ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

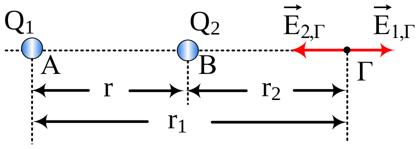
α.	β.	γ.	δ.	ε.	στ.	ζ.	η.	θ.	ι.	ια.	ιβ.	ιγ.
Σ	Λ	Σ	Λ	Σ	Λ	Λ	Λ	Σ	Σ	Λ	Λ	Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Α. Σωστή απάντηση η **β**.

Αφού η ένταση στο Γ είναι μηδέν ισχύει:

$\vec{E}=\vec{0} \Rightarrow \vec{E}_{1\Gamma}+\vec{E}_{2\Gamma}=\vec{0} \Rightarrow \vec{E}_{1\Gamma}=-\vec{E}_{2\Gamma}$ (1).



Τα δύο διανύσματα στο σημείο Γ πρέπει να είναι αντίρροπα. Το διάνυσμα της έντασης που δημιουργεί το Q_1 έχει σημείο εφαρμογής το Γ και κατεύθυνση προς τα δεξιά. Επομένως το διάνυσμα της έντασης στο Γ λόγω του Q_2 θα έχει κατεύθυνση προς το Q_2 επομένως για το φορτίο ισχύει $Q_2 < 0$.

(1) $\Rightarrow E_{1\Gamma}=E_{2\Gamma} \Rightarrow \dfrac{k|Q_1|}{r_1^2}=\dfrac{k|Q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \dfrac{k|Q_1|}{4r^2}=\dfrac{k|Q_2|}{r^2} \Rightarrow \dfrac{Q_1}{4}=\dfrac{-Q_2}{1} \Rightarrow$ $\mathbf{Q_1 = -4Q_2}$.

Β. Σωστή απάντηση η **β**.

Αν τώρα το Q_1 γίνει ίσο με $2|Q_2|$ το νέο σημείο (νέο Γ) μηδενισμού της έντασης θα απέχει από το Q_1 απόσταση d_1 και από το Q_2 απόσταση d_2. Θα ισχύει:

$$\vec{E}=\vec{0} \Rightarrow \vec{E}_{1\Gamma}+\vec{E}_{2\Gamma}=\vec{0} \Rightarrow \vec{E}_{1\Gamma}=-\vec{E}_{2\Gamma} \Rightarrow E_{1\Gamma}=E_{2\Gamma} \Rightarrow \frac{k|Q_1'|}{d_1^2}=\frac{k|Q_2|}{d_2^2} \Rightarrow \frac{2|Q_2|}{d_1^2}=\frac{|Q_2|}{d_2^2} \Rightarrow d_1=\sqrt{2}d_2 \Rightarrow$$

$$r+d_2=1{,}4d_2 \Rightarrow \mathbf{d_2 = 2{,}5r}.$$

Β2. Σωστή απάντηση η **α**.

Φέρνοντας σε επαφή την σφαίρα Α με τη σφαίρα Γ, θα αποκτήσουν μετά την επαφή τους ίσο φορτίο, άρα $Q_1'=Q_3=2Q$. Στη συνέχεια, φέρνοντας σε επαφή την σφαίρα Α με τη σφαίρα Δ, θα αποκτήσουν μετά την επαφή τους ίσο φορτίο, άρα $Q_1''=Q_4=Q$.

Η αρχική δύναμη αλληλεπίδρασης μεταξύ της σφαίρας Α και της σφαίρας Β ήταν: $F=\dfrac{k|Q_1Q_2|}{r^2}=\dfrac{4kQ^2}{r^2}$

Η νέα δύναμη αλληλεπίδρασης είναι: $F'=\dfrac{k|Q_1'Q_2|}{r^2}=\dfrac{kQ^2}{r^2} \Rightarrow \mathbf{F'=\dfrac{F}{4}}$.

Β3. Σωστή απάντηση η **γ**.

Η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι: $C=\dfrac{Q}{V}$ και η ένταση του ηλεκτρικού του πεδίου $E=\dfrac{V}{\ell} \Rightarrow V=E\ell$.

Από τις δύο σχέσεις έχουμε: $C=\dfrac{Q}{V}=\dfrac{Q}{E\ell} \Rightarrow \varepsilon_0\dfrac{S}{\ell}=\dfrac{Q}{E\ell} \Rightarrow$ $\mathbf{Q = \varepsilon_0 SE}$.

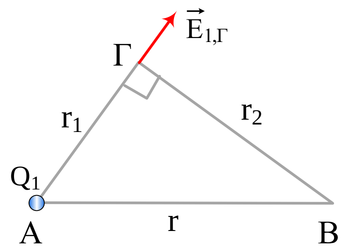
ΘΕΜΑ Γ

α. Η ένταση δίνεται από τη σχέση:

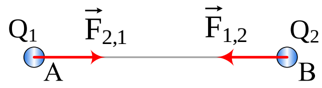
$$E_{1\Gamma}=\frac{k|Q_1|}{r_1^2} \Rightarrow E_{1\Gamma}=\frac{9\cdot10^9\cdot6\cdot10^{-6}}{(3\cdot10^{-2})^2} \Rightarrow \mathbf{E_{1\Gamma} = 6\cdot10^7\ N/C}.$$

Το δυναμικό δίνεται από τη σχέση:

$$V_{1\Gamma}=\frac{k|Q_1|}{r_1} \Rightarrow V_{1\Gamma}=\frac{9\cdot10^9\cdot6\cdot10^{-6}}{3\cdot10^{-2}} \Rightarrow \mathbf{V_{1\Gamma} = 18\cdot10^5\ V}.$$



β. $F = \frac{k|Q_1Q_2|}{r^2} = \frac{9\cdot10^9\cdot6\cdot10^{-6}\cdot5\cdot10^{-6}}{(5\cdot10^{-2})^2} \Rightarrow$ **F = 108 N**.



Η κατεύθυνση φαίνεται στο σχήμα.

γ. Το τρίγωνο είναι ορθογώνιο, άρα ισχύει:

$r^2 = r_1^2 + r_2^2 \Rightarrow r_2 = \sqrt{r^2 - r_1^2} \Rightarrow$ **r_2 = 4 cm.**

Το δυναμικό που δημιουργεί το φορτίο Q_2 στο Γ είναι:

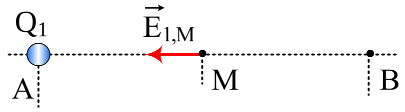
$V_{2\Gamma} = \frac{kQ_2}{r_2} \Rightarrow V_{2\Gamma} = \frac{9\cdot10^9\cdot(-5\cdot10^{-6})}{4\cdot10^{-2}} \Rightarrow$ **$V_{2\Gamma} = -11{,}25\cdot10^5$ V.**

Συνεπώς $V_\Gamma = V_{1\Gamma} + V_{2\Gamma} \Rightarrow$ **$V_\Gamma = 6{,}75\cdot10^5$ V.**

δ. Το έργο της δύναμης του πεδίου δίνεται από τη σχέση: $W = q(V_\Gamma - V_\infty) = q\,V_\Gamma \Rightarrow$ **W = 0,675 J.**

ΘΕΜΑ Δ

α. Διαιρώ το μέτρο της έντασης με το μέτρο του δυναμικού:



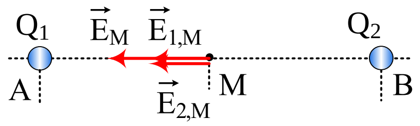
$$\frac{E_{1M}}{|V_{1M}|} = \frac{\frac{k|Q_1|}{r_1^2}}{\frac{k|Q_1|}{r_1}} = \frac{1}{r_1} \Rightarrow r_1 = \frac{|V_{1M}|}{E_{1M}} \Rightarrow \mathbf{r_1 = 3\cdot10^{-2}\ m}$$

$$V_{1M} = \frac{kQ_1}{r_1} \Rightarrow Q_1 = \frac{V_{1M}r_1}{k} \Rightarrow Q_1 = \frac{-6\cdot10^5\cdot3\cdot10^{-2}}{9\cdot10^9}\,C \Rightarrow \mathbf{Q_1 = -2\cdot10^{-6}\ C.}$$

β. Για το δυναμικό ισχύει: $V_M = 0 \Rightarrow V_{1M} + V_{2M} = 0 \Rightarrow \frac{kQ_1}{r_1} + \frac{kQ_2}{r_2} = 0 \Rightarrow Q_1 = -Q_2 \Rightarrow$ **$Q_2 = 2\cdot10^{-6}$ C.**

Εφόσον $|Q_1| = |Q_2|$ και $r_1 = r_2$ το Q_2 θα δημιουργεί στο μέσο ένταση ίδιου μέτρου $E_{2M} = 2\cdot10^7$ N/C.

Οι εντάσεις $\vec{E}_{1M}, \vec{E}_{2M}$ είναι ομόρροπες όπως φαίνεται στο σχήμα άρα η συνισταμένη είναι:



$E_M = E_{1M} + E_{2M} \Rightarrow$ **$E_M = 4\cdot10^7$ N/C.**

γ. Αφού στο μέσο έχω $V_M = 0 \Rightarrow qV_M = 0 \Rightarrow U_M = 0$.

$$W_{F_{\eta\lambda}} = -\Delta U_{MK} = U_K - U_M \Rightarrow W_{F_{\eta\lambda}} = -2\cdot10^{-5}\ J.$$

Άρα το απαιτούμενο έργο είναι **$W_{\alpha\pi} = 2\cdot10^{-5}$ J.**

δ. Κάθε σημείο της μεσοκαθέτου απέχει ίσες αποστάσεις από τα Q_1, Q_2. Τα φορτία Q_1, Q_2 είναι αντίθετα άρα σε κάθε σημείο της μεσοκαθέτου δημιουργούν αντίθετα δυναμικά, συνεπώς το δυναμικό σε όλα τα σημεία της μεσοκαθέτου είναι μηδέν. Άρα κάθε φορτίο πάνω στη μεσοκάθετο έχει δυναμικό μηδέν και κατά συνέπεια και δυναμική ενέργεια. Άρα το Κ δεν ανήκει στη μεσοκάθετο.