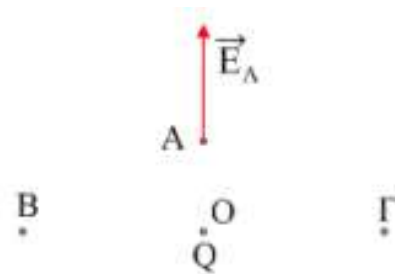
Α8. Σε ποια περιοχή του πεδίου η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μεγαλύτερη; Κοντά στην περιοχή

Α ή στην περιοχή Β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (Μονάδες: 2)

⇒ Στο πεδίο της εικόνας 3 η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μεγαλύτερη κοντά στην περιοχή Α όπου οι δυναμικές γραμμές του είναι πιο πυκνές συγκριτικά με την περιοχή Β.

ΘΕΜΑ Β (Μονάδες: 25)

Στο σημείο Ο της διπλανής εικόνας, υπάρχει ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q, το οποίο δημιουργεί στο σημείο Α ηλεκτρικό πεδίο του οποίου η ένταση φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Εάν δίνονται οι αποστάσεις $OA = 2\text{ m}$ και $OB = OG = 4\text{ m}$ καθώς και η ηλεκτρική σταθερά $k_{\text{ΗΛ}} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, τότε:

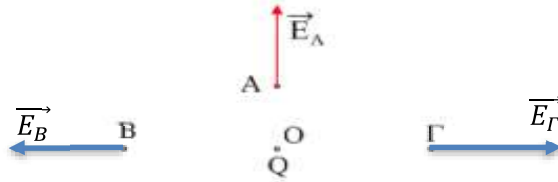


Εικόνα 4: Θέμα Β

Β1. Ποιο το πρόσημο του φορτίου Q; Αιτιολογήστε την απάντησή σας. (Μονάδες: 2)

⇒ Το φορτίο στο σημείο O είναι θετικό ($+Q$), διότι ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που προκαλεί στη θέση A έχει διεύθυνση προς «τα έξω» (δεν δείχνει προς το O). Δηλαδή αν τοποθετούσαμε δοκιμαστικό φορτίο $+q$ στο σημείο A , εκείνο θα απομακρύνονταν από το φορτίο Q στο O , κάτι που υποδηλώνει άπωση μεταξύ του $+q$ και του Q , άρα ομώνυμα φορτία, δηλαδή το Q στο O είναι θετικό.

B2. Να σχεδιάσετε τις εντάσεις \vec{E}_B και \vec{E}_Γ του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία B και Γ . (Μονάδες:4)



Εικόνα 5: Ομάδα Α, Ερώτηση Β2.

⇒ Οι εντάσεις στα σημεία B και Γ σχεδιάστηκαν στην εικόνα 5.

B3. Εάν η ένταση στο σημείο A είναι $E_A = 8 \frac{N}{C}$, να υπολογίσετε το φορτίο Q . (Μονάδες: 4)

⇒ Για τον υπολογισμό του φορτίου Q θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε συνάρτηση με την απόσταση, όπου $r = OA = 2m$:

$$E_A = k_e \cdot \frac{|Q|}{r^2} \Rightarrow 8 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|Q|}{2^2} \Rightarrow |Q| = \frac{4 \cdot 8}{9 \cdot 10^9} \Rightarrow Q = \frac{32}{9} \cdot 10^{-9} C$$

B4. Να υπολογίσετε τις εντάσεις E_B και E_Γ στα σημεία B και Γ (Μονάδες: 4)

⇒ Με τον ίδιο τύπο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε συνάρτηση με την απόσταση θα απαντήσουμε και σε αυτό το ερώτημα, θέτοντας όμως $r = OB = O\Gamma = 4m$. Μάλιστα, κατά απόλυτη τιμή (τα μέτρα τους), οι εντάσεις στα σημεία B και Γ θα είναι ίσες:

$$E_B = E_\Gamma = k_e \cdot \frac{|Q|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{\frac{32}{9} \cdot 10^{-9}}{4^2} = \frac{9 \cdot 32}{16} \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} = \frac{32}{16} \Rightarrow E_B = E_\Gamma = 2 \frac{N}{C}$$

B5. Να υπολογίσετε το δυναμικό V στη θέση A . (Μονάδες: 4)

⇒ Με τον ίδιο τύπο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε συνάρτηση με την απόσταση θα απαντήσουμε και σε αυτό το ερώτημα, θέτοντας όμως $r = OB = O\Gamma = 4m$. Μάλιστα, κατά απόλυτη τιμή (τα μέτρα τους), οι εντάσεις στα σημεία B και Γ θα είναι ίσες:

$$V_B = V_\Gamma = k_e \cdot \frac{Q}{r} = V_\Gamma = k_e \cdot \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{\frac{32}{9} \cdot 10^{-9}}{4} = \frac{9 \cdot 32}{4} \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} = \frac{32}{4} \Rightarrow V_B = V_\Gamma = 8 V$$

B6. Να υπολογίσετε το δυναμικό V στη θέση Γ . (Μονάδες: 4)

⇒ Η απάντηση δόθηκε στο προηγούμενο ερώτημα.

B7. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού $V_{A\Gamma}$ μεταξύ των θέσεων A και Γ . (Μονάδες: 3)

⇒ Θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του δυναμικού, $V_A = k_e \cdot \frac{Q}{r_A}$, $V_\Gamma = k_e \cdot \frac{Q}{r_\Gamma}$, έτσι:

$$V_{A\Gamma} = V_A - V_\Gamma = k_e \cdot \frac{Q}{r_A} - k_e \cdot \frac{Q}{r_\Gamma} = k_e \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_\Gamma} \right)$$

Αντικαθιστώντας θα έχουμε:

$$V_{A\Gamma} = V_A - V_\Gamma = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(+\frac{32}{9} \cdot 10^{-9} \right) \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = 32 \cdot \left(\frac{4-2}{8} \right) \Rightarrow V_{A\Gamma} = V_A - V_\Gamma = 8V$$

ΘΕΜΑ Γ (Μονάδες: 25)

Δύο μικρά σωματίδια έχουν φορτία $q_1 = -3C$ και $q_2 = -2C$. Τα σώματα απέχουν μεταξύ τους απόσταση $r = 3m$. Εάν η ηλεκτρική σταθερά είναι $k_{ΗΛ} = 9 \cdot 10^9 Nm^2/C^2$, τότε:

Γ1. Να σχεδιάσετε τα φορτία q_1 και q_2 και τη δύναμη Coulomb πάνω στα φορτία. (Μονάδες: 4)



Εικόνα 6: Ομάδα Α, Ερώτηση Γ1

Γ2. Να χαρακτηρίσετε τη δύναμη ανάμεσα στα φορτία ελκτική ή απωστική. (Μονάδες: 2)

⇒ Η δύναμη είναι **απωστική** διότι τα φορτία είναι ομώνυμα.

Γ3. Να υπολογίσετε τη δύναμη Coulomb ανάμεσα στα φορτία. (Μονάδες:6)

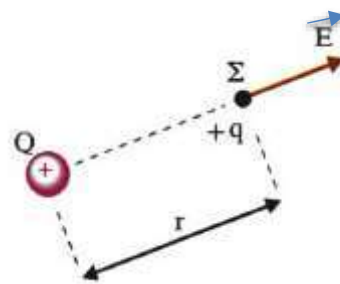
⇒ Η δύναμη Coulomb υπολογίζεται ως εξής:

$$F_C = k_e \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} \Rightarrow F_C = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|(-3) \cdot (-2)|}{3^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6}{9} \Rightarrow F_C = 6 \cdot 10^9 N$$

Δίνεται σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = +3C$. Εάν η ηλεκτρική σταθερά είναι $k_{ΗΛ} = 9 \cdot 10^9 Nm^2/C^2$, τότε σε σημείο Σ που απέχει από το φορτίο Q απόσταση $r = 3m$:

Γ4. Να σχεδιαστεί η ένταση \vec{E} του ηλεκτρικού πεδίου (Μονάδες: 2)

⇒ Η ένταση του Ηλεκτρικού Πεδίου σχεδιάστηκε στη διπλανή εικόνα:



Εικόνα 7: Ομάδα Α, Ερώτηση Γ4

Γ5. Να υπολογιστεί το μέτρο της έντασης \vec{E} . (Μονάδες:6)

⇒ Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στη θέση Σ υπολογίζεται ως εξής:

$$E_\Sigma = k_e \cdot \frac{|Q|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3}{3^2} \Rightarrow E_\Sigma = 3 \cdot 10^9 \frac{N}{C}$$

Γ6. Να υπολογιστεί το μέτρο του δυναμικού V σε αυτή την απόσταση. (Μονάδες: 5)

⇒ Το δυναμικό στη θέση Σ υπολογίζεται ως εξής:

$$V_\Sigma = k_e \cdot \frac{Q}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{(+3)}{3} \Rightarrow V_\Sigma = 9 \cdot 10^9 V$$