

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά φορτία $q_1 = 1 \mu\text{C}$, $q_2 = -4 \mu\text{C}$ συγκρατούνται ακίνητα στο κενό, σε απόσταση $r = 3 \text{ m}$ μεταξύ τους. Αν $k_{\eta\lambda} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$, να υπολογίσετε:

4.1. το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το ένα σημειακό φορτίο στο άλλο.

Μονάδες 6

4.2. το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργεί το σημειακό φορτίο q_2 στο σημείο που βρίσκεται το σημειακό φορτίο q_1 .

Μονάδες 6

4.3. το έργο της δύναμης του ηλεκτροστατικού πεδίου κατά τη μετακίνηση του σημειακού φορτίου q_1 από τη θέση που βρίσκεται αρχικά, μέχρι το άπειρο, ενώ το σημειακό φορτίο q_2 διατηρείται ακίνητο στην αρχική του θέση.

Μονάδες 6

4.4. το σημείο της ευθείας που ενώνει τα δύο σημειακά φορτία q_1 και q_2 , όταν αυτά ήταν ακίνητα στις αρχικές τους θέσεις, στο οποίο μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα τρίτο σημειακό φορτίο q_3 και αυτό να ισορροπεί.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Εφαρμόζοντας τον νόμο του Coulomb: $F = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$

Μονάδες 6

4.2. Ισχύει: $E = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|q_2|}{r^2} = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}.$

Μονάδες 6

4.3. Ισχύει: $W = q_1 \cdot (V_1 - V_\infty) = q_1 \cdot V_1 = q_1 \cdot k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_2}{r} = -1,2 \cdot 10^{-2} \text{ J}.$

Μονάδες 6

4.4. Για να ισορροπεί το σημειακό φορτίο q_3 , δηλαδή για να του ασκείται μηδενική συνισταμένη ηλεκτρική δύναμη, θα πρέπει στο σημείο που θα τοποθετηθεί, η συνισταμένη ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου που παράγουν τα σημειακά φορτία q_1 και q_2 , να είναι μηδενική. Τα σημειακά φορτία q_1 και q_2 είναι ετερόσημα, οπότε η συνισταμένη ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου θα μηδενίζεται σε σημείο της ευθείας που διέρχεται από τα δύο φορτία q_1 και q_2 και μάλιστα το σημείο αυτό θα βρίσκεται εκτός του ευθυγράμμου τμήματος που ορίζουν τα σημειακά φορτία και πλησιέστερα προς το μικρότερο κατ' απόλυτη τιμή σημειακό φορτίο, δηλαδή το σημειακό φορτίο q_1 . Αν x είναι η απόσταση που απέχει το ζητούμενο σημείο από το σημειακό φορτίο q_1 , τότε:

$$E_1 = E_2, \quad k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|q_1|}{x^2} = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|q_2|}{(r+x)^2}, \quad \frac{1}{x^2} = \frac{4}{(r+x)^2}, \quad \frac{1}{x} = \frac{2}{r+x}, \quad x = r, \quad x = 3 \text{ m}.$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 4 \, \Omega$, είναι παράλληλα συνδεδεμένοι, ενώ ένας τρίτος αντιστάτης, αντίστασης $R_3 = 5 \, \Omega$, είναι συνδεδεμένος σε σειρά με το σύστημα των δύο αυτών αντιστατών. Το σύστημα των τριών αντιστατών τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E} = 24 \, V$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \, \Omega$.

4.1. Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Μονάδες 4

4.2. Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την ισχύ που παρέχει η πηγή σε όλο το κύκλωμα.

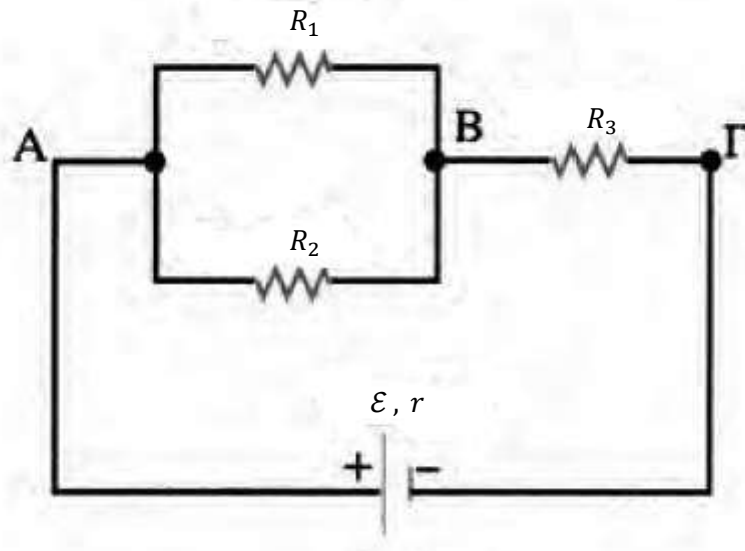
Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ στον αντιστάτη αντίστασης R_1 .

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Μονάδες 4

4.2. Ισχύει: $R_{ολ}^{\varepsilon\xi} = R_{1,2} + R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = 7 \Omega$.

Μονάδες 6

4.3. Ισχύει: $I_{ολ} = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}^{\varepsilon\xi} + r} = 3 A$ και $P_{ολ} = \mathcal{E} \cdot I_{ολ} = 72 W$.

Μονάδες 7

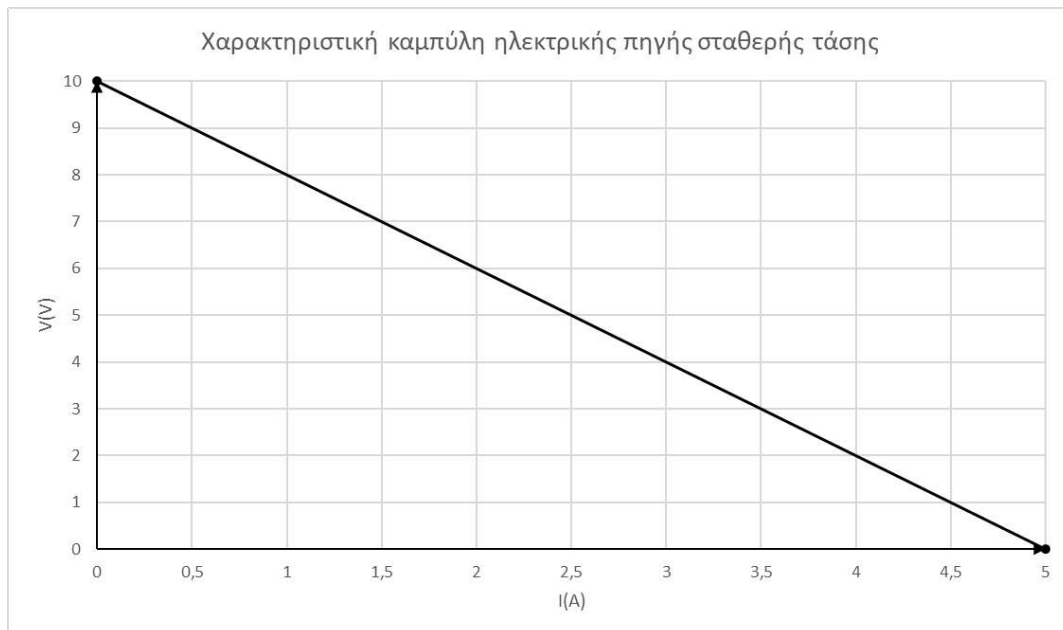
4.4. Ισχύουν: $I_{1,2} = I_3 = I_{ολ} = 3 A$, $V_{1,2} = I_{1,2} \cdot R_{1,2} = I_{1,2} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 6 V$

$V_1 = V_2 = V_{1,2} = 6 V$ και $P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = 9 W$.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

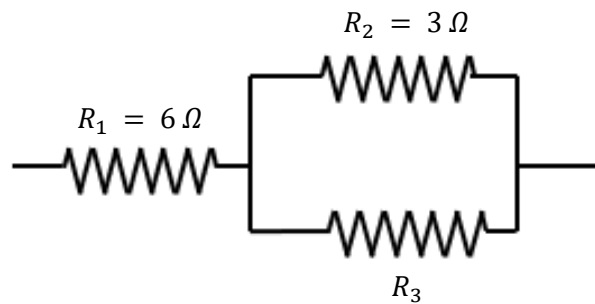
Η χαρακτηριστική καμπύλη μιας ηλεκτρικής πηγής συνεχούς τάσης δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί, όπου V είναι η πολική τάση της πηγής και I η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει.



4.1. Να υπολογισθεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ και η εσωτερική αντίσταση r της πηγής.

Μονάδες 6

Η ηλεκτρική αυτή πηγή τροφοδοτεί το παρακάτω σύστημα αντιστάτων:



και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 1\text{ A}$.

4.2. Ποια θα είναι η πολική τάση V της πηγής;

Μονάδες 5

4.3. Να υπολογίσετε την αντίσταση R_3 του αντιστάτη του παραπάνω συστήματος.

Μονάδες 8

4.4. Να υπολογίσετε το λόγο του ρυθμού μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική από τον αντιστάτη αντίστασης R_2 , προς το ρυθμό μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμική από τον αντιστάτη αντίστασης R_3 .

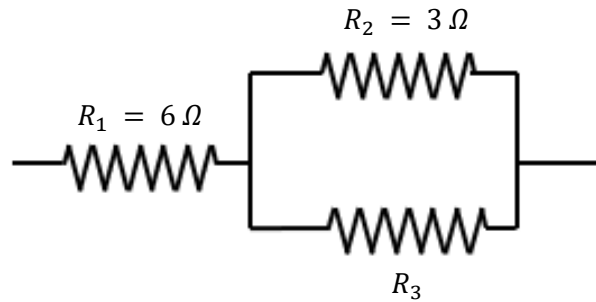
Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1. Ισχύει: $V = \mathcal{E} - I \cdot r$. Για $I = 0$ ισχύει: $V = \mathcal{E} = 10 \text{ V}$. Για $V = 0$ ισχύει:
 $I = \frac{\mathcal{E}}{r} = 5 \text{ A}$, $r = \frac{\mathcal{E}}{I} = 2 \Omega$.

Μονάδες 6

4.2. Ισχύει: $V = \mathcal{E} - I \cdot r = 8 \text{ V}$.

**Μονάδες 5**

4.3. Ισχύει: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda}^{\epsilon\xi} + r}$, $R_{o\lambda}^{\epsilon\xi} = \frac{\mathcal{E}}{I} - r = 8 \Omega$. $R_{o\lambda}^{\epsilon\xi} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$, $R_3 = 6 \Omega$.

Μονάδες 8

4.4.

$$\frac{\text{Ρυθμός μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα στον αντιστάτη αντίστασης } R_2}{\text{Ρυθμός μετατροπής ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα στον αντιστάτη αντίστασης } R_3} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{\frac{V_{2,3}^2}{R_2}}{\frac{V_{2,3}^2}{R_3}} = \frac{R_3}{R_2} = 2.$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο θετικά σημειακά ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 είναι ακίνητα και βρίσκονται σε απόσταση r_1 . Η δύναμη με την οποία αλληλεπιδρούν έχει μέτρο F_1 . Μετακινούμε το ηλεκτρικό φορτίο q_2 μέχρι τα δύο ηλεκτρικά φορτία να βρεθούν σε απόσταση $r_2 = 2r_1$. Η δύναμη με την οποία αλληλεπιδρούν τώρα τα δύο ηλεκτρικά φορτία έχει μέτρο F_2 . Για τα μέτρα των δύο δυνάμεων θα ισχύει:

(α) $F_1 = F_2$

(β) $F_1 = 4F_2$

(γ) $F_2 = 4F_1$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

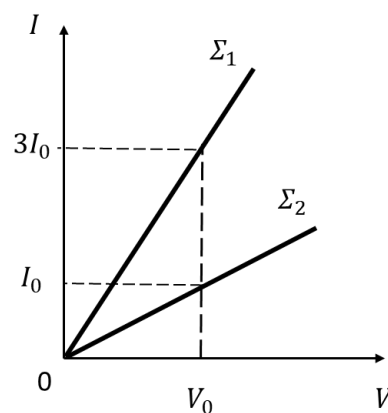
Μονάδες 8

2.2. Στο διπλανό σχήμα έχει παρασταθεί γραφικά, για δύο χάλκινα σύρματα Σ_1 και Σ_2 , η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που τα διαρρέει, σε συνάρτηση με την ηλεκτρική τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα τους. Τα δύο χάλκινα σύρματα έχουν το ίδιο μήκος ℓ . Για τα εμβαδά διατομής S_1 και S_2 των δύο συρμάτων θα ισχύει:

(α) $S_1 = 3S_2$

(β) $S_2 = 3S_1$

(γ) $S_1 = S_2$



2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Σύμφωνα με το νόμο Coulomb:

$$F_1 = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r_1^2} \quad (1) \quad \text{και} \quad F_2 = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r_2^2} \quad (2)$$

Όμως, $r_2 = 2r_1$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι $F_1 = 4F_2$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Σύμφωνα με το νόμο Ohm και λαμβάνοντας υπόψη το διάγραμμα:

$$R_1 = \frac{V_0}{3I_0} \quad (1) \quad \text{και} \quad R_2 = \frac{V_0}{I_0} \quad (2)$$

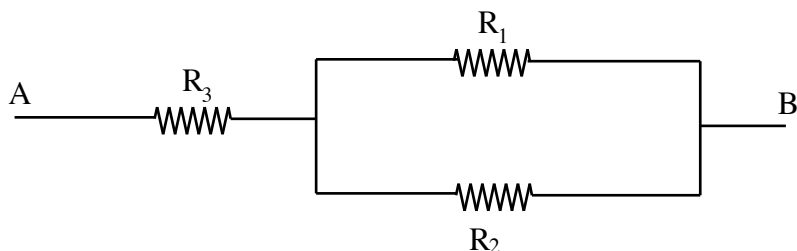
Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι $R_2 = 3R_1 \Rightarrow \rho \frac{\ell}{s_2} = 3\rho \frac{\ell}{s_1} \Rightarrow s_1 = 3s_2$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

Στο παρακάτω κύκλωμα εικονίζεται μια συνδεσμολογία αντιστάσεων της οποίας τα άκρα Α, Β συνδέονται στους πόλους μιας ηλεκτρικής πηγής.



Η αντίσταση R_1 και η αντίσταση R_3 είναι συνδεδεμένες:

(α) Σε σειρά

(β) Παράλληλα.

(γ) Ούτε σε σειρά, ούτε παράλληλα.

2.1.A. Να επιλέξετε την απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 είναι ακίνητα, βρίσκονται σε απόσταση r_1 και αλληλεπιδρούν με δύναμη μέτρου F_1 . Αν διπλασιάσουμε κάθε ηλεκτρικό φορτίο ($q'_1 = 2q_1$ και $q'_2 = 2q_2$) και ταυτόχρονα διπλασιάσουμε τη μεταξύ τους απόσταση έτσι ώστε $r_2 = 2r_1$, η δύναμη $\vec{F}_2$ με την οποία αλληλεπιδρούν θα έχει μέτρο:

(α) $F_2 = F_1$

(β) $F_2 = \frac{F_1}{4}$

(γ) $F_2 = 4F_1$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι αντιστάσεις R_1 και R_3 δεν είναι συνδεδεμένες σε σειρά γιατί δεν διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα. Επίσης, δεν είναι συνδεδεμένες παράλληλα γιατί δεν έχουν κοινά άκρα άρα δεν έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Σύμφωνα με το νόμο Coulomb:

$$F_1 = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r_1^2} \quad (1) \quad \text{και} \quad F_2 = k \frac{|q'_1 \cdot q'_2|}{r_2^2} \quad (2)$$

Όμως, $r_2 = 2r_1$, $q'_1 = 2q_1$, $q'_2 = 2q_2$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι $F_2 = F_1$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο θετικά σημειακά ηλεκτρικά φορτία $q_1 = q$ και $q_2 = 4q$ είναι ακίνητα στα σημεία Α και Β αντίστοιχα. Το σημείο Γ του ευθυγράμμου τμήματος (ΑΒ) στο οποίο η συνολική ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου των δύο φορτίων είναι μηδέν απέχει από το σημείο Α απόσταση:

(α) $(A\Gamma) = \frac{(AB)}{2}$

(β) $(A\Gamma) = \frac{(AB)}{3}$

(γ) $(A\Gamma) = \frac{(AB)}{4}$

2.1.Α. Να επιλέξετε την απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

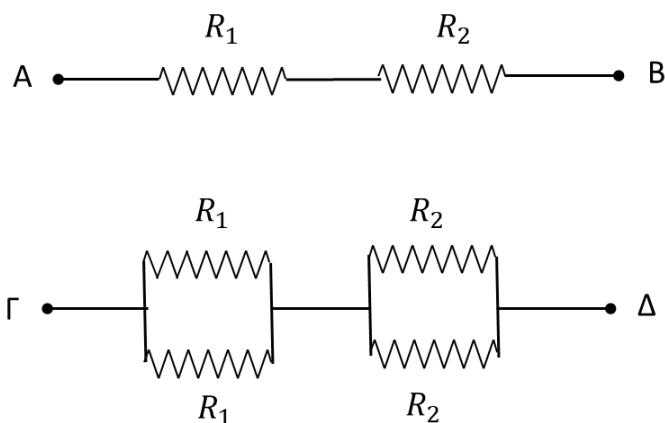
Μονάδες 8

2.2. Η ισοδύναμη αντίσταση των δύο αντιστατών R_1 και R_2 ανάμεσα στους ακροδέκτες Α και Β είναι R_{AB} . Η ισοδύναμη αντίσταση των τεσσάρων αντιστατών, των δύο R_1 και των δύο R_2 , ανάμεσα στους ακροδέκτες Γ και Δ είναι $R_{\Gamma\Delta}$. Η σχέση που συνδέει τις δύο ισοδύναμες αντιστάσεις είναι:

(α) $R_{AB} = 2R_{\Gamma\Delta}$

(β) $R_{\Gamma\Delta} = 2R_{AB}$

(γ) $R_{\Gamma\Delta} = R_{AB}$



2.2.Α. Να επιλέξετε την απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.Β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η συνολική ένταση στο σημείο Γ είναι μηδέν. Οι δύο συνιστώσες της έντασης $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$ που οφείλονται στα δύο ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 αντίστοιχα είναι αντίθετες, άρα έχουν ίσα μέτρα, δηλαδή:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{|q_1|}{(AG)^2} = k \frac{|q_2|}{(GB)^2} \Rightarrow k \frac{|q|}{(AG)^2} = k \frac{4|q|}{(GB)^2} \Rightarrow (GB)^2 = 4(AG)^2 \Rightarrow (GB) = 2(AG)$$

$$\text{Όμως, } (AB) = (AG) + (GB) \Rightarrow (AB) = (AG) + 2(AG) \Rightarrow (AB) = 3(AG) \Rightarrow (AG) = \frac{(AB)}{3}$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Μεταξύ των ακροδεκτών Α και Β: Οι δύο αντιστάτες R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, επομένως:

$$R_{AB} = R_1 + R_2$$

Μεταξύ των ακροδεκτών Γ και Δ:

Οι δύο αντιστάτες R_1 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα και η ισοδύναμη αντίσταση τους είναι ίση με:

$$R'_1 = \frac{R_1}{2}$$

Οι δύο αντιστάτες R_2 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα και η ισοδύναμη αντίσταση τους είναι ίση με:

$$R'_2 = \frac{R_2}{2}$$

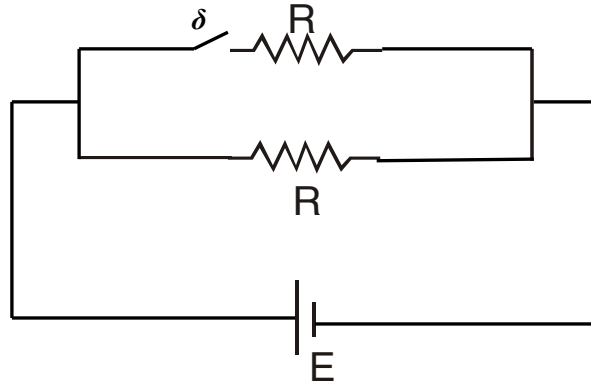
Οι ισοδύναμοι αντιστάτες R'_1 και R'_2 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, επομένως:

$$R_{\Gamma\Delta} = R'_1 + R'_2 \Rightarrow R_{\Gamma\Delta} = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} \Rightarrow R_{\Gamma\Delta} = \frac{R_1 + R_2}{2} \Rightarrow R_{\Gamma\Delta} = \frac{R_{AB}}{2} \Rightarrow R_{AB} = 2R_{\Gamma\Delta}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και μηδενικής εσωτερικής αντίστασης ($r = 0$). Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός, στο εξωτερικό κύκλωμα καταναλώνεται ισχύς P_1 . Αν κλείσουμε το διακόπτη η ισχύς που θα καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα είναι ίση με P_2 .



Για τις τιμές της ισχύος που καταναλώνονται από το εξωτερικό κύκλωμα στις δύο περιπτώσεις ισχύει :

$$(\alpha) P_1 = 2 \cdot P_2 \quad , \quad (\beta) P_1 = P_2 \quad , \quad (\gamma) P_1 = \frac{P_2}{2}$$

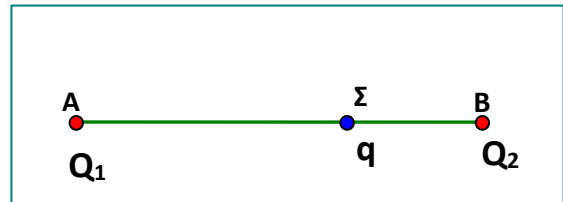
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο αρνητικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 είναι στερεωμένα ακλόνητα σε σημεία A και B αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Σε σημείο Σ του ευθύγραμμου τμήματος AB ισορροπεί ακίνητο ένα τρίτο σωματίδιο με θετικό ηλεκτρικό φορτίο q , εξαιτίας της



δράσης δυνάμεων Coulomb που δέχεται από τα φορτισμένα σωματίδια, που είναι τοποθετημένα στα A και B. Αν $r_1 = (A\Sigma)$ και $r_2 = (\Sigma B)$ είναι οι αποστάσεις του σημείου Σ από τα A και B αντίστοιχα, τότε ισχύει η σχέση:

$$(\alpha) \frac{|Q_1|}{|Q_2|} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} \quad , \quad (\beta) \sqrt{\frac{|Q_1|}{|Q_2|}} = \frac{r_1}{r_2} \quad , \quad (\gamma) \frac{|Q_1|}{|Q_2|} = \frac{r_2}{r_1}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ).

Μονάδες 4

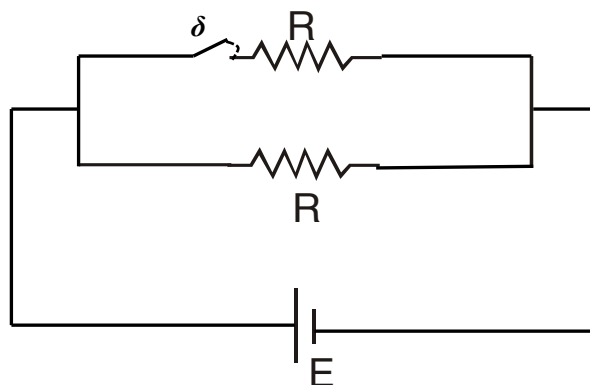
2.1.B.

Όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος είναι R και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I που δίνεται από το νόμο του Ohm:

$$I = \frac{E}{R}$$

Στο εξωτερικό κύκλωμα καταναλώνεται ισχύς P_1 ίση με:

$$P_1 = I^2 \cdot R = \frac{E^2}{R^2} \cdot R = \frac{E^2}{R} \quad (1)$$



Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος υπολογίζεται από την εφαρμογή της σχέσης που διέπει την παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = \frac{R}{2}$$

Στο εξωτερικό κύκλωμα καταναλώνεται ισχύς P_2 ίση με:

$$P_2 = \frac{E^2}{R_{ολ}} = \frac{E^2}{\frac{R}{2}} = \frac{2 \cdot E^2}{R} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει το ζητούμενο:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2} \quad \text{ή} \quad P_1 = \frac{P_2}{2}$$

Μονάδες 8

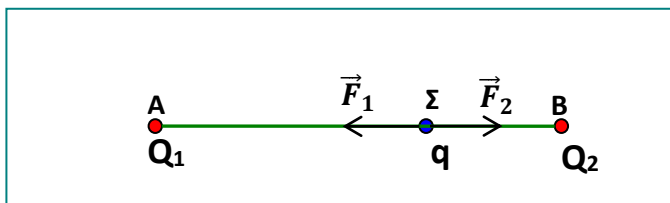
2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β).

Μονάδες 4

2.2.B.

Τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια με ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 έλκουν το τρίτο σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο q , με δυνάμεις $\vec{F}_1$ και $\vec{F}_2$ αντίστοιχα, οι



κατευθύνσεις των οποίων φαίνονται στο σχήμα. Εφόσον το σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο q ισορροπεί ακίνητο οι δυνάμεις που του ασκούνται θα ικανοποιούν τον 1^ο νόμο του Newton:

$\Sigma \vec{F} = 0$ και λαμβάνοντας ως θετική τη φορά της $\vec{F}_1$:

$$F_1 - F_2 = 0 \text{ ή } k \cdot \frac{|Q_1 \cdot q|}{r_1^2} = k \cdot \frac{|Q_2 \cdot q|}{r_2^2} \text{ ή } \frac{|Q_1|}{|Q_2|} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \text{ ή } \sqrt{\frac{|Q_1|}{|Q_2|}} = \frac{r_1}{r_2}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Διαθέτουμε δύο όμοιους λαμπτήρες A και B. Κατασκευάζουμε ένα κύκλωμα, όπου οι λαμπτήρες A και B συνδέονται παράλληλα. Η συνδεσμολογία είναι συνδεδεμένη με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης r .

2.1.A. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα που περιγράφεται παραπάνω.

Μονάδες 2

Θεωρώντας ότι οι λαμπτήρες υπακούουν στο νόμο του Ohm και ότι η ισχύς που καταναλώνει ένας λαμπτήρας είναι ανάλογη με τη φωτοβολία του, να προβλέψετε τι από τα παρακάτω θα συμβεί με τη φωτοβολία του A, αν καταστραφεί ο λαμπτήρας B (με αποτέλεσμα να μην διαρρέεται από ρεύμα):

(α) Θα μειωθεί.

(β) Θα αυξηθεί.

(γ) Θα παραμείνει η ίδια.

2.1.B. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

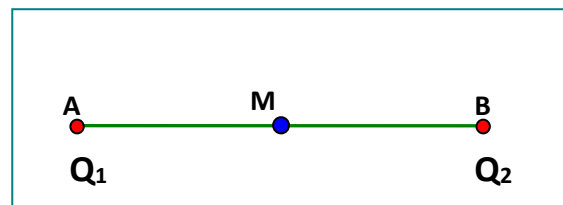
Μονάδες 3

2.1.Γ. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

2.2.

Στο σχήμα απεικονίζονται δύο ακλόνητα στερεωμένα σημειακά σφαιρίδια θετικά φορτισμένα, για τα οποία ισχύει $Q_1 = 4 \cdot Q_2$. Τα σφαιρίδια είναι τοποθετημένα σε σημεία A και B αντίστοιχα.



Στο μέσο M του ευθύγραμμου τμήματος AB για τα μέτρα των εντάσεων $E_{1,M}$, $E_{2,M}$ των ηλεκτρικών πεδίων που έχουν ως πηγή το σφαιρίδιο με ηλεκτρικό φορτίο Q_1 και το σφαιρίδιο με ηλεκτρικό φορτίο Q_2 αντίστοιχα ισχύει:

$$(\alpha) E_{1,M} = E_{2,M} \quad , \quad (\beta) E_{1,M} = \frac{1}{4} \cdot E_{2,M} \quad , \quad (\gamma) E_{1,M} = 4 \cdot E_{2,M}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

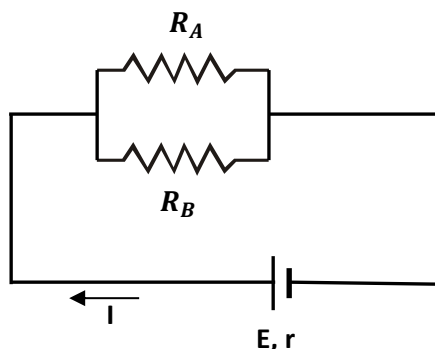
Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.A.



Μονάδες 2

2.1.B. Σωστή απάντηση η (γ).

Μονάδες 3

2.1.Γ.

Εφόσον οι λαμπτήρες είναι όμοιοι, για τις αντιστάσεις τους ισχύει: $R_A = R_B = R$

Πριν καταστραφεί ο λαμπτήρας Β η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος υπολογίζεται ως εξής:

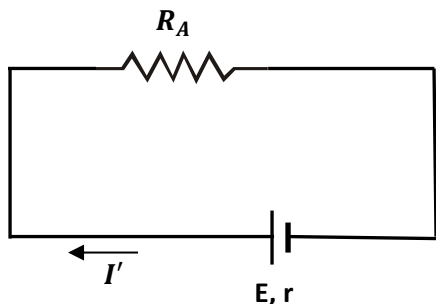
Η ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$ των R_A και R_B που είναι συνδεδεμένες παράλληλα είναι:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} = \frac{2}{R} \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = \frac{R}{2}$$

Οι αντιστάσεις των λαμπτήρων Α και Β έχουν στα άκρα τους κοινή τάση (εφόσον είναι συνδεδεμένες παράλληλα) η οποία είναι ίση με την ΗΕΔ της πηγής Ε. Οπότε η ισχύς που καταναλώνει ο λαμπτήρας Α είναι:

$$P_A = \frac{E^2}{R} \quad (1)$$

Όταν ο λαμπτήρας Β καταστραφεί η αντίσταση του λαμπτήρα Α, R_A είναι η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος $R_{ολ}'$:



$$R_{ολ} = R_A = R$$

Η αντίσταση του λαμπτήρα Α, R_A διαρρέεται από ρεύμα έντασης I' που υπολογίζεται από το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα:

$$I' = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{R}$$

Και η ισχύς που καταναλώνει είναι: $P_A' = I'^2 \cdot R = \frac{E^2}{R} \quad (2)$

Συγκρίνοντας τις (1) και (2) παρατηρούμε ότι $P_A = P_A'$. Άρα η φωτοβολία του λαμπτήρα Α δεν αλλάζει.

Μονάδες 7

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο, σε ένα σημείο του πεδίου, έχει φορά προς το σωματίδιο-πηγή αν αυτό είναι αρνητικά φορτισμένο και αντίθετη αν είναι

θετικά φορτισμένο. Η φορά της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου δεν εξαρτάται από την ύπαρξη ή μη οποιουδήποτε είδους δοκιμαστικού φορτίου στο σημείο. Άρα η κατεύθυνση της έντασης $\vec{E}_{1,M}$ του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από το φορτισμένο σωματίδιο πηγή με φορτίο Q_1 και η κατεύθυνση της έντασης $\vec{E}_{2,M}$ του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από το φορτισμένο σωματίδιο πηγή με φορτίο Q_2 , στο σημείο M, φαίνονται στο σχήμα και έχουν μέτρα:

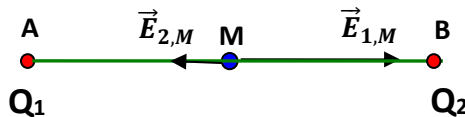
$$E_{1,M} = k \cdot \frac{|Q_1|}{(AM)^2} = k \cdot \frac{4 \cdot |Q_2|}{(AM)^2} \quad (1) \text{ και}$$

$$E_{2,M} = k \cdot \frac{|Q_2|}{(MB)^2} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις (1) και δύο κατά μέλη εφόσον $(AM) = (MB)$, παίρνουμε:

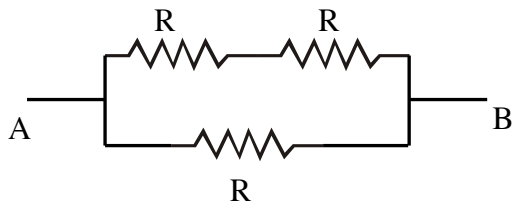
$$\frac{E_{1,M}}{E_{2,M}} = 4 \text{ ή } E_{1,M} = 4 \cdot E_{2,M}$$

Μονάδες 9

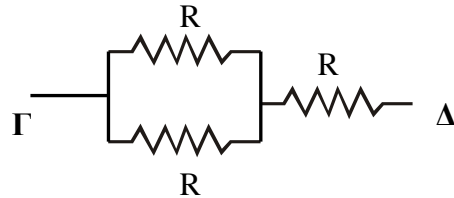


ΘΕΜΑ 2

2.1. Στο παρακάτω σχήμα εικονίζονται δύο συστοιχίες αντιστάσεων (συστοιχία λέμε ένα σύστημα αντιστάσεων), που αποτελούνται από όμοιες αντιστάσεις R . Αν συνδεθεί η συστοιχία (1) στα σημεία Α και Β με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης ($r = 0$) το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 , ενώ αν συνδεθεί η συστοιχία (2) στα σημεία Γ και Δ με ηλεκτρική πηγή όμοια με αυτήν που συνδέουμε την συστοιχία (1), το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 .



Συστοιχία (1)



Συστοιχία (2)

Για τις τιμές των εντάσεων του ρεύματος στις δύο περιπτώσεις ισχύει :

$$(\alpha) I_1 > I_2 \quad , \quad (\beta) I_1 = I_2 \quad , \quad (\gamma) I_1 < I_2$$

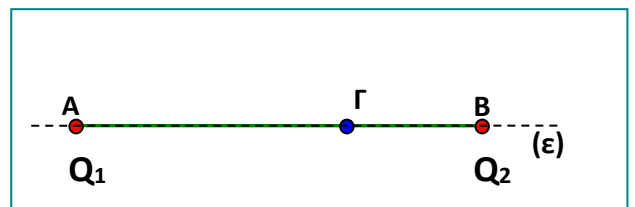
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στο σχήμα απεικονίζονται δύο θετικά φορτισμένα σφαιρίδια με ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 που είναι ακλόνητα στερεωμένα σε σημεία Α και Β αντίστοιχα, μίας ευθείας (ε). Τα σωματίδια απέχουν απόσταση r . Αν στο σημείο Γ που απέχει $r_1 = \frac{3 \cdot r}{4}$ από το σημείο Α,



τοποθετηθεί τρίτο σωματίδιο με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο q παρατηρούμε ότι ισορροπεί ακίνητο.

Για τα φορτία Q_1 και Q_2 ισχύει :

$$(\alpha) Q_1 = 3 \cdot Q_2 \quad , \quad (\beta) Q_1 = 9 \cdot Q_2 \quad , \quad (\gamma) Q_1 = 6 \cdot Q_2$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α).

Μονάδες 4

2.1.B.

Κύκλωμα (1): Συνδέουμε την συστοιχία (1) με πηγή συνεχούς τάσης με ΗΕΔ E και αμελητέα εσωτερική αντίσταση r όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος υπολογίζεται ως εξής:

Η ισοδύναμη αντίσταση των αντιστάσεων του κλάδου AZB που είναι συνδεδεμένες σε σειρά είναι:

$$R_{AZB} = R + R = 2 \cdot R$$

Όμοια αντίσταση R συνδέεται παράλληλα με την R_{AZB} και η ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$ του κυκλώματος θα είναι:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{2 \cdot R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{2 \cdot R} \quad \text{ή} \quad R_{ολ} = \frac{2 \cdot R}{3}$$

Η ένταση του ρεύματος I_1 υπολογίζεται από το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα:

$$I_1 = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{\frac{2 \cdot R}{3}} = \frac{3 \cdot E}{2 \cdot R} \quad (1)$$

Κύκλωμα (2): Συνδέουμε την συστοιχία (2) με πηγή συνεχούς τάσης με ΗΕΔ E και αμελητέα εσωτερική αντίσταση r όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος υπολογίζεται ως εξής:

Η ισοδύναμη αντίσταση $R_{//}$ των αντιστάσεων που είναι συνδεδεμένες παράλληλα είναι:

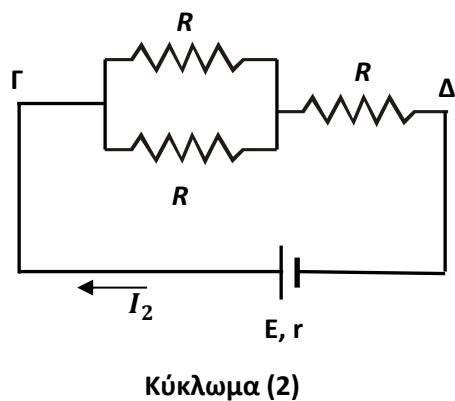
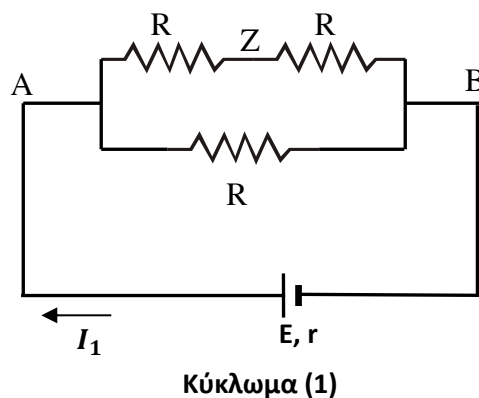
$$\frac{1}{R_{//}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \quad \text{ή} \quad R_{//} = \frac{R}{2}$$

Όμοια αντίσταση R συνδέεται σε σειρά με την $R_{//}$ και η ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$ του κυκλώματος θα είναι:

$$R_{ολ} = R_{//} + R = \frac{3 \cdot R}{2}$$

Η ένταση του ρεύματος I_2 υπολογίζεται από το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα:

$$I_2 = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{\frac{3 \cdot R}{2}} = \frac{2 \cdot E}{3 \cdot R} \quad (2)$$



Συγκρίνοντας τις (1) και (2) προκύπτει ότι $I_1 > I_2$.

Μονάδες 8

Παρατήρηση: Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει η ακριβής σχέση των εντάσεων του ρεύματος στα δύο κυκλώματα:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{3 \cdot E}{2 \cdot R}}{\frac{2 \cdot E}{3 \cdot R}} = \frac{9}{4} \text{ ή } I_1 = \frac{9}{4} \cdot I_2$$

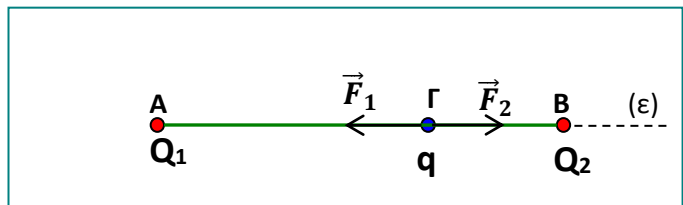
2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β).

Μονάδες 4

2.2.B.

Τα θετικά φορτισμένα σωματίδια με ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 έλκουν το αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο q , με δυνάμεις $\vec{F}_1$ και $\vec{F}_2$ αντίστοιχα, οι κατευθύνσεις των οποίων φαίνονται στο σχήμα.



Ισχύει ότι $r_1 = \frac{3 \cdot r}{4} = (A\Gamma)$ και $r_2 = \frac{r}{4} = (\Gamma B)$. Εφόσον το σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο q ισορροπεί ακίνητο οι δυνάμεις που του ασκούνται θα ικανοποιούν τον 1^ο νόμο του Newton:

$\sum \vec{F} = 0$ και λαμβάνοντας ως θετική τη φορά της $\vec{F}_1$:

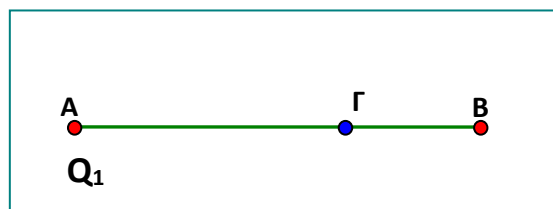
$$F_1 - F_2 = 0 \text{ ή } k \cdot \frac{|Q_1 \cdot q|}{r_1^2} = k \cdot \frac{|Q_2 \cdot q|}{r_2^2} \text{ ή } \frac{Q_1}{\frac{9 \cdot r^2}{4}} = \frac{Q_2}{\frac{r^2}{4}} \text{ ή } Q_1 = 9 \cdot Q_2$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Ακίνητο σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο $Q_1 = 12 \cdot 10^{-6} C$ βρίσκεται σε σημείο Α όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

4.1. την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στο σημείο Β που απέχει απόσταση $4cm$ από το σημείο Α.



Μονάδες 7

4.2. το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Γ του ευθύγραμμου τμήματος (AB) που απέχει απόσταση $3cm$ από το σημείο Α.

Μονάδες 6

Στη συνέχεια τοποθετείται στο σημείο Β σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο $Q_2 = 4 \cdot 10^{-6} C$. Να υπολογίσετε:

4.3. την ηλεκτρική δύναμη (μέτρο και κατεύθυνση) που ασκείται μεταξύ των φορτισμένων με φορτία Q_1 και Q_2 , σωματιδίων.

Μονάδες 7

4.4. Να προσδιορίσετε την απόσταση μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων, έτσι ώστε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης να γίνει 16 φορές μικρότερο σε σχέση με το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που υπολογίσατε στο ερώτημα 4.3.

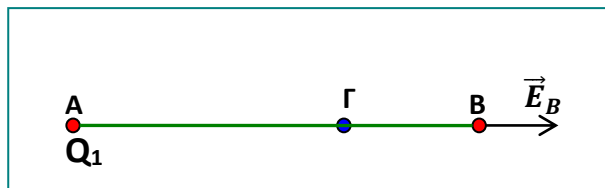
Μονάδες 5

Στον χώρο που βρίσκονται τα φορτισμένα σωματίδια υπάρχει αέρας. Δίδεται η τιμή της ηλεκτρικής σταθεράς στον αέρα $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

ΘΕΜΑ 4

4.1.

Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο, σε ένα σημείο του πεδίου, έχει φορά προς το φορτισμένο σωματίδιο-πηγή αν αυτό είναι



αρνητικά φορτισμένο και αντίθετη αν είναι θετικά φορτισμένο. Η φορά της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου δεν εξαρτάται από την ύπαρξη ή μη οποιουδήποτε είδους φορτισμένου σωματιδίου στο σημείο. Η κατεύθυνση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από το φορτισμένο σωματίδιο πηγή, με φορτίο Q_1 , στο σημείο B, φαίνεται στο σχήμα και έχει μέτρο:

$$E_B = k \cdot \frac{|Q_1|}{(AB)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6}}{16 \cdot 10^{-4}} \text{ N/C} = 6,75 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

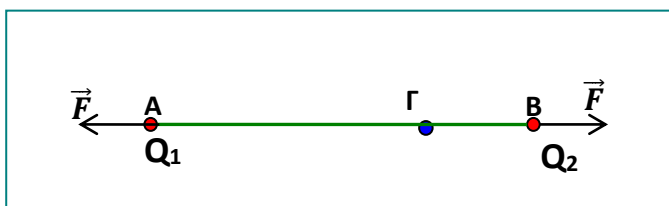
Μονάδες 7

4.2. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Γ του ευθύγραμμου τμήματος (AB) υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_\Gamma = k \cdot \frac{Q_1}{(AG)} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-2}} \text{ V} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ V}.$$

Μονάδες 6

4.3. Τα ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 είναι θετικά φορτισμένα, οπότε η ηλεκτρική δύναμη είναι απωστική και η κατεύθυνση φαίνεται στο σχήμα ενώ το μέτρο της δίνεται από τον νόμο του Coulomb:



$$F = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{(AB)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{16 \cdot 10^{-4}} \text{ N} = 270 \text{ N}$$

Μονάδες 7

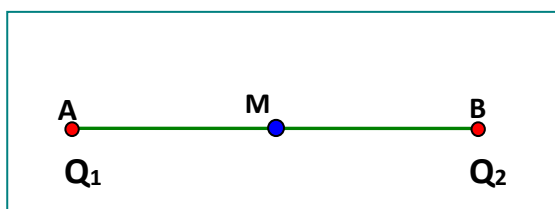
4.4. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων των σωματιδίων, που αλληλεπιδρούν και αντίστροφα ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης. Εφόσον δεν αλλάζουν τα φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 , για να γίνει το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης 16 φορές μικρότερο σε σχέση με το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που υπολογίστηκε στο ερώτημα 4.3. θα πρέπει η απόσταση των σωματιδίων να τετραπλασιαστεί:

$$r = 4 \cdot (AB) = 16 \text{ cm}, \text{ καθώς}$$

$$F' = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{4^2 \cdot (AB)^2} = \frac{F}{16}$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4



Τα σφαιρίδια του σχήματος έχουν αμελητέες διαστάσεις, ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = 1 \mu C$ και $Q_2 = -4 \mu C$ αντίστοιχα και βρίσκονται στις θέσεις A και B. Τα σφαιρίδια είναι στερεωμένα ακλόνητα ενώ δίνεται ότι $(AB) = 6 \text{ cm}$ και ότι

το σημείο M είναι το μέσο του ευθυγράμμου τμήματος (AB) .

4.1. Να σχεδιάσετε την ηλεκτρική δύναμη που ασκείται από το σφαιρίδιο με φορτίο Q_1 στο σφαιρίδιο με φορτίο Q_2 και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 6

Να υπολογίσετε:

4.2. το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο M που δημιουργείται από τα φορτισμένα σφαιρίδια με φορτία Q_1 και Q_2 .

Μονάδες 6

4.3. το μέτρο και να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα φορτισμένα σφαιρίδια με Q_1 και Q_2 στο σημείο M,

Μονάδες 7

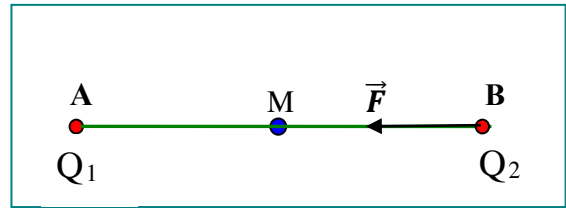
4.4. το μέτρο και να προσδιορίσετε την κατεύθυνση της ηλεκτρικής δύναμης που θα ασκηθεί σε ένα σφαιρίδιο αμελητέων διαστάσεων, με φορτίο $Q = -2 \mu C$, αν αυτό τοποθετηθεί στο σημείο M.

Μονάδες 6

Δίδεται η τιμή της ηλεκτρικής σταθεράς $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

ΘΕΜΑ 4

4.1. Τα σφαιρίδια είναι φορτισμένα με ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 , οπότε η ηλεκτρική δύναμη είναι ελκτική. Στο σχήμα φαίνεται η κατεύθυνση της δύναμης που ασκεί το σφαιρίδιο με φορτίο Q_1 στο σφαιρίδιο με φορτίο Q_2 και το μέτρο της δίνεται από τον νόμο του Coulomb:



$$F = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{(AB)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{36 \cdot 10^{-4}} N = 10 N$$

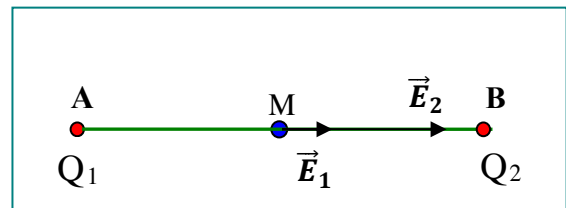
Μονάδες 6

4.2. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσο M του ευθύγραμμου τμήματος (AB) υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_M = k \cdot \frac{Q_1}{(AM)} + k \cdot \frac{Q_2}{(MB)} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-2}} V + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-4 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-2}} V = -9 \cdot 10^5 V.$$

Μονάδες 6

4.3. Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο, σε ένα σημείο του πεδίου, έχει φορά προς το φορτισμένο σωματίδιο-πηγή αν αυτό είναι αρνητικά φορτισμένο και αντίθετη αν είναι θετικά. Η φορά της έντασης του



ηλεκτρικού πεδίου δεν εξαρτάται από την ύπαρξη ή μη οποιουδήποτε είδους φορτισμένου σωματιδίου στο σημείο. Άρα η κατεύθυνση της έντασης $\vec{E}_1$ του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από το φορτισμένο σωματίδιο πηγή με φορτίο Q_1 και η κατεύθυνση της έντασης $\vec{E}_2$ του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από το φορτισμένο σωματίδιο πηγή με φορτίο Q_2 στο σημείο M, φαίνονται στο σχήμα και έχουν μέτρα:

$$E_1 = k \cdot \frac{|Q_1|}{(AM)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-4}} N/C = 1 \cdot 10^7 N/C \text{ και}$$

$$E_2 = k \cdot \frac{|Q_2|}{(MB)^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-4}} N/C = 4 \cdot 10^7 N/C$$

Οπότε αφού τα διανύσματα των εντάσεων στο σημείο M είναι ομόρροπα η ολική ένταση στο σημείο M θα έχει μέτρο:

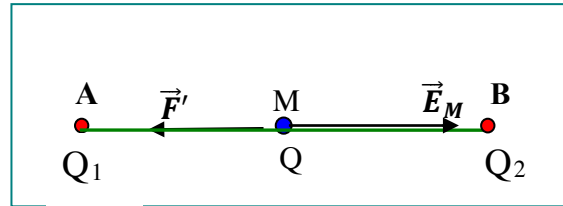
$$E_M = E_1 + E_2 = 5 \cdot 10^7 N/C,$$

και κατεύθυνση προς το σφαιρίδιο με φορτίο Q_2 .

Μονάδες 7

4.4.

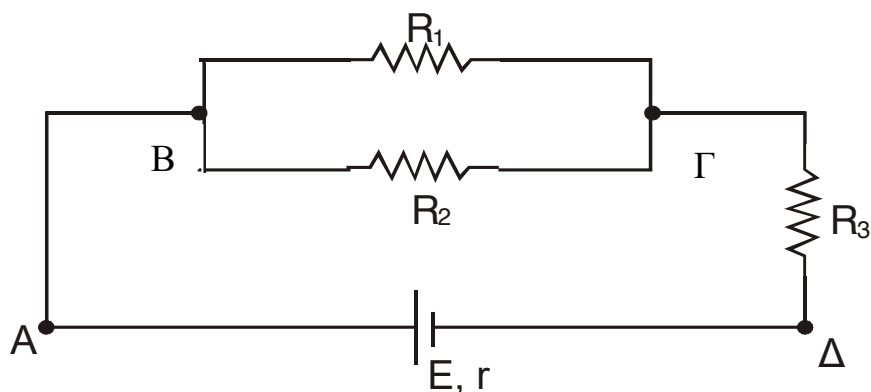
Η δύναμη που θα ασκηθεί σε ένα σφαιρίδιο αμελητέων διαστάσεων, με φορτίο $Q = -2 \mu C$, αν τοποθετηθεί στο σημείο M, του οποίου η ένταση $\vec{E}_M$ υπολογίστηκε παραπάνω, θα έχει μέτρο:



$$F' = E_M \cdot |Q| = 5 \cdot 10^7 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 100N,$$

και κατεύθυνση προς το σφαιρίδιο με φορτίο Q_1 (το σφαιρίδιο με φορτίο Q_1 έλκει το σφαιρίδιο με φορτίο Q και το σφαιρίδιο με φορτίο Q_2 το απωθεί ή εναλλακτικά αφού το δοκιμαστικό φορτίο Q είναι αρνητικό τα διανύσματα $\vec{F}'$ και $\vec{E}_M$ είναι αντίρροπα).

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος που αποτελείται από ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E και εσωτερική αντίσταση $r = 2 \Omega$ και τρεις αντιστάτες με τιμές αντιστάσεων $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$ και $R_3 = 5 \Omega$ αντίστοιχα. Εάν ο αντιστάτης R_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης, $I_1 = 2 A$, να υπολογίσετε:

4.1. την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος,

Μονάδες 6

4.2. την ηλεκτρική τάση $V_{B\Gamma}$,

Μονάδες 6

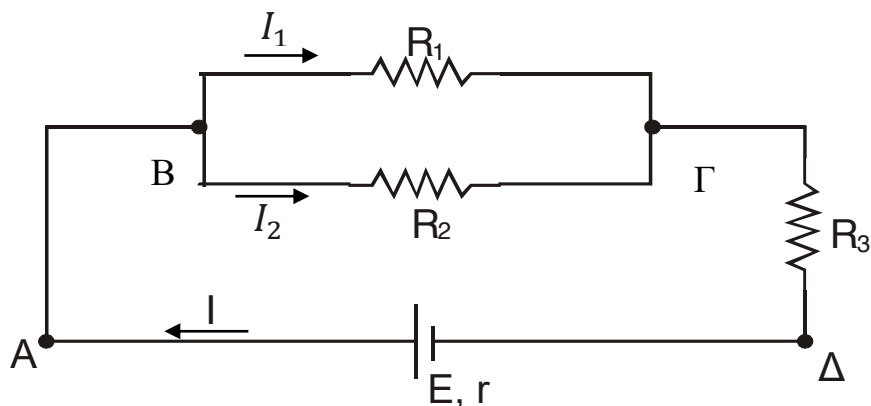
4.3. την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα, σε χρονική διάρκεια μιας ώρας ($\Delta t = 1 h$).

Μονάδες 7

4.4. την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής E .

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4



4.1. Η ισοδύναμη αντίσταση $R_{1,2}$ των R_1 και R_2 που είναι συνδεδεμένες παράλληλα είναι:

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ ή } R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 3 \Omega$$

Η αντίσταση R_3 συνδέεται σε σειρά με τις R_1 και R_2 και η ισοδύναμη αντίσταση $R_{\varepsilon\xi}$ του εξωτερικού κυκλώματος θα είναι:

$$R_{\varepsilon\xi} = R_{1,2} + R_3 = 8 \Omega$$

Μονάδες 6

4.2. Εφόσον ο αντιστάτης με αντίσταση R_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1 = 2 \text{ A}$ η ηλεκτρική τάση $V_{B\Gamma}$, θα είναι:

$$V_{B\Gamma} = I_1 \cdot R_1 = 12 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.3. Ο αντιστάτης με αντίσταση R_2 διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 η τιμή του οποίου υπολογίζεται από το νόμο του Ohm:

$$I_2 = \frac{V_{B\Gamma}}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A}$$

Εφαρμόζοντας τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο B του κυκλώματος υπολογίζεται η ένταση I του κυκλώματος:

$$I = I_1 + I_2 = 4 \text{ A}$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα, σε χρονική διάρκεια μιας ώρας υπολογίζεται από τον νόμο του Joule:

$$Q = I^2 \cdot R_{\varepsilon\xi} \cdot t = 16 \cdot 8 \cdot 1 \text{ Wh} = 128 \text{ Wh} = 128 \cdot 3600 \text{ J} = 460800 \text{ J}$$

Μονάδες 7

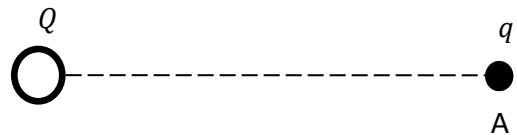
4.4. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη E της πηγής υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{\varepsilon\xi} + r} \text{ ή } E = I \cdot (R_{\varepsilon\xi} + r) = 4 \cdot 10 \text{ V} = 40 \text{ V}$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ακίνητο θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Σε σημείο A του πεδίου τοποθετούμε θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο. Αν σχεδιάσουμε τα διανύσματα της έντασης του ηλεκτρικού



πεδίου στο σημείο A και της δύναμης που θα δεχθεί το φορτίο q στο ίδιο σημείο θα παρατηρούσαμε ότι τα δύο αυτά διανύσματα:

- (α) έχουν την ίδια διεύθυνση και την ίδια φορά.
- (β) έχουν διαφορετική διεύθυνση αλλά την ίδια φορά.
- (γ) έχουν την ίδια διεύθυνση αλλά διαφορετική φορά.

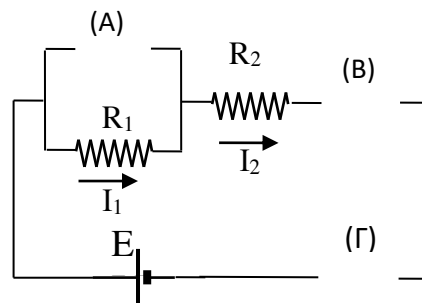
2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Να αντιγράψετε το εικονιζόμενο κύκλωμα στην κόλλα σας και να συνδέσετε στις θέσεις (A), (B), (Γ) ένα από τα εξής στοιχεία του κυκλώματος που λείπουν: (i) αμπερόμετρο, (ii) βολτόμετρο και (iii) αγωγό μηδενικής αντίστασης. Η σειρά με την οποία θα



- (i)
- (ii)
- (iii)

τοποθετηθούν τα στοιχεία του κυκλώματος που λείπουν θα πρέπει να εξασφαλίζει την ορθή λειτουργία των οργάνων μέτρησης (ώστε να μπορούν να καταγράφουν τιμές διαφοράς δυναμικού και έντασης ρεύματος). Όλα τα όργανα μέτρησης του κυκλώματος τα θεωρούμε ιδανικά. Η ορθή σύνδεση των πιο πάνω εξαρτημάτων/οργάνων είναι:

- | | | |
|---------------|---------------|----------------|
| (α) (A) – (i) | (β) (A) –(ii) | (γ) (A) –(iii) |
| (B) – (ii) | (B) –(iii) | (B) –(i) |
| (Γ) – (iii) | (Γ) –(i) | (Γ) –(ii) |

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

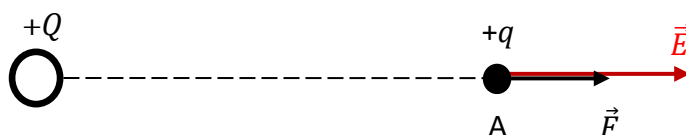
ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B. Το διάνυσμα της έντασης του πεδίου που δημιουργεί ένα σημειακό φορτίο Q θα έχει φορά προς το φορτίο Q αν αυτό είναι αρνητικό και αντίθετη αν το φορτίο είναι θετικό, ανεξάρτητα από το είδος του δοκιμαστικού φορτίου q . Επίσης οι δυνάμεις Coulomb είναι απωστικές για ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία. Άρα το φορτίο q δέχεται δύναμη από το Q που έχει την ίδια διεύθυνση και την ίδια φορά με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (όπως στο σχήμα).



Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

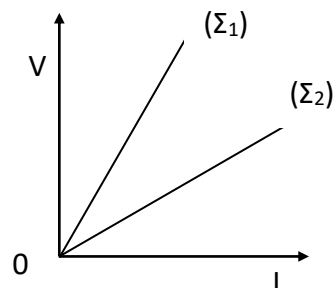
2.2.B. Για να μετρήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σ' ένα κύκλωμα, παρεμβάλλουμε το αμπερόμετρο στο κύκλωμα στο σημείο ακριβώς που θέλουμε να τη μετρήσουμε. Η σύνδεση αυτή του αμπερομέτρου λέγεται σύνδεση σε σειρά. Αν το αμπερόμετρο θεωρηθεί ιδανικό (μηδενική εσωτερική αντίσταση), η σύνδεσή του δεν επηρεάζει το κύκλωμα, οπότε το αμπερόμετρο δείχνει την ένταση του ρεύματος, που διέρρεε το κύκλωμα, πριν τη σύνδεσή του.

Αντίθετα, αν το βολτόμετρο θεωρηθεί ιδανικό, τότε έχει άπειρη εσωτερική αντίσταση και πρέπει να συνδέεται χωρίς να διακόπτει το κύκλωμα. Η σύνδεση αυτή του βολτομέτρου λέγεται σύνδεση σε διακλάδωση ή παράλληλη σύνδεση. Συνεπώς η μόνη θέση που μπορεί να συνδεθεί έτσι είναι στη θέση Α.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στα άκρα δύο χάλκινων συρμάτων Σ_1 και Σ_2 εφαρμόζεται τάση V έτσι ώστε τα σύρματα να διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I . Σύμφωνα με το διπλανό (κοινό για τα δύο σύρματα) διάγραμμα $V - I$, για τις αντιστάσεις ισχύει :



(α) μεγαλύτερη αντίσταση έχει το σύρμα Σ_1 .

(β) μεγαλύτερη αντίσταση έχει το σύρμα Σ_2 .

(γ) τα σύρματα έχουν ίσες αντιστάσεις.

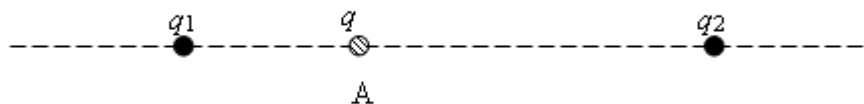
2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο ίσα θετικά σημειακά ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία. Τα φορτία q_1 και q_2 είναι ακλόνητα στερεωμένα στις θέσεις που φαίνονται στο πιο κάτω σχήμα. Αφήνουμε ανάμεσα τους (στη θέση A, που είναι πιο κοντά στο φορτίο q_1) να κινηθεί ελεύθερα ένα σφαιρίδιο αμελητέων διαστάσεων, που φέρει θετικό ηλεκτρικό φορτίο q . Θεωρούμε ότι στο σφαιρίδιο ασκούνται μόνο οι ηλεκτρικές δυνάμεις από τα φορτία q_1 και q_2 .



Η σφαίρα θα:

(α) παραμείνει ακίνητη , (β) μετακινηθεί προς τα δεξιά , (γ) μετακινηθεί προς τα αριστερά

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B. Από τη γραφική παράσταση που δίδεται, η κλίση της ευθείας του σύρματος Σ_1 είναι μεγαλύτερη αυτής του σύρματος Σ_2 . Επομένως το πηλίκο $\frac{V}{I}$ του σύρματος Σ_1 είναι μεγαλύτερο αυτού του σύρματος Σ_2 . Αλλά το πηλίκο $\frac{V}{I}$ είναι ίσο με την αντίσταση R . Άρα τελικά έχουμε:

$$R_1 > R_2$$

Μονάδες 8

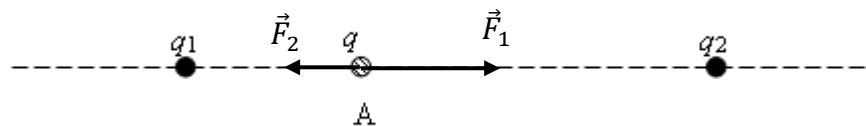
2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B. Το μέτρο της δύναμης ($\vec{F}_1$) ανάμεσα στα ηλεκτρικά φορτία q_1 και q είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων που αλληλεπιδρούν και αντίστροφα ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης (Νόμος του Coulomb). Το ίδιο ισχύει και ανάμεσα στα ηλεκτρικά φορτία q_2 και q .

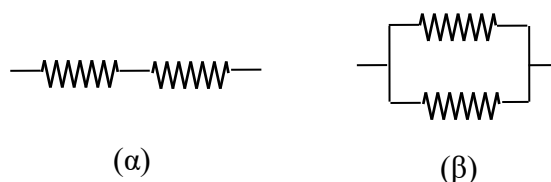
Άρα αφού τα φορτία q_1 και q_2 είναι ίσα, η απόσταση τους από το φορτίο q θα καθορίσει ποιο από τα δύο του ασκεί μεγαλύτερη δύναμη. Το q_1 είναι σε μικρότερη απόσταση και άρα ασκεί μεγαλύτερη δύναμη (όπως φαίνεται και στο σχήμα). Συνεπώς το φορτίο q θα κινηθεί προς τα δεξιά.



Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο ίδιες αντιστάσεις με αντίσταση R η κάθε μια, συνδέονται με δύο διαφορετικούς τρόπους (α) και (β) όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ισοδύναμη αντίσταση στο σύστημα (α) είναι R_a και στο σύστημα (β) είναι R_β .



Για τις ισοδύναμες αντιστάσεις ισχύει:

(α) $R_a > R_\beta$, (β) $R_a = R_\beta$, (γ) $R_a < R_\beta$

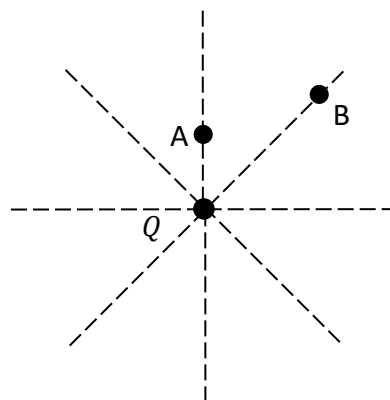
2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ένα ακίνητο θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Τα σημεία Α και Β είναι δύο θέσεις μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο. Το δυναμικό στις θέσεις Α και Β είναι V_A και V_B αντίστοιχα. Η απόσταση του σημείου Β από το φορτίο Q είναι διπλάσια της απόστασης του σημείου Α από το φορτίο Q .



Για τα δυναμικά V_A και V_B ισχύει:

(α) $V_A = \frac{V_B}{2}$, (β) $V_A = V_B$, (γ) $V_B = \frac{V_A}{2}$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B. Η σύνδεση δυο αντιστάσεων σε σειρά ισοδυναμεί με αύξηση του μήκους ενός αγωγού, άρα η ολική αντίσταση είναι μεγαλύτερη και από τη μεγαλύτερη αντίσταση του συστήματος. Η σύνδεση αντιστάσεων παράλληλα ισοδυναμεί με αύξηση της διατομής ενός αγωγού, άρα η ολική αντίσταση είναι μικρότερη και από τη μικρότερη αντίσταση του συστήματος.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου γύρω από φορτίο Q υπολογίζεται από τη σχέση $V_Q = k \frac{Q}{r}$.

Τα σημεία Α και Β απέχουν από το φορτίο Q αποστάσεις r_A και r_B , όπου $r_B = 2r_A$.

Επομένως:

$$\left. \begin{matrix} V_A = k \frac{Q}{r_A} \\ V_B = k \frac{Q}{r_B} \end{matrix} \right\} \text{ ή } \left. \begin{matrix} V_A = k \frac{Q}{r_A} \\ V_B = k \frac{Q}{2r_A} \end{matrix} \right\} \text{ και τελικά } V_B = \frac{V_A}{2}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δίνονται τρεις πανομοιότυπες ηλεκτρικές αντιστάσεις και καλώδια σύνδεσης. Η τιμή της κάθε αντίστασης είναι $3\ \Omega$ και τα καλώδια σύνδεσης θεωρούνται ιδανικοί αγωγοί με μηδενική αντίσταση στο ηλεκτρικό ρεύμα.

4.1. Σχεδιάστε όλες τις πιθανές συνδεσμολογίες που μπορούν να προκύψουν με αυτές τις αντιστάσεις.

Μονάδες 6

4.2. Συνδέουμε τις τρεις αντιστάσεις παράλληλα μεταξύ τους. Συνδέουμε τα άκρα της συνδεσμολογίας σε ηλεκτρική πηγή (μηδενικής εσωτερικής αντίστασης) με ΗΕΔ $E = 9\text{ V}$. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας.

Μονάδες 6

4.3. Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε αντίσταση για τη συνδεσμολογία του ερωτήματος 4.2.

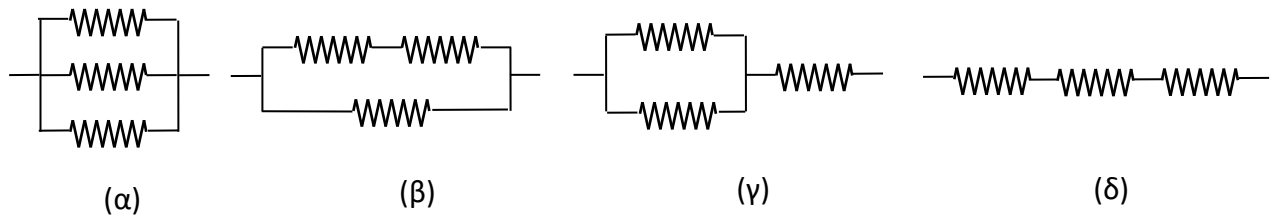
Μονάδες 6

4.4. Η συνδεσμολογία του ερωτήματος 4.2 λειτούργησε για 200 ώρες συνεχόμενα και κατανάλωσε ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Να υπολογίσετε το χρηματικό αντίτιμο αυτής της χρήσης, αν το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι $0,1\ \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Με τρεις αντιστάσεις προκύπτουν οι πιο πάνω τέσσερις πιθανές συνδεσμολογίες (α), (β), (γ) και (δ)

Μονάδες 6

4.2.

Η ισοδύναμη αντίσταση για τη συνδεσμολογία (α) είναι:

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R} \quad \text{ή} \quad R_a = \frac{R}{3} = 1 \, \Omega$$

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τη συνδεσμολογία (α) είναι:

$$I_a = \frac{E}{R_a} = 9 \, A$$

Μονάδες 6

4.3.

Στη συνδεσμολογία (α) κάθε αντίσταση διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα $I_{aR} = \frac{E}{R} = 3 \, A$.

Μονάδες 6

4.4.

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στη συνδεσμολογία (α) θα υπολογιστεί από τη σχέση:

$$W = I^2 R t, \text{ όπου ο χρόνος θα είναι σε ώρες.}$$

Έχουμε

$$W_a = I_a^2 R_a t = 9^2 \cdot 1 \cdot 200 \, Wh = 16200 \, Wh = 16,2 \, KWh$$

και κόστος

$$16,2 \, KWh \cdot 0,1 \frac{\text{€}}{KWh} = 1,62 \, \text{€}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο ηλεκτρικές αντιστάσεις με τιμές $40\ \Omega$ και $50\ \Omega$ συνδέονται σε σειρά με μια ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης. Στη συνέχεια συνδέουμε κατάλληλα ένα αμπερόμετρο για να μετρήσει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση των $40\ \Omega$ κι ένα βολτόμετρο για να μετρήσει την τάση στα άκρα της αντίστασης των $50\ \Omega$. Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι 100 mA . Τα καλώδια που συνδέουν τις αντιστάσεις θεωρούμε ότι έχουν μηδενική αντίσταση και ότι τα όργανα μέτρησης είναι ιδανικά.

4.1. Σχεδιάστε το ηλεκτρικό κύκλωμα που περιγράφεται, δείχνοντας τα αναφερόμενα όργανα μέτρησης συνδεδεμένα στις κατάλληλες θέσεις.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα της ισοδύναμης αντίστασης του συστήματος καθώς και την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται στο σύστημα των δύο αντιστατών.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε την ένδειξη του βολτομέτρου.

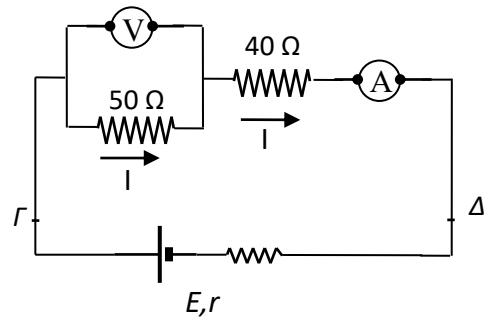
Μονάδες 6

4.4. Αν η εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής είναι $1\ \Omega$, να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική της δύναμη.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το ηλεκτρικό κύκλωμα που περιγράφεται, δίδεται στο διπλανό σχήμα.



Μονάδες 5

4.2. Η τάση της ισοδύναμης αντίστασης του συστήματος (μεταξύ των σημείων Γ και Δ) ισούται με:

$$V_{\Gamma\Delta} = I \cdot R_{o\lambda} = 0,1 \cdot (40 + 50) \text{ V} = 9 \text{ V}$$
$$\text{Και } P = I^2 R_{o\lambda} = 0,1^2 \cdot 90 \text{ W} = 0,9 \text{ W}$$

Μονάδες 7

4.3. Η ένδειξη του βολτόμετρου είναι η τάση στα άκρα της αντίστασης 50Ω και θα είναι:

$$V_{50} = I \cdot R_{50} = 0,1 \cdot 50 = 5 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.4. Για την ηλεκτρική πηγή ισχύει:

$$V_{\pi} = E - I \cdot r$$

όπου V_{π} η πολική τάση της πηγής που είναι ίση με την τάση $V_{\Gamma\Delta}$.

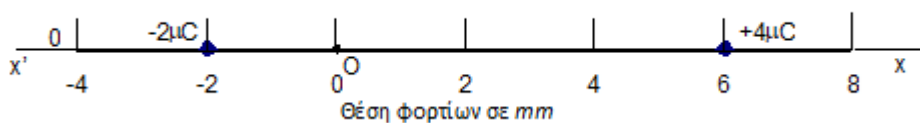
Άρα

$$E = V_{\Gamma\Delta} + I \cdot r$$
$$E = 9 \text{ V} + 0,1 \text{ A} \cdot 1 \Omega = 9,1 \text{ V}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο ακίνητα, σημειακά, ηλεκτρικά φορτισμένα, σωματίδια με $q_1 = -2 \mu\text{C}$ και $q_2 = +4 \mu\text{C}$, βρίσκονται αντίστοιχα στις θέσεις $x_1 = -2 \text{ mm}$ και $x_2 = +6 \text{ mm}$ άξονα $x'x$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



4.1. Ποιο το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το ένα σωματίδιο στο άλλο;

Μονάδες 5

4.2. Υπολογίστε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στη θέση O (σημείο $(0,0)$).

Μονάδες 7

4.3. Σχεδιάστε το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου και υπολογίστε το μέτρο της στη θέση O (σημείο $(0,0)$).

Μονάδες 6

4.4. Προσδιορίστε σε ποια θέση Σ του άξονα $x'x$, μεταξύ των δύο ηλεκτρικών φορτίων, το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου μηδενίζεται.

Μονάδες 7

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$ και ότι η μάζα των δύο σωματιδίων θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης Coulomb που ασκεί το ένα σωματίδιο στο άλλο είναι:

$$F = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{2 \cdot 10^{-6} C \cdot 4 \cdot 10^{-6} C}{64 \cdot 10^{-6} m^2} = \frac{9}{8} \cdot 10^3 N = 1,125 \cdot 10^3 N$$

Μονάδες 5

4.2. Το δυναμικό στη θέση Ο θα υπολογιστεί από το άθροισμα των δυναμικών των ηλεκτρικών πεδίων που έχουν ως πηγές τα δύο σωματίδια.

Από το φορτίο $q_1 = -2 \mu C$ θα έχουμε

$$V_1 = k \cdot \frac{q_1}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{-2 \cdot 10^{-6} C}{2 \cdot 10^{-3} m} = -9 \cdot 10^6 V$$

Από το φορτίο $q_2 = +4 \mu C$ θα έχουμε

$$V_2 = k \cdot \frac{q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{4 \cdot 10^{-6} C}{6 \cdot 10^{-3} m} = 6 \cdot 10^6 V$$

Άρα το δυναμικό στη θέση Ο θα είναι:

$$V_O = V_1 + V_2 = (-9 \cdot 10^6 + 6 \cdot 10^6) V = -3 \cdot 10^6 V$$

Μονάδες 7

4.3. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίο στο σημείο Ο θα προκύψει από το διανυσματικό άθροισμα των εντάσεων των ηλεκτρικών πεδίων των δύο φορτίων.

Για το φορτίο $q_1 = -2 \mu C$ το μέτρο της έντασης θα είναι:

$$E_1 = k \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{2 \cdot 10^{-6} C}{4 \cdot 10^{-6} m^2} = 4,5 \cdot 10^9 \frac{N}{C}$$

με διεύθυνση πάνω στον άξονα $x'x$ και φορά προς τα αριστερά.

Για το φορτίο $q_2 = +4 \mu C$ το μέτρο της έντασης θα είναι:

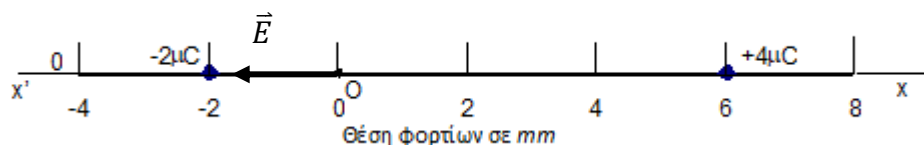
$$E_2 = k \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{4 \cdot 10^{-6} C}{16 \cdot 10^{-6} m^2} = 2,25 \cdot 10^9 \frac{N}{C}$$

με διεύθυνση πάνω στον άξονα $x'x$ και φορά προς τα αριστερά.

Άρα η συνολική ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Ο θα είναι:

$$4,5 \cdot 10^9 \frac{N}{C} + 2,25 \cdot 10^9 \frac{N}{C} = 6,75 \cdot 10^9 \frac{N}{C}$$

και φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.



Μονάδες 6

4.4. Στο σημείο Σ ανάμεσα στα δύο σωματίδια όπου το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου μηδενίζεται, θα ισχύει:

$$V_\Sigma = V'_1 + V'_2 = 0$$

Οι αποστάσεις του σημείου Σ από το σωματίδιο q_1 θα είναι (x) m και από το σωματίδιο q_2 θα είναι $(8 \cdot 10^{-3} - x)$ m. Έχουμε:

$$\begin{aligned}
 k \cdot \frac{q_1}{x} + k \cdot \frac{q_2}{8 \cdot 10^{-3} - x} &= 0 \\
 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{-2 \cdot 10^{-6} C}{x} + 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{4 \cdot 10^{-6} C}{8 \cdot 10^{-3} m - x} &= 0 \\
 \frac{-2}{x} + \frac{4}{8 \cdot 10^{-3} m - x} &= 0 \\
 \frac{4}{8 \cdot 10^{-3} m - x} &= \frac{2}{x} \\
 4x &= 16 \cdot 10^{-3} m - 2x \\
 6x &= 16 \cdot 10^{-3} m \\
 x &\cong 2,67 \cdot 10^{-3} m
 \end{aligned}$$

Άρα το σημείο (ανάμεσα στα δύο σωματίδια) όπου το ηλεκτρικό πεδίο έχει μηδενικό δυναμικό βρίσκεται στη θέση $+0,67 \text{ mm}$ του άξονα $x'x$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 2

2.1. Θετικό σημειακό φορτίο Q προκαλεί τη δημιουργία ηλεκτροστατικού πεδίου. Δύο σημεία K και Λ του πεδίου απέχουν αποστάσεις r_K και r_Λ από το φορτίο Q , όπου $r_K = 2r_\Lambda$.

Ο λόγος των δυναμικών $\frac{V_K}{V_\Lambda}$ είναι ίσος με:

$$(\alpha) \frac{1}{4}, \quad (\beta) \frac{1}{2}, \quad (\gamma) \frac{1}{8}$$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = R$ και $R_2 = 2R$ συνδέονται παράλληλα και στις άκρες του συστήματος εφαρμόζεται τάση V . Η ισχύς του αντιστάτη αντίστασης R_1 είναι P_1 . Η ισχύς του αντιστάτη αντίστασης R_2 είναι P_2 .

Ο λόγος των ισχύων $\frac{P_1}{P_2}$ στους αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι ίσος με:

$$(\alpha) 4, \quad (\beta) 1, \quad (\gamma) 2$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Το δυναμικό στο σημείο Κ είναι:

$$V_K = K \frac{Q}{r_K}$$

Το δυναμικό στο σημείο Λ είναι:

$$V_\Lambda = K \frac{Q}{r_\Lambda}$$

Ο λόγος των δυναμικών $\frac{V_K}{V_\Lambda}$ είναι:

$$\frac{V_K}{V_\Lambda} = \frac{K \frac{Q}{r_K}}{K \frac{Q}{r_\Lambda}} \Rightarrow \frac{V_K}{V_\Lambda} = \frac{r_\Lambda}{r_K} \Rightarrow \frac{V_K}{V_\Lambda} = \frac{r_\Lambda}{2r_\Lambda} \Rightarrow \frac{V_K}{V_\Lambda} = \frac{1}{2}$$

Άρα ο λόγος των δυναμικών $\frac{V_K}{V_\Lambda}$ είναι: $\frac{1}{2}$

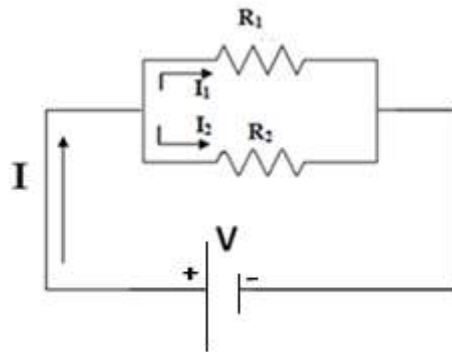
Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Μονάδες 4

2.2.B.



Η ισχύς στον αντιστάτη αντίστασης R_1 είναι:

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow P_1 = \frac{V^2}{R}$$

Η ισχύς στον αντιστάτη αντίστασης R_2 είναι:

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} \Rightarrow P_2 = \frac{V^2}{2R}$$

Ο λόγος $\frac{P_1}{P_2}$ είναι ίσος με:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{2R}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = 2$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Θετικό σημειακό φορτίο Q προκαλεί τη δημιουργία ηλεκτροστατικού πεδίου. Θεωρώ δύο σημεία K και Λ που απέχουν αποστάσεις r_K και r_Λ από το φορτίο Q όπου $r_K = 3r_\Lambda$. Ο λόγος των μέτρων εντάσεων $\frac{E_K}{E_\Lambda}$ είναι ίσος με:

$$(\alpha) \frac{1}{3}, \quad (\beta) \frac{1}{6}, \quad (\gamma) \frac{1}{9}$$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = R$ και $R_2 = R$ συνδέονται παράλληλα και στις άκρες του συστήματος εφαρμόζεται τάση V . Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 είναι I_1 .

Οι ίδιοι αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 συνδέονται σε σειρά και στις άκρες του συστήματος εφαρμόζεται η ίδια τάση V .

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 είναι I_1' . Ο λόγος των εντάσεων του ρεύματος $\frac{I_1}{I_1'}$ είναι ίσος με:

$$(\alpha) 1, \quad (\beta) 2, \quad (\gamma) 3$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

2.1.**2.1.A.** Σωστή απάντηση είναι η (γ)**Μονάδες 4****2.1.B.**Το μέτρο της εντάσεως $\vec{E}_K$ είναι:

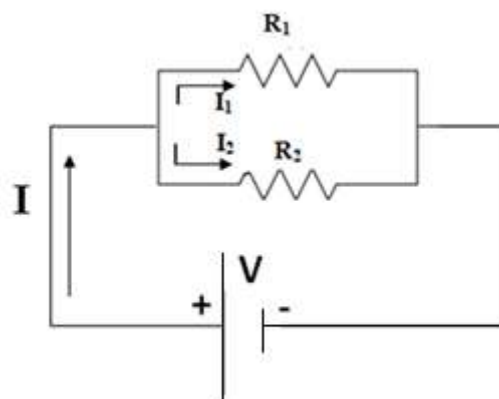
$$E_K = K \frac{|Q|}{r_K^2}$$

Ενώ το μέτρο της έντασης $\vec{E}_A$ είναι:

$$E_A = K \frac{|Q|}{r_A^2}$$

Ο λόγος των μέτρων των εντάσεων $\frac{E_K}{E_A}$ είναι ίσος με:

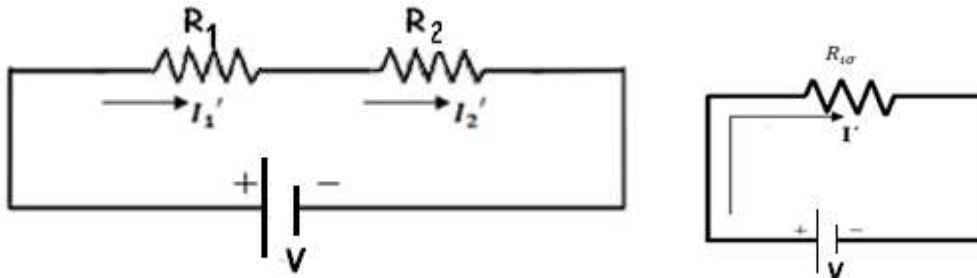
$$\frac{E_K}{E_A} = \frac{K \frac{|Q|}{r_K^2}}{K \frac{|Q|}{r_A^2}} \Rightarrow \frac{E_K}{E_A} = \frac{r_A^2}{r_K^2} \Rightarrow \frac{E_K}{E_A} = \frac{r_A^2}{9 \cdot r_A^2} \Rightarrow \frac{E_K}{E_A} = \frac{1}{9}$$

Μονάδες 8**2.2.****2.2.A.** Σωστή απάντηση είναι η (β)**Μονάδες 4****2.2.B.**

Στην παράλληλη συνδεσμολογία του σχήματος ο αντιστάτης αντίστασης R_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασεως I_1 . Στα άκρα του επικρατεί τάση V . Βάση του νόμου του ohm για αντιστάτη ισχύει:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{V}{R}$$

Στην εν σειρά συνδεσμολογία του σχήματος οι αντιστάτες αντίστασης R_1 και R_2 καθώς και ο ισοδύναμος αντιστάτης $R_{\text{ισ}} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_{\text{ισ}} = 2R$ διαρρέονται από ρεύμα ίδιας εντάσεως $I_1' = I_2' = I'$.



Βάση του νόμου του ohm στον ισοδύναμο αντιστάτη αντίστασης $R_{\text{ισ}} = 2R$ ισχύει:

$$I' = \frac{V}{R_{\text{ισ}}} \Rightarrow I' = \frac{V}{2R} \text{ άρα και } I_1' = \frac{V}{2R}$$

Έτσι για τον λόγο των εντάσεων $\frac{I_1}{I_1'}$ έχω:

$$\frac{I_1}{I_1'} = \frac{\frac{V}{R}}{\frac{V}{2R}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_1'} = 2$$

Άρα ο λόγος των εντάσεων του ρεύματος $\frac{I_1}{I_1'}$ είναι ίσος με 2.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων A και B ηλεκτρικού πεδίου είναι

$$V_{AB} = +10V.$$

Αυτό σημαίνει ότι :

(α) Το δυναμικό $V_B > V_A$.

(β) Η διαφορά των δυναμικών $V_A - V_B$ είναι ίση με $-10V$.

(γ) Αν μετακινήσουμε φορτίο $q = 1C$ από το (A) στο (B) η δυναμική του ενέργεια θα ελαττωθεί κατά $10J$.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Αν η τάση στα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης R υποδιπλασιαστεί τότε η ποσοστιαία Π% μεταβολή της θερμικής ισχύος στον αντιστάτη αντίστασης R είναι ίση με:

(α) -75% , (β) 60%, (γ) -50%

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

2.1

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Έχω $V_{AB} = 10V \Rightarrow V_A - V_B = 10V \Rightarrow V_A = V_B + 10V$ άρα $V_A > V_B$. Συνεπώς η πρόταση (α) είναι λανθασμένη.

Έχω $V_{AB} = 10V \Rightarrow V_A - V_B = 10V$ και όχι $V_A - V_B = -10V$. Συνεπώς η πρόταση (β) είναι λανθασμένη.

Έχω $U_A - U_B = q \cdot V_A - q \cdot V_B = q(V_A - V_B) \Rightarrow U_A - U_B = 10 \Rightarrow U_B = U_A - 10$

Άρα η δυναμική του ενέργεια θα ελαττωθεί κατά $10J$, ότι αναφέρει η (γ) πρόταση.

Μονάδες 8

2.2

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το ποσοστό μεταβολής της θερμικής ισχύος είναι $\Pi\%$ και δίνεται από τον τύπο:

$$\Pi\% = \frac{P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{αρχ}}} \cdot 100\%$$

Οπότε:

$$\Pi\% = \frac{P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{αρχ}}} \cdot 100\% = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2 \frac{V^2}{R} - \frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{R}} \cdot 100\%$$

$$\Pi\% = \frac{\frac{V^2}{4R} - \frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{R}} \cdot 100\%$$

$$\Pi\% = \frac{\frac{V^2}{R} \left(\frac{1}{4} - 1\right)}{\frac{V^2}{R}} \cdot 100\% \Rightarrow \Pi\% = -75\%$$

$$\text{Άρα } \Pi\% = \frac{P_{\text{τελ}} - P_{\text{αρχ}}}{P_{\text{αρχ}}} \cdot 100\% = -75\%$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 3\Omega$ και $R_2 = 6\Omega$ συνδέονται παράλληλα και στις άκρες του συστήματος εφαρμόζεται τάση $V = 12V$.

4.1. Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του συστήματος.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

Μονάδες 6

4.3. Να βρείτε την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται σε κάθε αντιστάτη.

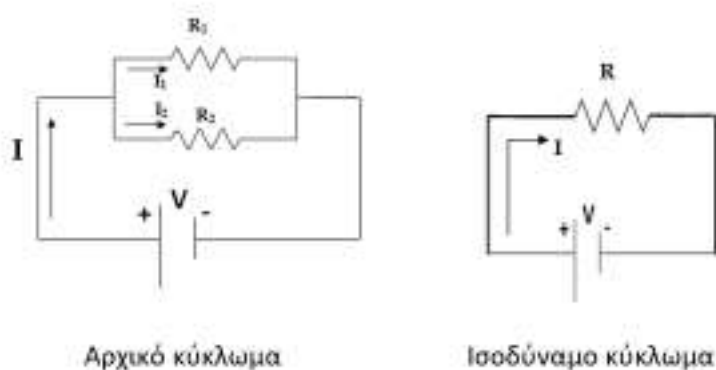
Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το φορτίο που περνά από μία διατομή του αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 3\Omega$ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 4s$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Οι αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 συνδέονται παράλληλα οπότε ο ισοδύναμος αντιστάτης έχει ισοδύναμη αντίσταση R που υπολογίζεται ως εξής:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R = 2\Omega$$

Μονάδες 6

4.2. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης R_1 , υπολογίζεται με την εφαρμογή του νόμου του ohm σε αυτόν:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \Rightarrow I_1 = 4A$$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης R_2 , υπολογίζεται με την εφαρμογή του νόμου του ohm σε αυτόν:

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \Rightarrow I_2 = 2A$$

Μονάδες 6

4.3. Η θερμική ισχύς στον αντιστάτη αντίστασης R_1 υπολογίζεται από τη σχέση

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow P_1 = 48W$$

Η θερμική ισχύς στον αντιστάτη αντίστασης R_2 υπολογίζεται από τη σχέση

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} \Rightarrow P_2 = 24W$$

Μονάδες 6

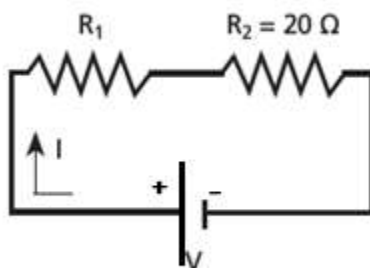
4.4. Από τον ορισμό της έντασης I του ρεύματος έχουμε:

$$I_1 = \frac{q_1}{\Delta t} \Rightarrow q_1 = I_1 \cdot \Delta t \Rightarrow q_1 = 16C$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και $R_2 = 20\Omega$ συνδέονται σε σειρά. Η ηλεκτρική πηγή που συνδέεται στο κύκλωμα έχει τάση V . Αν ο αντιστάτης αντίστασης R_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 4A$ και η θερμική ισχύς του είναι $P_1 = 640W$, να υπολογίσετε:



4.1. την αντίσταση R_1 .

Μονάδες 6

4.2. την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.3. την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 10s$.

Μονάδες 6

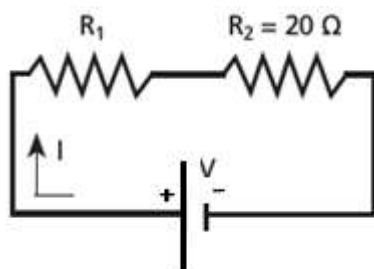
4.4. τον αριθμό των ηλεκτρονίων που περνούν από μια διατομή του κυκλώματος σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 10s$.

Μονάδες 7

Δίνεται $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}C$

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Ο αντιστάτης αντίστασης R_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 4\text{A}$ και η θερμική ισχύς στον αντιστάτη αντίστασης R_1 είναι $P_1 = 640\text{W}$.

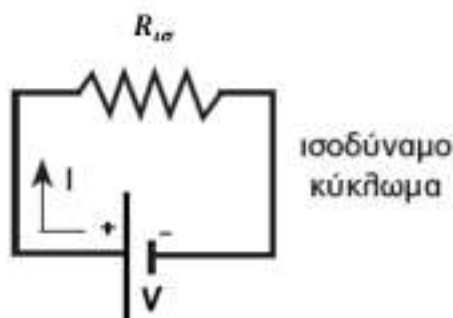
Υπολογίζουμε την αντίσταση του αντιστάτη R_1 από τον τύπο της θερμικής ισχύος

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{P_1}{I^2} \Rightarrow R_1 = 40\Omega$$

Μονάδες 6

4.2. Οι αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 συνδέονται σε σειρά, οπότε η ισοδύναμη αντίσταση $R_{\text{ισ}}$ είναι:

$$R_{\text{ισ}} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_{\text{ισ}} = 60\Omega$$



Μονάδες 6

4.3. Από το ισοδύναμο κύκλωμα και με εφαρμογή του νόμου του Ohm, υπολογίζουμε την τάση V του κυκλώματος, δηλαδή:

$$V = I \cdot R_{\text{ισ}} \Rightarrow V = 240\text{V}$$

και από τη σχέση $E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot \Delta t$ θα υπολογίσουμε την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα. Με αντικατάσταση αριθμητικών τιμών έχω:

$$E_{\eta\lambda} = 9.600\text{J}$$

Μονάδες 6

4.4. Από τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος έχουμε:

$$I = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow q = I \cdot \Delta t \Rightarrow q = 40C$$

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντισμένο. Ισχύει $q = N|q_e|$ όπου N ο αριθμός των ηλεκτρονίων και $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ η απόλυτη τιμή του φορτίου του ηλεκτρονίου.

Οπότε ο αριθμός των ηλεκτρονίων που περνούν από την πηγή σε χρόνο $\Delta t = 10s$ θα είναι:

$$q = N|q_e| \Rightarrow N = \frac{q}{|q_e|} \Rightarrow N = 25 \cdot 10^{19} \text{ ηλεκτρόνια.}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δίνεται σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = 1\mu C$ και δύο σημεία (Κ) και (Λ) τα οποία απέχουν αποστάσεις $r_1 = 0,1m$ και $r_2 = 0,3m$ αντίστοιχα από το φορτίο Q.

Να βρεθούν:

4.1. τα μέτρα των εντάσεων του ηλεκτροστατικού πεδίου στα σημεία (Κ) και (Λ)

Μονάδες 6

4.2. η διαφορά δυναμικού V_{KL} μεταξύ των σημείων (Κ) και (Λ).

Μονάδες 6

4.3. το έργο της δύναμης του πεδίου, όταν το φορτίο $q = 0,01 C$ μετακινηθεί από τη θέση (Κ) στη θέση (Λ).

Μονάδες 6

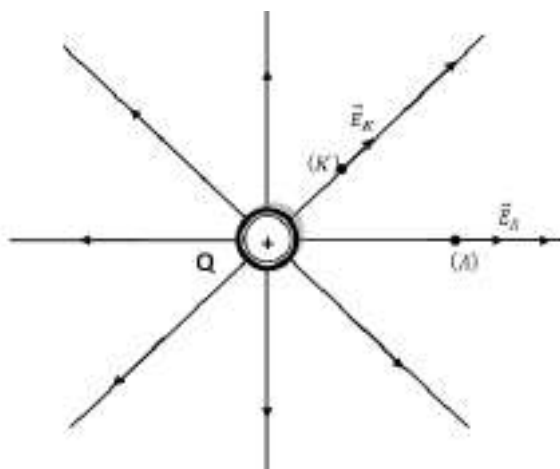
4.4. πόσο μεταβάλλεται η δυναμική ενέργεια του φορτίου κατά τη μετάβασή του από τη θέση (Κ) στη θέση (Λ)

Μονάδες 7

Δίνεται: $K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C}$

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Το μέτρο της εντάσεως του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Κ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_K = K \frac{|Q|}{r_1^2} \Rightarrow E_K = 9 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$$

Το μέτρο της εντάσεως του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Λ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_\Lambda = K \frac{|Q|}{r_2^2} \Rightarrow E_\Lambda = 10^5 \frac{N}{C}$$

Μονάδες 6

4.2. Η διαφορά δυναμικού $V_{K\Lambda}$ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_{K\Lambda} = V_K - V_\Lambda \Rightarrow V_{K\Lambda} = K \frac{Q}{r_1} - K \frac{Q}{r_2} \Rightarrow V_{K\Lambda} = K \frac{Q}{r_1} - K \frac{Q}{r_2} \Rightarrow V_{K\Lambda} = K \cdot Q \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$
$$V_{K\Lambda} = 6 \cdot 10^4 V$$

Μονάδες 6

4.3. Το έργο της δύναμης του πεδίου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W_{K \rightarrow \Lambda} = q \cdot V_{K\Lambda} \Rightarrow W_{K \rightarrow \Lambda} = 600 J$$

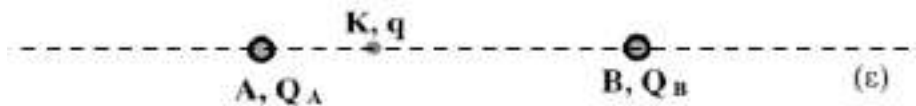
Μονάδες 6

4.4. Κατά τη μετακίνηση του φορτίου q από το (Κ) στο (Λ) η δύναμη του πεδίου παράγει έργο ίσο με 600J αυτό σημαίνει ότι η δυναμική ενέργεια στη θέση (Λ) μειώθηκε κατά 600J.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 2

2.1.



Στο σχήμα απεικονίζονται δύο ακλόνητα σημειακά ηλεκτρικά φορτισμένα σφαιρίδια με φορτία Q_A και Q_B που είναι τοποθετημένα σε σημεία A και B αντίστοιχα μίας ευθείας (ε). Τα φορτία απέχουν απόσταση r . Σε σημείο K του ευθύγραμμου τμήματος AB τοποθετούμε θετικό ηλεκτρικό φορτίο q , που απέχει από το σημείο A απόσταση $r_1 = r/3$ και παρατηρούμε ότι το φορτίο q παραμένει ακίνητο. Τα ηλεκτρικά φορτία Q_A και Q_B

(α) είναι και τα δύο θετικά και ισχύει $|Q_B| = 3|Q_A|$.

(β) είναι και τα δύο αρνητικά και ισχύει $|Q_B| = 4|Q_A|$.

(γ) είναι ετερόνυμα και ισχύει $|Q_B| = -4|Q_A|$.

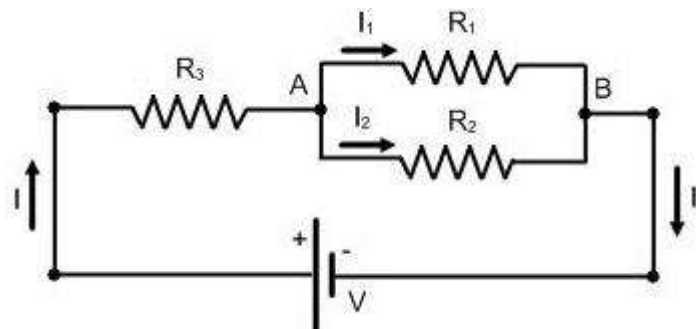
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2.



Τα άκρα του συστήματος στο παραπάνω σχήμα συνδέονται με μια πηγή τάσης V . Η σχέση που συνδέει τις ωμικές αντιστάσεις R_1 , R_2 και R_3 είναι: $R_1 = R$, $R_2 = 3R$ και $R_3 = R/4$. Η ισχύς P , του συστήματος είναι:

$$(\alpha) P = \frac{V^2}{R}, \quad (\beta) P = \frac{V^2}{2R}, \quad (\gamma) P = \frac{2V^2}{3R}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Αν τα φορτία Q_A και Q_B είναι ετερόνυμα, οι δυνάμεις Coulomb που θα ασκούνται στο ηλεκτρικό φορτίο q θα έχουν την ίδια φορά, οπότε το φορτίο q δεν θα ισορροπεί. Αν τα φορτία Q_A και Q_B είναι ομώνυμα τότε οι δυνάμεις Coulomb που θα ασκούνται στο ηλεκτρικό φορτίο q θα έχουν αντίθετη φορά, οπότε για να ισορροπεί το φορτίο q θα πρέπει:

$$F_A = F_B \Rightarrow k \frac{|Q_A q|}{r_1^2} = k \frac{|Q_B q|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{|Q_A|}{\left(\frac{r}{3}\right)^2} = \frac{|Q_B|}{\left(\frac{2r}{3}\right)^2} \Rightarrow |Q_A| = \frac{|Q_B|}{4} \Rightarrow |Q_B| = 4|Q_A|$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Οι αντιστάσεις R_1, R_2 είναι παράλληλα συνδεδεμένες, οπότε: $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3R}{4}$.

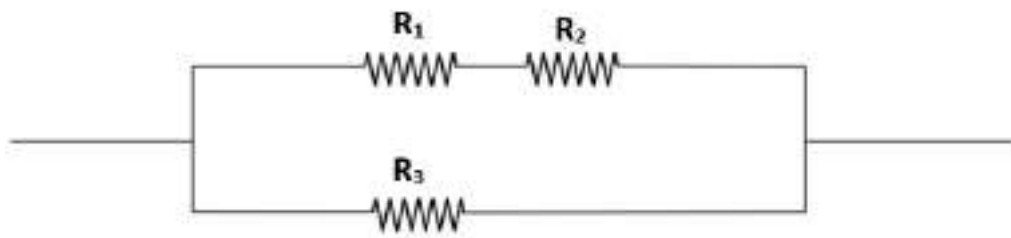
Η αντίσταση R_3 είναι συνδεδεμένη σε σειρά με την $R_{1,2}$, οπότε η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι: $R_{ολ} = R_3 + R_{1,2} = R$. Η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή σύμφωνα με το νόμο του Ohm είναι: $I = \frac{V}{R_{ολ}} = \frac{V}{R}$. Συνεπώς, η ισχύς P , του συστήματος είναι:

$$P = I^2 R_{ολ} = \frac{V^2}{R}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Για τους τρεις αντιστάτες του σχήματος οι τιμές της αντίστασής τους είναι: $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 8 \Omega$ και $R_3 = 10 \Omega$. Για την συνδεσμολογία των τριών αντιστατών και την ολική τους αντίσταση ισχύει:



(α) Οι αντιστάτες R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και ο R_3 παράλληλα σε αυτούς ενώ ισχύει $R_{ολ} = 20 \Omega$

(β) Οι αντιστάτες R_1 και R_3 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα και ο R_2 σε σειρά σε αυτούς ενώ ισχύει $R_{ολ} = 20 \Omega$.

(γ) Οι αντιστάτες R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και ο R_3 παράλληλα σε αυτούς ενώ ισχύει $R_{ολ} = 5 \Omega$.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Θετικά φορτισμένο ηλεκτρικό φορτίο Q , δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης $E = 50 \text{ N/C}$ σε σημείο Σ που απέχει απόσταση $r = 2 \text{ cm}$ από το φορτίο. Στο ίδιο σημείο το δυναμικό του σημείου Σ είναι:

(α) $-0,5 \text{ J/C}$, **(β)** 1 J/C , **(γ)** $1,5 \text{ J/C}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

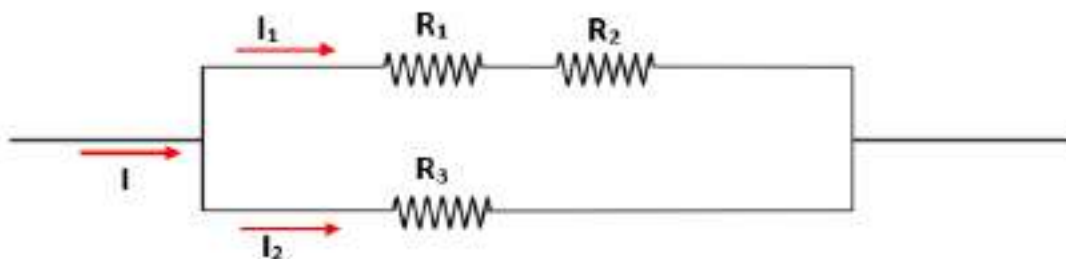
2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι αντιστάτες R_1 και R_2 διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα I_1 και άρα συνδέονται σε σειρά. Οπότε η ισοδύναμη αντίσταση θα είναι:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 2\Omega + 8\Omega \Leftrightarrow R_{12} = 10\Omega$$



Στα κοινά άκρα των αντιστατών R_{12} και R_3 η διαφορά δυναμικού είναι η ίδια, οπότε προκύπτει ότι είναι παράλληλα συνδεδεμένοι, άρα ισχύει:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} \Leftrightarrow R_{ολ} = \frac{R_{12} \cdot R_3}{R_{12} + R_3} = \frac{10\Omega \cdot 10\Omega}{10\Omega + 10\Omega} = 5\Omega$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Η ένταση του πεδίου σε ένα σημείο Σ, είναι:

$$E = k \frac{|Q|}{r^2} \quad (1)$$

Αντίστοιχα, η ένταση του πεδίου στο σημείο Σ, είναι:

$$V = k \frac{Q}{r} \quad (2)$$

Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη:

$$\frac{E}{V} = \frac{k \frac{|Q|}{r^2}}{k \frac{Q}{r}} \Leftrightarrow \frac{E}{V} = \frac{1}{r} \Leftrightarrow V = E \cdot r \Leftrightarrow V = 50 \frac{N}{C} \cdot 0,02 \text{ m} = 1 \text{ J/C}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Διαθέτουμε έξι σώματα Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ κάποια από τα οποία είναι φορτισμένα και κάποια όχι. Τα σώματα είναι χωρισμένα σε δύο ομάδες από τρία σε κάθε ομάδα.

Ένας μαθητής παρατήρησε ότι όταν αλληλεπιδρούσαν ηλεκτρικά ανά δύο τα σώματα:

(I) στην πρώτη ομάδα των σωμάτων Α, Β και Γ, κατέγραφε είτε έλξη είτε δεν παρατηρούσε τίποτα.

(II) στην δεύτερη ομάδα των Δ, Ε και Ζ, ανά δύο απωθούνταν.

Ως συμπέρασμα ο μαθητής ισχυρίστηκε:

(α) Τα σώματα της πρώτης ομάδας είναι όλα φορτισμένα θετικά ενώ της δεύτερης όλα αρνητικά.

(β) Τα σώματα της πρώτης ομάδας δεν είναι φορτισμένα ενώ εκείνα της δεύτερης είναι όλα θετικά.

(γ) Ένα σώμα από την πρώτη ομάδα είναι αφόρτιστο ενώ όλα τα σώματα της δεύτερης ομάδας είναι ομόσημα φορτισμένα.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Μία συσκευή παραγωγής αποκλειστικά θερμότητας, λειτουργεί με ενδείξεις κανονικής λειτουργίας 220 V / 1100 W. Η ωμική της αντίσταση είναι:

(α) 36 Ω , **(β)** 44 Ω , **(γ)** 24 Ω

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η παρατήρηση έλξης στην πρώτη ομάδα αλλά και η έλλειψη παρατήρησης κάποιου φαινομένου σε άλλες περιπτώσεις, σημαίνει ότι ένα από τα Α, Β, Γ σώματα είναι αφόρτιστο, ενώ τα άλλα δύο ετερόσημα φορτισμένα. Οι απώσεις που παρατηρήθηκαν στην δεύτερη ομάδα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα Δ, Ε και Ζ είναι ομόσημα φορτισμένα, χωρίς να μπορούμε να προσδιορίσουμε αν είναι θετικά ή αρνητικά. Άρα σωστή είναι η πρόταση γ.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Από τις ενδείξεις κανονικής λειτουργίας της θερμικής συσκευής προκύπτει η ωμική αντίσταση της συσκευής, που είναι ανεξάρτητη από το κύκλωμα στο οποίο τοποθετείται η συσκευή για να λειτουργήσει:

$$P = \frac{V^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2 \text{ V}^2}{1100 \text{ W}} = 44 \Omega$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 2\ \Omega$ συνδέεται στα άκρα A, B ενός συστήματος αντιστάτων με $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 15\ \Omega$ και $R_3 = 20\ \Omega$. Οι αντιστάτες R_1 και R_2 είναι σε σειρά συνδεδεμένοι και παράλληλα σε αυτούς συνδέεται ο αντιστάτης R_3 . Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη R_1 δίνεται $V_{\text{ΑΓ}} = 5\text{V}$.

4.1. Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και τα ρεύματα που το διαρρέουν.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε τις τιμές των ρευμάτων που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την πολική τάση και την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής.

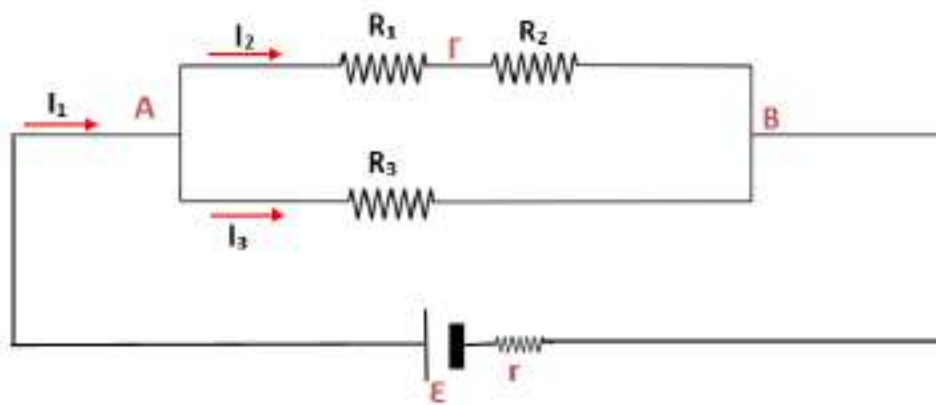
Μονάδες 7

4.4. Αν διαθέτουμε βολτόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r_V = 100\ \Omega$, να σχεδιάσετε τον τρόπο που θα το συνδέατε στο κύκλωμα για να μετρήσετε την πολική τάση. Θα επηρεαστούν οι τιμές των ρευμάτων που υπολογίσατε στο ερώτημα 4.2 με την παρουσία του βολτομέτρου; (Να απαντήσετε ποιοτικά – χωρίς μαθηματικούς υπολογισμούς)

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το κύκλωμα είναι:



Μονάδες 5

4.2. Εφαρμόζουμε το νόμο του Ohm για τον αντιστάτη R_1 :

$$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_1} = \frac{5 \text{ V}}{5 \Omega} = 1 \text{ A}$$

Άρα για την διαφορά δυναμικού στα σημεία A και B θα είναι:

$$V_{AB} = I_2 \cdot (R_1 + R_2) = 1 \text{ A} \cdot 20 \Omega = 20 \text{ V}$$

Οπότε για το ρεύμα που διαρρέει την R_3 ισχύει:

$$I_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} = \frac{20 \text{ V}}{20 \Omega} = 1 \text{ A}$$

Και τελικά από 1^ο κανόνα Kirchhoff :

$$I_1 = I_2 + I_3 = 1 \text{ A} + 1 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

Μονάδες 6

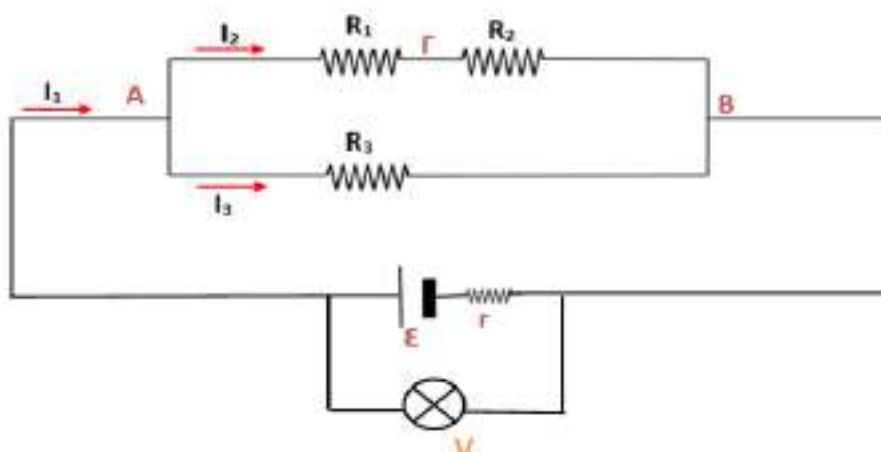
4.3. Η πολική τάση είναι : $V_{\pi} = V_{AB} = 20 \text{ V}$.

Για την ηλεκτρεγερτική δύναμη ισχύει:

$$\mathcal{E} = V_{\pi} + I_1 \cdot r = 20 \text{ V} + 2 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 24 \text{ V}$$

Μονάδες 7

4.4. Το βολτόμετρο θα συνδεθεί παράλληλα στους πόλους της πηγής, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Επειδή το βολτόμετρο έχει πεπερασμένη εσωτερική αντίσταση ($r_V = 100 \, \Omega$) και άρα δεν είναι ιδανικό, θα μεταβάλλει τις τιμές των ρευμάτων του κυκλώματος που υπολογίστηκαν στο ερώτημα 4.2.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = -4\mu\text{C}$ και $Q_2 = 9\mu\text{C}$ τοποθετούνται σε δύο σημεία Α και Β που απέχουν απόσταση $(AB) = R = 9\text{ cm}$ και παραμένουν ακλόνητα. Αν δίνεται ότι η ηλεκτρική σταθερά είναι $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$, τότε:

4.1. Να σχεδιάσετε ποιοτικά τις δυναμικές γραμμές του πεδίου που προκύπτει από την αλληλεπίδραση των δύο φορτίων.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την δύναμη μεταξύ των φορτίων και να καθορίσετε την φορά της.

Μονάδες 6

4.3. Σε ποιο σημείο Σ της ευθείας ΑΒ (σε πεπερασμένη απόσταση) η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου μηδενίζεται.

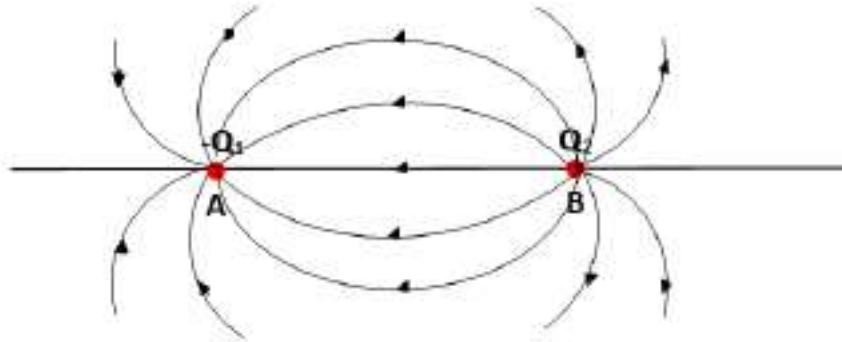
Μονάδες 7

4.4. Στο σημείο Σ όπου μηδενίζεται η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου να υπολογιστεί το δυναμικό του πεδίου.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου έχουν την μορφή:



Μονάδες 5

4.2. Η δύναμη σε κάθε φορτίο λόγω της αλληλεπίδρασής τους δίνεται από τον νόμο του Coulomb:

$$F = k \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{R^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} \text{C} \cdot 9 \cdot 10^{-6} \text{C}}{(9 \cdot 10^{-2})^2 \text{m}^2} = 4 \cdot 10^1 \text{N} = 40 \text{N}$$

Οι δυνάμεις έχουν σχέση δράσης – αντίδρασης. Επειδή τα φορτία είναι ετερόσημα, έλκονται. Άρα η φορά των δυνάμεων είναι από το ένα φορτίο στο άλλο.

Μονάδες 6

4.3. Η ένταση του πεδίου μηδενίζεται, εκεί όπου τα διανύσματα των εντάσεων των πεδίων που δημιουργούν τα δύο φορτία είναι αντίθετα. Ανάμεσα στα δύο φορτία, οι εντάσεις είναι ομόρροπες οπότε η συνισταμένη τους δεν μπορεί να μηδενιστεί. Κατά συνέπεια το ζητούμενο σημείο – έστω Σ – θα είναι εκτός του τμήματος AB και συγκεκριμένα αριστερά του A, που είναι πιο κοντά στο φορτίο με την μικρότερη απόλυτη τιμή, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Για τις εντάσεις E_1 , E_2 θα πρέπει να είναι:

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0}$$

Με θετική φορά προς τα δεξιά:

$$E_1 - E_2 = 0 \Leftrightarrow k \frac{|Q_1|}{x^2} = k \frac{|Q_2|}{(R+x)^2} \Leftrightarrow \frac{4 \cdot 10^{-6}}{x^2} = \frac{9 \cdot 10^{-6}}{(R+x)^2} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{4}{x^2}} = \sqrt{\frac{9}{(R+x)^2}}$$
$$\left| \frac{2}{x} \right| = \pm \left| \frac{3}{0,09+x} \right| \Leftrightarrow 0,18 + 2 \cdot x = \pm 3 \cdot x$$

είτε δηλαδή:

$$0,18 = 3 \cdot x - 2 \cdot x \Leftrightarrow x = 0,18 \text{ m} \quad \text{που γίνεται δεκτή}$$

είτε:

$$0,18 = -3 \cdot x - 2 \cdot x \Leftrightarrow x = -0,036 \text{ m}$$

η οποία απορρίπτεται αφού αντιστοιχεί σε σημείο ανάμεσα στα Α και Β, που το απορρίψαμε πιο πάνω.

Μονάδες 7

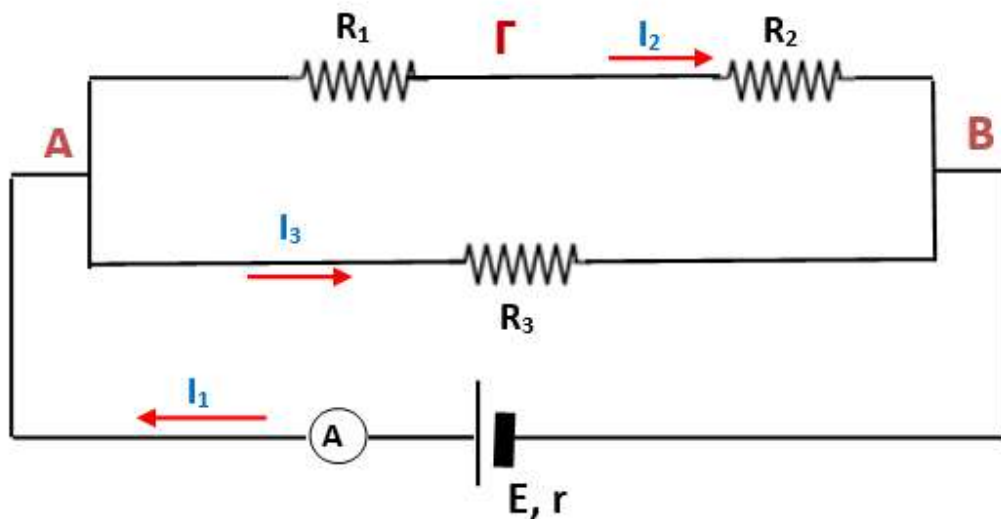
4.4. Στο σημείο Σ, το ζητούμενο δυναμικό θα είναι:

$$\begin{aligned} V_{\Sigma} &= V_{Q_1} + V_{Q_2} = k \frac{Q_1}{x} + k \frac{Q_2}{R+x} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \left(\frac{-4 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{0,18 \text{ m}} + \frac{9 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{0,27 \text{ m}} \right) = \\ &= 9 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{-4}{0,18} + \frac{9}{0,27} \right) = 9 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{-4 \cdot 3}{0,18 \cdot 3} + \frac{9 \cdot 2}{0,27 \cdot 2} \right) = \\ &= 9 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{-12}{0,54} + \frac{18}{0,54} \right) = 9 \cdot 10^3 \cdot \frac{6}{0,54} \Leftrightarrow V_{\Sigma} = 10^5 \text{ V} \end{aligned}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Στο κύκλωμα του σχήματος:



η ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής είναι $\mathcal{E} = 144 \text{ V}$, η εσωτερική της αντίσταση r και όλοι οι αντιστάτες έχουν μόνο ωμικές αντιστάσεις. Η διαφορά δυναμικού στα σημεία A και Γ δίνεται $V_{A\Gamma} = 40 \text{ V}$ και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_2 είναι $I_2 = 4 \text{ A}$. Αν είναι $R_3 = 30 \Omega$ και $R_2 = 2 \cdot R_1$, να υπολογίσετε:

4.1. Την αντίσταση του αντιστάτη R_1 .

Μονάδες 5

4.2. Τα ρεύματα που διαρρέουν το κύκλωμα.

Μονάδες 6

4.3. Την εσωτερική αντίσταση της πηγής.

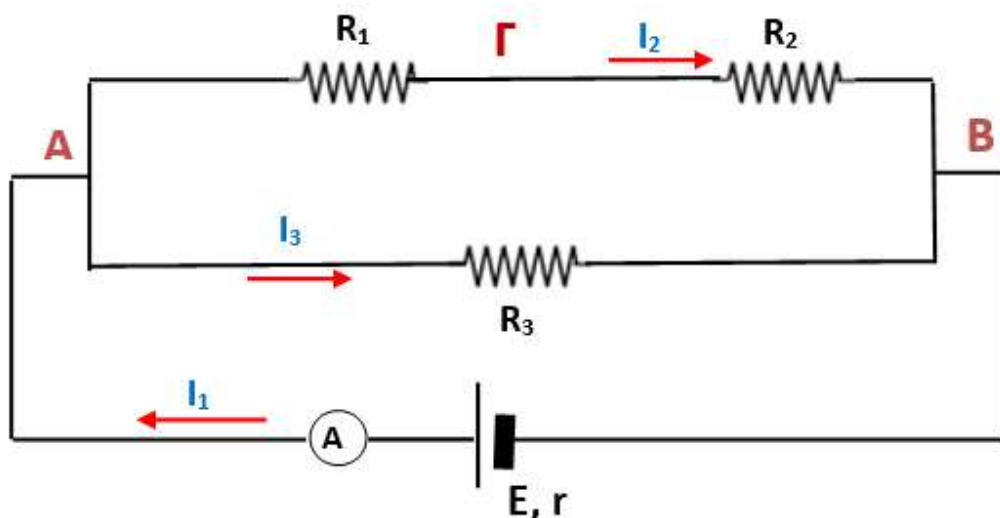
Μονάδες 6

4.4. Την ισχύ που καταναλώνεται πάνω στον αντιστάτη R_2 και την θερμότητα που απελευθερώνεται σε χρόνο $t = 10 \text{ min}$.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

4.1. Εφαρμόζουμε τον νόμο του Ohm για την διαφορά δυναμικού στα Α και Γ.



Με δεδομένο ότι η ένταση που διαρρέει τον κλάδο ΑΓΒ είναι η ίδια σε όλο το μήκος του κλάδου:

$$V_{AG} = I_2 \cdot R_1 \Leftrightarrow 40 = 4 \cdot R_1 \Leftrightarrow R_1 = 10 \, \Omega$$

Μονάδες 5

4.2. Οι αντιστάτες R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και ο $R_2 = 2 \cdot R_1 = 20 \, \Omega$, οπότε:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 10\Omega + 20\Omega = 30 \, \Omega$$

άρα :

$$V_{AB} = I_2 \cdot R_{1,2} = 4A \cdot 30\Omega = 120 \, V$$

με αποτέλεσμα:

$$I_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} = \frac{120V}{30\Omega} = 4 \, A$$

Τέλος, από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff:

$$I_1 = I_2 + I_3 = 4A + 4A = 8 \, A$$

Μονάδες 6

4.3. Η διαφορά δυναμικού V_{AB} αποτελεί την πολική τάση του κυκλώματος και άρα ισχύει:

$$V_{\pi} = \mathcal{E} - I_1 \cdot r \Leftrightarrow 120 = 144 - 8 \cdot r \Leftrightarrow r = \frac{144V - 120V}{8A} = 3 \, \Omega$$

Μονάδες 6

4.4. Η ισχύς στον αντιστάτη R_2 , είναι:

$$P_{R_2} = I_2^2 \cdot R_2 = 4^2 A^2 \cdot 20\Omega = 320 \, W$$

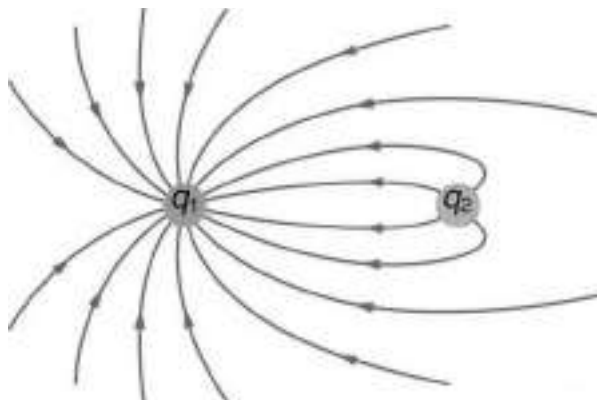
και η θερμότητα που απελευθερώνεται σε $t = 10 \, \text{min} = 600 \, s$, είναι:

$$Q_2 = P_{R_2} \cdot t = 320 \, W \cdot 600 \, s = 1,92 \cdot 10^5 \, \text{Joules}$$

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 2

2.1. Το σύστημα δύο σημειακών και ακίνητων ηλεκτρικών φορτίων q_1 και q_2 δημιουργεί ένα ηλεκτροστατικό πεδίο, που απεικονίζεται στο σχήμα, με ένα ορισμένο πλήθος ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών. Οι μαθητές και μαθήτριες ενός τμήματος, συζητώντας για το είδος και το μέγεθος των σημειακών ηλεκτρικών φορτίων q_1 και q_2 , εκτίμησαν ότι:



1. τα ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 είναι ομόσημα και $|q_1| > |q_2|$.
2. το ηλεκτρικό φορτίο q_1 είναι θετικό, το ηλεκτρικό φορτίο q_2 είναι αρνητικό και $|q_2| > |q_1|$.
3. Το ηλεκτρικό φορτίο q_2 είναι θετικό, το ηλεκτρικό φορτίο q_1 είναι αρνητικό και $|q_1| > |q_2|$.

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Για το είδος και το μέγεθος των ηλεκτρικών φορτίων q_1 και q_2 ορθή είναι η πρόταση:

- (α) 1 (β) 2 (γ) 3

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Διαθέτουμε δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις R_1 και R_2 , με $R_1 < R_2$. Οι αντιστάτες συνδέονται παράλληλα και το σύστημά τους τροφοδοτείται από σταθερή τάση V .

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Αν Q_1 και Q_2 είναι οι θερμότητες που εκλύονται από τους αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 αντίστοιχα, στο ίδιο χρονικό διάστημα Δt , τότε:

- (α) $Q_1 = Q_2$ (β) $Q_1 > Q_2$ (γ) $Q_1 < Q_2$

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Μονάδες 4

2.1.B. Οι ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές πηγάζουν από τα θετικά φορτία και έχουν ως «καταβόθρες» τους τα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία. Έτσι, το ηλεκτρικό φορτίο q_1 είναι αρνητικό, ενώ το ηλεκτρικό φορτίο q_2 είναι θετικό. Το πλήθος των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών που πηγάζουν από το ηλεκτρικό φορτίο q_2 είναι μικρότερο από το πλήθος των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών που έχουν ως «καταβόθρα» τους το ηλεκτρικό φορτίο q_1 . Έτσι, $|q_1| > |q_2|$.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι (β).

Μονάδες 4

2.2.B. Ισχύει: $Q_1 = \frac{V^2}{R_1} \cdot \Delta t$ [1] και $Q_2 = \frac{V^2}{R_2} \cdot \Delta t$ [2]. Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις [1] και [2]

προκύπτει: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} > 1$, $Q_1 > Q_2$.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1 Ακίνητο, θετικό, σημειακό φορτίο Q δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο. Δύο σημεία A και B του πεδίου απέχουν αποστάσεις r_A και r_B αντίστοιχα από το φορτίο Q .

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Αν το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο A είναι τετραπλάσιο του μέτρου της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο B ($E_A = 4 \cdot E_B$) τότε:

(α) $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$

(β) $\frac{r_A}{r_B} = 2$

(γ) $\frac{r_A}{r_B} = 4$

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Κόψαμε ένα ομογενές κυλινδρικό σύρμα, που θεωρείται αντιστάτης, σε δύο κομμάτια A και B. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες των δύο αντιστατών A και B διακρίνονται στο διάγραμμα.

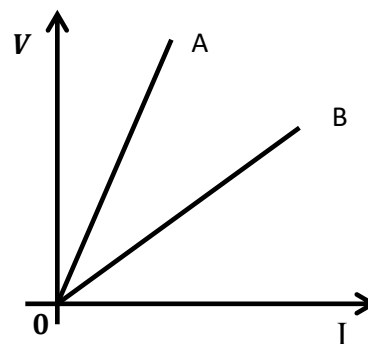
2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Αν L_A και L_B είναι τα μήκη των κομματιών A και B αντίστοιχα, θα ισχύει:

(α) $L_A > L_B$

(β) $L_A < L_B$

(γ) $L_A = L_B$



Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.1.B. Ισχύει: $E_A = 4 \cdot E_B$, $k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_A^2} = 4 \cdot k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_B^2}$, $r_B^2 = 4 \cdot r_A^2$, $r_B = 2 \cdot r_A$, $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$.

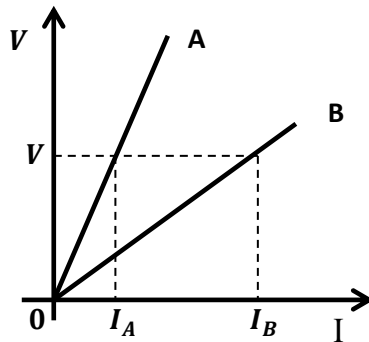
Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.2.B.

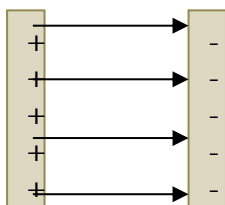


Ισχύει: $I_A < I_B$, $\frac{1}{I_A} > \frac{1}{I_B}$, $\frac{V}{I_A} > \frac{V}{I_B}$, $R_A > R_B$, $\rho \cdot \frac{L_A}{S} > \rho \cdot \frac{L_B}{S}$, $L_A > L_B$.

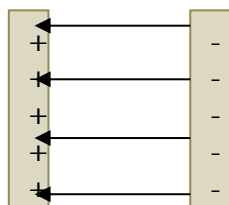
Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

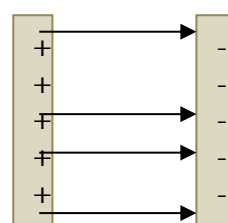
2.1. Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζονται οι δυναμικές γραμμές τριών υποθετικών ηλεκτροστατικών πεδίων.



(α)



(β)



(γ)

2.1.A. Ποιό από τα παραπάνω σχήματα απεικονίζει σωστά ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο;

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Τρεις αντιστάτες με αντιστάσεις R , $2 \cdot R$ και $3 \cdot R$ αντίστοιχα, συνδέονται σε σειρά και στα άκρα του συστήματός τους εφαρμόζεται σταθερή τάση V . Τότε, η καταναλισκόμενη ηλεκτρική ισχύς από το σύστημα των τριών αντιστατών είναι P_1 . Αν οι τρεις αντιστάτες συνδεθούν παράλληλα και στα άκρα του συστήματός τους εφαρμοστεί η ίδια σταθερή τάση V , το σύστημα των τριών αντιστατών καταναλώνει ηλεκτρική ισχύ P_2 .

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Ο λόγος $\frac{P_2}{P_1}$ είναι ίσος με:

(α) 1

(β) 11

(γ) 3

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.1.B. Οι δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου είναι ευθείες, παράλληλες, ισαπέχουσες μεταξύ τους και πηγάζουν από τα θετικά φορτία.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (β).

Μονάδες 4

2.2.B. Ισχύει: $P_1 = \frac{V^2}{R_{\sigma\epsilon\iota\rho}} = \frac{V^2}{R + 2 \cdot R + 3 \cdot R} = \frac{V^2}{6 \cdot R}$ [1] και

$$P_2 = \frac{V^2}{R_{\pi\alpha\rho}} = V^2 \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2 \cdot R} + \frac{1}{3 \cdot R} \right) = V^2 \cdot \frac{11}{6 \cdot R} \text{ [2].}$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις [2] και [1] προκύπτει: $\frac{P_2}{P_1} = 11$.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο ακίνητα, θετικά, σημειακά ηλεκτρικά φορτία Q και $2 \cdot Q$, βρίσκονται στα σημεία A και B, του άξονα $x'x$, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Ένα σημείο Σ του άξονα $x'x$, στο οποίο η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτία, είναι μηδέν βρίσκεται:

(α) μεταξύ των σημείων A και B.

(β) αριστερά από το σημείο A.

(γ) δεξιά από το σημείο B.

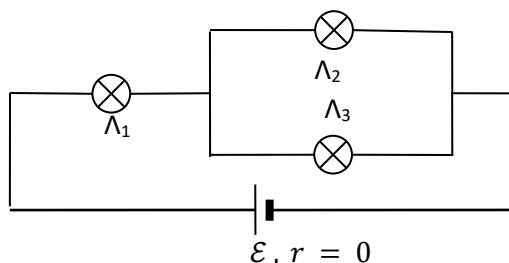
Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα που ακολουθεί θεωρούμε ότι:

- 1) η ηλεκτρική πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ και μηδενική εσωτερική αντίσταση,
- 2) οι τρεις ηλεκτρικοί λαμπτήρες είναι όμοιοι και συμπεριφέρονται ως ωμικοί αντιστάτες.



2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Αν I_1 , I_2 και I_3 είναι οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους ηλεκτρικούς λαμπτήρες Λ_1 , Λ_2 και Λ_3 αντίστοιχα, ισχύει:

(α) $I_1 = I_2 < I_3$,

(β) $I_2 = I_3 < I_1$,

(γ) $I_1 < I_2 < I_3$

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.1.B. Για να είναι μηδενική η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτία Q και $2 \cdot Q$, σε ένα σημείο του άξονα $x'x$, θα πρέπει τα διανύσματα των εντάσεων $\vec{E}_A$ και $\vec{E}_B$, των ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούν τα φορτία Q και $2 \cdot Q$ αντίστοιχα, στο σημείο αυτό, να είναι αντίθετα. Συνεπώς, θα πρέπει να έχουν και αντίθετη φορά. Οι εντάσεις $\vec{E}_A$ και $\vec{E}_B$ έχουν αντίθετη φορά μόνο σε σημείο του άξονα $x'x$ που βρίσκεται μεταξύ των σημείων A και B.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (β).

Μονάδες 4

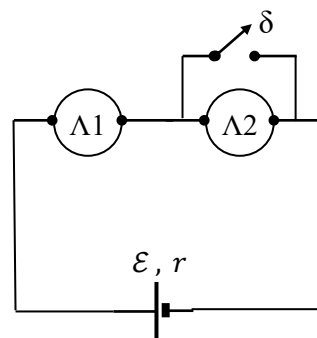
2.2.B. Οι λαμπτήρες Λ_1 , Λ_2 και Λ_3 είναι όμοιοι και συνεπώς οι αντιστάσεις τους είναι ίσες:

$R_1 = R_2 = R_3 = R$. Οι λαμπτήρες Λ_2 και Λ_3 συνδέονται παράλληλα και συνεπώς οι τάσεις στα άκρα τους είναι ίσες: $V_2 = V_3 = V_{2,3}$. Έτσι, οι λαμπτήρες Λ_2 και Λ_3 διαρρέονται από ηλεκτρικά ρεύματα ίσης έντασης: $I_2 = I_3 = \frac{V_{2,3}}{R}$. Από τον α' κανόνα Kirchhoff ισχύει: $I_1 = I_2 + I_3 = 2 \cdot \frac{V_{2,3}}{R}$. Συνεπώς ο λαμπτήρας Λ_1 διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα διπλάσιας έντασης από εκείνο που διαρρέει τους λαμπτήρες Λ_2 και Λ_3 . Έτσι: $I_2 = I_3 < I_1$.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Μια ομάδα μαθητριών / μαθητών, στο εργαστήριο της Φυσικής, δημιούργησε το κύκλωμα που παριστάνεται στο σχήμα. Η ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης τροφοδοτεί το σύστημα δύο όμοιων λαμπτήρων $\Lambda 1$, $\Lambda 2$, οι οποίοι συνδέονται σε σειρά και λειτουργούν κανονικά, όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός. Όταν κλείσει ο διακόπτης δ , βραχυκυκλώνεται ο λαμπτήρας $\Lambda 2$. Θεωρούμε ότι οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται ως αντιστάτες.



2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση.

Αν κλείσει ο διακόπτης δ κινδυνεύει να καταστραφεί:

(α) ο λαμπτήρας $\Lambda 1$,

(β) ο λαμπτήρας $\Lambda 2$,

(γ) και οι δύο λαμπτήρες.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Σημειακό, θετικό και ακίνητο στον αέρα ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο. Σημείο Σ βρίσκεται στον αέρα και σε απόσταση r από το φορτίο Q .

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση.

Για το μέτρο E της έντασης και το δυναμικό V του ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργεί το ηλεκτρικό φορτίο Q , στο σημείο Σ , ισχύει:

$$(\alpha) \frac{E}{V} = r \quad , \quad (\beta) \frac{E}{V} = \frac{1}{r} \quad , \quad (\gamma) \frac{E}{V} = 1$$

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.1.B. Οι λαμπτήρες Λ_1 και Λ_2 είναι όμοιοι και συνεπώς οι αντιστάσεις τους είναι ίσες: $R_1 = R_2 = R$. Όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός, οι λαμπτήρες συνδέονται σε σειρά, το ηλεκτρικό ρεύμα που τους διαρρέει έχει ένταση $I = \frac{\mathcal{E}}{2 \cdot R + r}$ και λειτουργούν κανονικά. Όταν κλείσει ο διακόπτης δ , ο λαμπτήρας Λ_2 βραχυκυκλώνεται, δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και συνεπώς δεν κινδυνεύει να καταστραφεί, απλώς δε φωτοβολεί. Τότε, όμως, ο λαμπτήρας Λ_1 διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I' = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, που είναι μεγαλύτερη από την ένταση κανονικής λειτουργίας $I = \frac{\mathcal{E}}{2 \cdot R + r}$ και συνεπώς ο λαμπτήρας Λ_1 κινδυνεύει να καταστραφεί.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (β).

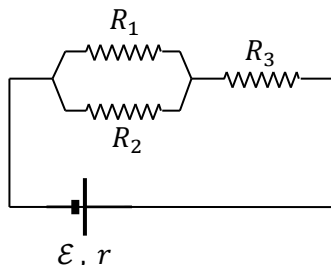
Μονάδες 4

2.2.B. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q στο σημείο Σ είναι: $E = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r^2}$ [1]. Το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q στο σημείο Σ είναι: $V = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r}$ [2]. Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις [1] και [2] προκύπτει: $\frac{E}{V} = \frac{1}{r}$.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Τρεις αντιστάτες (1), (2), (3), με αντιστάσεις $R_1 = 10\ \Omega$, R_2 και R_3 αντίστοιχα, συνδέονται όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το σύστημα των τριών αντιστατών τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης, ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E} = 66\text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 2\ \Omega$.

Αν για τις εντάσεις των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες (1) και (2) ισχύει: $I_1 = 2 \cdot I_2$ και για τις ηλεκτρικές τάσεις στα άκρα του αντιστάτη (3) και του αντιστάτη (1) η σχέση $V_3 = 2 \cdot V_1$,

4.1. να σχεδιάσετε τις φορές (συμβατικές) των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαρρέουν όλους τους αντιστάτες του κυκλώματος και να υπολογίσετε την αντίσταση R_2 του αντιστάτη (2).

Μονάδες 6

4.2. να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Μονάδες 7

4.3. να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη του κυκλώματος.

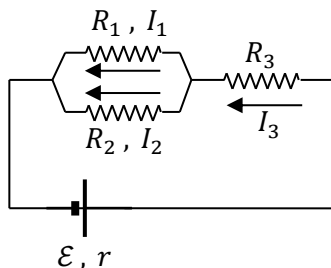
Μονάδες 6

4.4. να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη (1), στο ίδιο χρονικό διάστημα που η ηλεκτρική πηγή προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια 1980 J σε όλο το κύκλωμα.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Ισχύει: $V_1 = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$, $R_2 = 2 \cdot R_1 = 20 \, \Omega$.

Μονάδες 6

4.2. Ισχύει: $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20}{3} \, \Omega$. Επίσης: $V_3 = 2 \cdot V_1$, $I_3 \cdot R_3 = 2 \cdot I_1 \cdot R_1$,

$$(I_1 + I_2) \cdot R_3 = 2 \cdot I_1 \cdot R_1, \quad 3 \cdot I_2 \cdot R_3 = 4 \cdot I_2 \cdot R_1, \quad R_3 = \frac{4}{3} \cdot R_1 = \frac{40}{3} \, \Omega$$

Έτσι: $R_{ολ}^{\varepsilon} = R_{1,2} + R_3 = \frac{60}{3} \, \Omega = 20 \, \Omega$.

Μονάδες 7

4.3. Για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή ισχύει:

$$I = I_3 = \frac{\varepsilon}{R_{ολ}^{\varepsilon} + r} = \frac{66}{22} \, A = 3 \, A. \quad I_3 = I_1 + I_2 = 2 \cdot I_2 + I_2 = 3 \cdot I_2, \quad I_2 = \frac{I_3}{3} = 1 \, A \quad \text{και}$$

$$I_1 = 2 \cdot I_2 = 2 \, A$$

Μονάδες 6

4.4. Σε χρόνο t η ηλεκτρική πηγή προσφέρει σε όλο το κύκλωμα ενέργεια:

$$W_{πηγ} = \varepsilon \cdot I \cdot t, \quad t = \frac{W_{πηγ}}{\varepsilon \cdot I} = 10 \, s. \quad \text{Στον ίδιο χρόνο, στον αντιστάτη αντίστασης } R_1 \text{ ελευθερώνεται}$$

$$\text{θερμότητα } Q_1 = I_1^2 \cdot R_1 \cdot t = 400 \, J.$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στα σημεία A και B βρίσκονται ακίνητα δύο ίσα αρνητικά ηλεκτρικά φορτία. Το σημείο M είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος AB. Αν $\vec{E}$ και V είναι η ένταση και το δυναμικό αντίστοιχα στο σημείο M του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτία, τότε ισχύει:

(α) $\vec{E} = 0$ και $V = 0$.

(β) $\vec{E} \neq 0$ και $V = 0$.

(γ) $\vec{E} = 0$ και $V \neq 0$.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο ωμικές αντιστάσεις $R_1 = R$ και $R_2 = 2R$, συνδέονται παράλληλα, με τάση V στα κοινά τους άκρα, οπότε η ωμική αντίσταση R_1 διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 . Επανασυνδέουμε τις δύο αντιστάσεις R_1 και R_2 σε σειρά και το σύστημα το συνδέουμε πάλι στην ίδια τάση V. Η ωμική αντίσταση R_1 διαρρέεται τώρα από ρεύμα έντασης I_2 . Ο λόγος $\frac{I_2}{I_1}$ των εντάσεων των ρευμάτων I_1 και I_2 είναι:

$$(α) \frac{I_2}{I_1} = \frac{3}{2}, \quad (β) \frac{I_2}{I_1} = \frac{2}{3}, \quad (γ) \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{3}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι εντάσεις των ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούν στο σημείο Μ τα δύο ομώνυμα ηλεκτρικά φορτία, με φορτίο έστω Q , θα έχουν αντίθετες φορές, οπότε η συνολική ένταση στο σημείο Μ θα είναι:

$$E = k \frac{|Q|}{r^2} - k \frac{|Q|}{r^2} = 0$$

Το δυναμικό στο σημείο Μ θα είναι:

$$V = k \frac{Q}{r} + k \frac{Q}{r} = 2k \frac{Q}{r} \neq 0$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Όταν οι δύο αντιστάτες R_1 και R_2 , είναι μεταξύ τους συνδεδεμένοι παράλληλα, η ένταση I_1 του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R_1 , σύμφωνα με το νόμο του Ohm, είναι:

$$I_1 = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Όταν οι δύο αντιστάτες R_1 και R_2 , είναι μεταξύ τους συνδεδεμένοι σε σειρά, η ένταση I_2 του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R_1 , σύμφωνα με το νόμο του Ohm, είναι:

$$I_2 = \frac{V}{R_{\text{ολ}}} = \frac{V}{R_1 + R_2} = \frac{V}{3R} \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2) παίρνουμε:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{V}{3R}}{\frac{V}{R}} = \frac{1}{3}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στο ένα άκρο Α ενός ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ τοποθετούμε ένα θετικά φορτισμένο ηλεκτρικό φορτίο $Q_A = +2|Q|$, ενώ στο άλλο άκρο Β τοποθετούμε ένα αρνητικά φορτισμένο ηλεκτρικό φορτίο $Q_B = -3|Q|$. Αν το σημείο Μ είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ, τότε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτία Q_A και Q_B είναι μηδέν

(α) στο μέσο Μ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ.

(β) σε σημείο που βρίσκεται ανάμεσα στα σημεία Α και Μ.

(γ) σε σημείο που βρίσκεται ανάμεσα στα σημεία Β και Μ.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Γεννήτρια με ΗΕΔ $\mathcal{E}$ και εσωτερική αντίσταση r τροφοδοτεί αντιστάτη με αντίσταση R . Αν η εσωτερική αντίσταση της γεννήτριας $r = R/4$, τότε η ισχύς P , που δαπανάται στην αντίσταση R είναι:

$$(\alpha) P = \frac{4\mathcal{E}^2}{5R}, \quad (\beta) P = \frac{25\mathcal{E}^2}{16R}, \quad (\gamma) P = \frac{16\mathcal{E}^2}{25R}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Έστω Σ το σημείο πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ, που απέχει r_1 από το Α και r_2 από το Β, στο οποίο το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτία Q_A και Q_B είναι μηδέν.

Θα έχουμε:

$$V_{\Sigma} = 0 \Rightarrow k \frac{Q_A}{r_1} + k \frac{Q_B}{r_2} = 0 \Rightarrow k \frac{2|Q|}{r_1} + k \frac{-3|Q|}{r_2} = 0 \Rightarrow \frac{2}{r_1} = \frac{3}{r_2} \Rightarrow r_2 = 1,5r_1 \quad (1)$$

Αλλά $r_1 + r_2 = r$ (2) όπου r , η απόσταση των σημείων Α και Β. Από τις σχέσεις (1) και (2) καταλήγουμε:

$$r_2 = 1,5(r - r_2) \Rightarrow 2,5r_2 = 1,5r \Rightarrow r_2 = 0,6r$$

οπότε $r_1 = 0,4r$, δηλαδή το σημείο Σ βρίσκεται ανάμεσα στα σημεία Α και Β.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι: $R_{ολ} = R + r = R + \frac{R}{4} = \frac{5R}{4}$ (1)

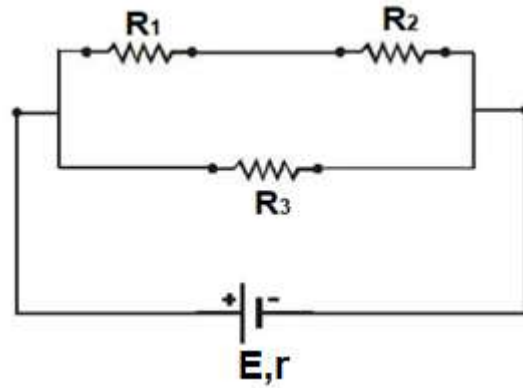
Σύμφωνα με το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα και λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση (1) έχουμε:

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{E}{\frac{5R}{4}} = \frac{4E}{5R} \quad (2)$$

Επομένως, σύμφωνα με τη σχέση (2), η ισχύς P , που δαπανάται στην αντίσταση R είναι:

$$P = I^2 R = \frac{16E^2}{25R}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Στο κύκλωμα του παραπάνω σχήματος έχουμε μία ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 18 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1 \Omega$ και τρεις ωμικούς αντιστάτες που έχουν αντίσταση ο κάθε ένας $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, και $R_3 = 3 \Omega$. Να υπολογίσετε:

4.1. Την ολική αντίσταση του συστήματος.

Μονάδες 6

4.2. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την ωμική αντίσταση R_3 .

Μονάδες 7

4.3. Την τάση στα άκρα της ωμικής αντίστασης R_2 .

Μονάδες 6

4.4. Την θερμότητα που εκλύεται στην ωμική αντίσταση R_1 σε χρόνο $t = 1 \text{ min}$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1. Οι αντιστάτες R_1 , R_2 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά οπότε: $R_{1,2} = R_1 + R_2 = 6 \Omega$. (μονάδες 3)

Οι αντιστάτες R_3 , $R_{1,2}$ είναι παράλληλα συνδεδεμένοι, συνεπώς, η ολική αντίσταση του συστήματος είναι:

$$R_{ολ} = \frac{R_3 \cdot R_{1,2}}{R_3 + R_{1,2}} = 2 \Omega \quad (\text{μονάδες 3})$$

Μονάδες 6

4.2. Η ένταση του ρεύματος I που διαρρέει την πηγή δίνεται από το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = 9 \text{ A} \quad (\text{μονάδες 2})$$

Η πολική τάση της πηγής είναι:

$$V_{\pi} = E - Ir = 9 \text{ V} \quad (\text{μονάδες 2})$$

Άρα, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την ωμική αντίσταση R_3 σύμφωνα με το νόμο του Ohm είναι:

$$I_3 = \frac{V_{\pi}}{R_3} = 3 \text{ A} \quad (\text{μονάδες 3})$$

Μονάδες 7

4.3. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τις ωμικές αντιστάσεις R_1 , R_2 σύμφωνα με το νόμο του Ohm είναι:

$$I_{1,2} = \frac{V_{\pi}}{R_{1,2}} = 1,5 \text{ A} \quad (\text{μονάδες 3})$$

Συνεπώς, η τάση στα άκρα της ωμικής αντίστασης R_2 είναι:

$$V_2 = I_{1,2} \cdot R_2 = 6 \text{ V} \quad (\text{μονάδες 3})$$

Μονάδες 6

4.4. Η θερμότητα Q_1 που εκλύεται στην αντίσταση R_1 σε χρόνο $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ είναι σύμφωνα με το νόμο του Joule:

$$Q_1 = I_{1,2}^2 \cdot R_1 \cdot t = 270 \text{ J}$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Στα άκρα A και B ενός ευθύγραμμου τμήματος AB, όπου $(AB) = d = 2 \text{ m}$, βρίσκονται δύο ακίνητα σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_A = +2 \text{ } \mu\text{C}$ και $Q_B = -3 \text{ } \mu\text{C}$ αντίστοιχα.

4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσον O του ευθύγραμμου τμήματος AB.

Μονάδες 7

4.2. Να βρεθεί το δυναμικό στο σημείο O.

Μονάδες 6

4.3. Έστω σημείο Γ που βρίσκεται ανάμεσα στα άκρα A και B του ευθύγραμμου τμήματος AB, όπου το δυναμικό είναι μηδέν. Να υπολογίσετε την απόσταση του σημείου Γ από το άκρο A.

Μονάδες 6

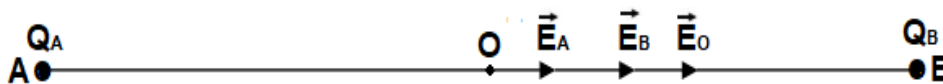
4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη μετακίνηση φορτίου $q = -1 \text{ } \mu\text{C}$ από το σημείο O στο σημείο Γ.

Μονάδες 6

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Οι δύο συνιστώσες της έντασης $\vec{E}_A$ και $\vec{E}_B$ του ηλεκτρικού πεδίου που οφείλονται στα δύο ηλεκτρικά φορτία Q_A και Q_B στο μέσον O , δίνονται από τις σχέσεις:

$$E_A = k \frac{|Q_A|}{(d/2)^2} = 18 \cdot 10^3 \text{ N/C}, \quad E_B = k \frac{|Q_B|}{(d/2)^2} = 27 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Συνεπώς η συνολική ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσον O είναι:

$$E_O = E_A + E_B = 45 \cdot 10^3 \text{ N/C} \quad \text{με φορά προς το B.}$$

Μονάδες 7

4.2. Το δυναμικό στο σημείο O βρίσκεται από τη σχέση:

$$V_O = k \frac{Q_A}{d/2} + k \frac{Q_B}{d/2} = -9 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.3. Έστω το σημείο Γ που απέχει από το άκρο A απόσταση x , όπου το δυναμικό στο Γ είναι μηδέν. Θα ισχύει:

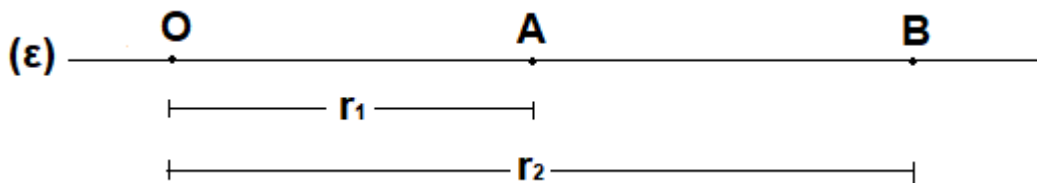
$$V_\Gamma = 0 \Rightarrow k \frac{Q_A}{x} + k \frac{Q_B}{d-x} = 0 \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-6}}{x} = \frac{3 \cdot 10^{-6}}{2-x} \Rightarrow 5x = 4 \Rightarrow x = 0,8 \text{ m}$$

Μονάδες 6

4.4. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη μετακίνηση του φορτίου $q = -1 \mu\text{C}$ από το σημείο O στο σημείο Γ βρίσκεται από τη σχέση:

$$W = q(V_O - V_\Gamma) = 9 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Στο σημείο O μιας ευθείας (ε) βρίσκεται ακίνητο ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q, το οποίο δημιουργεί γύρω του ένα ηλεκτρικό πεδίο. Σε ένα σημείο A της ευθείας (ε) που βρίσκεται δεξιά του σημείου O και σε απόσταση $r_1 = 3 \text{ cm}$ από το σημείο O, το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου έχει τιμή $V_A = -3 \cdot 10^5 \text{ V}$.

Να υπολογίσετε:

4.1. την τιμή του ηλεκτρικού φορτίου Q.

Μονάδες 6

4.2. την ένταση του πεδίου στο σημείο A.

Μονάδες 6

4.3. το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα άλλο σημείο B της ευθείας (ε) που βρίσκεται σε απόσταση $r_2 = 6 \text{ cm}$ από το σημείο O.

Μονάδες 6

4.4. Τοποθετούμε στο σημείο A ένα ηλεκτρικό φορτίο q. Το έργο που παράγεται από το πεδίο κατά τη μετακίνηση του ηλεκτρικού φορτίου q από το σημείο A στο σημείο B είναι $W = 0,24 \text{ J}$. Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που συναποτελούν το ηλεκτρικό φορτίο q.

Μονάδες 7

Δίνονται: η ηλεκτρική σταθερά $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$ και το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο A δίνεται από τη σχέση:

$$V_A = k \frac{Q}{r_1} \Rightarrow Q = V_A \frac{r_1}{k} = -10^{-6} \text{ C}$$

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της έντασης του πεδίου στο σημείο A δίνεται από τη σχέση:

$$E_A = k \frac{|Q|}{r_1^2} = 10^7 \text{ N/C}$$

με κατεύθυνση προς το O.

Μονάδες 6

4.3. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο B είναι:

$$V_B = k \frac{Q}{r_2} = -1,5 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.4. Το έργο που παράγεται από το πεδίο κατά τη μετακίνηση του ηλεκτρικού φορτίου q από το σημείο A στο σημείο B είναι:

$$W = q(V_A - V_B) \Rightarrow q = -1,6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Συνεπώς, ο αριθμός των ηλεκτρονίων που συναποτελούν το ηλεκτρικό φορτίο q είναι:

$$q = Nq_e \Rightarrow N = 10^{13} \text{ ηλεκτρόνια}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο θετικά σημειακά ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους και απωθούνται με ηλεκτρική δύναμη μέτρου F . Αν τριπλασιαστεί το ηλεκτρικό φορτίο καθενός φορτισμένου σωματιδίου και διπλασιαστεί η μεταξύ τους απόσταση, τότε το μέτρο της δύναμης με την οποία απωθούνται γίνεται ίσο με:

(α) $\frac{3 \cdot F}{4}$

(β) $9 \cdot F$

(γ) $\frac{9 \cdot F}{4}$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο ηλεκτρικοί λαμπτήρες πυρακτώσεως Λ_1 και Λ_2 ηλεκτρικής ισχύος 100 W και 80 W αντίστοιχα, λειτουργούν κανονικά όταν εφαρμόζεται στα άκρα τους ηλεκτρική τάση 220 V. Αν R_1 η αντίσταση του λαμπτήρα Λ_1 και R_2 η αντίσταση του λαμπτήρα Λ_2 , τότε ισχύει:

(α) $R_1 < R_2$ (β) $R_1 = R_2$ (γ) $R_1 > R_2$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Αρχικά το μέτρο της δύναμης που απωθεί τα δύο φορτία ισούται με: $F = K \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}$

Τελικά έχουμε: $F' = K \cdot \frac{3|Q_1| \cdot 3|Q_2|}{(2r)^2} = K \cdot \frac{9|Q_1| \cdot |Q_2|}{4r^2} = \frac{9}{4} \cdot K \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2} = \frac{9}{4} \cdot F$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Η ισχύς του λαμπτήρα Λ_1 δίνεται από τη σχέση: $P_1 = \frac{V^2}{R_1}$, άρα: $R_1 = \frac{V^2}{P_1} = \frac{(220 \text{ V})^2}{100 \text{ W}} = 484 \Omega$

Αντίστοιχα για τον λαμπτήρα Λ_2 έχουμε: $P_2 = \frac{V^2}{R_2}$, δηλαδή: $R_2 = \frac{V^2}{P_2} = \frac{(220 \text{ V})^2}{80 \text{ W}} = 605 \Omega$

Επομένως: $R_1 < R_2$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά φορτία, $q_1 = +4 \mu\text{C}$ και $q_2 = -1 \mu\text{C}$, βρίσκονται ακίνητα στα σημεία Α και Β που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $r = 1\text{m}$. Δίνεται: $K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$. Να βρείτε:

4.1. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκείται μεταξύ των φορτίων.

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο q_1 στο σημείο Β, όπου βρίσκεται το φορτίο q_2 .

Μονάδες 6

4.3. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, όταν μετακινηθεί το φορτίο q_2 από το σημείο Β στο άπειρο, ενώ το q_1 διατηρείται ακίνητο.

Μονάδες 6

4.4. Το σημείο της ευθείας που ενώνει τα δύο φορτία, στο οποίο μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα τρίτο σημειακό φορτίο $q = +1\mu\text{C}$, ώστε αυτό να ισορροπεί.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Τα φορτία q_1 και q_2 είναι ετερόσημα, άρα έλκονται και το μέτρο της δύναμης ισούται με:

$$F = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{(4 \cdot 10^{-6} \text{C}) \cdot (1 \cdot 10^{-6} \text{C})}{(1\text{m})^2} = 36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο q_1 ισούται με:

$$E = k \cdot \frac{|q_1|}{r^2} = 36 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Μονάδες 6

4.3. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη μετακίνηση του φορτίου q_2 από το σημείο Β στο άπειρο ισούται με:

$$W_F = q_2 \cdot (V_B - V_\infty) = q_2 \cdot \left(k \cdot \frac{q_1}{r} \right) = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = -36 \cdot 10^{-3} = -0,036 \text{ J}$$

Μονάδες 6

4.4. Το σημειακό φορτίο q ισορροπεί, επομένως η συνισταμένη δύναμη που του ασκείται θα πρέπει στο σημείο αυτό να είναι μηδενική. Τα σημειακά φορτία q_1 και q_2 είναι ετερόσημα, οπότε η συνισταμένη δύναμη θα μηδενίζεται έξω από το ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ, στα άκρα του οποίου βρίσκονται τα δύο φορτία και προς το μέρος που βρίσκεται το μικρότερο κατ' απόλυτη τιμή φορτίο (δηλαδή του Β). Αν x είναι η απόσταση από το φορτίο q_2 , τότε $r + x$ είναι η απόσταση του σημείου από το φορτίο q_1 . Οπότε για το μέτρο της $F_{ολ}$ ισχύει:

$$F_{ολ} = 0 \rightarrow F_1 = F_2 \rightarrow$$

$$K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q|}{(r+x)^2} = K \cdot \frac{|q_2| \cdot |q|}{x^2} \rightarrow$$

$$\frac{4}{(1+x)^2} = \frac{1}{x^2} \rightarrow 4 \cdot x^2 = 1 + x^2 + 2 \cdot x \rightarrow$$

$$3 \cdot x^2 - 2 \cdot x - 1 = 0.$$

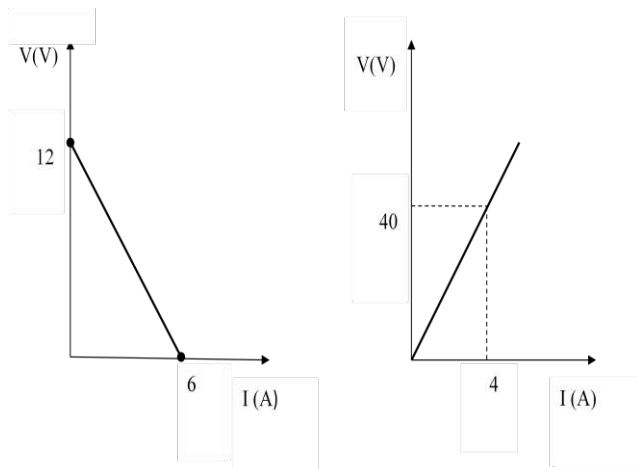
Το τριώνυμο δίνει δύο λύσεις: $x = 1$ και $x = -\frac{1}{3}$.

Η λύση $x = -\frac{1}{3}$ απορρίπτεται, διότι αντιστοιχεί σε σημείο μεταξύ των σημείων Α και Β. Επομένως, δεκτή είναι η τιμή $x = 1 \text{ m}$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Στα παρακάτω διαγράμματα παριστάνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες μιας ηλεκτρικής πηγής συνεχούς ρεύματος και ενός μεταλλικού αγωγού αντίστασης R .



4.1. Αφού αναγνωρίσετε ποια καμπύλη αντιστοιχεί στην ηλεκτρική πηγή και ποια στον αντιστάτη, να βρείτε την αντίσταση R του μεταλλικού αγωγού και πόσο φορτίο περνάει από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2 \text{ min}$. Η διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του αντιστάτη είναι $V = 40 \text{ V}$.

Μονάδες 6

4.2. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής και την εσωτερική της αντίσταση.

Μονάδες 6

4.3. Την πολική τάση της πηγής αφού συνδέσουμε στους πόλους της την αντίσταση R του μεταλλικού αγωγού. Να σχεδιάσετε το κλειστό κύκλωμα που δημιουργείται.

Μονάδες 7

4.4. Την ισχύ της πηγής και την ισχύ που αποδίδει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα που δημιουργήσαμε στο ερώτημα 4.3.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το δεύτερο διάγραμμα αντιστοιχεί στην χαρακτηριστική καμπύλη του αντιστάτη, οπότε:

$$R = \frac{V}{I} = 10 \, \Omega.$$

$$\text{Επίσης: } Q = I \cdot \Delta t = 480 \, \text{C}$$

Μονάδες 6

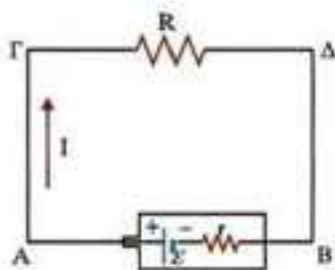
4.2. Το πρώτο διάγραμμα αντιστοιχεί στην χαρακτηριστική καμπύλη της πηγής, από το οποίο βρίσκουμε:

$$\text{Ηλεκτρεγερτική δύναμη πηγής: } E = 12 \, \text{V},$$

$$\text{Ρεύμα βραχυκύκλωσης: } I_{\beta} = \frac{E}{r} \rightarrow r = \frac{E}{I_{\beta}} = \frac{12 \, \text{V}}{6 \, \text{A}} = 2 \, \Omega.$$

Μονάδες 6

4.3.



Ο νόμος του Ohm για το κλειστό κύκλωμα μας δίνει:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} = \frac{E}{R + r} = 1 \, \text{A}$$

$$\text{Η πολική τάση της πηγής ισούται με: } V_{\pi} = E - I \cdot r = 10 \, \text{V}$$

Μονάδες 7

$$4.4. \text{ Η ισχύς της πηγής ισούται με: } P_{\pi} = E \cdot I = 12 \, \text{W}$$

Η ισχύς που αποδίδει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα είναι:

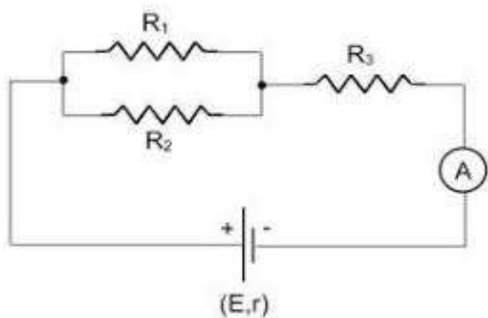
$$P_{\text{εξ}} = I^2 \cdot R = 10 \, \text{W},$$

$$\text{αλλιώς: } P_{\text{εξ}} = P_{\pi} - P_r = E \cdot I - I^2 \cdot r = 10 \, \text{W}$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα με τιμές αντιστάσεων $R_1 = 3 \, \Omega$, $R_2 = 6 \, \Omega$ και $R_3 = 5 \, \Omega$. Στα άκρα του συστήματος αντιστατών- ιδανικού αμπερομέτρου, συνδέουμε ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \, \Omega$. Η πηγή παρέχει στο κύκλωμα ρεύμα έντασης $I = 4 \, \text{A}$.



4.1. Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.2. Συνδέουμε ένα ιδανικό βολτόμετρο στα άκρα της ηλεκτρικής πηγής. Να βρείτε την ένδειξη του βολτομέτρου.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας που απελευθερώνει η αντίσταση R_3 σε χρονικό διάστημα 2 min.

Μονάδες 5

4.4. Να βρείτε πόση ενέργεια παρέχει η ηλεκτρική πηγή στο κύκλωμα σε χρόνο $t = 1 \, \text{h}$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένες παράλληλα και δίνουν συνολική αντίσταση:

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 2 \, \Omega . \text{ Οπότε: } R_{\text{ολ}} = R_{12} + R_3 + r = 8 \, \Omega$$

Μονάδες 6

4.2. Ο νόμος του Ohm για το κλειστό κύκλωμα μας δίνει:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} \rightarrow E = I \cdot R_{\text{ολ}} = 32 \, \text{V}$$

Το βολτόμετρο στα άκρα της πηγής μετρά την πολική τάση της:

$$V_{\pi} = E - I \cdot r = 28 \, \text{V} \text{ (αλλιώς: } V_{\pi} = I \cdot R_{\text{εξ}} = I \cdot (R_{12} + R_3) = 28 \, \text{V)}$$

Μονάδες 7

4.3. Η θερμότητα που εκλύει η αντίσταση R_3 δίνεται από τον νόμο του Joule:

$$Q_3 = I^2 \cdot R_3 \cdot t = 9600 \, \text{J}$$

Μονάδες 5

4.4. Η ισχύς που παρέχει η ηλεκτρική πηγή σε όλο το κύκλωμα ισούται με:

$$P_{\text{ολ}} = E \cdot I = 128 \, \text{W}$$

Επομένως, η συνολική ενέργεια που παρέχει στο κύκλωμα σε χρόνο $t = 1 \, \text{h}$, είναι:

$$E_{\text{ηλ}} = P_{\text{ολ}} \cdot t = 128 \, \text{W} \cdot 3.600 \, \text{s} = 460.800 \, \text{J}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 2

2.1. Συνδέουμε σε σειρά δύο λαμπτήρες, τους λαμπτήρες 1 και 2, και σε διακλάδωση με το σύστημα αυτών, συνδέουμε το λαμπτήρα 3. Στα άκρα του συστήματος των τριών λαμπτήρων εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση V . (Θεωρούμε ότι καθένας από τους λαμπτήρες συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης, όλοι οι λαμπτήρες έχουν την ίδια τιμή ωμικής αντίστασης και ότι η φωτοβολία κάθε λαμπτήρα είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος που τον διαρρέει). Κάποια στιγμή ο λαμπτήρας 1 καίγεται. Τότε:

(α) ο λαμπτήρας 3 παύει να φωτοβολεί.

(β) ο λαμπτήρας 3 φωτοβολεί όπως και πριν .

(γ) ο λαμπτήρας 3 φωτοβολεί, αλλά λιγότερο από πριν.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Το δυναμικό σε κάποιο σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου, που παράγεται από ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο, είναι $40V$. Το σημείο αυτό απέχει απόσταση $10cm$ από την πηγή του πεδίου. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο αυτό είναι:

$$(α) 4 \frac{N}{C} \quad , \quad (β) 40 \frac{N}{C} \quad , \quad (γ) 400 \frac{N}{C}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

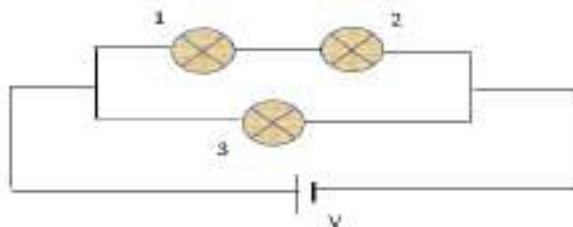
2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (β).

Μονάδες 4

2.1.B.

Η συνδεσμολογία των τριών λαμπτήρων απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.



Ο λαμπτήρας 3 συνδέεται σε διακλάδωση με το σύστημα των λαμπτήρων 1 και 2, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε σειρά. Η ένταση του ρεύματος I_3 που διαρρέει τον αντιστάτη R_3 καθορίζεται από την τάση V στα άκρα της συνδεσμολογίας και την αντίστασή του και δίνεται από την σχέση

$$I_3 = \frac{V}{R_3} \quad (1)$$

Όταν καεί ο λαμπτήρας 1, το ρεύμα που θα διαρρέει τον λαμπτήρα 3 δεν θα αλλάξει γιατί δίνεται πάλι από την σχέση (1). Στην πραγματικότητα, ο τρόπος σύνδεσης του λαμπτήρα 3 με το σύστημα των λαμπτήρων 1 και 2 είναι ίδιος με τον τρόπο σύνδεσης των λαμπτήρων σε μία οικιακή εγκατάσταση. Είναι κοινή διαπίστωση, πως όταν καεί κάποιος λαμπτήρας σε μία οικιακή εγκατάσταση, η φωτοβολία των άλλων δεν επηρεάζεται. Συνεπώς η φωτοβολία του λαμπτήρα δεν θα αλλάξει.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Μονάδες 4

2.2.B.

Το δυναμικό σε ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου, το οποίο δημιουργείται από ακίνητο σημειακό φορτίο Q (πεδίο Coulomb), όταν βρίσκεται σε απόσταση r από το φορτίο δίνεται από την σχέση

$$V = \frac{kQ}{r} \quad (1)$$

Αντίστοιχα, η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου στο ίδιο σημείο θα είναι

$$E = k \frac{|Q|}{r^2} \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1), (2) και παρατηρώντας ότι το δυναμικό είναι θετικό, δηλαδή το φορτίο Q είναι θετικό, έχουμε

$$\frac{V}{E} = \frac{\frac{kQ}{r}}{\frac{k|Q|}{r^2}} \Leftrightarrow \frac{V}{E} = r \Leftrightarrow E = \frac{V}{r} = \frac{40 \text{ N}}{0,1 \text{ C}} = 400 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Από ένα ομογενές μεταλλικό σύρμα σταθερού εμβαδού διατομής και μεγάλου μήκους, κόβουμε τρία σύρματα (1), (2), (3) με μήκη $L_1 = L$, $L_2 = 2L$ και $L_3 = L$ αντίστοιχα. Συνδέουμε παράλληλα τα σύρματα (1) και (2), το σύρμα (3) σε σειρά με το σύστημα των (1) και (2) και στα άκρα του συστήματος των τριών συρμάτων συνδέουμε ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 18\text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$. Εάν το σύρμα (1) διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_1 = 2\text{ A}$, να υπολογίσετε:

4.1. την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το σύρμα (2).

Μονάδες 6

4.2. την πολική τάση της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.3. τις τιμές των αντιστάσεων R_1 , R_2 και R_3 των συρμάτων αντίστοιχα.

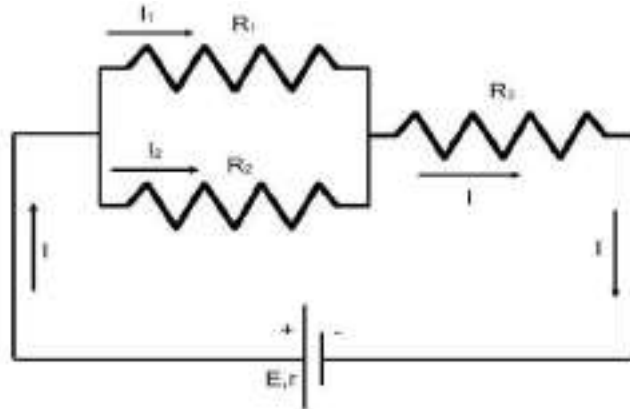
Μονάδες 7

4.4. την ισχύ που καταναλώνει ο αντιστάτης αντίστασης R_3 .

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1. Τα τρία σύρματα (1), (2), (3) έχουν μήκη $L_1 = L$, $L_2 = 2L$ και $L_3 = L$ αντίστοιχα. Οι τιμές για την αντίστασή τους είναι $R_1 = R$, $R_2 = 2R$ και $L_3 = R$ αντίστοιχα, γιατί η αντίσταση ενός σύρματος είναι ανάλογη με το μήκος του. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει με χρήση της σχέσης $R = \rho \frac{L}{S}$, όπου ρ η ειδική αντίσταση του υλικού κατασκευής και S το εμβαδό διατομής κάθε σύρματος. Η συνδεσμολογία των τριών συρμάτων φαίνεται στο επόμενο σχήμα



Τα σύρματα (1) και (2) έχουν ίδια τάση στα άκρα τους γιατί συνδέονται στα ίδια σημεία, οπότε

$$V_1 = V_2 \Leftrightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Leftrightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2} = \frac{2 \cdot R}{2R} A = 1A$$

Μονάδες 6

4.2. Με χρήση του 1^{ου} κανόνα του Kirchhoff μπορούμε να υπολογίσουμε το ρεύμα που διαρρέει την πηγή. Έχουμε

$$I = I_1 + I_2 = 2A + 1A = 3A$$

Επομένως, η πολική τάση της πηγής είναι

$$V_{\pi} = E - Ir = 18V - 3A \cdot 1\Omega = 15V$$

Μονάδες 6

4.3. Η ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας των 3 συρμάτων είναι

$$R_{123} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{2R^2}{3R} + R = \frac{5R}{3} \quad (1)$$

Αν εφαρμόσουμε τον νόμο του Ohm για το κλειστό κύκλωμα, έχουμε

$$I = \frac{E}{R_{123} + r} \Leftrightarrow R_{123} = \frac{E}{I} - r = \frac{18}{3}\Omega - 1\Omega = 5\Omega \quad (2)$$

Εξισώνοντας τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε

$$\frac{5R}{3} = 5\Omega \Leftrightarrow R = 3\Omega$$

Μονάδες 7

4.4. Ο αντιστάτης R_3 διαρρέεται από το ρεύμα έντασης I , οπότε η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει είναι

$$P_3 = I^2 R_3 = 3^2 \cdot 3W = 27W$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δύο ακίνητα σημειακά σώματα με θετικά ηλεκτρικά φορτία, $q_1 = 1\mu\text{C}$ και $q_2 = 4\mu\text{C}$ βρίσκονται σε απόσταση $r = 3\text{m}$, στα σημεία Β και Γ αντίστοιχα, στην επιφάνεια ενός οριζόντιου πλαστικού τραπέζιου.

Αν δίνεται ότι η ηλεκτρική σταθερά στον αέρα είναι $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

4.1. να βρείτε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το ένα σώμα στο άλλο.

Μονάδες 6

4.2. να εξηγήσετε, χωρίς να κάνετε αριθμητικούς υπολογισμούς, γιατί σε κάποιο σημείο της ευθείας ΒΓ μεταξύ του Β και Γ, η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου είναι μηδέν.

Μονάδες 5

4.3. να υπολογίσετε την τιμή του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο φορτία σε σημείο Α που βρίσκεται στο ευθύγραμμο τμήμα ΒΓ, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση $x = 2\text{m}$ από το q_1 .

Μονάδες 7

4.4. να υπολογίσετε το έργο της ηλεκτρικής δύναμης όταν φορτίο $q = 2\mu\text{C}$ μεταφερθεί από το σημείο Α στο «άπειρο». Να θεωρήσετε το δυναμικό σε άπειρη απόσταση από το σύστημα των φορτίων ίσο με μηδέν.

Μονάδες 7

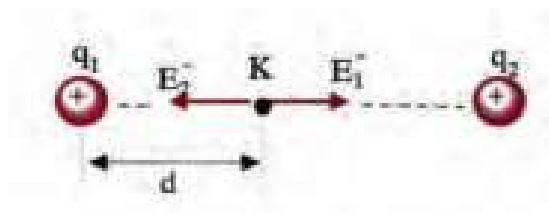
ΘΕΜΑ 4

4.1. Η ηλεκτροστατική δύναμη με την οποία απωθούνται τα φορτία q_1 και q_2 δίνεται από τον νόμο του Coulomb και έχει μέτρο

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{|1 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}|}{3^2} \text{N} = 36 \cdot \frac{10^{-3}}{9} \text{N} = 4 \cdot 10^{-3} \text{N}$$

Μονάδες 6

4.2. Στο ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ των φορτίων q_1 και q_2 οι εντάσεις που δημιουργούν τα δύο φορτία σε κάθε σημείο, έχουν αντίθετη κατεύθυνση. Κατά συνέπεια, σε κάθε σημείο του ευθύγραμμου τμήματος ΒΓ, το μέτρο της συνολικής έντασης θα δίνεται από την σχέση $E_{\text{ολ}} = |E_1 - E_2|$, όπου E_1 είναι η ένταση που δημιουργεί το φορτίο q_1 και E_2 η ένταση που δημιουργεί το q_2 . Υπάρχει ένα σημείο, έστω Κ όπως φαίνεται στο σχήμα, το οποίο απέχει απόσταση d από το q_1 , όπου οι δύο εντάσεις έχουν το ίδιο μέτρο και η συνολική ένταση είναι μηδέν.



Μονάδες 5

4.3. Το σημείο Α απέχει απόσταση $x = 2\text{m}$ από το q_1 και απόσταση $r - x = 1\text{m}$ από το q_2 . Το δυναμικό στο σημείο Α έχει μία συνεισφορά η οποία οφείλεται στο φορτίο q_1 και μία στο q_2 . Συνεπώς

$$V_A = k \frac{q_1}{x} + k \frac{q_2}{r-x} = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-6}}{2} \text{V} + 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1} \text{V} = 4,5 \cdot 10^3 \text{V} + 36 \cdot 10^3 \text{V} = 40,5 \cdot 10^3 \text{V}$$

Μονάδες 7

4.4. Το έργο της ηλεκτρικής δύναμης όταν φορτίο $q = 2\mu\text{C}$ μεταφερθεί από το σημείο Α στο «άπειρο» είναι

$$V_A = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{q} \Leftrightarrow W_{A \rightarrow \infty} = qV_A = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 40,5 \cdot 10^3 \text{J} = 81 \cdot 10^{-3} \text{J} = 0,081 \text{J}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα ιδανικό αμπερόμετρο είναι συνδεδεμένο σε σειρά με δύο αντιστάτες (1) και (2) που έχουν αντίστοιχα αντιστάσεις $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 10\Omega$. Το σύστημα αμπερομέτρου και αντιστατών (1) και (2), συνδέεται παράλληλα με τρίτο αντιστάτη (3), ο οποίος έχει αντίσταση $R_3 = 20\Omega$. Στα άκρα όλου του συστήματος αμπερομέτρου-αντιστατών συνδέουμε ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E και εσωτερική αντίσταση $r = 2\Omega$.

4.1. Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.3. Αν η ένδειξη του αμπερομέτρου στο ηλεκτρικό κύκλωμα που σχεδιάσατε είναι $0,5\text{ A}$, να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη της ηλεκτρικής πηγής.

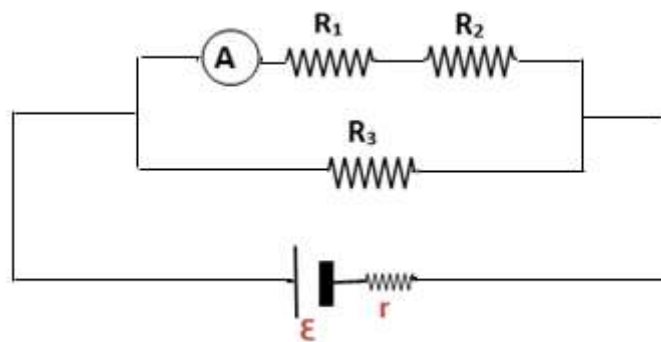
Μονάδες 8

4.4. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που αποδίδεται στον αντιστάτη (3).

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το ηλεκτρικό κύκλωμα που περιγράφεται στην άσκηση απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα



Μονάδες 5

4.2. Οι αντιστάτες R_1 και R_2 συνδέονται σε σειρά και έχουν ισοδύναμη αντίσταση

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 10\Omega + 10\Omega = 20\Omega$$

Το σύστημα των αντιστατών R_1 και R_2 συνδέεται σε διακλάδωση με τον R_3 , οπότε η εξωτερική αντίσταση είναι

$$R_{123} = \frac{R_{12}R_3}{R_{12} + R_3} = \frac{20\Omega \cdot 20\Omega}{20\Omega + 20\Omega} = 10\Omega$$

Μονάδες 6

4.3. Αφού το ρεύμα που διαρρέει τους αντιστάτες R_1 και R_2 είναι γνωστό, η ηλεκτρική τάση στα άκρα του διπόλου που σχηματίζουν είναι

$$V_{12} = I_1 R_{12} = 0,5\text{A} \cdot 20\Omega = 10\text{V}$$

Για την τάση στα άκρα του R_3 ισχύει $V_{12} = V_3$, οπότε $I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{10}{20}\text{A} = 0,5\text{A}$

Από τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff βρίσκουμε ότι το ρεύμα που διαρρέει την πηγή είναι

$$I = I_1 + I_2 = 0,5\text{A} + 0,5\text{A} = 1\text{A}$$

Εφαρμόζοντας τον νόμο του Ohm για το κλειστό κύκλωμα έχουμε

$$I = \frac{E}{R_{123} + r} \Leftrightarrow E = I(R_{123} + r) = 1\text{A}(10\Omega + 2\Omega) = 12\text{V}$$

Μονάδες 8

4.4. Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης R_3 είναι

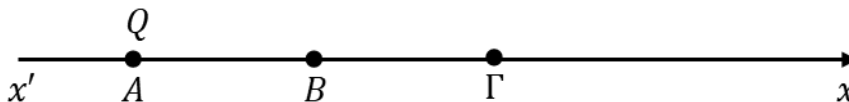
$$P_3 = I_3^2 R_3 = (0,5\text{A})^2 20\Omega = 5\text{W}$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ένα ακίνητο σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο Q βρίσκεται στο σημείο A του άξονα $x'x$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο. Το μέτρο της έντασης του παραπάνω ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο B είναι $E_B = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$.

Δίνεται ότι: $(AB) = (B\Gamma)$.



Το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Γ είναι:

$$(\alpha) E_{\Gamma} = 4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad , \quad (\beta) E_{\Gamma} = 0,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad , \quad (\gamma) E_{\Gamma} = 8 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

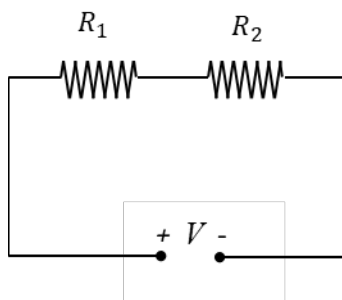
2.1.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Το ηλεκτρικό κύκλωμα που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα περιλαμβάνει δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = R$ και $R_2 = \frac{R}{2}$. Στα άκρα του κυκλώματος εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού V .



Συνδέουμε στα άκρα του αντιστάτη αντίστασης R_1 και παράλληλα μ' αυτόν δεύτερο αντιστάτη αντίστασης R . Τότε η ένταση του συνολικού ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα:

$$(\alpha) \text{ θα αυξηθεί} \quad , \quad (\beta) \text{ θα μειωθεί} \quad , \quad (\gamma) \text{ θα παραμείνει η ίδια}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

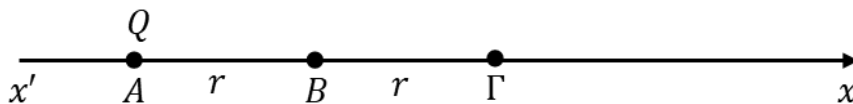
ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.



Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργείται γύρω από το σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο Q , σε απόσταση r από αυτό και συγκεκριμένα στο σημείο B , δίνεται από τη σχέση:

$$E_B = k \cdot \frac{|Q|}{r^2} \quad (1)$$

Μονάδες 3

Καθώς $(AB) = (B\Gamma)$, το σημείο Γ απέχει από το σημείο A , όπου βρίσκεται το φορτισμένο σωματίδιο-πηγή του πεδίου, απόσταση $2r$, οπότε για το μέτρο της έντασης του πεδίου στο σημείο Γ έχουμε:

$$E_\Gamma = k \cdot \frac{|Q|}{(2 \cdot r)^2} \Rightarrow E_\Gamma = k \cdot \frac{|Q|}{4 \cdot r^2} \quad (2)$$

Μονάδες 3

Διαιρώντας τις σχέσεις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει:

$$\frac{E_B}{E_\Gamma} = \frac{k \cdot \frac{|Q|}{r^2}}{k \cdot \frac{|Q|}{4 \cdot r^2}} \Rightarrow \frac{E_B}{E_\Gamma} = 4 \Rightarrow E_\Gamma = \frac{E_B}{4} \Rightarrow E_\Gamma = \frac{2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}}{4} \Rightarrow E_\Gamma = 0,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

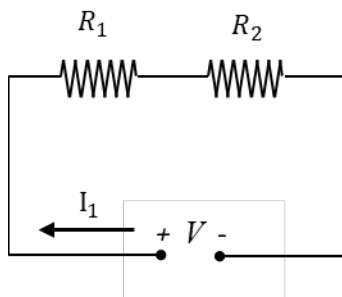
Μονάδες 2

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.



Οι αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = R$ και $R_2 = \frac{R}{2}$, συνδέονται κατά σειρά, οπότε :

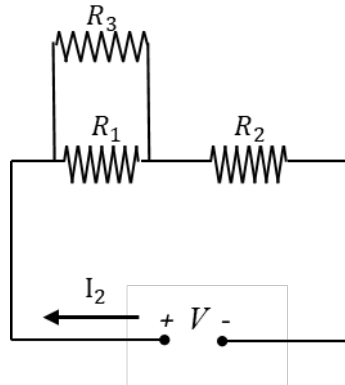
$$R_{o\lambda} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_{o\lambda} = R + \frac{R}{2} \Rightarrow R_{o\lambda} = \frac{3 \cdot R}{2}$$

Η ένταση I_1 του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα προκύπτει:

$$I_1 = \frac{V}{R_{o\lambda}} = \frac{V}{\frac{3 \cdot R}{2}} \Rightarrow I_1 = \frac{2 \cdot V}{3 \cdot R} \quad (1)$$

Μονάδες 4

Συνδέοντας στα άκρα του αντιστάτη με αντίσταση R_1 και παράλληλα με αυτόν, τρίτον αντιστάτη R_3 αντίστασης R , προκύπτει το παρακάτω κύκλωμα:



$$R_{o\lambda} = R_{1,3} + R_2 \Rightarrow R_{o\lambda} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) + \frac{R}{2} \Rightarrow R_{o\lambda} = \frac{R \cdot R}{R + R} + \frac{R}{2} \Rightarrow R_{o\lambda} = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} \Rightarrow$$

$$R_{o\lambda} = R$$

Η ένταση I_2 του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα προκύπτει:

$$I_2 = \frac{V}{R_{o\lambda}} = \frac{V}{R} \Rightarrow I_2 = \frac{V}{R} \quad (2)$$

Μονάδες 4

Διαιρώντας τις σχέσεις (1) και (2) κατά μέλη έχουμε:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{2 \cdot V}{3 \cdot R}}{\frac{V}{R}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{2}{3} < 1 \Rightarrow I_1 < I_2$$

Μονάδα 1

ΘΕΜΑ 2

2.1. Διαθέτουμε μία ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 9\text{ V}$, δύο ωμικούς αντιστάτες που έχουν αντίσταση $200\ \Omega$ ο καθένας και ένα ιδανικό αμπερόμετρο (μηδενική εσωτερική αντίσταση). Συνδέουμε τους αντιστάτες παράλληλα μεταξύ τους και σε σειρά με το σύστημά τους, συνδέουμε το αμπερόμετρο και την ηλεκτρική πηγή. Αν θεωρήσουμε ότι η ηλεκτρική πηγή έχει μηδενική εσωτερική αντίσταση, τότε η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

(α) $0,09\text{ A}$, (β) $0,45\text{ A}$, (γ) $0,18\text{ A}$

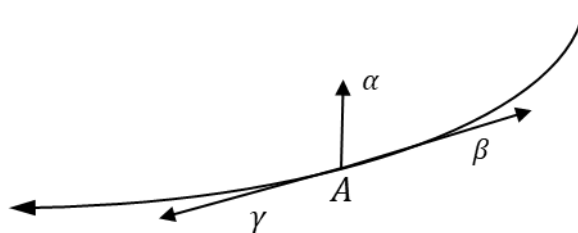
2.1.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η ηλεκτρική δυναμική γραμμή ενός ανομοιογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου.



Η σωστή απεικόνιση για το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο A γίνεται από:

(α) το διάνυσμα α , (β) το διάνυσμα β , (γ) το διάνυσμα γ

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

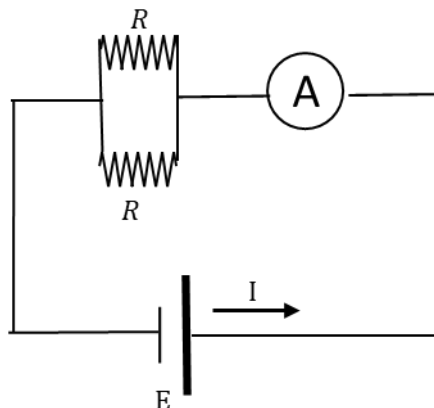
Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4



2.1.B.

Καθώς η πηγή και το αμπερόμετρο έχουν μηδενική αντίσταση, η ολική αντίσταση του κυκλώματος θα είναι:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{R \cdot R}{R + R} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{R}{2} \Rightarrow$$
$$R_{ολ} = \frac{200 \, \Omega}{2} \Rightarrow R_{ολ} = 100 \, \Omega$$

Μονάδες 4

Άρα η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι:

$$I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{9 \, \text{V}}{100 \, \Omega} \Rightarrow I = 0,09 \, \text{A}$$

Μονάδες 4

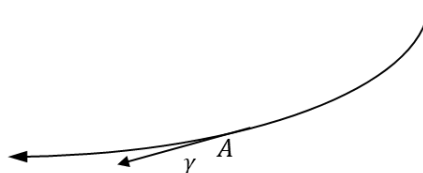
2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Από τον ορισμό της δυναμικής γραμμής, το διάνυσμα της έντασης του πεδίου έχει τη διεύθυνση της εφαπτομένης στη δυναμική γραμμή και η φορά του διανύσματος συμφωνεί με την φορά που δείχνει το βέλος της δυναμικής γραμμής, στο συγκεκριμένο σημείο. Άρα η σωστή απεικόνιση για το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο A γίνεται από το διάνυσμα γ, σύμφωνα με το σχήμα που ακολουθεί:

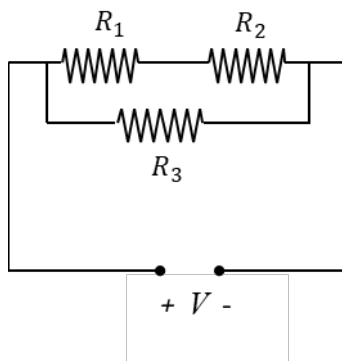


Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος περιλαμβάνει τρεις αντιστάτες με αντιστάσεις:

$$R_1 = \frac{R}{2}, \quad R_2 = \frac{R}{2}, \quad \text{και} \quad R_3 = R.$$



Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με:

$$(\alpha) 2R, \quad (\beta) \frac{R}{2}, \quad (\gamma) \frac{3R}{2}$$

2.1.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Η ηλεκτρική δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο σωματίδια με ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 , που βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους, έχει μέτρο F . Διπλασιάζουμε το φορτίο και των δύο σωματιδίων, καθώς και τη μεταξύ τους απόσταση. Τότε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια είναι:

$$(\alpha) F, \quad (\beta) 2F, \quad (\gamma) \frac{F}{2}$$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

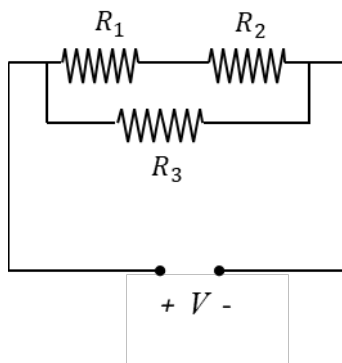
ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.



Οι αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 συνδέονται κατά σειρά. Άρα:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} \Rightarrow R_{1,2} = R$$

Ο ισοδύναμος αντιστάτης αντίστασης $R_{1,2}$ συνδέεται παράλληλα με τον αντιστάτη αντίστασης R_3 . Άρα:

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{R_{1,2} \cdot R_3}{R_{1,2} + R_3} \Rightarrow R_{ολ} = \frac{R \cdot R}{R + R} \Rightarrow$$
$$R_{ολ} = \frac{R}{2}$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το μέτρο της δύναμης Coulomb μεταξύ των δύο ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση r δίνεται από τη σχέση:

$$F = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2} \quad (1)$$

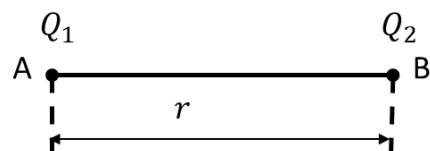
Αν διπλασιάσουμε τα φορτία των σωματιδίων και την μεταξύ τους απόσταση, το μέτρο της μεταξύ τους δύναμης Coulomb είναι:

$$F' = k \cdot \frac{|2 \cdot q_1 \cdot 2 \cdot q_2|}{(2 \cdot r)^2} \Rightarrow F' = k \cdot \frac{4 \cdot |q_1 \cdot q_2|}{4 \cdot r^2} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} F' = F$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = +2\mu C$ και $Q_2 = -4\mu C$ είναι ακλόνητα στερεωμένα στα σημεία Α και Β αντίστοιχα του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ, μήκους $r = 3cm$. Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.



4.1. Να σχεδιάσετε τη δύναμη $\vec{F}_{2,1}$ που ασκεί το φορτίο Q_1 στο φορτίο Q_2 και να αιτιολογήσετε το σχεδιασμό της.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_{1,2}$ που ασκείται στο φορτίο Q_1 από το φορτίο Q_2 .

Μονάδες 6

4.3. Να καθορίσετε την απόσταση x από το σημείο Α, του σημείου Γ του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ στο οποίο είναι μηδέν το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου των δύο ηλεκτρικών φορτίων.

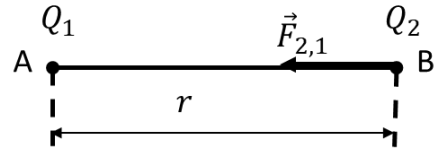
Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε τη συνολική ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου των δύο ηλεκτρικών φορτίων στο σημείο Γ.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Η δύναμη $\vec{F}_{2,1}$ που ασκεί το ηλεκτρικό φορτίο Q_1 στο ηλεκτρικό φορτίο Q_2 έχει διεύθυνση ίδια με το ευθύγραμμο τμήμα AB και είναι ελκτική, δηλαδή κατευθύνεται προς το A, γιατί τα ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 είναι ετερόνυμα άρα έλκονται.



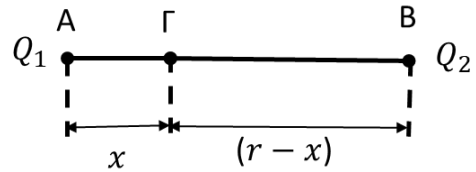
Μονάδες 6

4.2. Η δύναμη $\vec{F}_{1,2}$ έχει το ίδιο μέτρο με τη δύναμη $\vec{F}_{2,1}$ και δίνεται από το νόμο Coulomb:

$$F_{1,2} = k \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{1,2} = 9 \cdot 10^9 \frac{|2 \cdot 10^{-6}| \cdot |-4 \cdot 10^{-6}|}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \text{ N} \Rightarrow F_{1,2} = 80 \text{ N}$$

Μονάδες 6

4.3. Το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Γ οφείλεται τόσο στο φορτίο Q_1 όσο και στο φορτίο Q_2 , επομένως:

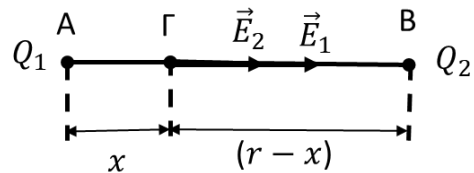


$$V_{\Gamma} = V_1 + V_2 \Rightarrow 0 = k \frac{Q_1}{x} + k \frac{Q_2}{r - x} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q_1}{x} = -\frac{Q_2}{r - x} \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{4}{r - x} \Rightarrow r - x = 2x \Rightarrow x = \frac{r}{3} \Rightarrow x = 1 \text{ cm}$$

Μονάδες 6

4.4. Η συνολική ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Γ είναι ίση με το διανυσματικό άθροισμα των δύο συνιστωσών $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$ που οφείλονται στα φορτία Q_1 και Q_2 αντίστοιχα:



$$\vec{E}_{\Gamma} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow E_{\Gamma} = E_1 + E_2 \Rightarrow E_{\Gamma} = k \frac{|Q_1|}{x^2} + k \frac{|Q_2|}{(r - x)^2}$$

Μετά από αριθμητική αντικατάσταση προκύπτει ότι: $E_{\Gamma} = 27 \cdot 10^7 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = -4\mu C$ είναι ακλόνητα στερεωμένο στο σημείο Α. Ένα σημείο Β του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q απέχει απόσταση $r = 3cm$ από το σημείο Α.

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου του φορτίου Q στο σημείο Β.

Μονάδες 6

4.2. Να σχεδιάσετε την ένταση $\vec{E}_B$ του ηλεκτροστατικού πεδίου του φορτίου Q στο σημείο Β, να αιτιολογήσετε το σχεδιασμό της και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 7

Τοποθετούμε σημειακό φορτίο $q = +2\mu C$ στο σημείο Β.

4.3. Να σχεδιάσετε τη δύναμη $\vec{F}$ που δέχεται το φορτίο q από το ηλεκτροστατικό πεδίο του φορτίου Q . Να αιτιολογήσετε το σχεδιασμό της δύναμης και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο ηλεκτρικών φορτίων.

Μονάδες 5

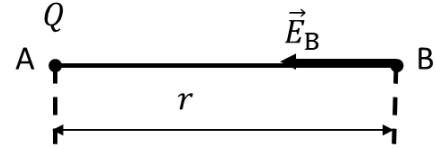
ΘΕΜΑ 4

4.1. Το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου του φορτίου Q στο σημείο B δίνεται από τη σχέση:

$$V_B = k \frac{Q}{r} \Rightarrow V_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-4 \cdot 10^{-6})}{3 \cdot 10^{-2}} V \Rightarrow V_B = -12 \cdot 10^5 V$$

Μονάδες 6

4.2. Η ένταση $\vec{E}_B$ του ηλεκτροστατικού πεδίου του φορτίου Q στο σημείο B έχει την ίδια διεύθυνση με το ευθύγραμμο τμήμα AB. Η ένταση $\vec{E}_B$ έχει φορά προς το B επειδή το φορτίο Q είναι αρνητικό. Το μέτρο της $\vec{E}_B$ δίνεται από τη σχέση:

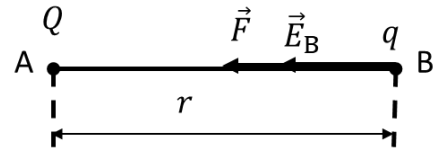


$$E_B = k \frac{|Q|}{r^2} \Rightarrow E_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot |-4 \cdot 10^{-6}| N}{9 \cdot 10^{-4} C} \Rightarrow E_B = 4 \cdot 10^7 \frac{N}{C}$$

Μονάδες 7

4.3. Σύμφωνα με τον ορισμό της έντασης, $\vec{E}_B = \frac{\vec{F}}{q}$, η δύναμη $\vec{F}$ έχει την ίδια κατεύθυνση με την ένταση $\vec{E}_B$ επειδή το σημειακό φορτίο q που τη δέχεται είναι θετικό.

Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ είναι ίσο με:



$$F = E_B \cdot |q| \Rightarrow F = 4 \cdot 10^7 \cdot |2 \cdot 10^{-6}| N \Rightarrow F = 80 N$$

Μονάδες 7

4.4. Η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σημειακών ηλεκτρικών φορτίων δίνεται από τη σχέση:

$$U = k \frac{Q \cdot q}{r} \Rightarrow U = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-4 \cdot 10^{-6}) \cdot (2 \cdot 10^{-6})}{3 \cdot 10^{-2}} J \Rightarrow U = -2,4 J$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = 2 \mu\text{C}$ και $Q_2 = 8 \mu\text{C}$, συγκρατούνται ακλόνητα πάνω σε οριζόντιο μονωτικό δάπεδο, στα σημεία Α και Β αντίστοιχα, σε απόσταση $r = 30 \text{ cm}$ μεταξύ τους.

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

4.1. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του συνολικού ηλεκτροστατικού πεδίου των δύο φορτίων στο μέσο Μ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 7

Τοποθετούμε στο σημείο Μ ένα αρνητικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $q = -2,5 \mu\text{C}$.

4.2. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το φορτίο q και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 6

Απομακρύνουμε το φορτίο q από το σημείο Μ και το τοποθετούμε σε τέτοια θέση ώστε να μην αλληλεπιδρά πλέον με τα ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 .

4.3. Να προσδιορίσετε το σημείο Σ εντός του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ, στο οποίο η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου που οφείλεται στα δύο φορτία Q_1 και Q_2 είναι μηδέν.

Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου των δύο φορτίων Q_1 και Q_2 στο σημείο Σ.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

4.1. Η ένταση του συνολικού ηλεκτροστατικού πεδίου των ηλεκτρικών φορτίων Q_1 και Q_2 στο σημείο Μ, $\vec{E}_M$, έχει δύο συνιστώσες. Η συνιστώσα $\vec{E}_1$ οφείλεται στο Q_1 και απομακρύνεται από αυτό επειδή είναι θετικό. Η συνιστώσα $\vec{E}_2$ οφείλεται στο Q_2 και απομακρύνεται από αυτό επειδή είναι θετικό.

Το μέτρο της έντασης $\vec{E}_1$ δίνεται από τη σχέση:

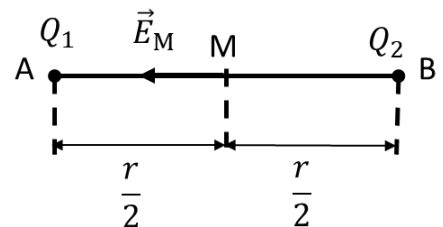
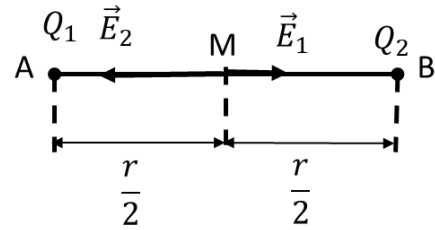
$$E_1 = k \frac{|Q_1|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} \Rightarrow E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-6}}{(15 \cdot 10^{-2})^2} \frac{N}{C} \Rightarrow E_1 = 8 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$$

Το μέτρο της έντασης $\vec{E}_2$ δίνεται από τη σχέση:

$$E_2 = k \frac{|Q_2|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} \Rightarrow E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{8 \cdot 10^{-6}}{(15 \cdot 10^{-2})^2} \frac{N}{C} \Rightarrow E_2 = 32 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$$

Επειδή $E_2 > E_1$ η ένταση $\vec{E}_M$ έχει φορά προς τα αριστερά και μέτρο:

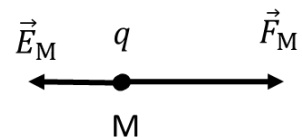
$$E_M = E_2 - E_1 \Rightarrow E_M = 24 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$$



Μονάδες 7

4.2. Σύμφωνα με τον ορισμό της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου:

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



Επειδή το φορτίο q είναι αρνητικό η δύναμη $\vec{F}_M$ είναι αντίρροπη της έντασης $\vec{E}_M$ και έχει μέτρο:

$$F_M = E_M \cdot |q| \Rightarrow F_M = 6N$$

Μονάδες 6

4.3. Όμοια με το ερώτημα 4.1.

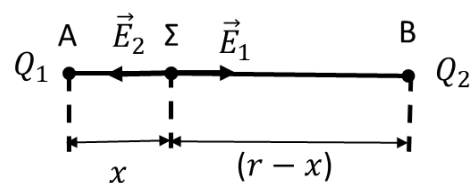
$$\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow 0 = E_1 - E_2 \Rightarrow E_1 = E_2$$

Όμως,

$$E_1 = k \frac{|Q_1|}{x^2} \quad \text{και} \quad E_2 = k \frac{|Q_2|}{(r-x)^2}$$

Επομένως,

$$x = \frac{r}{3} \Rightarrow x = \frac{30}{3} \text{ cm} \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$



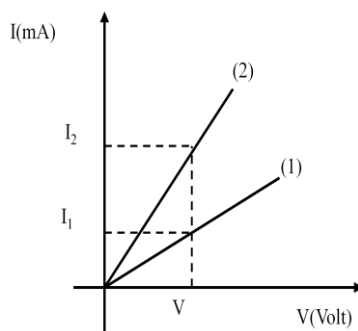
Μονάδες 7

4.4. $V_M = V_1 + V_2 \Rightarrow V_M = k \frac{Q_1}{x} + k \frac{Q_2}{r-x} \quad V_M = 54 \cdot 10^4 \text{ V}.$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με την διαφορά δυναμικού στα άκρα δύο μεταλλικών αγωγών. Για τις αντιστάσεις R_1 , R_2 ισχύει:



(α) $R_1 > R_2$

(β) $R_1 < R_2$

(γ) $R_1 = R_2$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

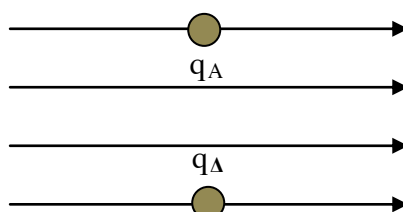
Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Διαθέτουμε τέσσερα φορτισμένα σώματα (Α, Β, Γ, Δ) μικρών διαστάσεων, με ηλεκτρικά φορτία q_A , q_B , q_Γ και q_Δ αντίστοιχα. Μετά από παρατηρήσεις, ένας μαθητής διαπίστωσε ότι τα σώματα Α και Γ έλκονται, όπως έλκονται και τα σώματα Β, Δ μεταξύ τους.

Στη συνέχεια έκανε το εξής πείραμα: τοποθέτησε τα φορτία q_A και q_Δ σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, του οποίου οι δυναμικές γραμμές φαίνονται στο παρακάτω σχήμα. Τα φορτία αφέθηκαν ελεύθερα στο πεδίο και κινήθηκαν με την επίδραση μόνο της δύναμης που δέχονται από το πεδίο, όποτε και κινήθηκαν σε αντίθετες κατευθύνσεις. Αν το φορτίο q_A κινήθηκε στην κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών:



(α) Τα Α, Β είναι αρνητικά φορτισμένα ενώ τα Γ, Δ θετικά.

(β) Τα Α, Γ είναι αρνητικά φορτισμένα ενώ τα Β, Δ θετικά

(γ) Τα Α, Β είναι θετικά φορτισμένα ενώ τα Γ, Δ αρνητικά.

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Τα διαγράμματα ($I - V$) για κύκλωμα με ωμικές αντιστάσεις, είναι ευθείες που ξεκινούν από την αρχή των αξόνων, επομένως οι αντιστάσεις των αγωγών έχουν σταθερή τιμή. Για μια τυχαία τιμή διαφοράς δυναμικού V , έχουμε:

$$I_2 > I_1, \text{ δηλαδή } \frac{V}{R_2} > \frac{V}{R_1}$$

Επομένως: $R_1 > R_2$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Αφού τα σώματα Α και Γ έλκονται, έχουν ετερόσημα φορτία. Το ίδιο ισχύει και για τα σώματα Β, Δ. Μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο το φορτίο q_A κινήθηκε στην κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών, επομένως είναι θετικά φορτισμένο ($q_A > 0$). Τα θετικά φορτία κινούνται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών, από υψηλά σε χαμηλά δυναμικά.

Αντιστρόφως, το σώμα Δ είναι αρνητικά φορτισμένο ($q_\Delta < 0$), διότι κινείται αντίρροπα των δυναμικών γραμμών. Τα αρνητικά φορτία κινούνται από χαμηλά σε υψηλά δυναμικά. Έχουμε $q_A > 0$, άρα και $q_\Gamma < 0$ αφού έλκονται μεταξύ τους. Επίσης, έχουμε $q_\Delta < 0$, άρα και $q_B > 0$ αφού έλκονται μεταξύ τους.

Οπότε, αφού τα σώματα Α και Β είναι θετικά φορτισμένα ενώ τα σώματα Γ και Δ αρνητικά, σωστή είναι η πρόταση γ.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Σε σημείο A που απέχει απόσταση r από αυτό, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο E . Φέρνουμε στο σημείο αυτό ένα δοκιμαστικό σημειακό φορτίο $+q_A$, το οποίο δέχεται ηλεκτρική δύναμη μέτρου F .

Αντικαθιστούμε το φορτίο q_A στο σημείο A , με δοκιμαστικό φορτίο $q_B = 5 \cdot q_A$. Το μέτρο της δύναμης που δέχεται το δοκιμαστικό φορτίο q_B από το ηλεκτρικό φορτίο Q στο σημείο A , θα είναι:

(α) $5 \cdot F$

(β) $2 \cdot F$

(γ) $\frac{F}{5}$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο ομογενείς κυλινδρικοί μεταλλικοί αγωγοί A και B , είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό, έχουν ίδιο όγκο ($V_A = V_B$), βρίσκονται στην ίδια σταθερή θερμοκρασία, με αντιστάσεις R_A και R_B αντίστοιχα. Αν ο αγωγός B έχει τριπλάσιο μήκος από τον αγωγό A , ($L_B = 3 \cdot L_A$), τότε η αντίσταση R_B θα ισούται με:

(α) $3 \cdot R_A$, (β) $\frac{R_A}{6}$, (γ) $9 \cdot R_A$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Το μέτρο της δύναμης που δέχεται κάθε φορτίο είναι:

το φορτίο q_A : $F = E \cdot q_A$, για το φορτίο q_B : $F' = E' \cdot q_B$

Όμως η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α είναι ανεξάρτητη του δοκιμαστικού φορτίου που φέρνουμε στο σημείο αυτό, δηλαδή: $E = K \cdot \frac{Q}{r^2} = E'$. Άρα:

$$F' = E' \cdot q_B = E \cdot 5 \cdot q_A = 5 \cdot F$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Οι αγωγοί έχουν ίδιο όγκο, άρα: $V_A = V_B \leftrightarrow L_A \cdot S_A = L_B \cdot S_B \leftrightarrow L_A \cdot S_A = 3 \cdot L_A \cdot S_B$

δηλαδή: $S_A = 3 \cdot S_B \leftrightarrow S_B = \frac{S_A}{3}$ (1)

όπου S_A, S_B το εμβαδόν διατομής των κυλινδρικών αγωγών Α και Β αντίστοιχα.

Για την αντίσταση του αγωγού Β, με τη βοήθεια της σχέσης (1), έχουμε: $R_B = \rho \cdot \frac{L_B}{S_B} = \rho \cdot \frac{3 \cdot L_A}{\frac{S_A}{3}}$

Επομένως: $R_B = \rho \cdot \frac{9 \cdot L_A}{S_A} = 9 \cdot R_A$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο όμοια σημειακά ηλεκτρικά φορτία συγκρατούνται ακίνητα, σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν με ηλεκτρική δύναμη Coulomb. Αν ένα από τα δύο φορτία διπλασιαστεί τότε το μέτρο της δύναμης θα:

(α) υποδιπλασιαστεί.

(β) διπλασιαστεί.

(γ) παραμένει αμετάβλητο.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο όμοιοι αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = R_2 = R$, συνδέονται σε σειρά και στα άκρα του συστήματός τους συνδέεται πηγή, σταθερής τάσης V . Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή είναι I_1 . Αν οι ίδιοι αντιστάτες συνδεθούν παράλληλα και στα άκρα του συστήματός τους συνδεθεί η ίδια πηγή σταθερής τάσης V , τότε η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή είναι I_2 . Για το λόγο των εντάσεων των ρευμάτων $\frac{I_1}{I_2}$ ισχύει:

$$(α) \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{4} \quad , \quad (β) \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2} \quad , \quad (γ) \frac{I_1}{I_2} = 4$$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης Coulomb είναι ανάλογο της απόλυτης τιμής του γινομένου των δύο φορτίων. Αφού, το ένα από τα δύο φορτία διπλασιάζεται, ενώ διατηρείται σταθερή η μεταξύ τους απόσταση, θα διπλασιάζεται και το μέτρο της δύναμης Coulomb.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Σύνδεση σε σειρά

Για την ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$R_{1.2} = R_1 + R_2, R_{1.2} = 2R$$

Η ολική ένταση που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$I_1 = \frac{V}{R_{1.2}}, \quad I_1 = \frac{V}{2R} \quad (1)$$

Παράλληλη σύνδεση

Για την ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι:

$$R'_{1.2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, R'_{1.2} = \frac{R}{2}$$

Η ένταση του ρεύματος που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα είναι:

$$I_2 = \frac{V}{R'_{1.2}}, \quad I_2 = \frac{V}{\frac{R}{2}}, I_2 = \frac{2V}{R} \quad (2)$$

Διαιρώντας, κατά μέλη $\frac{(1)}{(2)}$ είναι: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{V}{2R}}{\frac{2V}{R}}, \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{4}$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Αν τρεις όμοιοι αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = R_2 = R_3 = R$, συνδεθούν παράλληλα μεταξύ τους, τότε η ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας τους, θα έχει τιμή:

(α) μεγαλύτερη από R .

(β) μικρότερη από R .

(γ) ίση με R .

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ακίνητο, θετικό, σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο. Έστω, K και Λ δύο σημεία του πεδίου αυτού, τα οποία απέχουν από το φορτίο πηγή, αποστάσεις r_K και r_Λ για τις οποίες ισχύει ότι $r_\Lambda = 4r_K$. Αν V_K , V_Λ τα δυναμικά του πεδίου στα σημεία K και Λ αντίστοιχα, τότε ο λόγος $\frac{V_K}{V_\Lambda}$ είναι ίσος με:

$$(\alpha) \frac{1}{4} \quad , \quad (\beta) \frac{1}{2} \quad , \quad (\gamma) 4$$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η ισοδύναμη αντίσταση δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{1}{R_{o\lambda}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \frac{1}{R_{o\lambda}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}, \frac{1}{R_{o\lambda}} = \frac{3}{R}, \quad R_{o\lambda} = \frac{R}{3}$$

Άρα, η ισοδύναμη αντίσταση έχει τιμή μικρότερη από R.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το δυναμικό σε ένα σημείο προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$V = k \cdot \frac{Q}{r}$$

Δυναμικό στο σημείο Κ (V_K)

$$V_K = k \cdot \frac{Q}{r_K} \quad (1)$$

Δυναμικό στο σημείο Λ (V_Λ)

$$V_\Lambda = k \cdot \frac{Q}{r_\Lambda}, V_\Lambda = k \cdot \frac{Q}{4 \cdot r_K} \quad (2)$$

Διαιρώντας, κατά μέλη $\frac{(1)}{(2)}$ είναι: $\frac{V_K}{V_\Lambda} = \frac{k \cdot \frac{Q}{r_K}}{k \cdot \frac{Q}{4 \cdot r_K}}, \frac{V_K}{V_\Lambda} = 4$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Διαθέτουμε δύο χάλκινους αγωγούς, που έχουν αντιστάσεις R_1 και R_2 , ίδιο εμβαδό διατομής και μήκη $l_1 = l$ και $l_2 = 2l$ αντίστοιχα. Η σχέση που συνδέει τις δύο αντιστάσεις είναι:

(α) $R_1 = 2 \cdot R_2$.

(β) $R_1 = R_2$.

(γ) $R_2 = 2 \cdot R_1$.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο ομόσημα, σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = Q$ και $Q_2 = 3Q$, βρίσκονται ακίνητα σε σημεία Α και Β και απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με d .

Έστω V_1, V_2 τα δυναμικά των ηλεκτροστατικών πεδίων που δημιουργούν τα φορτία Q_1 και Q_2 αντίστοιχα, στο μέσο Μ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ. Ο λόγος των δυναμικών $\frac{V_1}{V_2}$ είναι ίσος με:

(α) $\frac{1}{6}$, **(β)** $\frac{1}{3}$, **(γ)** 3

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η σχέση που προσδιορίζει την αντίσταση ενός πρισματικού αγωγού είναι: $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$.

Συνεπώς, η αντίσταση είναι ανάλογη του μήκους του μεταλλικού αγωγού. Ο δεύτερος μεταλλικός αγωγός θα έχει διπλάσια αντίσταση από τον πρώτο, αφού έχει διπλάσιο μήκος.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το δυναμικό σε ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου, που παράγεται από σημειακό φορτίο, προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$V = k \cdot \frac{Q}{r}$$

Δυναμικό στο σημείο Μ, εξαιτίας του φορτίου Q_1 (V_1)

$$V_1 = k \cdot \frac{Q_1}{r_1}, V_1 = k \cdot \frac{Q}{\frac{d}{2}}, V_1 = 2 \cdot k \cdot \frac{Q}{d} \quad (1)$$

Δυναμικό στο σημείο Μ, εξαιτίας του φορτίου Q_2 (V_2)

$$V_2 = k \cdot \frac{Q_2}{r_2}, V_2 = k \cdot \frac{3 \cdot Q}{\frac{d}{2}}, V_2 = 6 \cdot k \cdot \frac{Q}{d} \quad (2)$$

Διαιρώντας, κατά μέλη $\frac{(1)}{(2)}$ είναι: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{2 \cdot k \cdot \frac{Q}{d}}{6 \cdot k \cdot \frac{Q}{d}}, \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{3}$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ηλεκτρικά φορτισμένη σταγόνα λαδιού βρίσκεται στο εσωτερικό ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, το οποίο δημιουργείται από παράλληλες μεταλλικές πλάκες που έχουν αντίθετα φορτία. Παρατηρούμε ότι η σταγόνα λαδιού έλκεται από την μεταλλική πλάκα που έχει θετικό φορτίο. Με αυτά τα δεδομένα συμπεραίνουμε ότι το ηλεκτρικό φορτίο της σταγόνας οφείλεται:

(α) σε πλεόνασμα ηλεκτρονίων.

(β) σε έλλειμμα ηλεκτρονίων.

(γ) σε πλεόνασμα πρωτονίων.

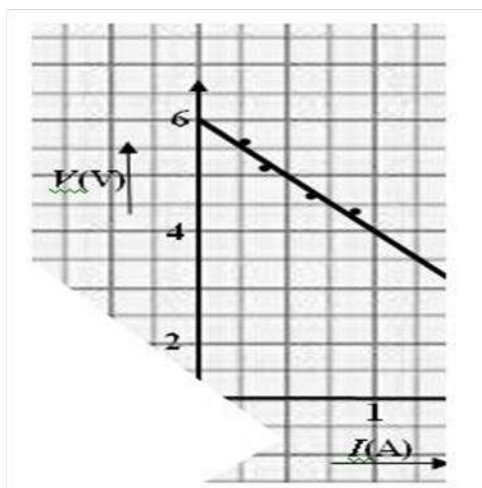
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ένας μαθητής μετά από το σχετικό πείραμα, είχε σχεδιάσει την χαρακτηριστική καμπύλη μιας ηλεκτρικής πηγής. Από λάθος σκίστηκε το χαρτί και τα κομμάτια πετάχτηκαν στα σκουπίδια. Ότι απόμεινε από το διάγραμμα του μαθητή φαίνεται στο σχήμα.



Το ρεύμα βραχυκύκλωσης της πηγής είναι:

(α) 1A , (β) 2A , (γ) 3A

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.1.B.

Ηλεκτροστατική έλξη παρατηρείται μεταξύ ετερόσημων φορτίων. Αφού η σταγόνα λαδιού έλκεται από την θετική μεταλλική πλάκα, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η σταγόνα λαδιού έχει αρνητικό φορτίο. Η φόρτιση των σωμάτων γίνεται με μεταφορά ηλεκτρονίων. Τα αρνητικά φορτισμένα σώματα έχουν πάρει ηλεκτρόνια, δηλαδή έχουν πλεόνασμα ηλεκτρονίων, το ίδιο ισχύει και για την σταγόνα λαδιού.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Μονάδες 4

2.2.B.

Το σημείο τομής της χαρακτηριστικής καμπύλης μίας πηγής με τον κατακόρυφο άξονα (τον άξονα της πολικής τάσης της πηγής) είναι η ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής E . Από το σχήμα βλέπουμε ότι το σημείο αυτό έχει συντεταγμένες $(0A, 6V)$ οπότε $E = 6V$.

Παρατηρούμε επίσης ότι το σημείο $(1A, 4V)$ ανήκει στην χαρακτηριστική καμπύλη, οπότε επαληθεύει τον τύπο της πολικής τάσης. Συνεπώς η εσωτερική αντίσταση της πηγής είναι

$$V_{\pi} = E - Ir \Leftrightarrow Ir = E - V_{\pi} \Leftrightarrow r = \frac{E - V_{\pi}}{I} = \frac{6 - 4}{1} \Omega = 2\Omega$$

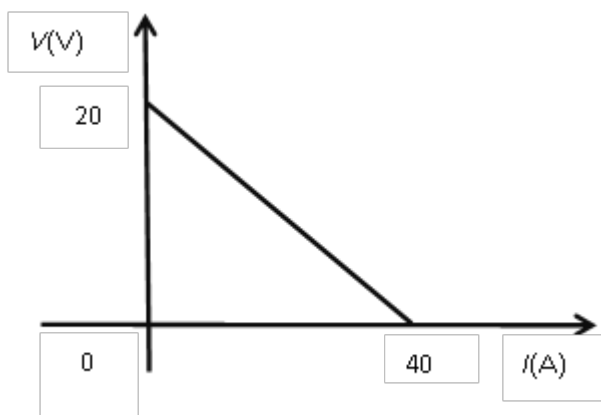
Το ρεύμα βραχυκύκλωσης δίνεται από την σχέση

$$I_{\beta} = \frac{E}{r} = \frac{6V}{2\Omega} = 3A$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται η χαρακτηριστική καμπύλη μιας ηλεκτρικής πηγής.



Αντλώντας πληροφορίες από το σχήμα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι :

(α) η πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 40 \text{ V}$.

(β) το ρεύμα βραχυκύκλωσης της πηγής έχει τιμή $I_{\beta} = 20 \text{ A}$.

(γ) Η εσωτερική αντίσταση της πηγής έχει τιμή $r = 0,5 \Omega$.

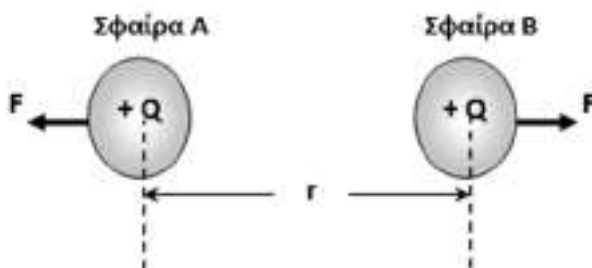
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο σφαίρες Α και Β, αμελητέων διαστάσεων φορτίστηκαν με ίση ποσότητα θετικού φορτίου Q , και τοποθετήθηκαν σε σταθερή απόσταση r μεταξύ τους, όπου και υπολογίστηκε η δύναμη $\vec{F}$ που εξασκεί η μία στην άλλη.



Αν τριπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των δυο σφαιρών και ταυτόχρονα τριπλασιάσουμε και το φορτίο της σφαίρας Β, η απωστική δύναμη με την οποία αλληλεπιδρούν οι δυο σφαίρες θα:

(α) υποτριπλασιαστεί , (β) μείνει σταθερή , (γ) τριπλασιαστεί

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Μονάδες 4

2.1.B.

Το σημείο τομής της χαρακτηριστικής καμπύλης της πηγής με τον κατακόρυφο άξονα (τον άξονα της πολικής τάσης της πηγής) είναι η ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής E . Από το σχήμα συμπεραίνουμε ότι $E = 20V$.

Αντίστοιχα, το σημείο τομής της χαρακτηριστικής καμπύλης της πηγής με τον οριζόντιο άξονα (τον άξονα της έντασης του ρεύματος που διαρρέει την πηγή) είναι το ρεύμα βραχυκύκλωσης της πηγής I_β , δηλαδή $I_\beta = 40A$.

Η εσωτερική αντίσταση της πηγής μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση

$$I_\beta = \frac{E}{r} \Leftrightarrow r = \frac{E}{I_\beta} = \frac{20V}{40A} = 0,5\Omega$$

Συνεπώς, η πρόταση (γ) περιέχει την σωστή απάντηση.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Μονάδες 4

2.2.B.

Καθεμία από τις ακίνητες, σημειακές σφαίρες Α και Β έχει φορτίο Q , και όταν βρίσκονται σε απόσταση r , απωθούνται μεταξύ τους με δύναμη, η οποία έχει μέτρο

$$F = \frac{k|Q_A Q_B|}{r^2} = \frac{kQ^2}{r^2}$$

Όταν τριπλασιάσουμε την απόσταση των σφαιρών και το φορτίο της σφαίρας Β, τότε η νέα δύναμη θα έχει μέτρο

$$F' = \frac{k|Q_A \cdot 3Q_B|}{(3r)^2} = \frac{3kQ^2}{9r^2} = \frac{kQ^2}{3r^2} = \frac{F}{3}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Σε μία ομάδα μαθητών της Β' Λυκείου δίνονται από τον καθηγητή της Φυσικής δύο λαμπτήρες Λ_1, Λ_2 της ίδιας ισχύος κανονικής λειτουργίας $P_1 = P_2 = 12\text{ W}$ αλλά διαφορετικής τάσης λειτουργίας $V_1 = 12\text{ V}$ και $V_2 = 6\text{ V}$ αντίστοιχα. Επίσης δίνεται στους μαθητές μια ηλεκτρική πηγή (συστοιχία μπαταριών) άγνωστης ΗΕΔ $\mathcal{E}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 6\ \Omega$. Οι μαθητές συνδέουν διαδοχικά τον πρώτο λαμπτήρα στους πόλους της πηγής και με τη βοήθεια ενός βολτομέτρου (που θεωρείται ιδανικό) μετρούν την τάση στα άκρα του λαμπτήρα. Στη συνέχεια συνδέουν μόνο τον δεύτερο λαμπτήρα με την πηγή και μετρούν πάλι την τάση στα άκρα του λαμπτήρα. Διαπιστώνουν ότι και οι δύο λειτουργούν κανονικά (Οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά εφόσον η τάση στα άκρα τους είναι ίση με την τάση κανονικής λειτουργίας). Θεωρούμε ότι οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται σαν ωμικοί αντιστάτες.

4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα Λ_1 , όταν συνδέεται στους πόλους της πηγής, καθώς και την αντίσταση του λαμπτήρα Λ_2 .

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ $\mathcal{E}$ της πηγής.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τον συνολικό ρυθμό (ισχύς) με τον οποίο παρέχει ηλεκτρική ενέργεια η πηγή στο κύκλωμα, στην περίπτωση που συνδέεται με τον λαμπτήρα Λ_1 και στην περίπτωση που συνδέεται με το λαμπτήρα Λ_2 .

Μονάδες 7

4.4. Με δεδομένη την απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα και την υπόθεση ότι και οι δύο λαμπτήρες όταν λειτουργούν κανονικά φεγγοβολούν το ίδιο, επιλέξτε έναν από τους δύο λαμπτήρες που θα χρησιμοποιούσατε μαζί με την ηλεκτρική πηγή προκειμένου να φτιάξετε έναν αυτοσχέδιο φακό για μια νυχτερινή εκδρομή στη φύση. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1. Εφόσον ο λαμπτήρας Λ1 λειτουργεί κανονικά, η τάση στα άκρα του είναι ίση με V_1 . Επομένως η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι:

$$P_1 = V_1 I_1 \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{P_1}{V_1} \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{12}{12} \text{ A} \quad \text{ή} \quad I_1 = 1 \text{ A}$$

Όμοια ακριβώς και για τον δεύτερο λαμπτήρα Λ2

$$P_2 = V_2 I_2 \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{P_2}{V_2} \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{12}{6} \text{ A} \quad \text{ή} \quad I_2 = 2 \text{ A}$$

και σύμφωνα με το νόμο του Ohm $R_2 = \frac{V_2}{I_2}$ ή $R_2 = 3\Omega$

Μονάδες 6

4.2. Η τάση στους πόλους της πηγής είναι ίση με την τάση στα άκρα του λαμπτήρα. Γνωρίζουμε ότι η πολική τάση για τον κάθε λαμπτήρα ξεχωριστά είναι:

$$V_{1\pi} = V_1 = \mathcal{E} - I_1 r \quad \text{ή} \quad 12 \text{ V} = \mathcal{E} - 6 \text{ V} \quad \text{ή} \quad \mathcal{E} = 18 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.3. Η ισχύς που αποδίδει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα είναι κάθε φορά:

$$P = \mathcal{E} I \quad \text{ή} \quad P_{1\pi} = \mathcal{E} I_1 \quad \text{ή} \quad P_{1\pi\text{πηγής}} = 18 \text{ W}$$

$$P = \mathcal{E} I \quad \text{ή} \quad P_{2\pi} = \mathcal{E} I_2 \quad \text{ή} \quad P_{2\pi\text{πηγής}} = 36 \text{ W}$$

Μονάδες 7

4.4. Ο λαμπτήρας που θα επιλέξουμε για την κατασκευή ενός αυτοσχέδιου μηχανισμού φωτεινής πηγής (φακός) είναι εκείνος όπου θα παρέχει την ίδια φωτεινότητα με τον άλλο για περισσότερο όμως χρόνο.

Και οι δύο λαμπτήρες όταν λειτουργούν κανονικά, παρέχουν την ίδια φωτεινότητα. Ο ρυθμός όμως που προσφέρεται ενέργεια από την πηγή (Ισχύς πηγής) είναι διαφορετικός για κάθε λαμπτήρα. Από τον ορισμό της ισχύος:

$$\text{Ισχύς πηγής} = \frac{\text{Ηλεκτρική Ενέργεια}}{\text{χρόνος}} \quad \text{ή} \quad P_{\text{πηγής}} = \frac{W_{\text{πηγής}}}{t}$$

$$\text{Οπότε: } P_{1\pi\text{πηγής}} < P_{2\pi\text{πηγής}}, \quad \text{ή} \quad \frac{W_{1\pi\text{πηγής}}}{t} < \frac{W_{2\pi\text{πηγής}}}{t} \quad \text{ή} \quad W_{1\pi\text{πηγής}} < W_{2\pi\text{πηγής}}.$$

Αυτό σημαίνει ότι ο πρώτος λαμπτήρας καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από την ηλεκτρική πηγή, σε σχέση με τον δεύτερο, για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Επιλέγουμε λοιπόν τον λαμπτήρα Λ1 για εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 10 \, \Omega$ και $R_2 = 40 \, \Omega$ συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα και το σύστημά τους συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης $R_3 = 10 \, \Omega$. Το παραπάνω σύστημα των τριών αντιστατών συνδέεται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής της οποίας η εσωτερική αντίσταση είναι $r = 2 \, \Omega$. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης R_3 έχει τιμή έντασης $0,5 \, \text{A}$.

4.1. Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική τάση στα άκρα του αντιστάτη αντίστασης R_3 .

Μονάδες 5

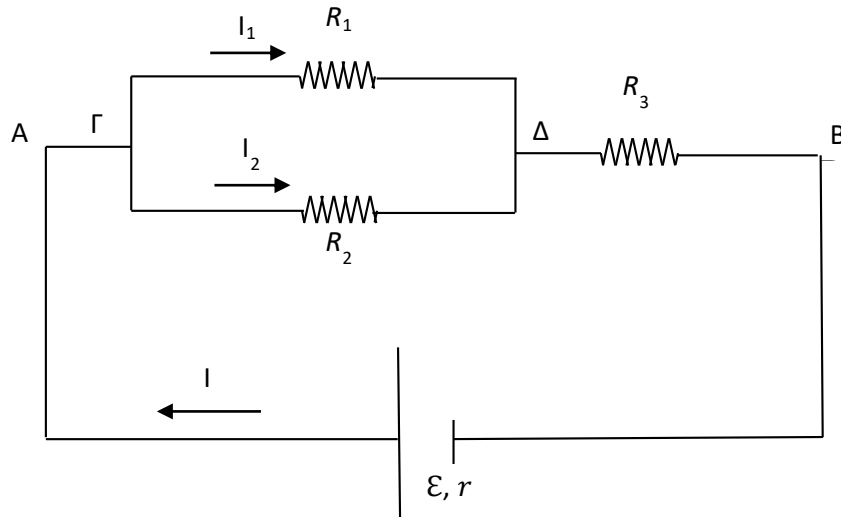
4.3. Να βρείτε το ρυθμό με τον οποίο δαπανάται ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρική ισχύς) στον αντιστάτη αντίστασης R_3 .

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της πηγής.

Μονάδες 9

4.1.



Μονάδες 5

4.2. Η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_3 είναι ίση με 0,5 A, επομένως σύμφωνα με το νόμο του Ohm:

$$I = \frac{V_3}{R_3} \quad \text{ή} \quad 0,5 A = \frac{V_3}{10 \, \Omega} \quad \text{ή} \quad V_3 = 5 \, V$$

Μονάδες 5

4.3. Η ισχύς που δαπανάται στον αντιστάτη R_3 είναι:

$$P = I_3^2 R_3 \quad \text{ή} \quad P = 2,5 \, W$$

Μονάδες 6

4.4. Υπολογίζουμε την συνολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος. Αρχικά θα υπολογίσουμε την ισοδύναμη αντίσταση των αντιστάσεων R_1 και R_2 οι οποίες είναι συνδεδεμένες παράλληλα μεταξύ τους. Έτσι:

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} \quad \text{ή} \quad \frac{1}{R_{12}} = \frac{5}{40} \quad \text{ή} \quad R_{12} = 8 \, \Omega$$

Στη συνέχεια η αντίσταση R_{12} συνδέεται σε σειρά με την αντίσταση R_3 επομένως η συνολική τιμή της αντίστασης του κυκλώματος θα είναι:

$$R = R_{12} + R_3 \quad \text{ή} \quad R = 8 + 10 = 18 \, \Omega$$

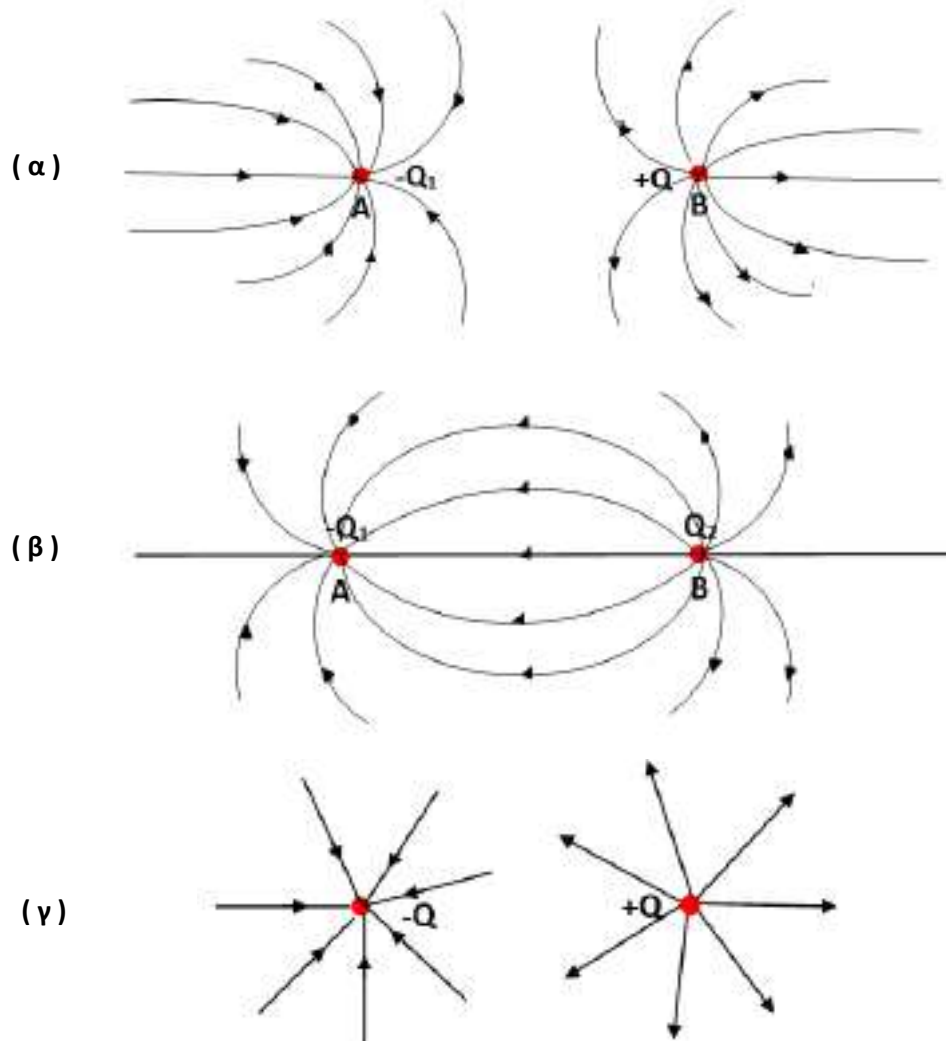
Σύμφωνα με το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα θα έχουμε:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \quad \text{ή} \quad 0,5 \, A = \frac{\mathcal{E}}{(18+2)\Omega} \quad \text{ή} \quad \mathcal{E} = 10 \, V$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Για τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτροστατικού πεδίου που προκύπτει από την αλληλεπίδραση δύο ετερόσημων σημειακών φορτίων που βρίσκονται σε απόσταση r , ισχύει:



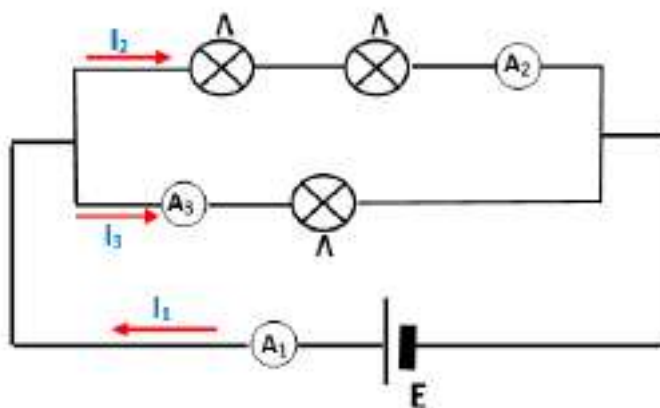
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στο ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος, είναι συνδεδεμένοι τρεις απολύτως ίδιοι λαμπτήρες, τα ιδανικά αμπερόμετρα A_1 , A_2 και A_3 και πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E}$.



Για τις εντάσεις των ρευμάτων που καταγράφουν τα αμπερόμετρα, ισχύει:

(α) $I_1 > I_3 > I_2$, (β) $I_1 = I_3 = I_2$, (γ) $I_1 > I_3 = I_2$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι δυναμικές γραμμές ξεκινούν από το θετικό φορτίο και καταλήγουν στο αρνητικό ή στο άπειρο, χωρίς φυσικά να τέμνονται σε κανένα σημείο.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

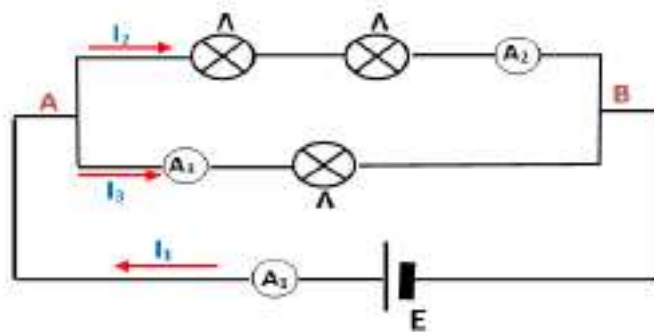
Μονάδες 4

2.2.B. Από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff: $I_1 = I_2 + I_3$ άρα το ρεύμα I_1 είναι μεγαλύτερο από τα άλλα δύο ρεύματα.

Για το I_3 είναι: $I_3 = \frac{V_{AB}}{R_A}$ όπου V_{AB} η κοινή διαφορά δυναμικού των δύο κλάδων.

Αντίστοιχα για το I_2 ισχύει: $I_2 = \frac{V_{AB}}{2 \cdot R_A}$, οπότε το I_2 είναι μικρότερο από το I_3 .

Άρα: $I_1 > I_3 > I_2$



Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1 Δύο λαμπτήρες είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και τα άκρα του συστήματος τους συνδέονται με ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ $\mathcal{E}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση ($r = 0$). (Θεωρούμε ότι οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται σαν ωμικοί αντιστάτες και ότι η φωτοβολία κάθε λαμπτήρα είναι ανάλογη της ισχύος του).

Εάν βραχυκυκλώσουμε τον έναν από τους δύο λαμπτήρες (οπότε δεν θα διαρρέεται από ρεύμα), ο άλλος :

(α) θα φωτοβολεί περισσότερο (με κίνδυνο να καταστραφεί).

(β) θα φωτοβολεί λιγότερο.

(γ) θα φωτοβολεί το ίδιο με πριν.

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2 Ακίνητο θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Ένα σημείο Α απέχει απόσταση r από το Q , ενώ ένα άλλο σημείο Β απέχει απόσταση $2r$ από το φορτίο Q . Το δυναμικό στο σημείο Α είναι V_A ενώ το δυναμικό στο σημείο Β είναι V_B . Ισχύει:

$$(α) V_A = V_B, \quad (β) 2V_A = V_B, \quad (γ) V_A = 2V_B$$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Ο βραχυκυκλωμένος λαμπτήρας θα τεθεί εκτός λειτουργίας και δεν διαρρέεται από ρεύμα. Αυτό σημαίνει πως η ολική αντίσταση του κυκλώματος θα μειωθεί (εφόσον η σύνδεση ήταν σε σειρά και $R_{ολ} = R_1 + R_2$, ενώ τώρα ο ένας από τους δύο αντιστάτες έχει αντικατασταθεί από σύρμα μηδενικής αντίστασης). (4 μονάδες)

Συνεπώς, η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα θα αυξηθεί ($I = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}}$, όπου το $R_{ολ}$ είναι μικρότερο). (2 μονάδες)

Η ισχύς του λαμπτήρα που δεν βραχυκυκλώθηκε θα αυξηθεί ($P = I^2 R$ όπου το R έμεινε το ίδιο, ενώ το I αυξήθηκε). (2 μονάδες)

Άρα η φωτοβολία θα αυξηθεί (με βάση την εκφώνηση η φωτοβολία είναι ανάλογη της ισχύος).

Εναλλακτική λύση μπορεί να δοθεί μέσω του τύπου $P_{ολ} = \mathcal{E}^2 / R_{ολ}$. Αρχικά είναι $P_{ολ, αρχ} = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1 + R_2}$ και σε κάθε λαμπτήρα θα αντιστοιχεί μόνο ένα μέρος αυτής. Τελικά, και υποθέτοντας πως βραχυκυκλώνεται ο λαμπτήρας αντίστασης R_1 , μετά το βραχυκύκλωμα θα είναι $P_{ολ, τελ} = \frac{\mathcal{E}^2}{R_2} > P_{ολ, αρχ}$ (αφού ο παρονομαστής έχει μικρύνει), ενώ επιπλέον τώρα ο λαμπτήρας αντίστασης R_2 θα καταναλώνει το σύνολό της, άρα η ισχύς του θα αυξηθεί.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το δυναμικό σε σημείο που απέχει απόσταση r από το φορτίο-πηγή Q , δίνεται από τον τύπο (3 μονάδες):

$$V = \frac{kQ}{r}$$

Στο σημείο Α η απόσταση είναι r , άρα (2 μονάδες):

$$V_A = \frac{kQ}{r}$$

Στο σημείο Β η απόσταση είναι $2r$, άρα (2 μονάδες):

$$V_B = \frac{kQ}{2r}$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις δύο τελευταίες σχέσεις (ή απλά παρατηρώντας πως ο παρονομαστής της τελευταίας είναι διπλάσιος) (2 μονάδες):

$$V_B = \frac{V_A}{2}$$

ΘΕΜΑ Β

2.1 Ένα ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο. Για να μετρήσουμε το μέτρο E_A της έντασης του πεδίου σε σημείο Α φέρουμε στο σημείο αυτό δοκιμαστικό σωματίδιο φορτίου q .

Αν αλλάξουμε το δοκιμαστικό σωματίδιο με άλλο διπλάσιου φορτίου ($2q$), τότε το μέτρο της έντασης στο συγκεκριμένο σημείο:

(α) Διπλασιάζεται , (β) Παραμένει σταθερό , (γ) Τετραπλασιάζεται

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2 Δύο αντιστάτες μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους είτε σε σειρά είτε παράλληλα.

Μεγαλύτερη ισοδύναμη αντίσταση έχουμε όταν οι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι:

(α) Σε σειρά , (β) Παράλληλα , (γ) Είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η ένταση του πεδίου σε ένα σημείο εξαρτάται μόνο από το φορτίο -πηγή Q και από την απόσταση r του σημείου από το φορτίο-πηγή, μέσω του τύπου

$$E = \frac{k|Q|}{r^2}$$

Αλλάζοντας την τιμή του δοκιμαστικού φορτίου, δεν αλλάζει ούτε το Q , ούτε το r , άρα δεν αλλάζει η ένταση. (Εναλλακτικά, ο ορισμός της έντασης είναι $E = F/|q|$. Αν διπλασιάσουμε το δοκιμαστικό φορτίο, ο παρονομαστής θα γίνει $|2q|$, αλλά την ίδια στιγμή η δύναμη, η οποία δίνεται από τον νόμο Coulomb $F = k \frac{|Qq|}{r^2}$, διπλασιάζεται επίσης, εξαιτίας της παρουσίας του q στον αριθμητή. Το πηλίκο $E = F/|q|$ μένει τότε επίσης αναλλοίωτο).

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Έστω δύο αντιστάσεις R_1 και R_2 .

Στη σύνδεση σε σειρά ισχύει $R_{ολ,σειρα} = R_1 + R_2$ οπότε είναι προφανές πως $R_{ολ,σειρα} > R_1$ και $R_{ολ,σειρα} > R_2$.

Στην παράλληλη σύνδεση ισχύει $R_{ολ,παρ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ από όπου $R_{ολ,παρ} < R_1$ και $R_{ολ,παρ} < R_2$, εφόσον η παράλληλη σύνδεση είναι ισοδύναμη με αύξηση της διατομής ενός αγωγού (σχολικό βιβλίο, σελίδα 84).

Συνολικά, στη σύνδεση σε σειρά η ολική αντίσταση είναι μεγαλύτερη από κάθε μία από τις δύο αντιστάσεις, και στην παράλληλη σύνδεση είναι μικρότερη από κάθε μία από τις δύο αντιστάσεις, άρα στη σύνδεση σε σειρά έχουμε μεγαλύτερη αντίσταση σε σχέση με την παράλληλη σύνδεση.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Λαμπτήρας πυρακτώσεως που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $10\text{ V} / 25\text{ W}$, συνδέεται σε σειρά με ωμικό αντιστάτη που έχει αντίσταση $R_1 = 4\ \Omega$. Θεωρούμε πως το νήμα πυρακτώσεως του λαμπτήρα συμπεριφέρεται σαν ωμική αντίσταση. Το σύστημα λαμπτήρα και αντιστάτη συνδέεται με πηγή συνεχούς τάσης, μηδενικής εσωτερικής αντίστασης ($r = 0$) και με ΗΕΔ $\mathcal{E} = 16\text{ V}$. Οι αγωγοί σύνδεσης δεν έχουν ωμική αντίσταση.

4.1 Να βρείτε την αντίσταση R_A του λαμπτήρα.

Μονάδες 6

4.2 Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.3 Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

Μονάδες 6

4.4 Να εξηγήσετε γιατί ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Για την ισχύ που καταναλώνεται σε αντιστάτη, ισχύει $P = \frac{V^2}{R}$. Ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά όταν $V = 10\text{ V}$, $P = 25\text{ W}$, άρα

$$25 = \frac{10^2}{R_A}$$

$$R_A = 4\ \Omega$$

Μονάδες 6

4.2. Εφόσον ο λαμπτήρας είναι συνδεδεμένος σε σειρά με τον αντιστάτη, θα είναι

$$R_{o\lambda} = R_1 + R_A = 4 + 4 = 8\ \Omega$$

Μονάδες 6

4.3. Η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα θα είναι (νόμος του Ohm σε κλειστό κύκλωμα):

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda}} = \frac{16}{8} = 2\text{ A}$$

Μονάδες 6

4.4. Για την ισχύ του λαμπτήρα ισχύει επίσης $P = VI$. Ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά όταν $V = 10\text{ V}$, $P = 25\text{ W}$, και τότε η ένταση του ρεύματος θα είναι $I = I_K$ (ρεύμα κανονικής λειτουργίας). Συνεπώς

$$25 = 10I_K$$

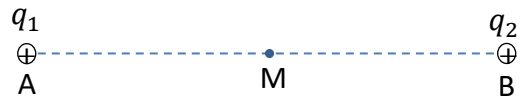
$$I_K = 2,5\text{ A}$$

Στο προηγούμενο ερώτημα βρήκαμε πως $I = 2\text{ A} < I_K$, άρα ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί κανονικά (υπολειτουργεί).

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά φορτία $q_1 = 4 \mu C$, $q_2 = 1 \mu C$ βρίσκονται αντίστοιχα στα σημεία A και B . Η απόσταση ανάμεσα στα δύο σημεία είναι $AB = 2 \text{ m}$.



Να υπολογίσετε:

- 4.1. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το φορτίο q_1 στο φορτίο q_2 .

Μονάδες 6

- 4.2. Το δυναμικό στο μέσο M του τμήματος AB μόνο λόγω του φορτίου q_1 .

Μονάδες 6

- 4.3. Την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα φορτία q_1 και q_2 στο μέσο του τμήματος AB (μέτρο και κατεύθυνση).

Μονάδες 6

- 4.4. Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που θα ασκείται σε σημειακό φορτίο $q_3 = -1 \mu C$ που θα τοποθετηθεί στο σημείο M .

Μονάδες 7

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

ΘΕΜΑ 4

4.1. Η δύναμη υπολογίζεται μέσω του νόμου Coulomb:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{2^2} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Μονάδες 6

4.2. Λόγω σημειακού φορτίου-πηγή q , σε σημείο που απέχει απόσταση r από το q υπάρχει δυναμικό που δίνεται από τον τύπο $V = \frac{kq}{r}$.

Το σημείο Μ απέχει από το q_1 απόσταση $r = (AM) = \frac{(AB)}{2} = 1 \text{ m}$

Λόγω του q_1 είναι

$$V_1 = \frac{kq_1}{(AM)} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1} = 36 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.3. Λόγω σημειακού φορτίου-πηγή q , σε σημείο που απέχει απόσταση r από το q η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο που δίνεται από τον τύπο $E = k \frac{|q|}{r^2}$.

Το σημείο Μ απέχει από το q_1 απόσταση $r = (AM) = \frac{(AB)}{2} = 1 \text{ m}$ και από το q_2 απόσταση $r' = (BM) = \frac{(AB)}{2} = 1 \text{ m}$

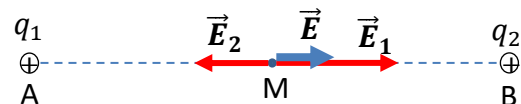
Λόγω του q_1 είναι

$$E_1 = \frac{k|q_1|}{(AM)^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 36 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Λόγω του q_2 είναι

$$E_2 = \frac{k|q_2|}{(BM)^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 9 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Οι δύο εντάσεις είναι αντίρροπες.



Η ένταση του πεδίου θα είναι $E = E_1 - E_2 = 36 \cdot 10^3 - 9 \cdot 10^3 = 27 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ προς τα δεξιά.

Μονάδες 6

4.4. Ο ορισμός της έντασης είναι $E = \frac{F}{|q|}$ από όπου προκύπτει πως

$$F = E|q| = 27 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 27 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα σημειακό και ακίνητο σωματίδιο με θετικό ηλεκτρικό φορτίο $q_1 = 16 \mu C$ βρίσκεται στο άκρο Α ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ και ασκεί ηλεκτρική δύναμη σε ένα άλλο σημειακό και ακίνητο σωματίδιο με θετικό ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = 1 \mu C$ που βρίσκεται στο άκρο Β του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ. Η απόσταση ΑΒ είναι ίση με 2 m .

4.1. Να κάνετε ένα σχήμα όπου να απεικονίζονται τα σωματίδια και οι ηλεκτρικές δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσά τους.

Μονάδες 4

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που δέχεται κάθε σωματίδιο.

Μονάδες 8

4.3. Να θεωρήσετε ως πηγή του ηλεκτρικού πεδίου το φορτίο q_1 και να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί στο σημείο Β.

Μονάδες 5

4.4. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της συνολικής έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσο Μ του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 8

Δίνεται ότι η ηλεκτρική σταθερά είναι $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

Ενδεικτική λύση:

Δ2) $F = k q_1 q_2 / (AB)^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6} / (12 \cdot 10^{-2})^2 = 10 \text{ N}$

Δ3) $E = F / q_2 = 10 / 1 \cdot 10^{-6} = 10^7 \text{ N/C}$

Δ4) $E_M = k q_1 / (AM)^2 - k q_2 / (BM)^2 = k(q_1 - q_2) / (AM)^2 = 3,75 \cdot 10^7 \text{ N/C}$

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Μονάδες 4

4.2. Με βάση τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα τα δύο φορτία δέχονται δυνάμεις ίσου μέτρου και αντίθετης φοράς το ένα από το άλλο. Το μέτρο της δύναμης υπολογίζεται μέσω του νόμου Coulomb:

$$F = F' = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{16 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{2^2} = 36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Μονάδες 8

4.3. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί σημειακό φορτίο-πηγή q σε απόσταση r από το q , είναι

$$E = \frac{k|q|}{r^2}$$

Για το μέτρο της έντασης στο σημείο B, που οφείλεται στο φορτίο q_1 , ισχύει:

$$E = \frac{k|q_1|}{(AB)^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{16 \cdot 10^{-6}}{2^2} = 36 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

(Εναλλακτικά, μπορεί να υπολογιστεί και μέσω του ορισμού της έντασης $E = \frac{F'}{|q_2|}$ θεωρώντας ως φορτίο-πηγή το q_1 και ως δοκιμαστικό φορτίο το q_2 , οπότε $E = \frac{36 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-6}} = 36 \cdot 10^3 \text{ N/C}$)

Μονάδες 5

4.4. Λόγω σημειακού φορτίου q , σε σημείο που απέχει απόσταση r από το q η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο που δίνεται από τον τύπο $E = \frac{k|q|}{r^2}$.

Το σημείο M απέχει από το q_1 απόσταση $r_1 = \frac{(AB)}{2} = 1 \text{ m}$ και από το q_2 απόσταση $r_2 = \frac{(AB)}{2} = 1 \text{ m}$

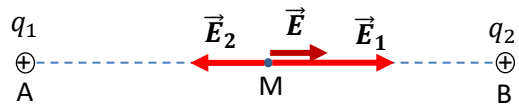
Λόγω του q_1 είναι

$$E_1 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{16 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 144 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Λόγω του q_2 είναι

$$E_2 = \frac{k|q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-6}}{1^2} = 9 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Οι δύο εντάσεις είναι αντίρροπες.



Η ένταση του πεδίου θα είναι $E = E_1 - E_2 = 144 \cdot 10^3 - 9 \cdot 10^3 = 135 \cdot 10^3 \text{ N/C}$

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Β

2.1 Ένα ακίνητο σημειακό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο. Σε ένα σημείο Α του πεδίου το δυναμικό έχει τιμή $V_A = -20\text{ V}$.

Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου στο σημείο Α έχουν φορά:

(α) προς το φορτίο Q

(β) αντίθετα από το φορτίο Q

(γ) δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για να απαντήσουμε

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2 Δύο λαμπτήρες L_1 και L_2 έχουν ενδείξεις κανονικής λειτουργίας $220\text{ V}, 100\text{ W}$ και $220\text{ V}, 75\text{ W}$ αντίστοιχα. Θεωρούμε πως οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται ως ωμικοί αντιστάτες. Εάν συνδέσουμε τους λαμπτήρες σε σειρά και στα άκρα του συστήματος των δύο λαμπτήρων εφαρμόσουμε κατάλληλη τάση ώστε να φωτοβολούν και οι δύο, ποιος από τους δύο θα φωτοβολεί περισσότερο; (Θεωρούμε ότι η φωτοβολία είναι ανάλογη της ισχύος του λαμπτήρα).

(α) ο λαμπτήρας L_1 , (β) ο λαμπτήρας L_2 , (γ) και οι δύο το ίδιο

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

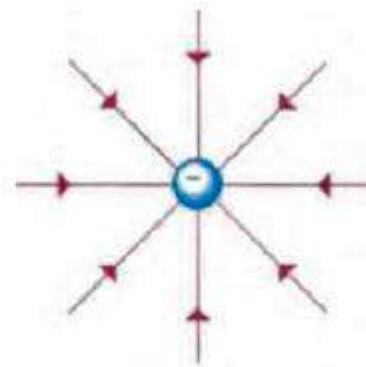
2.1.B.

Το δυναμικό του πεδίου που δημιουργείται από φορτίο-πηγή Q είναι, σε απόσταση r , από το φορτίο-πηγή, ίσο με (3 μονάδες):

$$V = \frac{kQ}{r}$$

Με δεδομένο πως στο σημείο Α το δυναμικό μας δίνεται να είναι αρνητικό ($V_A = -20 \text{ V} < 0$), το φορτίο-πηγή Q είναι αρνητικό (3 μονάδες).

Αυτό σημαίνει πως σε κάθε σημείο γύρω από το φορτίο Q , άρα και στο σημείο Α, οι δυναμικές γραμμές έχουν φορά προς το φορτίο Q (2 μονάδες).



Πηγή εικόνας: Σχολικό βιβλίο

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Τα χαρακτηριστικά καλής λειτουργίας (ισχύς P_K , τάση V_K) συνδέονται με την αντίσταση του λαμπτήρα μέσω της σχέσης

$$P_K = \frac{V_K^2}{R}$$

από όπου η τιμή της αντίστασης είναι:

$$R = \frac{V_K^2}{P_K}$$

Για τον λαμπτήρα L_1 ισχύει $R_1 = \frac{(220 \text{ V})^2}{(100 \text{ W})}$

Για τον λαμπτήρα L_2 ισχύει $R_2 = \frac{(220 \text{ V})^2}{(75 \text{ W})}$

Από τις δύο αυτές σχέσεις είναι φανερό πως $R_1 < R_2$ (το δεύτερο κλάσμα έχει μικρότερο παρονομαστή). (4 μονάδες)

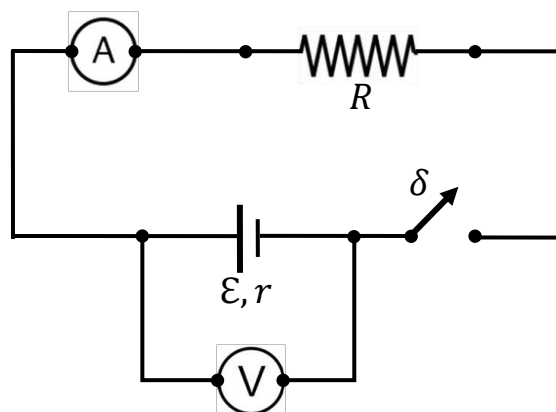
Η ισχύς κάθε λαμπτήρα θα δίνεται από τη σχέση $P = I^2 R$, όπου η ένταση I είναι η ίδια και για τους δύο, λόγω της σύνδεσής τους σε σειρά. Επειδή όμως $R_1 < R_2$, θα είναι και $P_1 < P_2$. (4 μονάδες)

Με δεδομένο πως η φωτοβολία είναι ανάλογη της ισχύος, ο λαμπτήρας L_2 θα φωτοβολεί περισσότερο. (1 μονάδα)

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Μία ομάδα μαθητών πραγματοποίησε στο εργαστήριο της φυσικής το κύκλωμα του σχήματος προκειμένου να υπολογίσει πειραματικά την τιμή R της αντίστασης του αντιστάτη καθώς και τα στοιχεία της ηλεκτρικής πηγής, δηλαδή την ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ και την εσωτερική της αντίσταση r . Το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο θεωρούνται ιδανικά. Όταν οι μαθητές είχαν ανοιχτό το διακόπτη δ η ένδειξη του βολτομέτρου ήταν 6 V. Όταν οι μαθητές είχαν κλειστό το διακόπτη δ η ένδειξη του βολτομέτρου ήταν 5 V και του αμπερομέτρου 0,5 A.



Να υπολογίσετε:

4.1. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ της πηγής καθώς και την ένδειξη του αμπερομέτρου όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

Μονάδες 6

4.2. Τη τιμή της αντίστασης R του αντιστάτη.

Μονάδες 6

4.3. Την εσωτερική αντίσταση r της πηγής.

Μονάδες 6

Οι μαθητές σύνδεσαν έναν αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 40 \, \Omega$ παράλληλα με τον αντιστάτη R . Σε αυτή την περίπτωση να υπολογίσετε:

4.4. Την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα σε χρόνο $t = 100 \, \text{s}$.

Μονάδες 7

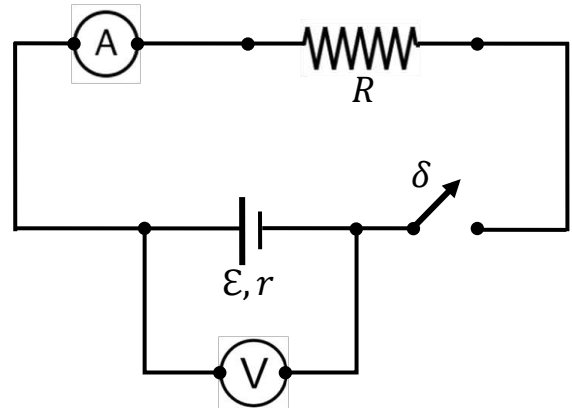
ΘΕΜΑ 4

4.1. Η τάση V στους πόλους της πηγής δίδεται από τη σχέση:

$$V = \mathcal{E} - i \cdot r \quad (1)$$

Όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός το κύκλωμα δε διαρρέεται από ρεύμα, επομένως η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι μηδέν και από τη σχέση (1) έχουμε:

$$V = \mathcal{E} \text{ ή } \mathcal{E} = 6 \text{ V}$$



Μονάδες 6

4.2. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός ο αντιστάτης με αντίσταση R διαρρέεται από ρεύμα. Σύμφωνα με το νόμο του Ohm έχουμε:

$$i = \frac{V}{R} \Rightarrow R = \frac{V}{i} \Rightarrow R = \frac{5 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} \text{ και τελικά } R = 10 \Omega$$

Μονάδες 6

4.3. Εφαρμόζοντας τη σχέση (1) όταν ο διακόπτης δ είναι κλειστός έχουμε

$$V = \mathcal{E} - i \cdot r \Rightarrow i \cdot r = \mathcal{E} - V \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E} - V}{i} \Rightarrow$$

$$r = \frac{6 \text{ V} - 5 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} \text{ και τελικά } r = 2 \Omega$$

Μονάδες 6

4.4. Η ολική αντίσταση του νέου εξωτερικού κυκλώματος είναι

$$\frac{1}{R_{o\lambda}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_{o\lambda} = \frac{R_1 \cdot R}{R_1 + R} \Rightarrow R_{o\lambda} = \frac{40 \cdot 10}{40 + 10} \Omega \Rightarrow$$

$$R_{o\lambda} = 8 \Omega$$

Η ένταση του συνολικού ρεύματος υπολογίζεται από τη σχέση:

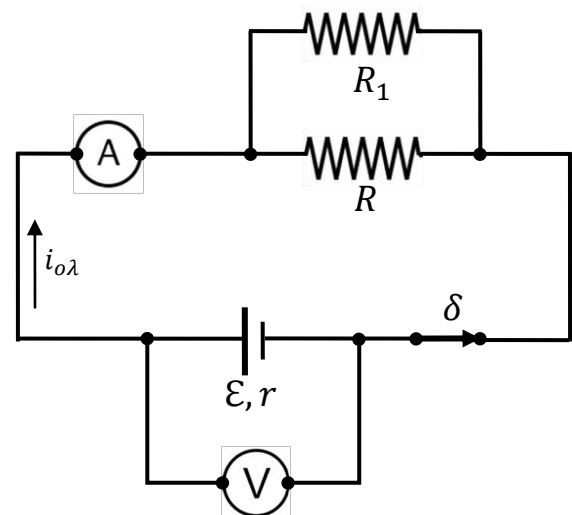
$$i_{o\lambda} = \frac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda} + r} \Rightarrow i_{o\lambda} = \frac{6 \text{ V}}{(8 + 2) \Omega} \Rightarrow$$

$$i_{o\lambda} = 0,6 \text{ A}$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα σε χρόνο $t = 100 \text{ s}$ είναι:

$$Q = i_{o\lambda}^2 \cdot R_{o\lambda} \cdot t \Rightarrow Q = 0,6^2 \cdot 8 \cdot 100 \text{ J} \Rightarrow$$

$$Q = 288 \text{ J}$$



Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Μία ομάδα μαθητών πραγματοποίησε στο εργαστήριο φυσικής το κύκλωμα του σχήματος. Οι αντιστάτες έχουν αντιστάσεις $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 60 \, \Omega$ και R_3 , ενώ τα βολτόμετρα V_1 , V_2 και το αμπερόμετρο A θεωρούνται ιδανικά.

Αρχικά οι μαθητές είχαν το διακόπτη δ ανοιχτό οπότε η ένδειξη του βολτόμετρου V_1 ήταν $6 \, V$. Στη συνέχεια οι μαθητές έκλεισαν το διακόπτη οπότε η ένδειξη του αμπερομέτρου ήταν $0,2 \, A$ και του βολτομέτρου V_2 ήταν $1,6 \, V$.

Να υπολογίσετε:

4.1. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ της πηγής.

Μονάδες 5

4.2. Τη τιμή της αντίστασης R_3 .

Μονάδες 5

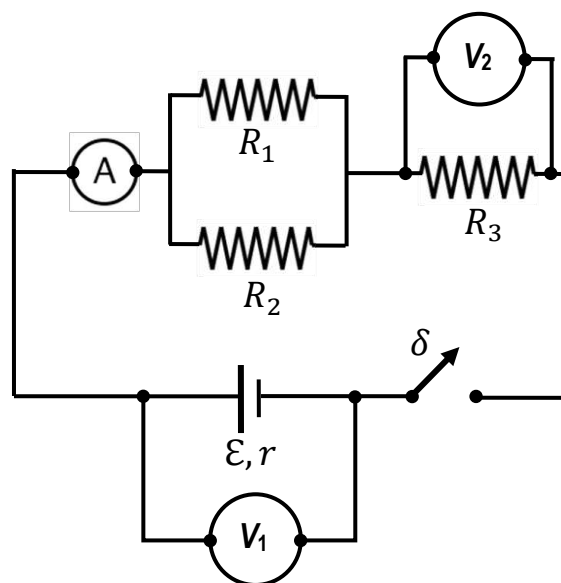
4.3. Την εσωτερική αντίσταση r της πηγής.

Μονάδες 8

4.4. Οι μαθητές, κατόπιν, σύνδεσαν επιπλέον στο κύκλωμα ένα μικρό λαμπάκι με ενδείξεις « $0,3 \, W$, $3 \, V$ », σε σειρά με τον αντιστάτη αντίστασης R_3 .

Σε αυτή την περίπτωση να εξετάσετε αν το λαμπάκι λειτουργήσει κανονικά. Θεωρούμε ότι το λαμπάκι συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης.

Μονάδες 7



ΘΕΜΑ 4

4.1. Η τάση V_1 στους πόλους της πηγής δίνεται από τη σχέση:

$$V_1 = \mathcal{E} - i \cdot r \quad (1)$$

Όταν ο διακόπτης δ είναι ανοικτός το κύκλωμα δε διαρρέεται από ρεύμα, επομένως από τη σχέση (1) έχουμε:

$$V_1 = \mathcal{E} \text{ ή } \mathcal{E} = 6 \text{ V}$$

Μονάδες 5

4.2. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός ο αντιστάτης με αντίσταση R_3 διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα i που διαρρέει το αμπερόμετρο A.

Σύμφωνα με το νόμο του Ohm έχουμε:

$$i = \frac{V_2}{R_3} \Rightarrow R_3 = \frac{V_2}{i} \Rightarrow R_3 = \frac{1,6 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} \text{ και τελικά } R_3 = 8 \Omega$$

Μονάδες 5

4.3. Οι αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα και το σύστημά τους είναι συνδεδεμένο σε σειρά με τον αντιστάτη αντίστασης R_3 . Έχουμε:

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{1,2} = \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} \Omega \Rightarrow$$
$$R_{1,2} = 20 \Omega$$

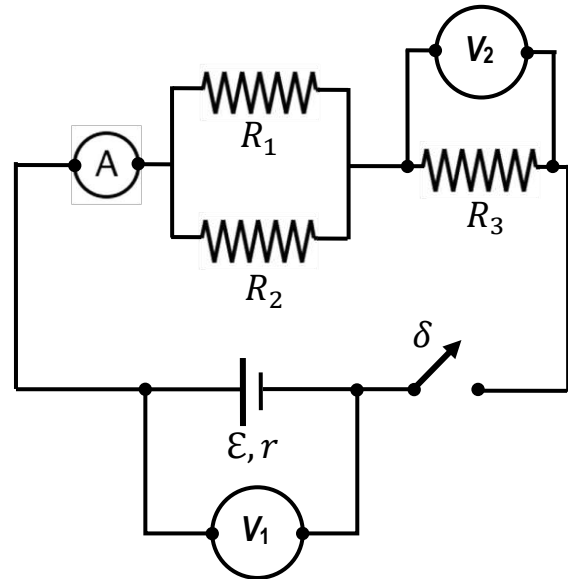
και

$$R_{o\lambda} = R_{1,2} + R_3 \Rightarrow R_{o\lambda} = 28 \Omega$$

Η ένταση του συνολικού ρεύματος i που διαρρέει το κύκλωμα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R_{o\lambda} + r} \Rightarrow i \cdot (R_{o\lambda} + r) = \mathcal{E} \Rightarrow i \cdot R_{o\lambda} + i \cdot r = \mathcal{E} \Rightarrow i \cdot r = \mathcal{E} - i \cdot R_{o\lambda} \Rightarrow$$
$$r = \frac{\mathcal{E} - i \cdot R_{o\lambda}}{i} \Rightarrow r = \frac{6 - 0,2 \cdot 28}{0,2} \Omega \Rightarrow$$
$$r = 2 \Omega$$

Μονάδες 8



4.4. Από τις ενδείξεις $P_{\Lambda} = 0,3 \text{ W}$ και $V_{\Lambda} = 3 \text{ V}$

που αναγράφονται στο μικρό λαμπάκι έχουμε:

$$P_{\Lambda} = V_{\Lambda} \cdot i_{K(\Lambda)} \Rightarrow i_{K(\Lambda)} = \frac{P_{\Lambda}}{V_{\Lambda}} \Rightarrow i_{K(\Lambda)} = \frac{0,3 \text{ W}}{3 \text{ V}} \Rightarrow$$

$$i_{K(\Lambda)} = 0,1 \text{ A}$$

όπου $i_{K(\Lambda)}$ το ρεύμα που πρέπει να διαρρέει το λαμπάκι για να λειτουργεί κανονικά και

$$R_{\Lambda} = \frac{V_{\Lambda}}{i_{K(\Lambda)}} \Rightarrow R_{\Lambda} = \frac{3 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} \Rightarrow$$

$$R_{\Lambda} = 30 \Omega$$

όπου R_{Λ} η αντίσταση που έχει το λαμπάκι.

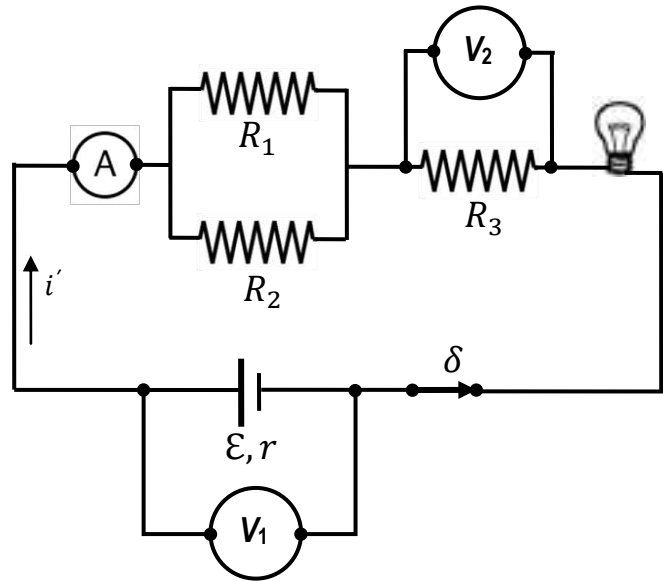
Για το νέο κύκλωμα η ολική εξωτερική αντίσταση είναι

$$R'_{o\lambda} = R_{o\lambda} + R_{\Lambda} \Rightarrow R'_{o\lambda} = 58 \Omega$$

Το ρεύμα που διαρρέει το λαμπάκι είναι

$$i' = \frac{\mathcal{E}}{R'_{o\lambda} + r} \Rightarrow i' = \frac{6 \text{ V}}{(58 + 2) \Omega} \Rightarrow i' = 0,1 \text{ A}$$

Παρατηρούμε ότι το ρεύμα i' που διαρρέει το λαμπάκι είναι ίσο με το ρεύμα $i_{K(\Lambda)}$, άρα το λαμπάκι λειτουργεί κανονικά.



ΘΕΜΑ 4

Σε ένα σημείο A, που απέχει απόσταση r από ακίνητο σωματίδιο με θετικό φορτίο Q , η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται έχει μέτρο $E_A = 36 \cdot 10^5 \text{ N/C}$.

4.1. Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου του φορτισμένου με φορτίο Q σωματιδίου και να υπολογίσετε τη δύναμη που θα δεχτεί σωματίδιο με φορτίο $q = 10^{-6} \text{ C}$, αν το τοποθετήσουμε στο σημείο A.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε τη τιμή του φορτίου Q του φορτισμένου σωματιδίου που δημιουργεί το ηλεκτρικό πεδίο, αν γνωρίζετε ότι το δυναμικό στο σημείο A είναι $V_A = 36 \cdot 10^4 \text{ V}$.

Μονάδες 7

4.3. Το σωματίδιο με φορτίο q μετακινείται από τη θέση A στη θέση B, η οποία απέχει κατά $r' = 2r$ από το σωματίδιο με φορτίο Q . Να υπολογίσετε τη τιμή της δύναμης που δέχεται το σωματίδιο με φορτίο q στη νέα θέση B από το ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη μεταφορά του σωματιδίου με φορτίο q από το A στο B.

Μονάδες 6

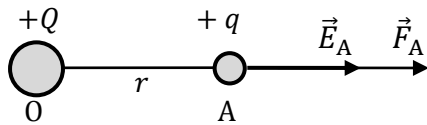
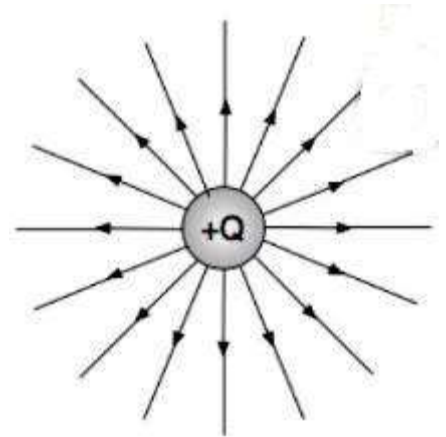
Δίνεται η τιμή της σταθεράς $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί ένα φορτισμένο σωματίδιο με θετικό φορτίο Q απεικονίζεται, με τη βοήθεια των δυναμικών γραμμών, στη διπλανή εικόνα.

Η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο με φορτίο q στο σημείο Α από το σωματίδιο με φορτίο Q είναι απωστική (όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα) και το μέτρο της είναι:

$$F_A = q \cdot E_A \Rightarrow F_A = 10^{-6} \cdot 36 \cdot 10^5 \text{ N} \Rightarrow \\ F_A = 3,6 \text{ N}$$



Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α είναι:

$$E_A = k \frac{Q}{r^2} \quad (1)$$

Το δυναμικό στο σημείο Α είναι:

$$V_A = k \frac{Q}{r} \quad (2)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{E_A}{V_A} = \frac{1}{r} \Rightarrow r = \frac{V_A}{E_A} \Rightarrow r = \frac{36 \cdot 10^4}{36 \cdot 10^5} \text{ m} \Rightarrow r = 0,1 \text{ m} \quad (3)$$

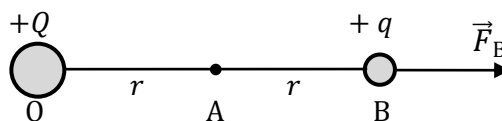
Από τη σχέση (2) έχουμε:

$$Q = \frac{V_A \cdot r}{k} \stackrel{(3)}{\Rightarrow} Q = \frac{36 \cdot 10^4 \cdot 0,1}{9 \cdot 10^9} \text{ C} \Rightarrow Q = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Μονάδες 7

4.3. Η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο με φορτίο q στο σημείο Β από το σωματίδιο με φορτίο Q είναι απωστική (όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα) και το μέτρο της είναι:

$$F_B = k \frac{|Qq|}{(2r)^2} \Rightarrow F_B = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 0,1)^2} \text{ N} \Rightarrow F_B = 0,9 \text{ N}$$



Μονάδες 6

4.4. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη μεταφορά του σωματιδίου φορτίου q από το Α στο Β δίδεται από τη σχέση:

$$\begin{aligned}W_{A \rightarrow B} &= q \cdot V_{AB} \Rightarrow W_{A \rightarrow B} = q \cdot (V_A - V_B) \Rightarrow \\W_{A \rightarrow B} &= q \cdot \left(k \frac{Q}{r} - k \frac{Q}{2r} \right) \Rightarrow W_{A \rightarrow B} = kqQ \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{2r} \right) \Rightarrow \\W_{A \rightarrow B} &= 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,2} \right) \text{ J}\end{aligned}$$

και τελικά

$$\mathbf{W_{A \rightarrow B} = 0,18 \text{ J}}$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δύο σωματίδια με ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = 12 \mu\text{C}$ και $Q_2 = -3 \mu\text{C}$ τοποθετούνται αντίστοιχα στα σημεία Α και Β ευθείας (ε) όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Δίνονται: $AB = r = 3 \text{ cm}$ και $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{C}^2}$.



4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 .

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 στο μέσο Μ του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ.

Μονάδες 6

Τοποθετούμε στο μέσο Μ του ευθυγράμμου τμήματος ΑΒ, ένα τρίτο σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο $q = -2 \mu\text{C}$.

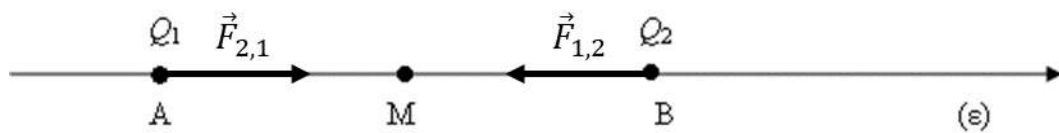
4.3. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου (που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2) κατά τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Μ στο άπειρο.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την απόσταση από το σημείο Β ενός σημείου Σ της ευθείας (ε) που βρίσκεται δεξιά του Β, και στο οποίο μηδενίζεται η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργείται από τα ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 .

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4



4.1. Σύμφωνα με τον νόμο Coulomb για το μέτρο της δύναμης μεταξύ των δύο φορτισμένων σωματιδίων με φορτία Q_1 και Q_2 έχουμε:

$$F_{1,2} = F_{2,1} = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{(AB)^2} \Rightarrow F_{1,2} = F_{2,1} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}^2} \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \Rightarrow$$

$$F_{1,2} = F_{2,1} = 360 \text{ N}$$

Μονάδες 6

4.2. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία Q_1 και Q_2 , στο μέσο M του ευθυγράμμου τμήματος AB προκύπτει από την σχέση:

$$V_M = V_{A,M} + V_{B,M} \Rightarrow V_M = k \cdot \frac{Q_1}{(AM)} + k \cdot \frac{Q_2}{(MB)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_M = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}^2} \cdot \left[\frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} + \frac{(-3 \cdot 10^{-6} \text{ C})}{1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \right] \Rightarrow$$

$$V_M = 54 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Μονάδες 6

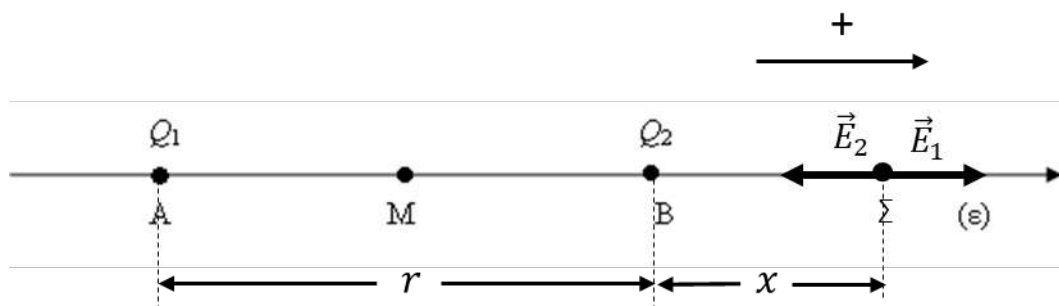
4.3. Από τον ορισμό του δυναμικού σε ένα σημείο του ηλεκτρικού πεδίου έχουμε για το σημείο M:

$$V_M = \frac{W_{M \rightarrow \infty}}{q} \Rightarrow W_{M \rightarrow \infty} = V_M \cdot q \Rightarrow W_{M \rightarrow \infty} = 54 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot (-2 \cdot 10^{-6} \text{ C}) \Rightarrow$$

$$W_{M \rightarrow \infty} = -10,8 \text{ J}$$

Μονάδες 6

4.4.



Θέλουμε $\vec{E}_\Sigma = 0$ και όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα:

$$\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow 0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Leftrightarrow \vec{E}_1 = -\vec{E}_2$$

και για τα μέτρα των δύο εντάσεων:

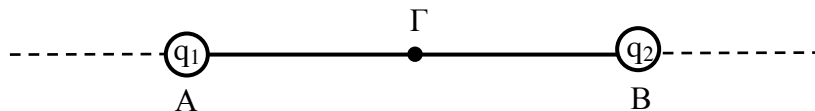
$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \cdot \frac{|Q_1|}{(r+x)^2} = k \cdot \frac{|Q_2|}{x^2} \Rightarrow \frac{12 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(3 \text{ cm} + x)^2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{x^2} \Rightarrow$$
$$\frac{(3 \text{ cm} + x)^2}{x^2} = 4 \Rightarrow \frac{3 \text{ cm} + x}{x} = \pm 2 \Rightarrow x = \mathbf{3 \text{ cm}}$$

Καθώς η θέση $x = 0 \text{ cm}$ είναι στο σημείο B και σύμφωνα με την θετική φορά η δεκτή λύση δεξιά του σημείου B είναι $x = \mathbf{3 \text{ cm}}$, όπου τα διανύσματα $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ είναι αντίρροπα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο φορτισμένα σωματίδια με ηλεκτρικά φορτία $q_1 = +3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ και $q_2 = +27 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ βρίσκονται αντίστοιχα στα άκρα A και B ευθυγράμμου τμήματος AB, όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα σωματίδια απέχουν μεταξύ τους 2 cm. Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{C}^2}$.



4.1. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου των σωματιδίων με φορτία q_1 και q_2 στο μέσο Γ του ευθυγράμμου τμήματος AB και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 8

4.2. Να προσδιορίσετε το σημείο Δ της ευθείας πάνω στην οποία βρίσκονται τα σημεία A και B, όπου η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου των σωματιδίων με φορτία q_1 και q_2 είναι μηδέν.

Μονάδες 7

Στο σημείο Γ τοποθετούμε σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο $q = -2 \cdot 10^{-12} \text{ C}$.

4.3. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της δύναμης που ασκείται στο σωματίδιο με φορτίο q από το ηλεκτρικό πεδίο των σωματιδίων με φορτία q_1 και q_2 και να υπολογίσετε το μέτρο της.

Μονάδες 5

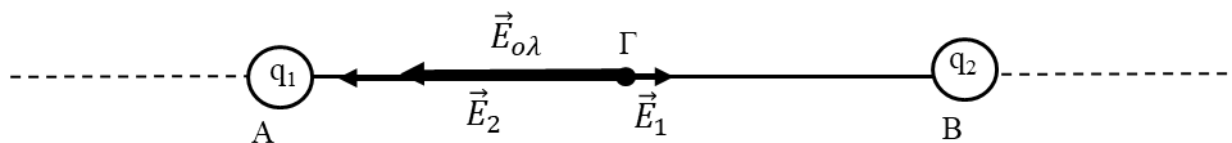
Το δυναμικό στο σημείο Δ λόγω του ηλεκτρικού πεδίου των σωματιδίων με φορτία q_1 και q_2 είναι $V_\Delta = 21,6 \text{ kV}$. Μεταφέρουμε το σωματίδιο με φορτίο q από το σημείο Δ σε κάποιο σημείο Z, όπου το δυναμικό λόγω του ηλεκτρικού πεδίου των σωματιδίων με φορτία q_1 και q_2 είναι $V_Z = 25,6 \text{ kV}$.

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου (που δημιουργείται από τα δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια με φορτία q_1 και q_2) κατά τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Δ στο σημείο Z.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

4.1.



Το μέτρο του διανύσματος $\vec{E}_1$ της έντασης του πεδίου που δημιουργεί το σωματίδιο με φορτίο $q_1 = +3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ είναι:

$$E_1 = k \cdot \frac{|q_1|}{(AG)^2} \Rightarrow E_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}^2} \cdot \frac{|3 \cdot 10^{-9} \text{ C}|}{(10^{-2} \text{ m})^2} \Rightarrow E_1 = 27 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

με φορά προς τα δεξιά (όπως φαίνεται στο σχήμα).

Το μέτρο του διανύσματος $\vec{E}_2$ της έντασης του πεδίου που δημιουργεί το σωματίδιο με φορτίο $q_2 = +27 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ είναι:

$$E_2 = k \cdot \frac{|q_2|}{(GB)^2} \Rightarrow E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{C}^2} \cdot \frac{|27 \cdot 10^{-9} \text{ C}|}{(10^{-2} \text{ m})^2} \Rightarrow E_2 = 243 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

με φορά προς τα αριστερά (όπως φαίνεται στο σχήμα).

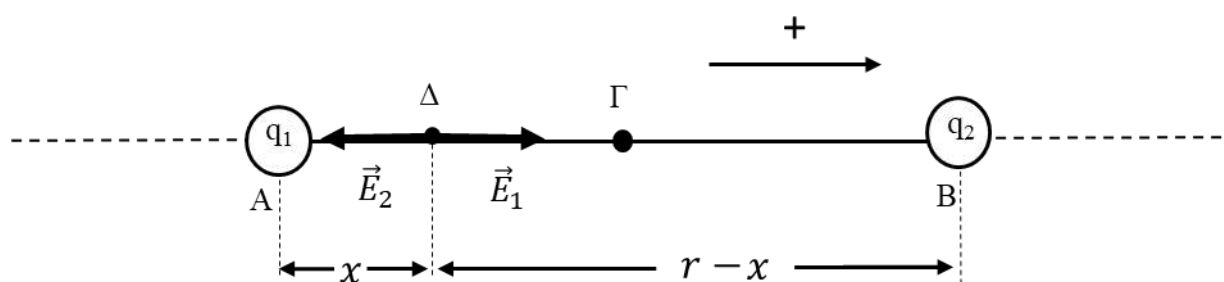
Άρα το διάνυσμα $\vec{E}_{o\lambda}$ της ολικής έντασης του πεδίου, που οφείλεται και στα δύο φορτισμένα σωματίδια, θα είναι ομόρροπο του διανύσματος $\vec{E}_2$, δεδομένου ότι $E_2 > E_1$.

Για το μέτρο του $\vec{E}_{o\lambda}$ έχουμε:

$$E_{o\lambda} = |E_1 - E_2| = |27 \cdot 10^4 \text{ N/C} - 243 \cdot 10^4 \text{ N/C}| \Leftrightarrow E_{o\lambda} = 216 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

Μονάδες 8

4.2.



Θέλουμε $\vec{E}_\Delta = 0$ και όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα:

$$\vec{E}_\Delta = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow 0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Leftrightarrow \vec{E}_1 = -\vec{E}_2$$

και για τα μέτρα των δύο εντάσεων:

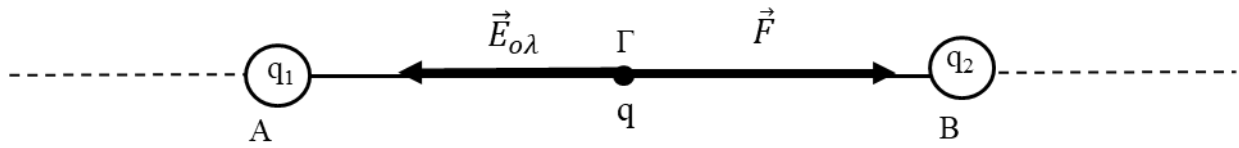
$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \cdot \frac{|q_1|}{x^2} = k \cdot \frac{|q_2|}{(r-x)^2} \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{x^2} = \frac{27 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{(2 \text{ cm} - x)^2} \Rightarrow$$

$$\frac{(2 \text{ cm} - x)^2}{x^2} = 9 \Rightarrow \frac{2 \text{ cm} - x}{x} = \pm 3 \Rightarrow x = 0,5 \text{ cm}$$

Δεκτή η λύση $x = 0,5 \text{ cm}$ δεξιά του σημείου Α.

Μονάδες 7

4.3.



Το διάνυσμα της δύναμης που ασκείται στο αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, που τοποθετείται στο σημείο Γ έχει, όπως φαίνεται και στο σχήμα, την ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά ως προς το διάνυσμα $\vec{E}_{ol}$ της ολικής έντασης του πεδίου, που οφείλεται και στα δύο φορτισμένα σωματίδια με φορτία q_1 και q_2 .

Για το μέτρο της δύναμης έχουμε:

$$F = E_{ol} \cdot |q| \Rightarrow F = 216 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 2 \cdot 10^{-12} \text{C} \Rightarrow$$
$$F = 432 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

Μονάδες 5

4.4. Το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Δ στο σημείο Z δίδεται από τη σχέση:

$$W_{\Delta \rightarrow Z} = q \cdot (V_{\Delta} - V_Z) \Rightarrow W_{\Delta \rightarrow Z} = -2 \cdot 10^{-12} \text{ C} \cdot (21,6 \cdot 10^3 \text{ V} - 25,6 \cdot 10^3 \text{ V}) \Rightarrow$$
$$W_{\Delta \rightarrow Z} = 8 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 10 \, \Omega$, $R_2 = 20 \, \Omega$ αντίστοιχα, συνδέονται σε σειρά. Παράλληλα με το σύστημα των δυο αυτών αντιστατών συνδέεται λαμπτήρας με χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $P_K = 30 \, \text{W}$, $V_K = 30 \, \text{V}$, ο οποίος συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης. Στα άκρα Α, Γ του συστήματος των τριών αντιστατών συνδέεται πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 3 \, \Omega$ και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.

Να υπολογίσετε:

4.1. Την αντίσταση του λαμπτήρα και στη συνέχεια την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.2. Τον αριθμό ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του νήματος του λαμπτήρα σε χρονικό διάστημα $16 \, \text{s}$. Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \, \text{C}$.

Μονάδες 6

4.3. Την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής.

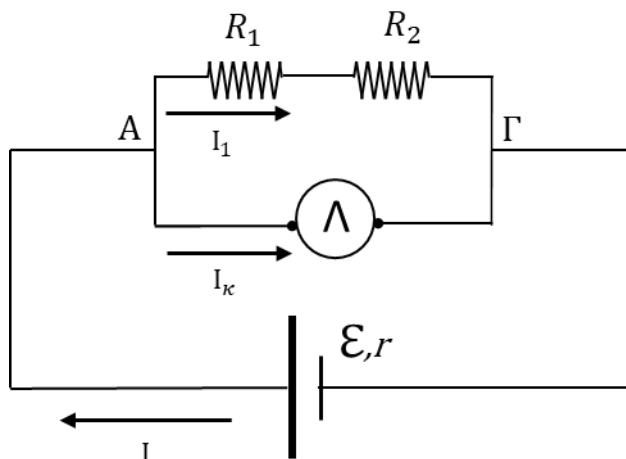
Μονάδες 6

4.4. Αν αντικαταστήσουμε τον λαμπτήρα με αντιστάτη αντίστασης $R_3 = 120 \, \Omega$ να υπολογιστεί η επί τοις εκατό μεταβολή της ολικής ισχύος που καταναλώνεται στο κύκλωμα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Σύμφωνα με την εκφώνηση του προβλήματος προκύπτει το παρακάτω κύκλωμα:



Για τον λαμπτήρα έχουμε:

$$P_{\kappa} = V_{\kappa} \cdot I_{\kappa} \xrightarrow{I_{\kappa} = \frac{V_{\kappa}}{R_{\Lambda}}} P_{\kappa} = \frac{V_{\kappa}^2}{R_{\Lambda}} \Rightarrow R_{\Lambda} = \frac{V_{\kappa}^2}{P_{\kappa}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{\Lambda} = \frac{(30 \text{ V})^2}{30 \text{ W}} \Rightarrow R_{\Lambda} = 30 \Omega$$

Υπολογίζουμε την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 \Rightarrow R_{1,2} = 10 \Omega + 20 \Omega \Rightarrow R_{1,2} = 30 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{A\Gamma}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_{\Lambda}} \Rightarrow R_{A\Gamma} = \frac{R_{1,2} \cdot R_{\Lambda}}{R_{1,2} + R_{\Lambda}} \Rightarrow R_{A\Gamma} = \frac{30 \Omega \cdot 30 \Omega}{30 \Omega + 30 \Omega} \Rightarrow$$

$$R_{A\Gamma} = 15 \Omega$$

Μονάδες 6

4.2. Η ένταση I_{κ} , κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα είναι:

$$I_{\kappa} = \frac{P_{\kappa}}{V_{\kappa}} \Rightarrow I_{\kappa} = \frac{30 \text{ W}}{30 \text{ V}} \Rightarrow I_{\kappa} = 1 \text{ A}$$

Για τον υπολογισμό του αριθμού των ηλεκτρονίων, που διέρχονται από μια διατομή του νήματος του λαμπτήρα σε χρονικό διάστημα 16 s, έχουμε:

$$I_{\kappa} = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow I_{\kappa} = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I_{\kappa} \cdot \Delta t}{e} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{1 \text{ A} \cdot 16 \text{ s}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C/ηλεκτρόνιο}} \Rightarrow n = 10^{20} \text{ ηλεκτρόνια}$$

Μονάδες 6

4.3. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη $\mathcal{E}$ της πηγής προκύπτει από την σχέση:

$$\mathcal{E} = I \cdot R_{o\lambda} \quad (1)$$

Για την ολική αντίσταση του κυκλώματος έχουμε:

$$R_{o\lambda} = R_{A\Gamma} + r \Rightarrow R_{o\lambda} = 15 \Omega + 3 \Omega \Rightarrow R_{o\lambda} = 18 \Omega \quad (2)$$

Οι αντιστάτες $R_{1,2}$ και ο λαμπτήρας συνδέονται παράλληλα και ισχύει: $R_{1,2} = R_{\Lambda}$ άρα και $I_1 = I_{\kappa}$ (3)

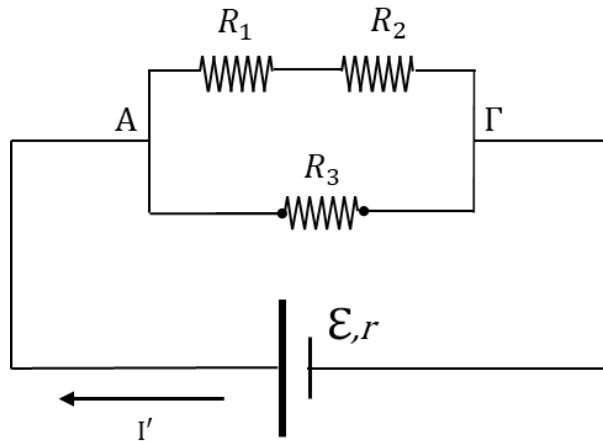
$$I = I_k + I_1 \stackrel{(3)}{\Rightarrow} I = 2 \cdot I_k \Rightarrow I = 2 \text{ A} \quad (4)$$

Τελικά από τη σχέση (1), με τη βοήθεια των σχέσεων (2) και (4) έχουμε:

$$\mathcal{E} = I \cdot R_{o\lambda} \Rightarrow \mathcal{E} = 2 \text{ A} \cdot 18 \Omega \Rightarrow \mathcal{E} = 36 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.4. Αν αντικαταστήσουμε τον λαμπτήρα με αντιστατή αντίστασης R_3 , προκύπτει το παρακάτω κύκλωμα:



Για την επί τοις εκατό μεταβολή της ολικής ισχύος που καταναλώνεται στο κύκλωμα έχουμε:

$$\pi\% = \frac{P_{\tau\epsilon\lambda} - P_{\alpha\rho\chi}}{P_{\alpha\rho\chi}} 100\% \Leftrightarrow \pi\% = \left(\frac{P_{\tau\epsilon\lambda}}{P_{\alpha\rho\chi}} - 1 \right) 100\% \quad (5)$$

$$P_{\tau\epsilon\lambda} = \mathcal{E} \cdot I' \Rightarrow P_{\tau\epsilon\lambda} = \mathcal{E} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R'_{o\lambda}} \Rightarrow P_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{\mathcal{E}^2}{R'_{o\lambda}} \quad (6)$$

και αντίστοιχα:

$$P_{\alpha\rho\chi} = \frac{\mathcal{E}^2}{R_{o\lambda}} \quad (7)$$

Οπότε η σχέση (5) με τη βοήθεια των σχέσεων (6) και (7) γίνεται:

$$\pi\% = \left(\frac{R_{o\lambda}}{R'_{o\lambda}} - 1 \right) 100\% \quad (8)$$

$$\frac{1}{R'_{A\Gamma}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R'_{A\Gamma} = \frac{R_{1,2} \cdot R_3}{R_{1,2} + R_3} \Rightarrow R'_{A\Gamma} = \frac{30 \Omega \cdot 120 \Omega}{30 \Omega + 120 \Omega} \Rightarrow$$

$$R'_{A\Gamma} = 24 \Omega$$

Οπότε:

$$R'_{o\lambda} = R'_{A\Gamma} + r \Rightarrow R'_{o\lambda} = 24 \Omega + 3 \Omega \Rightarrow R'_{o\lambda} = 27 \Omega$$

$$\text{και } R_{o\lambda} = 18 \Omega \text{ [από τη σχέση(2)]}$$

και αντικαθιστώντας στην (8) έχουμε:

$$\pi\% = \left(\frac{18 \Omega}{27 \Omega} - 1 \right) 100\% \Rightarrow \pi\% = -33\%$$

Άρα η ολική ισχύς που καταναλώνεται στο κύκλωμα μειώνεται κατά 33%.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 2

2.1. Μία ηλεκτρική λάμπα έχει αντίσταση $R = 100\Omega$ και χρειάζεται ρεύμα έντασης $I = 0,2A$ για να λειτουργεί κανονικά. (Θεωρούμε ότι η λάμπα συμπεριφέρεται ως ωμικός αντιστάτης).

Ο αριθμός από όμοιες τέτοιες λάμπες, που πρέπει να συνδέσουμε σε σειρά σε δίκτυο τάσης $V = 120 V$ ώστε αυτές να λειτουργούν κανονικά, είναι:

(α) 5.

(β) 6.

(γ) 10.

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q , δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο που απεικονίζεται με ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Σημείο A , το οποίο βρίσκεται μέσα στο ηλεκτροστατικό πεδίο, απέχει από το σημειακό φορτίο Q απόσταση $r = 30\text{ cm}$.

Αν η ένταση του πεδίου $\vec{E}_A$ στο σημείο A έχει μέτρο $E_A = 6 \cdot 10^5 \frac{N}{C}$, το δυναμικό του πεδίου στο σημείο A είναι:

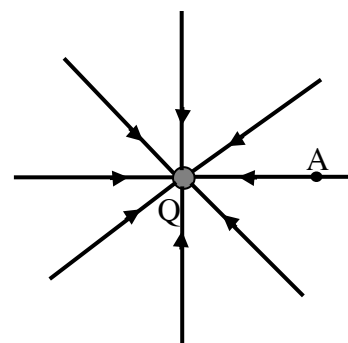
(α) $V_A = -18 \cdot 10^4 V$, (β) $V_A = 18 \cdot 10^4 V$, (γ) $V_A = -36 \cdot 10^4 V$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9



ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι λάμπες συνδέονται σε σειρά, συνεπώς:

$$R_{ολ} = R_1 + R_2 + \dots, R_{ολ} = N \cdot R$$

Για να φωτοβολεί κανονικά κάθε λάμπα πρέπει να διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 0,2A$.

$$V = I \cdot R_{ολ}, V = I \cdot N \cdot R, N = \frac{V}{I \cdot R}, N = 6$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το δυναμικό σε ένα σημείο προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$V_A = k \cdot \frac{Q}{r}$$

και το μέτρο της έντασης:

$$E_A = k \frac{|Q|}{r^2}$$

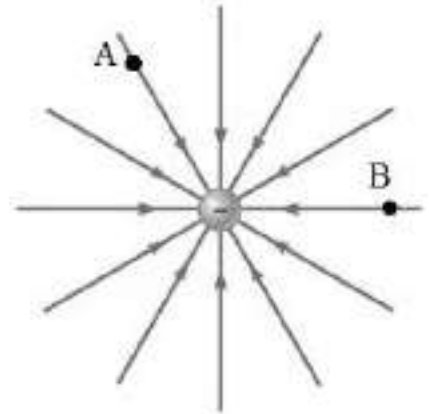
Το φορτίο πηγή είναι αρνητικό, μιας και οι δυναμικές γραμμές κατευθύνονται προς το φορτίο.

$$\frac{V_A}{E_A} = \frac{k \cdot \frac{Q}{r}}{k \frac{|Q|}{r^2}}, \frac{V_A}{E_A} = -r, V_A = -r \cdot E_A, V_A = -18 \cdot 10^4 V$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ακίνητο, αρνητικό, σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Τα σημεία A και B απέχουν την ίδια απόσταση r από το ηλεκτρικό φορτίο Q . Ένα δοκιμαστικό αρνητικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο q , μεταφέρεται από το A στο B. Το έργο της δύναμης που δέχεται το δοκιμαστικό φορτίο q από το πεδίο κατά τη μεταφορά του από το A στο B είναι:



(α) μηδέν.

(β) θετικό.

(γ) αρνητικό.

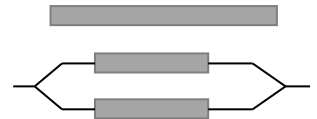
2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ένας ισοπαχής και ομογενής κυλινδρικός μεταλλικός αγωγός, έχει αντίσταση R σε ορισμένη θερμοκρασία θ . Κόβουμε τον αγωγό στη μέση του μήκους του και συνδέουμε παράλληλα τα δύο τμήματα ίσου μήκους όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. (Θεωρούμε ότι η θερμοκρασία των δύο τμημάτων που δημιουργήσαμε, εξακολουθεί να είναι θ). Η ισοδύναμη αντίσταση του συστήματος των δύο τμημάτων του μεταλλικού αγωγού, είναι:



(α) $R_{ολ} = 2 \cdot R$, (β) $R_{ολ} = \frac{R}{2}$, (γ) $R_{ολ} = \frac{R}{4}$

2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Το δυναμικό σε ένα σημείο προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$V_A = k \cdot \frac{Q}{r}$$

Επειδή, $r_A = r_B$ θα είναι $V_A = V_B$.

Το έργο για τη μετακίνηση του αρνητικού φορτίου από το Α στο Β είναι ίσο με:

$$W_{A-B} = q(V_A - V_B) = 0$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Από τη σχέση $R = \rho \frac{\ell}{S}$, φαίνεται ότι το μισό μήκος του αγωγού έχει την μισή αντίσταση ($R' = \frac{R}{2}$). Τα δύο τμήματα συνδέονται παράλληλα, συνεπώς:

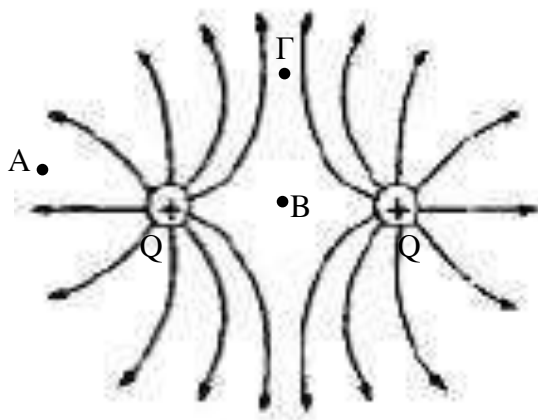
$$R_{ολ} = \frac{\frac{R}{2} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}}, R_{ολ} = \frac{R}{4}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργείται από δύο σημειακά, ηλεκτρικά φορτισμένα, σφαιρίδια. Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου έχει μεγαλύτερη τιμή στο σημείο:

- (α) Α.
- (β) Β.
- (γ) Γ.



2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

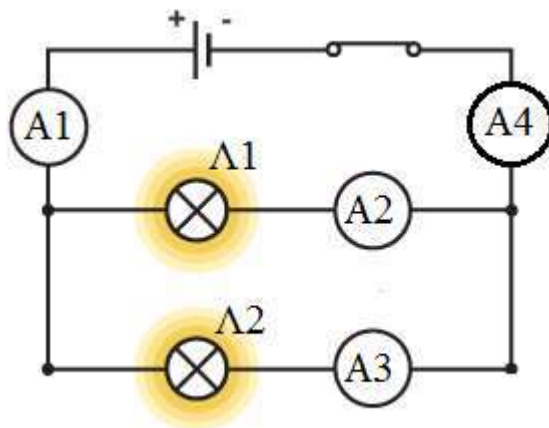
Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Το πιο κάτω κύκλωμα περιλαμβάνει μια ηλεκτρική πηγή, τους πανομοιότυπους λαμπτήρες Λ1 και Λ2 και τα ιδανικά αμπερόμετρα Α1, Α2, Α3, Α4. (Θεωρούμε ότι οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται σαν αντιστάτες). Αν το αμπερόμετρο Α2 δείχνει ένταση ηλεκτρικού ρεύματος 0,2 Α, τότε:

- (α) το αμπερόμετρο Α1 δείχνει ένταση 0,4 Α και το αμπερόμετρο Α4 δείχνει ένταση 0,2 Α,
- (β) το αμπερόμετρο Α1 δείχνει ένταση 0,4Α και το αμπερόμετρο Α4 δείχνει ένταση 0,4 Α
- (γ) το αμπερόμετρο Α1 δείχνει ένταση 0,2 Α και το αμπερόμετρο Α3 δείχνει ένταση 0,2 Α,



2.2.A. Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μεγαλύτερη στις περιοχές όπου οι δυναμικές γραμμές είναι πυκνότερες.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Οι λαμπτήρες Λ1 και Λ2 συνδέονται παράλληλα.

Είναι: $V_1 = V_2$ και $I_1 = \frac{V_1}{R} = \frac{V_2}{R} = I_2$

Αφού το Α2 δείχνει ρεύμα 0,2 Α είναι $I_1 = 2A$, άρα και $I_2 = 2A$. Συνεπώς και το Α3 δείχνει το ίδιο ρεύμα.

Επομένως το Α1 και το Α4 θα διαρρέονται από ρεύμα 0,4 Α σύμφωνα με τον 1ο κανόνα του Kirchhoff .

$$I = I_1 + I_2 = 0,4A$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 2\Omega$, συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους και το σύστημα συνδέεται κατά σειρά με τρίτο αντιστάτη, αντίστασης $R_3 = 4\Omega$. Στα άκρα του συστήματος, όλων των αντιστατών, συνδέουμε ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 12V$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$. Να προσδιορίσετε:

4.1. την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος,

Μονάδες 6

4.2. την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και την πολική της τάση,

Μονάδες 7

4.3. την ένταση του ρεύματος I_1 που διαρρέει τον αντιστάτη αντίστασης R_1 καθώς και την ισχύ που καταναλώνεται σε αυτόν,

Μονάδες 7

4.4. την ισχύ που καταναλώνεται στο εξωτερικό κύκλωμα και την ισχύ που καταναλώνεται στην πηγή.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

4.1.

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, R_{1,2} = \frac{2\Omega \cdot 2\Omega}{2\Omega + 2\Omega}, R_{1,2} = 1\Omega$$

$$R_{\varepsilon\xi} = R_{1,2} + R_3, R_{\varepsilon\xi} = 1\Omega + 4\Omega, R_{\varepsilon\xi} = 5\Omega$$

Μονάδες 6

4.2.

Νόμος Ohm σε κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{\varepsilon\xi} + r}, I = \frac{12}{5 + 1} \text{ (S.I.)},$$

$$I = 2A$$

Πολική τάση:

$$V_{\pi} = E - I \cdot r, V_{\pi} = 12 - 2 \cdot 1 \text{ (S.I.)},$$

$$V_{\pi} = 10V$$

Μονάδες 7

4.3. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σύστημα των αντιστατών R_1 και R_2 ($I_{1,2}$) είναι ίση με την ολική ένταση που διαρρέει το κύκλωμα.

$$I_{1,2} = I = 2A$$

$$V_{1,2} = I \cdot R_{1,2}, V_{1,2} = 2A \cdot 1\Omega,$$

$$V_{1,2} = 2V$$

Όμως,

$$V_{1,2} = V_1 = 2V$$

Και

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1}, I_1 = \frac{2V}{2\Omega},$$

$$I_1 = 1A$$

Μονάδες 7

4.4. Ισχύς στο εξωτερικό κύκλωμα:

$$P_{\varepsilon\xi} = I^2 \cdot R_{\varepsilon\xi}, P_{\varepsilon\xi} = 2^2 \cdot 5 \text{ (S.I.)},$$

$$P_{\varepsilon\xi} = 20W$$

Ισχύς που καταναλώνεται στην πηγή:

$$P_r = I^2 \cdot r, P_r = 2^2 \cdot 1 \text{ (S.I.)},$$

$$P_r = 4W$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 2\Omega$, συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους, ενώ ένας τρίτος αντιστάτης, αντίστασης $R_3 = 4\Omega$, συνδέεται σε σειρά με το σύστημα των δύο αυτών αντιστατών. Στα άκρα του συστήματος όλων των αντιστατών, συνδέουμε ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r=1\Omega$. Το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και η ισχύς του αντιστάτη αντίστασης R_3 είναι ίση με $P_3 = 16W$.

Να προσδιορίσετε:

4.1. την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.2. την ολική ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής.

Μονάδες 7

4.3. την ένταση του ρεύματος I_2 που διαρρέει τον αντιστάτη R_2 .

Μονάδες 6

4.4. Να κατασκευάσετε τη χαρακτηριστική καμπύλη της πηγής.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1.

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, R_{1,2} = \frac{2\Omega \cdot 2\Omega}{2\Omega + 2\Omega}, R_{1,2} = 1\Omega$$

$$R_{\varepsilon\xi} = R_{1,2} + R_3 = 1\Omega + 4\Omega = 5\Omega$$

Μονάδες 6

4.2.

Ο αντιστάτης R_3 διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_3 = I$, όπου I η ολική ένταση του κυκλώματος.

Η ισχύς του αντιστάτη R_3 είναι:

$$P_3 = I^2 R_3, \quad 16 = I^2 \cdot 4, (S.I.)$$

$$I = 2A$$

Νόμος Ohm σε κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{\varepsilon\xi} + r}, 2 = \frac{E}{5 + 1} (S.I.),$$

$$E = 12V$$

Μονάδες 7

4.3. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σύστημα των αντιστατών R_1 και R_2 ($I_{1,2}$) είναι ίση με την ολική ένταση που διαρρέει το κύκλωμα.

$$I_{1,2} = I = 2A$$

$$V_{1,2} = I \cdot R_{1,2}, V_{1,2} = 2A \cdot 1\Omega,$$

$$V_{1,2} = 2V$$

Όμως,

$$V_{1,2} = V_2 = 2V$$

Και

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2}, I_2 = \frac{2V}{2\Omega},$$

$$I_2 = 1A$$

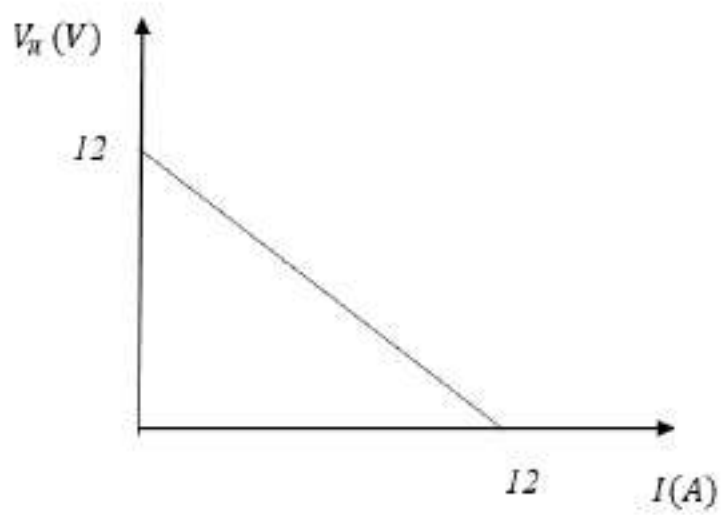
Μονάδες 6

4.4. Για την πολική τάση είναι:

$$V_{\pi} = E - I \cdot r, V_{\pi} = 12 - I \cdot 1 (S.I.),$$

$$V_{\pi} = 12 - I (S.I.)$$

Και η χαρακτηριστική καμπύλη $V_{\pi} = f(I)$:



Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δύο αντιστάτες, με αντιστάσεις $R_1 = 2\Omega$ και $R_2 = 4\Omega$, συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους, ενώ ένας τρίτος αντιστάτης, αντίστασης $R_3 = 3\Omega$, συνδέεται παράλληλα με το σύστημα των δύο αυτών αντιστατών. Στα άκρα του συστήματος, όλων των αντιστατών, συνδέουμε ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$, οπότε το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 3A$. Να προσδιορίσετε:

4.1. την ολική αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.

Μονάδες 6

4.2. την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής και την πολική της τάση.

Μονάδες 7

4.3. την ένταση του ρεύματος I_3 που διαρρέει τον αντιστάτη R_3 .

Μονάδες 6

4.4. την ισχύ της πηγής και την ισχύ που παρέχει στο εξωτερικό κύκλωμα.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

4.1.

$$R_{1,2} = R_1 + R_2, R_{1,2} = 2\Omega + 4\Omega,$$

$$R_{1,2} = 6\Omega$$

$$R_{\varepsilon\xi} = \frac{R_{1,2} \cdot R_3}{R_{1,2} + R_3}, R_{1,2} = \frac{6\Omega \cdot 3\Omega}{6\Omega + 3\Omega}, R_{1,2} = 2\Omega$$

Μονάδες 6

4.2.

Νόμος Ohm σε κλειστό κύκλωμα:

$$I = \frac{E}{R_{\varepsilon\xi} + r}, 3 = \frac{E}{2 + 1} \text{ (S.I.)},$$

$$E = 9V$$

Για την πολική τάση είναι:

$$V_{\pi} = E - I \cdot r, V_{\pi} = 9 - 3 \cdot 1 \text{ (S.I.)},$$

$$V_{\pi} = 6V$$

Μονάδες 7

4.3.

Η τάση στα άκρα του αντιστάτη R_3 είναι ίση με την πολική τάση.

$$V_{\pi} = V_3 = 6V$$

Το ρεύμα που τον διαρρέει έχει ένταση

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3}, I_3 = 2A$$

Μονάδες 6

4.4.

Ισχύς της πηγής:

$$P_{\pi} = E \cdot I, P_{\pi} = 9V \cdot 3A,$$

$$P_{\pi} = 27W$$

Ισχύς στο εξωτερικό κύκλωμα:

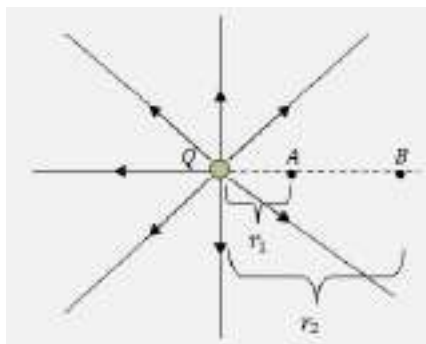
$$P_{\varepsilon\xi} = I^2 \cdot R_{\varepsilon\xi}, P_{\varepsilon\xi} = 3^2 \cdot 2 \text{ (S.I.)},$$

$$P_{\varepsilon\xi} = 18W$$

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ακίνητο, σημειακό και θετικό ηλεκτρικό φορτίο Q , δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο, το οποίο απεικονίζεται με τη βοήθεια δυναμικών γραμμών, όπως στο σχήμα που ακολουθεί. Δύο σημεία Α και Β βρίσκονται πάνω σε μια δυναμική γραμμή του πεδίου αυτού και απέχουν από το φορτίο Q αποστάσεις r_1, r_2 αντίστοιχα, για τις οποίες ισχύει $r_2 = 4 \cdot r_1$.



Αν το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο Α είναι $V_A = 8 \cdot 10^5 \text{ V}$, τότε το δυναμικό του πεδίου στο σημείο Β είναι:

(α) $V_B = 2 \cdot 10^5 \text{ V}$

(β) $V_B = 0,5 \cdot 10^5 \text{ V}$

(γ) $V_B = 32 \cdot 10^5 \text{ V}$

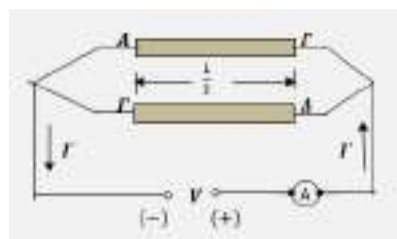
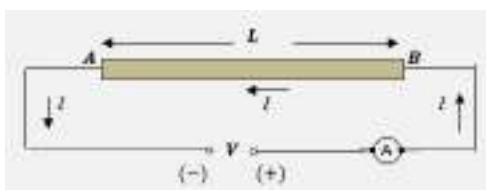
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ομογενής μεταλλικός αγωγός (ΑΒ), σταθερής διατομής και μήκους L , συνδέεται στους ακροδέκτες ηλεκτρικής πηγής (τροφοδοτικού), με αγωγούς ασήμαντης αντίστασης. Σε σειρά με τον αγωγό (ΑΒ) συνδέεται ένα αμπερόμετρο, όπως φαίνεται στο πρώτο σχήμα, το οποίο θεωρείται ιδανικό (ασήμαντης αντίστασης). Στα άκρα του κυκλώματος εφαρμόζεται σταθερή τάση V και η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι I . Στη συνέχεια, ο αγωγός (ΑΒ) κόβεται στη μέση, σε δύο τμήματα (ΑΓ) και (ΓΔ), ίσου μήκους $\frac{L}{2}$ το καθένα. Τα δύο αυτά τμήματα συνδέονται παράλληλα και το σύστημά τους τροφοδοτείται από το ίδιο τροφοδοτικό, με την ίδια τάση V μέσω αγωγών ασήμαντης αντίστασης. Το ιδανικό αμπερόμετρο συνδέεται τώρα στον κλάδο της πηγής και η ένδειξή του είναι I' (δεύτερο σχήμα).



Για τις ενδείξεις I και I' του αμπερομέτρου στα δύο κυκλώματα, ισχύει η σχέση:

(α) $\frac{I'}{I} = 1$, (β) $\frac{I'}{I} = \frac{1}{4}$, (γ) $\frac{I'}{I} = 4$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Για τα δυναμικά του πεδίου στα σημεία A και B ισχύουν οι σχέσεις:

$$V_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_1} \quad \text{και} \quad V_B = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_2}.$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις δύο αυτές εξισώσεις:

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_1}}{k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_2}} = \frac{r_2}{r_1} = 4$$

Άρα τελικά

$$V_B = \frac{V_A}{4} = 2 \cdot 10^5 \text{ V}.$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Αν R είναι η αντίσταση του αγωγού (AB), εφαρμόζοντας το νόμο του Ohm, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και άρα η ένδειξη του αμπερομέτρου στο αρχικό κύκλωμα, είναι:

$$I = \frac{V}{R}$$

Κόβοντας τον αγωγό στη μέση, δημιουργούνται δύο νέοι αγωγοί καθένας από τους οποίους έχει αντίσταση ίση με τη μισή της αντίστασης του αγωγού (AB). Επειδή τα δύο αυτά τμήματα συνδέονται παράλληλα, η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι:

$$R' = \frac{\frac{R}{2} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} = \frac{R^2}{4 \cdot R} = \frac{R}{4}$$

Επειδή εφαρμόστηκε και πάλι η ίδια τάση V , στα άκρα του νέου κυκλώματος, σύμφωνα με το νόμο του Ohm, η ένδειξη του αμπερομέτρου θα είναι:

$$I' = \frac{V}{\frac{R}{4}} = 4 \cdot \frac{V}{R} = 4 \cdot I$$

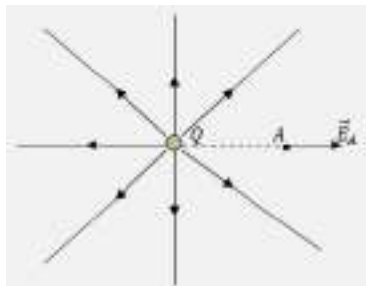
Άρα

$$\frac{I'}{I} = 4$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q , δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο, το οποίο απεικονίζεται με τη βοήθεια δυναμικών γραμμών, στο σχήμα που ακολουθεί.



Σε σημείο A του πεδίου, το οποίο απέχει απόσταση r από το φορτίο Q , για το μέτρο E_A της έντασης και το δυναμικό V_A του πεδίου, ισχύει η σχέση:

$$(α) \frac{V_A}{E_A} = r \quad (β) \frac{V_A}{E_A} = \frac{1}{r} \quad (γ) \frac{V_A}{E_A} = r^2$$

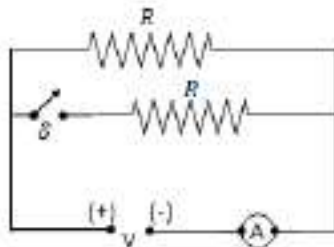
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στο κύκλωμα του σχήματος, ο διακόπτης είναι αρχικά ανοικτός και η ένδειξη του αμπερομέτρου A είναι I . Αν κλείσουμε το διακόπτη δ , διατηρώντας σταθερή τάση V στα άκρα του κυκλώματος, η ένδειξη του αμπερομέτρου γίνεται I' . Αν υποθέσουμε ότι η αντίσταση του αμπερομέτρου είναι ασήμαντη και ότι οι δύο αντιστάτες του κυκλώματος έχουν ίσες αντιστάσεις R , τότε για τις δύο ενδείξεις του αμπερομέτρου ισχύει η σχέση:



$$(α) I' = I \quad , \quad (β) I' = 2 \cdot I \quad , \quad (γ) I = 2 \cdot I'$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Από την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών (από το ακίνητο σημειακό φορτίο προς το άπειρο του πεδίου), συμπεραίνουμε ότι το φορτίο Q είναι θετικό.

Σε σημείο Α του πεδίου που απέχει απόσταση r από την πηγή του πεδίου, το μέτρο της έντασης E_A και το δυναμικό του πεδίου V_A είναι:

$$E_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r^2}, \quad V_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r}$$

Έτσι για το ζητούμενο κλάσμα προκύπτει:

$$\frac{V_A}{E_A} = \frac{k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r}}{k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r^2}} = r$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Εφαρμόζοντας το νόμο του Ohm πριν κλείσουμε το διακόπτη: $I = \frac{V}{R}$, (1)

Μετά το κλείσιμο του διακόπτη, οι δύο όμοιοι αντιστάτες έχουν συνδεθεί παράλληλα, δημιουργώντας σύστημα με ισοδύναμη αντίσταση: $R' = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}$

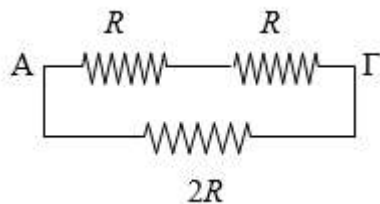
Με τη βοήθεια του νόμου του Ohm στο νέο κύκλωμα: $I' = \frac{V}{R'} = \frac{V}{\frac{R}{2}} = 2 \cdot \frac{V}{R}$, (2)

Από τις σχέσεις (1) και (2), προκύπτει: $I' = 2 \cdot I$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Τρεις αντιστάτες, με αντιστάσεις R , R και $2R$, συνδέονται μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο κύκλωμα του σχήματος.



Αν συνδέσουμε τα σημεία Α και Γ του κυκλώματος στους πόλους μια ηλεκτρικής πηγής, τότε η ισοδύναμη αντίσταση των τριών αυτών αντιστατών, θα είναι:

$$(α) \ R_{ολ} = R \quad , \quad (β) \ R_{ολ} = \frac{3}{4} \cdot R \quad , \quad (γ) \ R_{ολ} = \frac{4}{3} \cdot R$$

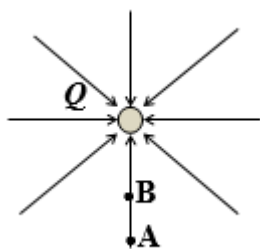
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί ηλεκτροστατικό πεδίο, το οποίο απεικονίζεται με δυναμικές γραμμές, όπως στο σχήμα που ακολουθεί.



Κατά μήκος μια δυναμικής γραμμής φαίνονται τα σημεία Α και Β. Για τα δυναμικά V_A και V_B του πεδίου στα σημεία αυτά ισχύει η σχέση:

$$(α) \ V_A < V_B \quad , \quad (β) \ V_A = V_B \quad , \quad (γ) \ V_A > V_B$$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Μετά τη σύνδεση της πηγής στα άκρα Α και Γ του κυκλώματος, οι δύο όμοιοι αντιστάτες είναι συνδεδεμένοι κατά σειρά, αφού διαρρέονται από το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα, δημιουργώντας ισοδύναμη αντίσταση $R_1 = R + R = 2R$

Το σύστημα των δύο όμοιων αντιστατών είναι παράλληλα συνδεδεμένο με τον αντιστάτη αντίστασης $2R$ αφού έχουν κοινά άκρα, άρα κοινή τάση.

Έτσι η τελική ισοδύναμη αντίσταση των τριών αυτών αντιστατών είναι:

$$R_{ολ} = \frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} = \frac{4 \cdot R^2}{4 \cdot R} = R$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Από τη μορφή του πεδίου και συγκεκριμένα από τη φορά των δυναμικών γραμμών προκύπτει ότι το ακίνητο σημειακό φορτίο Q , πηγή του πεδίου, είναι αρνητικό.

Για τις απόλυτες τιμές των δυναμικών στα σημεία Α και Β ισχύουν:

$$|V_A| = k_{ηλ} \cdot \frac{|Q|}{r_A} \quad \text{και} \quad |V_B| = k_{ηλ} \cdot \frac{|Q|}{r_B}$$

Για τα σημεία Α και Β φαίνεται από το σχήμα ότι ισχύει $r_A > r_B$, οπότε ισχύει: $|V_A| < |V_B|$

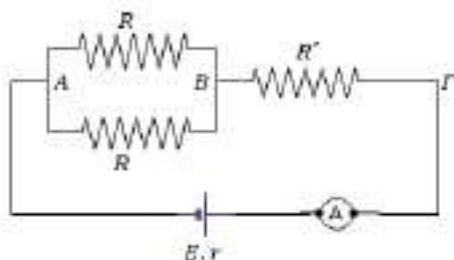
Αλλά επειδή το φορτίο Q είναι αρνητικό, είναι αρνητικά και τα δύο δυναμικά, οπότε η προηγούμενη ανισότητα, γίνεται:

$$-V_A < -V_B \quad , \quad \text{τελικά} \quad V_A > V_B$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δύο όμοιοι αντιστάτες, με αντίσταση R ο καθένας, συνδέονται παράλληλα, με κοινά άκρα Α και Β. Κατά σειρά με το σύστημα αυτό, συνδέεται τρίτος αντιστάτης, αντίστασης R' , με άκρα Β και Γ, όπως στο κύκλωμα του σχήματος που ακολουθεί.



Στα άκρα Α και Γ της συνδεσμολογίας, συνδέονται οι πόλοι μιας ηλεκτρικής πηγής συνεχούς ρεύματος, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 12 \text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2 \Omega$. Στον κλάδο της ηλεκτρικής πηγής έχουμε συνδέσει και ένα αμπερόμετρο, το οποίο θεωρείται ιδανικό (ασήμαντης εσωτερικής αντίστασης). Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι $0,6 \text{ A}$ και για τις αντιστάσεις των αντιστατών του κυκλώματος, ισχύει η σχέση $R' = 4 \cdot R$.

4.1. Να υπολογίσετε την τάση στους πόλους της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας των τριών αντιστατών.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την αντίσταση κάθε αντιστάτη.

Μονάδες 6

4.4. Να σχεδιάσετε τις (συμβατικές) φορές των ρευμάτων σε κάθε κλάδο του κυκλώματος και να υπολογίσετε τις εντάσεις τους.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Για την πολική τάση της πηγής ισχύει η σχέση:

$$V_{\text{πολ}} = E - I \cdot r = (12 - 0,6 \cdot 2)V = 10,8V$$

Μονάδες 6

4.2. Η πολική τάση της πηγής στο κύκλωμα αυτό, είναι και η τάση στα άκρα της ισοδύναμης αντίστασης των τριών αντιστατών και σύμφωνα με το νόμο του Ohm ισχύει:

$$I = \frac{V_{\text{πολ}}}{R_{\text{ολ}}}, \quad \text{ή} \quad R_{\text{ολ}} = \frac{V_{\text{πολ}}}{I} = \frac{10,8}{0,6} \Omega = 18 \Omega$$

Μονάδες 6

4.3. Η ισοδύναμη αντίσταση των δύο παράλληλα συνδεδεμένων όμοιων αντιστατών είναι :

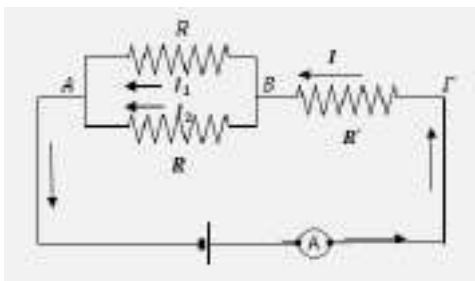
$$R_1 = \frac{R \cdot R}{R + R} = \frac{R}{2}, \quad \text{οπότε η ισοδύναμη αντίσταση των τριών αντιστατών είναι:}$$

$$R_{\text{ολ}} = R_1 + R' = \frac{R}{2} + 4 \cdot R = 4,5 \cdot R$$

Άρα πρέπει $4,5 \cdot R = 18 \Omega$, οπότε $R = 4 \Omega$ και $R' = 16 \Omega$

Μονάδες 6

4.4. Στο κύκλωμα του επόμενου σχήματος, έχουμε σχεδιάσει τις συμβατικές φορές των ρευμάτων στους κλάδους του.



Εφαρμόζουμε τον 1^ο κανόνα Kirchhoff στον κόμβο Β: $I = I_1 + I_2 = 0,6 \text{ A}$ (1)

Η τάση μεταξύ των σημείων Β και Α είναι κοινή στα άκρα των όμοιων αντιστατών και ισχύει:

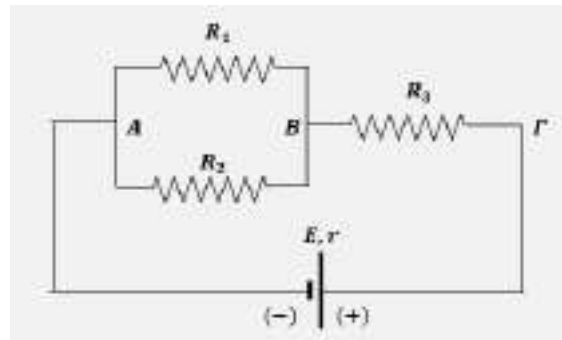
$$V_{AB} = I_1 \cdot R = I_2 \cdot R, \quad \text{οπότε προκύπτει ότι ισχύει: } I_1 = I_2 \quad (2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2), καταλήγουμε: $I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = 0,3 \text{ A}$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Στο κύκλωμα του σχήματος, δίνεται η αντίσταση $R_1 = 40 \, \Omega$, η Η.Ε.Δ της πηγής $E = 9 \, \text{V}$ και η εσωτερική της αντίσταση $r = 5 \, \Omega$. Δίνεται επίσης ότι για τις εντάσεις I_1 και I_2 των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες R_1 και R_2 αντίστοιχα, ισχύει η σχέση $I_1 = 3 \cdot I_2$. Αν μετρήσαμε ότι για τις τάσεις V_{BA} μεταξύ των σημείων Β και Α και $V_{\Gamma B}$ μεταξύ των σημείων Γ και Β του κυκλώματος ισχύει η σχέση $V_{BA} = 3 \cdot V_{\Gamma B}$, να υπολογίσετε:



4.1. Την αντίσταση R_2 .

Μονάδες 6

4.2. Την αντίσταση R_3 .

Μονάδες 6

4.3. Την πολική τάση της πηγής.

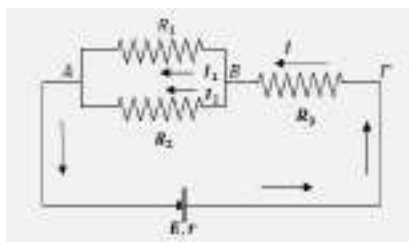
Μονάδες 6

4.4. Την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, στο χρονικό διάστημα κατά το οποίο εκλύεται θερμότητα $Q_3 = 400 \, \text{J}$ στον αντιστάτη R_3 .

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Για την κοινή τάση στα άκρα των αντιστάτων R_1, R_2 ισχύουν:



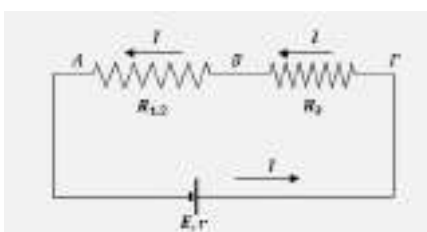
$$V_{BA} = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 \quad (1)$$

Αλλά δόθηκε ότι ισχύει η σχέση $I_1 = 3 \cdot I_2$ (2)

Από τις σχέσεις (1) και (2), προκύπτει: $R_2 = 3 \cdot R_1 = 120 \Omega$

Μονάδες 6

4.2. Για τις τάσεις V_{BA} και V_{GB} έχει δοθεί ότι ισχύει η σχέση $V_{BA} = 3 \cdot V_{GB}$



Σύμφωνα με το νόμο του Ohm αυτό σημαίνει: $I \cdot R_{1,2} = 3 \cdot I \cdot R_3$, όπου $R_{1,2}$ η ισοδύναμη αντίσταση των αντιστάσεων R_1 και R_2 , η οποία είναι: $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \cdot 120}{40 + 120} \Omega = \frac{4800}{160} \Omega = 30 \Omega$

Έτσι τελικά υπολογίζουμε: $R_3 = \frac{R_{1,2}}{3} = 10 \Omega$

Μονάδες 6

4.3. Εφαρμόζοντας το νόμο Ohm στο κλειστό κύκλωμα, υπολογίζουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή:

$$I = \frac{E}{R_{ολ} + r} = \frac{E}{R_{1,2} + R_3 + r} = \frac{9}{30 + 10 + 5} \text{ A} = \frac{9}{45} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

Η τάση στους πόλους της είναι :

$$V_{πολ} = E - I \cdot r = (9 - 0,2 \cdot 5) \text{ V} = 8 \text{ V}$$

Μονάδες 6

4.4. Για τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη R_3 σε χρονικό διάστημα Δt ισχύει:

$$Q_3 = I^2 \cdot R_3 \cdot \Delta t$$

Οπότε το χρονικό διάστημα στο οποίο ελευθερώθηκε το δεδομένο ποσό θερμότητας είναι:

$$\Delta t = \frac{Q_3}{I^2 \cdot R_3} = \frac{400}{0,04 \cdot 10} \text{ s} = 1000 \text{ s}$$

Στο ίδιο χρονικό διάστημα, η πηγή προσφέρει στο κύκλωμα ενέργεια:

$$W_{πηγ} = E \cdot I \cdot \Delta t = 9 \cdot 0,2 \cdot 1000 \text{ J} = 1800 \text{ J}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = 0,1 \text{ } \mu\text{C}$ βρίσκεται ακλόνητα στερεωμένο στο σημείο Α, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σημείο Α απέχει $r_1 = 3 \text{ cm}$ από το σημείο Κ και $r_2 = 6 \text{ cm}$ από το σημείο Λ. Δίνεται ότι η ηλεκτρική σταθερά είναι: $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$



4.1. Να σχεδιάσετε τα διανύσματα της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στα σημεία Κ και Λ.

Μονάδες 4

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου που δημιουργεί το ηλεκτρικό φορτίο Q , στο σημείο Κ.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού $V_{K\Lambda}$ μεταξύ των σημείων Κ και Λ.

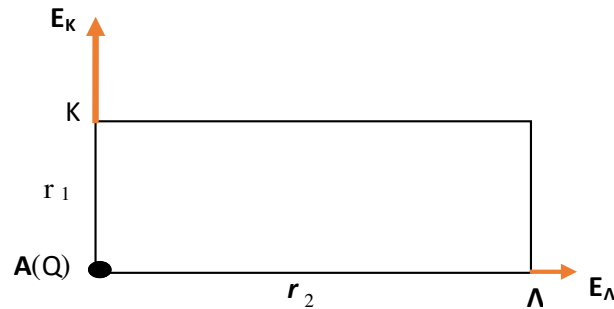
Μονάδες 8

4.4. Αρνητικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $q = -2 \text{ } \mu\text{C}$ μετακινείται από το σημείο Κ στο σημείο Λ. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχεται το ηλεκτρικό φορτίο q , από το πεδίο του ηλεκτρικού φορτίου Q , κατά τη μετακίνηση αυτή.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Τα διανύσματα της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στα σημεία Κ και Λ έχουν σχεδιαστεί ποιοτικά στο παρακάτω σχήμα. Η ένταση του πεδίου που δημιουργεί ένα θετικό σημειακό φορτίο Q «απομακρύνεται» από το φορτίο.



Μονάδες 4

4.2. Το μέτρο της έντασης στο σημείο Κ υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_K = k \frac{|Q|}{r_1^2} \quad \text{ή} \quad E_K = 9 \cdot 10^9 \frac{0,1 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \frac{N}{C} \quad \text{ή} \quad E_K = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-1} \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} \frac{N}{C} \quad \text{ή} \quad E_K = \frac{9 \cdot 10^2}{9 \cdot 10^{-4}} \frac{N}{C} \quad \text{ή} \\ E_K = 10^6 \frac{N}{C}$$

Μονάδες 6

4.3. Η τιμή του δυναμικού στο σημείο Κ υπολογίζεται όπως παρακάτω:

$$V_K = k \frac{Q}{r_1} \quad \text{ή} \quad V_K = 9 \cdot 10^9 \frac{0,1 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-2}} \text{ Volt} \quad \text{ή} \quad V_K = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-1} \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-2}} \text{ Volt} \\ \text{ή} \quad V_K = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-7}}{3 \cdot 10^{-2}} \text{ Volt} \quad \text{ή} \quad V_K = 3 \cdot 10^4 \text{ Volt}$$

Στη θέση Λ όμοια θα είναι:

$$V_L = k \frac{Q}{r_2} \quad \text{ή} \quad V_L = 9 \cdot 10^9 \frac{0,1 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-2}} \text{ Volt} \quad \text{ή} \quad V_L = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-1} \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-2}} \text{ Volt} \\ \text{ή} \quad V_L = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-7}}{6 \cdot 10^{-2}} \text{ Volt} \quad \text{ή} \quad V_L = \frac{3}{2} \cdot 10^4 \text{ Volt}$$

Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Κ και Λ θα είναι:

$$V_K - V_L = \frac{3}{2} \cdot 10^4 \text{ Volt}$$

Μονάδες 8

4.4. Το έργο της δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση ηλεκτρικού φορτίου q από τη θέση Κ στη θέση Λ θα δίνεται από τη σχέση:

$$V_K - V_L = \frac{W_{K \rightarrow L}}{q} \quad \text{ή} \quad W_{K \rightarrow L} = q(V_K - V_L) \quad \text{ή} \\ W_{K \rightarrow L} = (-2 \cdot 10^{-6}) \left(\frac{3}{2} \cdot 10^4 \right) J \quad \text{ή} \quad W_{K \rightarrow L} = -3 \cdot 10^{-2} J$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 2

2.1. Δύο ωμικοί αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 αντίστοιχα, είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και ισχύει ότι $R_1 > R_2$. Στα άκρα του συστήματός τους εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση V , ενώ οι ηλεκτρικές τάσεις στα άκρα της κάθε αντίστασης είναι V_1 και V_2 αντίστοιχα.

Για τις ηλεκτρικές τάσεις V_1 και V_2 ισχύει ότι:

$$(\alpha) V_1 < V_2 \quad , \quad (\beta) V_1 = V_2 \quad , \quad (\gamma) V_1 > V_2$$

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στα άκρα A και B ευθυγράμμου τμήματος AB μήκους r , τοποθετούμε δύο ετερόνυμα ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 . Η ελκτική δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσά τους έχει μέτρο F . Υποδιπλασιάζουμε το ηλεκτρικό φορτίο q_1 ενώ ταυτόχρονα τριπλασιάζουμε το ηλεκτρικό φορτίο q_2 . Τοποθετούμε και πάλι τα ηλεκτρικά φορτία στα άκρα A και B του ίδιου ευθυγράμμου τμήματος. Η ελκτική δύναμη που αναπτύσσεται τώρα ανάμεσά τους έχει μέτρο F' .

Τα μέτρα των δυνάμεων F και F' συνδέονται με την σχέση:

$$(\alpha) F' = 2F \quad , \quad (\beta) F' = \frac{3F}{2} \quad , \quad (\gamma) F' = \frac{F}{2}$$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι αντιστάσεις διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα, ίδιας έντασης. Αν η ολική ένταση του ρεύματος στο σύστημα έχει μέτρο I , ισχύει:

$$I_1 = I_2 = I$$

Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της R_1 είναι V_1 για την οποία, σύμφωνα με το νόμο του Ohm ισχύει η σχέση:

$$V_1 = I_1 R_1 \quad \text{ή} \quad V_1 = I R_1$$

Επίσης όμοια για την αντίσταση R_2 :

$$V_2 = I_2 R_2 \quad \text{ή} \quad V_2 = I R_2$$

Γνωρίζουμε ότι: $R_1 > R_2$ επομένως $I R_1 > I R_2$ ή $V_1 > V_2$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

Σύμφωνα με το νόμο του Coulomb το μέτρο της ελκτικής δύναμης μεταξύ των ηλεκτρικών φορτίων δίνεται από τη σχέση:

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

Εάν οι τιμές των ηλεκτρικών φορτίων αλλάξουν και είναι: $|q_1'| = \frac{|q_1|}{2}$ και $|q_2'| = 3|q_2|$

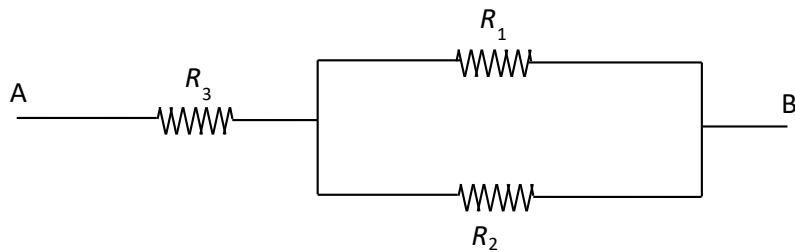
Το νέο μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης F' θα είναι:

$$F' = k \frac{|q_1'| |q_2'|}{r^2} \quad \text{ή} \quad F' = k \frac{\frac{|q_1|}{2} 3|q_2|}{r^2} \quad \text{ή} \quad F' = \frac{3}{2} k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \quad \text{ή} \quad F' = \frac{3}{2} F$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στο παρακάτω κύκλωμα εικονίζεται μια συνδεσμολογία αντιστάσεων της οποίας τα άκρα A, B συνδέονται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής μηδενικής εσωτερικής αντίστασης.



Η αντίσταση R_1 και η αντίσταση R_3 είναι συνδεδεμένες:

(α) Σε σειρά , (β) Παράλληλα , (γ) Ούτε σε σειρά, ούτε παράλληλα

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ακίνητο σημειακό θετικό ηλεκτρικό φορτίο Q , που βρίσκεται στο κενό, δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Σε τυχαίο σημείο A του ηλεκτρικού πεδίου το δυναμικό είναι V_A και το μέτρο της έντασης του πεδίου είναι E_A . Σε ένα άλλο σημείο B του πεδίου το δυναμικό είναι $V_B = \frac{V_A}{2}$.

Το μέτρο της έντασης E_B στο σημείο B ισούται με:

(α) $2E_A$, (β) $\frac{E_A}{2}$, (γ) $\frac{E_A}{4}$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Οι αντιστάσεις R_1 και R_3 δεν διαρρέονται από το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα. Ανάμεσα τους υπάρχει κόμβος με αγωγό που οδηγεί στην R_2 , οπότε, με βάση τον 1ο κανόνα του Kirchhoff, το ρεύμα που διαρρέει την R_1 είναι διαφορετικό από αυτό που διαρρέει την R_3 . Συνεπώς οι δύο αντιστάσεις δεν είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Επίσης δεν έχουν κοινά άκρα, συνεπώς δεν είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Γνωρίζουμε ότι το δυναμικό ηλεκτροστατικού πεδίου σε ένα σημείο Α που απέχει απόσταση r_A από σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δίνεται από τη σχέση:

$$V_A = k \frac{Q}{r_A}$$

Στη νέα θέση Β το δυναμικό μειώνεται κατά το ήμισυ. Δεδομένου ότι το φορτίο Q παραμένει σταθερό και ακλόνητο, αυτή τη μείωση στο δυναμικό την προκαλεί μια αύξηση της απόστασης από το φορτίο Q . Δηλαδή $r_B = 2 r_A$ οπότε:

$$V_B = k \frac{Q}{r_B} \quad \text{ή} \quad V_B = k \frac{Q}{2 r_A} \quad \text{ή} \quad V_B = \frac{V_A}{2}$$

Το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στη θέση Α θα δίνεται από τη σχέση:

$$E_A = k \frac{|Q|}{r_A^2}$$

Επομένως εάν υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης στη θέση Β θα έχουμε:

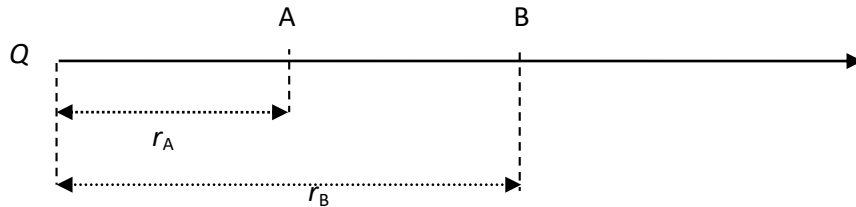
$$E_B = k \frac{|Q|}{r_B^2} \quad \text{ή} \quad E_B = k \frac{|Q|}{(2r_A)^2} \quad \text{ή} \quad E_B = \frac{E_A}{4}$$

που σημαίνει πως όταν διπλασιαστεί η απόσταση, το μέτρο της έντασης υπό-τετραπλασιάζεται.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ένα ακίνητο θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο. Δύο σημεία A και B του ηλεκτροστατικού πεδίου βρίσκονται πάνω στην ίδια ηλεκτρική δυναμική γραμμή όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και απέχουν από το ηλεκτρικό φορτίο Q αποστάσεις r_A και r_B αντίστοιχα. Η απόσταση r_B είναι διπλάσια της απόστασης r_A .



Αν το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο A είναι $V_A = +18 \text{ V}$, το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο B είναι:

(α) $V_B = +9 \text{ V}$, (β) $V_B = +2 \text{ V}$, (γ) $V_B = +3 \text{ V}$

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $200 \text{ V}/100 \text{ W}$. (Θεωρούμε ότι ο λαμπτήρας συμπεριφέρεται ως ωμικός αντιστάτης). Αν ο λαμπτήρας διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 2 A , τότε:

(α) Λειτουργεί κανονικά , (β) Υπολειτουργεί , (γ) Κινδυνεύει να καταστραφεί

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Γνωρίζουμε ότι το δυναμικό στο σημείο A του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δίνεται από τη σχέση:

$$V_A = k \frac{Q}{r_A}$$

Στη νέα θέση B η τιμή της απόστασης είναι:

$$r_B = 2 r_A.$$

Αν αντικαταστήσουμε την τιμή αυτή στην παραπάνω σχέση θα έχουμε για την τιμή του δυναμικού στη θέση B:

$$V_B = k \frac{Q}{r_B} \text{ ή } V_B = k \frac{Q}{2 r_A} \text{ ή } V_B = \frac{1}{2} k \frac{Q}{r_A} \text{ ή } V_B = \frac{1}{2} V_A \text{ ή } V_B = \frac{+18 V}{2} \text{ ή } V_B = +9 V$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

Όταν ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά θα πρέπει στα άκρα του να έχει τάση $200 V$ και τότε «καταναλώνει» ισχύ $100 W$. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, που διαρρέει τον λαμπτήρα όταν λειτουργεί κανονικά υπολογίζεται ως εξής:

$$P = V_K I_K \text{ ή } I_K = \frac{P}{V_K} \text{ ή } I_K = \frac{100 W}{200 V} \text{ ή } I_K = 0,5 A$$

Επειδή η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που αναφέρεται στην εκφώνηση είναι $I = 2 A$ και είναι μεγαλύτερη από την τιμή $I_K = 0,5 A$ ο λαμπτήρας κινδυνεύει να καταστραφεί.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Σ' έναν παλαιού τύπου ηλεκτρικό λαμπτήρα σημειώνονται οι ενδείξεις: 220 V, 80 W. Σ' έναν αντίστοιχο λαμπτήρα νέας τεχνολογίας οι ενδείξεις είναι: 220 V, 20 W. (Θεωρούμε ότι οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται σαν ωμικοί αντιστάτες).

Θεωρώντας ίδια χρονική διάρκεια λειτουργίας των δύο λαμπτήρων, ισχύει ότι:

- (α) ο λαμπτήρας νέας τεχνολογίας είναι οικονομικότερος από τον λαμπτήρα παλαιού τύπου.
- (β) ο λαμπτήρας παλαιού τύπου είναι οικονομικότερος από τον λαμπτήρα νέας τεχνολογίας.
- (γ) ο λαμπτήρας παλαιού τύπου είναι εξ ίσου οικονομικός με τον λαμπτήρα νέας τεχνολογίας.

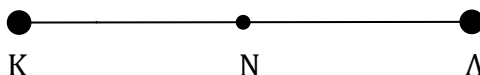
2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στα σημεία K και Λ βρίσκονται ακίνητα δύο σωματίδια με ίσα θετικά φορτία ($Q_K = Q_\Lambda = Q$). Το σημείο N είναι το μέσο του ευθυγράμμου τμήματος ΚΛ.



Αν $\vec{E}_N$ και V_N η ένταση και το δυναμικό στο σημείο N του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο φορτισμένα σωματίδια, τότε ισχύει:

(α) $\vec{E}_N = 0$ και $V_N = 0$

(β) $\vec{E}_N \neq 0$ και $V_N = 0$

(γ) $\vec{E}_N = 0$ και $V_N \neq 0$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή πρόταση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Για να λειτουργήσουν οι δύο λαμπτήρες σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατασκευής τους πρέπει να εφαρμοστεί στα άκρα τους τάση 220 V. Σε αυτή τη περίπτωση ο λαμπτήρας νέας τεχνολογίας «καταναλώνει» ισχύ 20 W, τέσσερις φορές μικρότερη από αυτή που «καταναλώνει» ο λαμπτήρας παλαιού τύπου. Επομένως, για τον ίδιο χρόνο λειτουργίας των δύο λαμπτήρων, το κόστος κατανάλωσης του λαμπτήρα νέας τεχνολογίας είναι τέσσερις φορές μικρότερο από αυτό του λαμπτήρα παλαιού τύπου.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

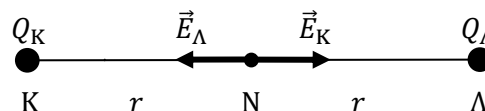
Μονάδες 4

2.2.B.

Αφού $Q_K = Q_\Lambda = Q$, στο σημείο N, που ισαπέχει από τα K

και Λ, οι εντάσεις $\vec{E}_\Lambda$ και $\vec{E}_K$ έχουν ίσα μέτρα:

$$E_\Lambda = E_K = k \frac{Q}{r^2}$$



Οι φορές των εντάσεων $\vec{E}_\Lambda$ και $\vec{E}_K$ που οφείλονται στα

θετικά φορτία Q_Λ και Q_K αντίστοιχα είναι αντίθετες, όπως φαίνεται και στο σχήμα.

Ισχύει λοιπόν

$$\vec{E}_K = -\vec{E}_\Lambda \quad (1)$$

Επομένως, η συνολική ένταση στο σημείο N είναι

$$\begin{aligned} \vec{E}_N &= \vec{E}_\Lambda + \vec{E}_K \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \vec{E}_N = \vec{E}_\Lambda - \vec{E}_\Lambda \Rightarrow \\ \vec{E}_N &= 0 \end{aligned}$$

Μονάδες 5

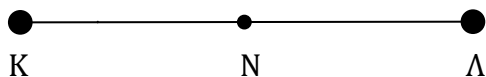
Το δυναμικό, ως μονόμετρο μέγεθος, υπολογίζεται από το άθροισμα των δυναμικών που δημιουργούν τα δύο φορτισμένα σωματίδια στο σημείο N. Επομένως, δεδομένου ότι και τα δύο σωματίδια είναι θετικά φορτισμένα, ισχύει

$$\begin{aligned} V_N &= V_K + V_\Lambda \Rightarrow V_N = k \cdot \frac{Q_K}{r} + k \cdot \frac{Q_\Lambda}{r} \Rightarrow V_N = 2 \cdot k \cdot \frac{Q}{r} \Rightarrow \\ V_N &\neq 0 \end{aligned}$$

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στα σημεία Κ και Λ βρίσκονται ακίνητα δύο σωματίδια με θετικά φορτία (Q_K, Q_Λ). Το σημείο Ν είναι το μέσο του ευθυγράμμου τμήματος ΚΛ.



Αν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο θετικά φορτισμένα σωματίδια στο σημείο Ν είναι μηδέν, τότε:

$$(\alpha) Q_K = Q_\Lambda \quad , \quad (\beta) Q_K > Q_\Lambda \quad , \quad (\gamma) Q_K < Q_\Lambda$$

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες δύο αντιστατών Α και Β φαίνονται στο διπλανό σχήμα.

Για τις αντιστάσεις των δύο αντιστατών ισχύει:

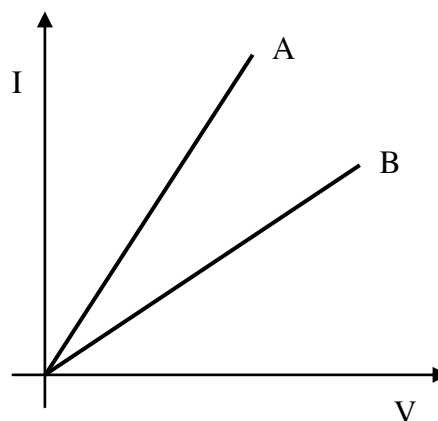
$$(\alpha) R_A > R_B \quad , \quad (\beta) R_A < R_B \quad , \quad (\gamma) R_A = R_B$$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9



ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η συνολική ένταση στο σημείο N είναι μηδέν.

$$\vec{E}_N = 0 \Rightarrow \vec{E}_\Lambda + \vec{E}_K = 0 \Rightarrow \vec{E}_K = -\vec{E}_\Lambda$$

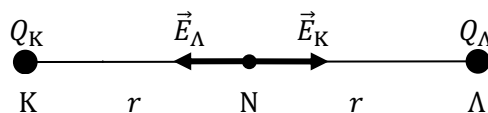
Άρα οι εντάσεις $\vec{E}_\Lambda$ και $\vec{E}_K$ που οφείλονται στο δύο θετικά φορτισμένα σωματίδια είναι αντίθετης φοράς και έχουν το ίδιο μέτρο, όπως φαίνεται και στο σχήμα.

Επομένως

$$E_\Lambda = E_K \Rightarrow k \cdot \frac{|Q_\Lambda|}{r^2} = k \cdot \frac{|Q_K|}{r^2}$$

και τελικά

$$Q_K = Q_\Lambda$$



Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Για μια τιμή της έντασης έστω I_1 , βρίσκουμε από τις χαρακτηριστικές καμπύλες των δύο αντιστατών A και B τις αντίστοιχες τιμές των τάσεων V_A και V_B .

Μονάδες 4

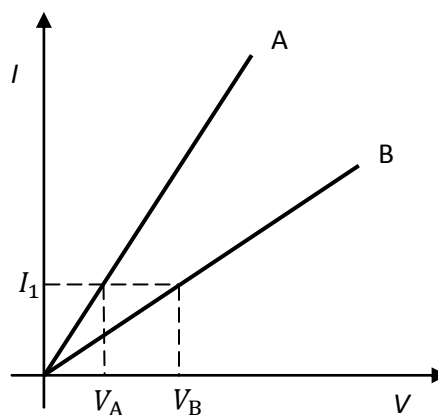
Παρατηρούμε ότι

$$V_A < V_B$$

και με τη βοήθεια του νόμου του Ohm έχουμε

$$V_A < V_B \Rightarrow I_1 R_A < I_1 R_B \Rightarrow R_A < R_B$$

Μονάδες 5



ΘΕΜΑ 2

2.1. Ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $i = 5 \text{ A}$.

Το ηλεκτρικό φορτίο q που περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 10 \text{ s}$ είναι ίσο με:

(α) 50 C , (β) 100 C , (γ) 10 C

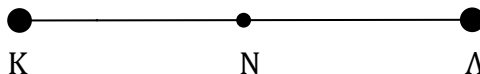
2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Στα σημεία Κ και Λ βρίσκονται ακίνητα δύο σωματίδια με ίσα, κατ' απόλυτη τιμή, αρνητικά φορτία ($|Q_K| = |Q_\Lambda| = |Q|$). Το σημείο Ν είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ.



Αν $\vec{E}_N$ και V_N η ένταση και το δυναμικό στο σημείο Ν του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο φορτισμένα σωματίδια, τότε ισχύει:

(α) $\vec{E}_N = 0$ και $V_N > 0$

(β) $\vec{E}_N \neq 0$ και $V_N = 0$

(γ) $\vec{E}_N = 0$ και $V_N < 0$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή πρόταση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό δίνεται από τη σχέση:

$$i = \frac{q}{\Delta t} \quad (1)$$

όπου q το φορτίο που περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα Δt .

Από τη σχέση (1) έχουμε:

$$q = i \cdot \Delta t \Rightarrow q = 5 \text{ A} \cdot 10 \text{ s} \Rightarrow$$

$$q = 50 \text{ C}$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

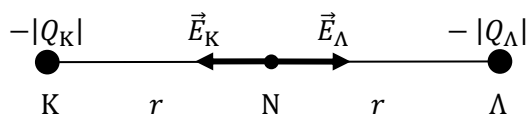
Μονάδες 4

2.2.B.

Αφού $|Q| = |Q_K| = |Q_\Lambda|$, στο σημείο N, που ισαπέχει

από τα K και Λ, οι εντάσεις $\vec{E}_\Lambda$ και $\vec{E}_K$ έχουν ίσα μέτρα:

$$E_\Lambda = E_K = k \cdot \frac{|Q|}{r^2}$$



Οι φορές των εντάσεων $\vec{E}_\Lambda$ και $\vec{E}_K$ που οφείλονται στα

αρνητικά φορτία Q_Λ και Q_K αντίστοιχα είναι αντίθετες, όπως φαίνεται και στο σχήμα.

Ισχύει λοιπόν

$$\vec{E}_K = -\vec{E}_\Lambda \quad (1)$$

Επομένως, η συνολική ένταση στο σημείο N είναι

$$\vec{E}_N = \vec{E}_\Lambda + \vec{E}_K \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \vec{E}_N = \vec{E}_\Lambda - \vec{E}_\Lambda \Rightarrow$$
$$\vec{E}_N = 0$$

Μονάδες 5

Το δυναμικό ως μονόμετρο μέγεθος στο σημείο N υπολογίζεται από το άθροισμα των δυναμικών που δημιουργούν τα δύο φορτισμένα σωματίδια στο σημείο N. Επομένως, δεδομένου ότι και τα δύο σωματίδια είναι αρνητικά φορτισμένα, ισχύει

$$V_N = V_K + V_\Lambda \Rightarrow V_N = k \cdot \frac{(-|Q|)}{r} + k \cdot \frac{(-|Q|)}{r} \Rightarrow V_N = -k \cdot \frac{2 \cdot |Q|}{r} \Rightarrow$$
$$V_N < 0$$

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ 4

Ένα θετικό, σημειακό φορτίο $q_1 = +2\mu C$ βρίσκεται στη θέση $x = 0$ ημιάξονα Ox , στον αέρα. Στη θέση $x_1 = 30cm$, του ίδιου ημιάξονα βρίσκεται άλλο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = +8\mu C$. Να υπολογιστεί:

4.1. το μέτρο της απωστικής δύναμης που ασκεί το ένα στο άλλο,

Μονάδες 6

4.2. η θέση στην οποία η ένταση του πεδίου έχει τιμή μηδέν,

Μονάδες 7

4.3. το δυναμικό στη θέση $x_2 = 10cm$,

Μονάδες 7

4.4. το έργο της δύναμης του ηλεκτροστατικού πεδίου, κατά τη μεταφορά δοκιμαστικού φορτίου $q = -4\mu C$, από τη θέση x_2 μέχρι το άπειρο.

Μονάδες 5

Δίνεται η σταθερά Coulomb: $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

ΘΕΜΑ 4**4.1.** Το μέτρο της δύναμης είναι:

$$F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}, \quad F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Nm^2}{C^2} \frac{2 \cdot 10^{-6} C \cdot 8 \cdot 10^{-6} C}{(30 \cdot 10^{-2} m)^2}, F = 1.6 N$$

Μονάδες 6

4.2. Η ένταση του πεδίου είναι μηδέν σε σημείο (P) που βρίσκεται μεταξύ των φορτίων q_1 και q_2 γιατί πρέπει οι δύο εντάσεις $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$ να είναι αντίθετες. Έστω d η απόσταση του P από το φορτίο q_1 , συνεπώς $x_1 - d$, η απόσταση του P από το φορτίο q_2 .

Οι εντάσεις θα έχουν ίσα μέτρα, άρα:

$$E_1 = E_2, k \cdot \frac{|q_1|}{d^2} = k \cdot \frac{|q_2|}{(x_1 - d)^2}, \frac{2 \cdot 10^{-6}}{d^2} = \frac{8 \cdot 10^{-6}}{(0.3 - d)^2}, \frac{2}{d^2} = \frac{8}{(0.3 - d)^2}, \frac{(0.3 - d)^2}{d^2} = \frac{8}{2}, \quad (S.I.)$$

$$\left(\frac{0.3 - d}{d}\right)^2 = 4, (S.I.)$$

$$\frac{0.3 - d}{d} = 2 \text{ ή } \frac{0.3 - d}{d} = -2, (S.I.)$$

$$0.3 - d = 2d \text{ ή } 0.3 - d = -2d, (S.I.)$$

$$0.3 = 3d \text{ ή } 0.3 = -d, (S.I.)$$

$$d = 0.1 \text{ m ή } d = -0.3 \text{ m}$$

Δεκτή η $d = 0.1 \text{ m}$ **Μονάδες 7****4.3.** Η θέση $x_2 = 10 \text{ cm}$, ταυτίζεται με τη θέση μηδενισμού της έντασης. Είναι:

$$V = V_1 + V_2, \quad V = k \frac{q_1}{d} + k \frac{q_2}{x_1 - d}, V = 5.4 \cdot 10^5 V$$

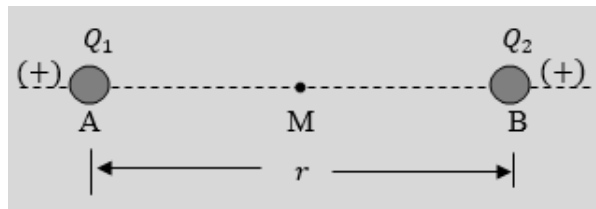
Μονάδες 7**4.4.** Για το έργο είναι:

$$W_{P \rightarrow \infty} = q \cdot V_P, W_{P \rightarrow \infty} = -4 \cdot 10^{-6} C \cdot 5.4 \cdot 10^5 V, W_{P \rightarrow \infty} = -2.16 J.$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Δύο πολύ μικρά σφαιρίδια, φορτισμένα με θετικά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = 8 \mu\text{C}$ και $Q_2 = 2 \mu\text{C}$, διατηρούνται ακλόνητα, στον αέρα, στα σημεία A και B αντίστοιχα, ώστε να έχουν μεταξύ τους απόσταση $(AB) = r = 30 \text{ cm}$, όπως στο σχήμα που ακολουθεί.



4.1 Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο αυτών φορτισμένων σφαιριδίων και να υπολογίσετε το μέτρο τους.

Μονάδες 5

4.2. Να προσδιορίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν αυτά τα δύο φορτισμένα σφαιρίδια, στο μέσον M της μεταξύ τους απόστασης.

Μονάδες 7

Τοποθετήσαμε στο μέσον M του ευθύγραμμου τμήματος AB, ένα τρίτο σφαιρίδιο, ασήμαντων διαστάσεων, φορτισμένο με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο $q = -2 \mu\text{C}$ και συγκρατούμε ακίνητα και τα τρία σφαιρίδια.

Να υπολογίσετε:

4.3. Την ηλεκτρική δύναμη που δέχεται το φορτισμένο σφαιρίδιο το οποίο τοποθετήσαμε στο σημείο M, από το ηλεκτρικό πεδίο των δύο άλλων φορτίων, το οποίο να θεωρήσετε ότι δεν μεταβάλλεται από την παρουσία του τρίτου φορτίου.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, κατά τη μεταφορά του τρίτου φορτίου από το σημείο M, στο άπειρο του πεδίου των δύο άλλων φορτίων, αν κατά την μεταφορά αυτή τα φορτία εκείνα διατηρούνται ακίνητα.

Μονάδες 7

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά στο κενό (η τον αέρα) $K_{\eta\lambda} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

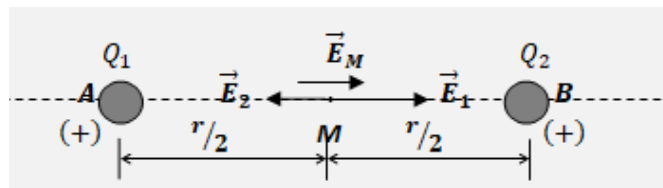
4.1. Στο σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις $\vec{F}, \vec{F}'$, αλληλεπίδρασης μεταξύ των δύο φορτισμένων μικρών σφαιριδίων, οι οποίες είναι απωστικές δυνάμεις, αντίθετες, με ίσα μέτρα:



$$F = F' = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-2}} \text{ N} = 1,6 \text{ N}$$

Μονάδες 5

4.2. Στο μέσο M της απόστασης AB μεταξύ των δύο φορτισμένων σφαιριδίων, τα φορτία Q_1, Q_2 δημιουργούν ηλεκτρικά πεδία με εντάσεις αντίστοιχα $\vec{E}_1, \vec{E}_2$, όπως στο σχήμα που ακολουθεί.



Τα μέτρα των δύο αυτών εντάσεων είναι:

$$E_1 = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q_1}{(\frac{r}{2})^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-2}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 32 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

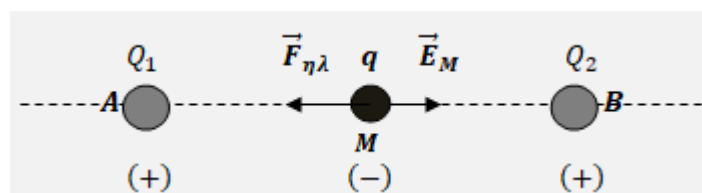
$$E_2 = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q_2}{(\frac{r}{2})^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-2}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 8 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Τελικά στο μέσο M του AB, η ένταση $\vec{E}_M$ του ηλεκτρικού πεδίου των δύο φορτίων, είναι η συνισταμένη των εντάσεων $\vec{E}_1, \vec{E}_2$, έχει κατεύθυνση από το A προς το B και μέτρο:

$$E_M = E_1 - E_2 = 32 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} - 8 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 24 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 2,4 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Μονάδες 7

4.3. Το τρίτο μικρό σφαιρίδιο που τοποθετήσαμε στο μέσο M του AB, δέχεται δύναμη αντίθετης κατεύθυνσης από την ένταση στο M, επειδή έχει αρνητικό φορτίο.



Το μέτρο της δύναμης αυτής είναι:

$$F_{\eta\lambda} = E_M \cdot |q| = 2,4 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ N} = 4,8 \text{ N}$$

Μονάδες 6

4.4. Από τον ορισμό του δυναμικού σε σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου, μπορούμε να υπολογίσουμε το ζητούμενο έργο:

$$W_{\text{πεδίου}}^{M \rightarrow \infty} = q \cdot V_M \quad (1)$$

Το δυναμικό του πεδίου στο μέσο M του AB, είναι το άθροισμα των δυναμικών των δύο πεδίων στο σημείο αυτό:

$$V_M = V_{1,M} + V_{2,M} = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q_1}{\frac{r}{2}} + k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q_2}{\frac{r}{2}} = \frac{2 \cdot k_{\eta\lambda}}{r} \cdot (Q_1 + Q_2) = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^{-1}} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ V} = 6 \cdot 10^5 \text{ V} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2), προκύπτει:

$$W_{\text{πεδίου}}^{M \rightarrow \infty} = (-2 \cdot 10^{-6}) \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ J} = -1,2 \text{ J}$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα σωματίδιο είναι ακίνητο και φέρει ηλεκτρικό φορτίο $Q = +4 \mu\text{C}$.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης και το δυναμικό σε ένα σημείο A του πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q και απέχει 2 cm από αυτό.

Μονάδες 6

4.2. Στο σημείο A τοποθετούμε σημειακό φορτίο $q_1 = -2 \text{ nC}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που θα δεχθεί το σημειακό φορτίο από το πεδίο.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου, κατά τη μεταφορά του φορτίου q_1 από το σημείο A, στο άπειρο του πεδίου του φορτίου Q , αν κατά τη μεταφορά το φορτίο Q διατηρείται ακίνητο.

Μονάδες 6

4.4. Σε ένα δεύτερο σημείο B, η ένταση του πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q , είναι υποτετραπλάσια από την ένταση του πεδίου στο σημείο A. Να υπολογίσετε το δυναμικό στο σημείο B.

Μονάδες 7

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά στο κενό (ή στον αέρα): $k_{\eta\lambda} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$

ΘΕΜΑ 4

4.1.

Για το μέτρο της έντασης στο σημείο Α είναι:

$$E_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|Q|}{r_A^2}, \quad E_A = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} C}{(2 \cdot 10^{-2} m)^2}, \quad E_A = 9 \cdot 10^7 \frac{N}{C}$$

Για το δυναμικό στο σημείο Α είναι:

$$V_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_A}, \quad V_A = 1,8 \cdot 10^6 V$$

Μονάδες 6

4.2.

Το μέτρο της δύναμης που θα δεχτεί το φορτίο q_1 δίνεται από τη σχέση:

$$F = |q_1| \cdot E, \quad F = 2 \cdot 10^{-9} C \cdot 9 \cdot 10^7 \frac{N}{C}, \quad F = 1,8 \cdot 10^{-1} N$$

Μονάδες 6

4.3. Για το ζητούμενο έργο είναι:

$$W_F^{A \rightarrow \infty} = q_1 \cdot V_A, \quad W_F^{A \rightarrow \infty} = -2 \cdot 10^{-9} C \cdot 1,8 \cdot 10^6 V, \quad W_F^{A \rightarrow \infty} = -3,6 \cdot 10^{-3} J$$

Μονάδες 6

4.4.

Η σχέση των εντάσεων στα σημεία Α και Β είναι:

$$E_B = \frac{1}{4} E_A, \quad k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|Q|}{r_B^2} = \frac{1}{4} \cdot k_{\eta\lambda} \cdot \frac{|Q|}{r_A^2}, \quad \frac{1}{r_B^2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{r_A^2}, \quad r_B^2 = 4 \cdot r_A^2, \quad r_B = 4 cm$$

Άρα,

$$V_B = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r_B}, \quad V_B = 9 \cdot 10^5 V$$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα θετικό φορτίο $q_1 = + 3 \mu C$ βρίσκεται στη θέση $x = 0$ ημιάξονα Ox . Στη θέση $x_1 = 2 \text{ cm}$ βρίσκεται ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = + 6 \mu C$. Να υπολογιστεί:

4.1. το μέτρο της απωστικής ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο.

Μονάδες 6

4.2. το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργούν τα φορτία q_1 και q_2 , σε σημείο Α, που βρίσκεται στη θέση $x_2 = 3 \text{ cm}$.

Μονάδες 7

4.3. το δυναμικό του ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργούν τα φορτία q_1 και q_2 , στο σημείο Α.

Μονάδες 7

4.4. το έργο της δύναμης του ηλεκτροστατικού πεδίου, που δημιουργούν τα φορτία q_1 και q_2 , κατά τη μεταφορά δοκιμαστικού φορτίου $q = -2 \mu C$, από τη θέση x_2 μέχρι το άπειρο του πεδίου. Να υποθέσετε ότι κατά τη μεταφορά του δοκιμαστικού φορτίου, τα φορτία q_1 και q_2 διατηρούνται ακίνητα στις αρχικές τους θέσεις.

Μονάδες 5

Δίνεται η σταθερά Coulomb: $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

ΘΕΜΑ 4**4.1.** Το μέτρο της δύναμης είναι:

$$F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}, \quad F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Nm^2}{C^2} \frac{3 \cdot 10^{-6}C \cdot 6 \cdot 10^{-6}C}{(2 \cdot 10^{-2}m)^2}, \quad F = 405N$$

Μονάδες 6**4.2.** Στο σημείο Α, οι δύο εντάσεις $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$ είναι ομόρροπες.

Συνεπώς:

$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2, \quad E_A = E_1 + E_2, \quad E_A = k \cdot \frac{|q_1|}{x_2^2} + k \cdot \frac{|q_2|}{(x_2 - x_1)^2}$$

$$E_A = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Nm^2}{C^2} \frac{3 \cdot 10^{-6}C}{(3 \cdot 10^{-2}m)^2} + 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Nm^2}{C^2} \frac{6 \cdot 10^{-6}C}{(1 \cdot 10^{-2}m)^2}$$

$$E_A = 5,7 \cdot 10^8 \frac{N}{C}$$

Μονάδες 7**4.3.** Για το δυναμικό στο σημείο Α είναι:

$$V_A = V_1 + V_2, \quad V_A = k \frac{q_1}{x_2} + k \frac{q_2}{x_2 - x_1}, \quad V_A = 63 \cdot 10^5 V$$

Μονάδες 7**4.4.** Για το έργο είναι:

$$W_{A \rightarrow \infty} = q \cdot V_A, \quad W_{A \rightarrow \infty} = -2 \cdot 10^{-6}C \cdot 63 \cdot 10^5 V, \quad W_{A \rightarrow \infty} = -12,6 J.$$

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2

2.1.

Στα άκρα ενός αγωγού εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση V . Αν διατηρήσουμε σταθερή τη θερμοκρασία του αγωγού και διπλασιάσουμε την τάση στα άκρα του, τότε:

(α) Θα διπλασιαστεί η αντίσταση του αγωγού.

(β) Θα διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

(γ) Θα διπλασιαστεί η αντίσταση του αγωγού και η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Δύο αρνητικά σημειακά ηλεκτρικά φορτία $q_1 = -q$ και $q_2 = -9q$ είναι ακίνητα στα σημεία Α και Β αντίστοιχα. Το σημείο Γ του ευθυγράμμου τμήματος (ΑΒ) στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί ένα θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $q_3 = 3q$ ώστε να ισορροπεί απέχει από το σημείο Α απόσταση:

(α) $(AG) = \frac{(AB)}{2}$

(β) $(AG) = \frac{(AB)}{3}$

(γ) $(AG) = \frac{(AB)}{4}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

Εφόσον παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του αγωγού, θα παραμείνει σταθερή και η αντίστασή του R .

Σύμφωνα με το νόμο του Ohm για αγωγό σταθερής αντίστασης:

$$I = \frac{V}{R}$$

Επομένως, διπλασιάζοντας την τάση στα άκρα του αγωγού θα διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Το σημειακό φορτίο q_3 ισορροπεί. Οι δυνάμεις $\vec{F}_1$ και $\vec{F}_2$ που δέχεται από τα ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 αντίστοιχα, είναι αντίθετες, επομένως έχουν ίσα μέτρα.

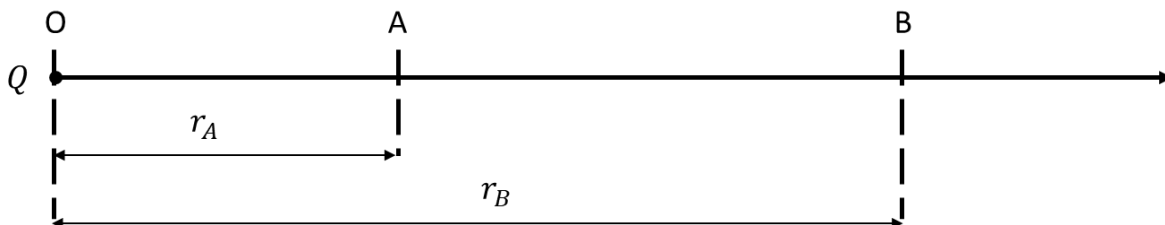
$$F_1 = F_2 \Rightarrow k \frac{|q_1 \cdot q_3|}{(AG)^2} = k \frac{|q_2 \cdot q_3|}{(GB)^2} \Rightarrow \frac{q}{(AG)^2} = \frac{9q}{(GB)^2} \Rightarrow (GB)^2 = 9(AG)^2 \Rightarrow (GB) = 3(AG)$$

$$\text{Όμως, } (AB) = (AG) + (GB) \Rightarrow (AB) = (AG) + 3(AG) \Rightarrow (AB) = 4(AG) \Rightarrow (AG) = \frac{(AB)}{4}$$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ένα ακίνητο θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο. Δύο σημεία A και B του ηλεκτροστατικού πεδίου βρίσκονται πάνω στην ίδια ηλεκτρική δυναμική γραμμή με το ηλεκτρικό φορτίο Q , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και απέχουν απ' αυτό αποστάσεις r_A και r_B αντίστοιχα. Δίνεται ότι το μέτρο E_A της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο A, είναι τετραπλάσιο του μέτρου E_B της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο σημείο B.



Για το λόγο $\frac{r_A}{r_B}$ των αποστάσεων από το ηλεκτρικό φορτίο Q , ισχύει:

(α) $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$

(β) $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{3}$

(γ) $\frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{4}$

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

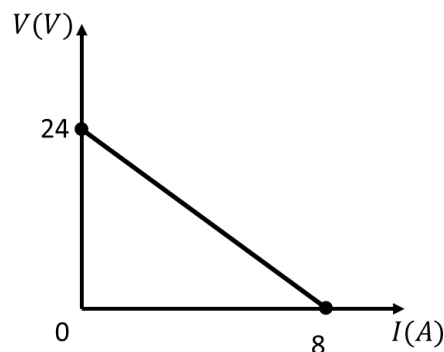
2.2.

Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η χαρακτηριστική καμπύλη μιας ηλεκτρικής πηγής συνεχούς τάσης, $V = f(I)$. Αν E είναι η ΗΕΔ της ηλεκτρικής πηγής και r η εσωτερική της αντίσταση, για τις τιμές τους ισχύει ότι:

(α) $E = 24 \text{ V}$, $r = 8 \Omega$

(β) $E = 8 \text{ V}$, $r = 24 \Omega$

(γ) $E = 24 \text{ V}$, $r = 3 \Omega$



2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου του φορτίου Q στα σημεία του Α και Β είναι αντίστοιχα ίση με:

$$E_A = k \frac{|Q|}{r_A^2} \text{ και } E_B = k \frac{|Q|}{r_B^2}$$

Όμως,

$$E_A = 4E_B \Rightarrow k \frac{|Q|}{r_A^2} = 4k \frac{|Q|}{r_B^2} \Rightarrow \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

Η πολική τάση της ηλεκτρικής πηγής δίνεται από τη σχέση: $V = E - I \cdot r$ (1)

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι για $I = 0$ η πολική τάση της πηγής είναι $V = 24V$ και για $I = 8A$ η πολική τάση της πηγής είναι $V = 0$.

Αντικαθιστώντας αυτά τα ζεύγη τιμών στη σχέση (1) έχουμε: $E = 24V$ και $r = 3\Omega$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Όταν μια ηλεκτρική πηγή τροφοδοτεί αντιστάτη με αντίσταση $R_1 = 3,5 \, \Omega$, αυτή διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_1 = 1,2 \, A$. Όταν όμως η ίδια ηλεκτρική πηγή τροφοδοτεί αντιστάτη με αντίσταση $R_2 = 8,5 \, \Omega$, τότε διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = 0,6 \, A$. Δίνεται ότι η ηλεκτρική πηγή έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη E και εσωτερική αντίσταση r .

4.1. Να σχεδιάσετε το ένα από τα δυο προαναφερόμενα κυκλώματα και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος σ' αυτό.

Μονάδες 4

4.2. Να υπολογίσετε την εσωτερική αντίσταση και την ηλεκτρεγερτική δύναμη της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 8

4.3. Να υπολογίσετε την ισχύ που παρέχει η ηλεκτρική πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα, και την ισχύ που παρέχει σε όλο το κύκλωμα όταν τροφοδοτεί μόνο έναν αντιστάτη με αντίσταση $R_3 = 1,5 \, \Omega$.

Μονάδες 6

4.4. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες $V-I$ τη χαρακτηριστική καμπύλη της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το ηλεκτρικό ρεύμα I_1 έχει φορά από το θετικό πόλο της ηλεκτρικής πηγής, μέσω του εξωτερικού κυκλώματος, προς τον αρνητικό της πόλο.

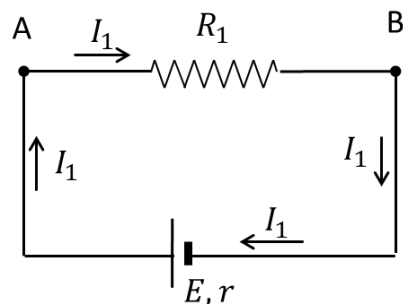
Μονάδες 4

4.2. Σύμφωνα με το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα:

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + r} \text{ και } I_2 = \frac{E}{R_2 + r}$$

Συνδυάζοντας τις δύο σχέσεις προκύπτει ότι:

$$E = 6 \text{ V} \text{ και } r = 1,5 \, \Omega$$



Μονάδες 8

4.3. Σύμφωνα με το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα:

$$I_3 = \frac{E}{R_3 + r} \Rightarrow I_3 = 2 \text{ A}$$
$$P_{\varepsilon\xi} = I_3^2 \cdot R_3 \Rightarrow P_{\varepsilon\xi} = 6 \text{ W}$$
$$P_{\eta\lambda} = E \cdot I_3 \Rightarrow P_{\eta\lambda} = 12 \text{ W}$$

Μονάδες 6

4.4. Η χαρακτηριστική καμπύλη της ηλεκτρικής πηγής περιγράφεται από τη σχέση:

$$V = E - I \cdot r \Rightarrow V = 6 - 1,5 I \text{ (SI)}$$

Για $I = 0$: $V = E = 6 \text{ V}$

Για $V = 0$: Βραχυκυκλωμένη ηλεκτρική πηγή, $I_\beta = 4 \text{ A}$

Η γραφική παράσταση είναι ευθύγραμμη με αρνητική κλίση, αφού η πολική τάση V είναι πρώτου βαθμού ως προς I και ο συντελεστής του I είναι αρνητικός.

Μονάδες 7

