



## ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς σε τετράδιο ή σε φύλλα A4 που θα σας δοθούν. Στον κατάλληλο χώρο του τετραδίου ή στην πρώτη σελίδα A4 θα αναγράψετε τα ονομαστικά στοιχεία σας.
2. Όλα τα ζητούμενα αριθμητικά αποτελέσματα πρέπει ΟΠΩΣΔΗΠΟΤΕ να μεταφερθούν στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα βρείτε αμέσως μετά τις εκφωνήσεις.
3. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του **Φύλλου Απαντήσεων**.
4. Στο τέλος της εξέτασης θα παραδώσετε το τετράδιο (ή τα φύλλα A4) με τις αναλυτικές λύσεις σας ΜΑΖΙ με το φύλλο απαντήσεων.
5. Το Φύλλο Απαντήσεων θα συρραφεί στο τετράδιο (ή στα φύλλα A4).
6. Τα ονομαστικά στοιχεία **ΔΕΝ** θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Διαθέτουμε τέσσερις όμοιους αντιστάτες, καθένας με αντίσταση  $R = 20\Omega$ .

**A.1.** Στο Φύλλο Απαντήσεων να σχεδιάσετε κατάλληλο κύκλωμα που περιλαμβάνει και τους τέσσερις αντιστάτες και έχει ολική αντίσταση:

$$\alpha) 80\Omega, \beta) 5\Omega, \gamma) 50\Omega, \delta) 20\Omega$$

**A.2.** Στα άκρα κάθε συνδεσμολογίας συνδέουμε ηλεκτρική πηγή τάσης  $V = 100\text{ Volt}$ . Σε ποιο από τα τέσσερα κυκλώματα η πηγή παρέχει α) μέγιστη ισχύ, β) ελάχιστη ισχύ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας και να υπολογίσετε αυτές τις ακραίες τιμές ισχύος.

### 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στο σχήμα του Φύλλου Απαντήσεων έχουν σχεδιαστεί τρεις ακίνητες φορτισμένες σφαίρες στα σημεία A, B και Δ. Γνωρίζουμε ότι η σφαίρα στο σημείο Δ είναι θετικά φορτισμένη και ελεύθερη να κινηθεί, ενώ οι σφαίρες στα A και B είναι σταθερά στερεωμένες.

Το διάνυσμα παριστάνει την συνολική δύναμη  $\vec{F}$  που ασκούν τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  στο Q.

**B.1.** Να σχεδιάσετε ποιοτικά (υπό κλίμακα) τις δυνάμεις που ασκούν τα  $q_1$  και  $q_2$  στο Q.

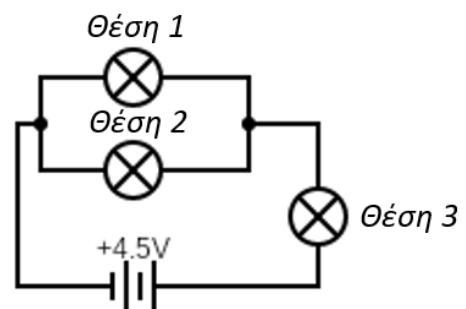
**B.2.** Πάνω στο σχήμα, στο εσωτερικό των σφαιρών A και B, να γράψετε το είδος φορτίου τους (θετικό ή αρνητικό). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**B.3.** Να σημειώσετε με ένα X εκείνο το τετράγωνο του σχήματος στο οποίο πρέπει να τοποθετηθεί τέταρτη σφαίρα, αρνητικά φορτισμένη, ώστε η συνολική δύναμη που δέχεται το Q να γίνει μηδέν. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**B.4.** Πάνω στο σχήμα να σχεδιάσετε μια ημιευθεία, έστω Δx, σε σημείο της οποίας πρέπει να μετακινηθεί η τέταρτη σφαίρα ώστε το Q να κινηθεί προς το  $q_2$ . Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Στον εργαστηριακό πάγκο υπάρχει ένα έτοιμο κύκλωμα, το σχεδιάγραμμα του οποίου παρουσιάζεται στην διπλανή εικόνα. Το κύκλωμα περιλαμβάνει μια μπαταρία και 3 θήκες για λαμπάκια στις θέσεις 1, 2 και 3. Στην μπαταρία αναγράφεται από τον κατασκευαστή η ένδειξη  $4,5\text{ V}$ . Πάνω στον πάγκο βρίσκονται επίσης δύο κουτιά (A και B) με λαμπάκια. Στο κουτί A υπάρχουν όμοια μεταξύ τους λαμπάκια που αναγράφουν τις ενδείξεις ( $3\text{ V} - 0,3\text{ W}$ ) ενώ στο κουτί B υπάρχουν λαμπάκια με τις ενδείξεις ( $1,5\text{ V} - 0,3\text{ W}$ ).



**Γ.1.** Με ποιον ή ποιους από τους συνδυασμούς του παρακάτω πίνακα θα λειτουργήσουν κανονικά (σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή) και τα τρία λαμπάκια; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



	Θέση 1	Θέση 2	Θέση 3
1 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	Λαμπάκι Α	Λαμπάκι Α	Λαμπάκι Β
2 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	Λαμπάκι Β	Λαμπάκι Β	Λαμπάκι Α
3 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	Λαμπάκι Α	Λαμπάκι Α	Λαμπάκι Α
4 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	Λαμπάκι Β	Λαμπάκι Β	Λαμπάκι Β

**Γ.2.** Αν πραγματοποιήσετε τον ή τους συνδυασμούς που επιλέξατε στο ερώτημα Α και καεί το λαμπάκι στην θέση 1, ποιο άλλο λαμπάκι κινδυνεύει να καεί; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Γ.3.** Με ποιον από τους συνδυασμούς του πίνακα θα αργήσει περισσότερο να τελειώσει η αποθηκευμένη χημική ενέργεια της μπαταρίας; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Να θεωρήσετε ότι η μπαταρία έχει σταθερή τάση και ότι τα λαμπάκια παρουσιάζουν ωμική συμπεριφορά.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Ο καθηγητής φυσικής έδωσε στους μαθητές ένα αδιαφανές κουτί, στην πάνω όψη του οποίου υπάρχουν τέσσερις εισόδους, Α, Β, Γ και Δ, σε κάθε μια από τις οποίες μπορεί να συνδεθεί ένα καλώδιο. Τους είπε ακόμη ότι μέσα στο κουτί υπάρχουν δύο **ίδιες** αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$ . Τα άκρα κάθε αντίστασης συνδέονται σε δύο από τις εισόδους του κουτιού. Δεν αποκλείεται σε μία είσοδο να συνδέονται δύο διαφορετικές αντιστάσεις, αλλά αποκλείεται τα δύο άκρα μιας αντίστασης να είναι συνδεδεμένα στην ίδια είσοδο. Κατόπιν ρώτησε αν μπορούν να υπολογίσουν τις τιμές των αντιστάσεων, αν μπορούν να προσδιορίσουν κατά πόσο είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και, σε καταφατική περίπτωση, τον τρόπο σύνδεσής τους, χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό του Σχολικού Εργαστηρίου.

Οι μαθητές κατασκεύασαν την συνδεσμολογία του διπλανού σχήματος που αποτελείται από μία πηγή (τροφοδοτικό), τάσης  $V = 8\text{ Volt}$ , ένα ιδανικό αμπερόμετρο και δύο ακροδέκτες Κ και Λ.

Συνδέοντας τους ακροδέκτες σε δύο από τις εισόδους του κουτιού, δημιουργούσαν κλειστό κύκλωμα και σημείωναν τις ενδείξεις του αμπερομέτρου.

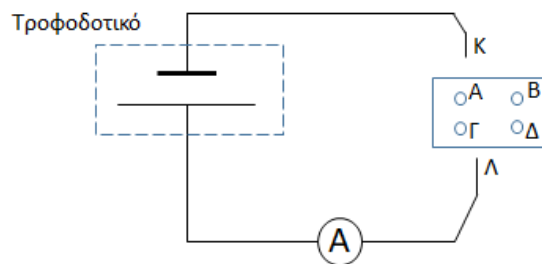
Για έξι διαφορετικούς συνδυασμούς τοποθέτησης των Κ, Λ, πραγματοποίησαν μετρήσεις, οι οποίες δίνονται στον πίνακα που θα βρείτε στο Φύλλο Απαντήσεων.

**Δ.1.** Να συμπληρώσετε την τελευταία στήλη του πίνακα, αιτιολογώντας τις τιμές που θα γράψετε.

**Δ.2.** Να υπολογίσετε την τιμή κάθε αντίστασης;

**Δ.3.** Με ποιον τρόπο είναι συνδεδεμένες οι δύο αντιστάσεις; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**Δ.4.** Στο Φύλλο Απαντήσεων δίνεται το σχέδιο του κουτιού σε μεγέθυνση. Πάνω σε αυτό να σχεδιάσετε τις δύο αντιστάσεις, σύμφωνα με τον τρόπο που είναι συνδεδεμένες.





## ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

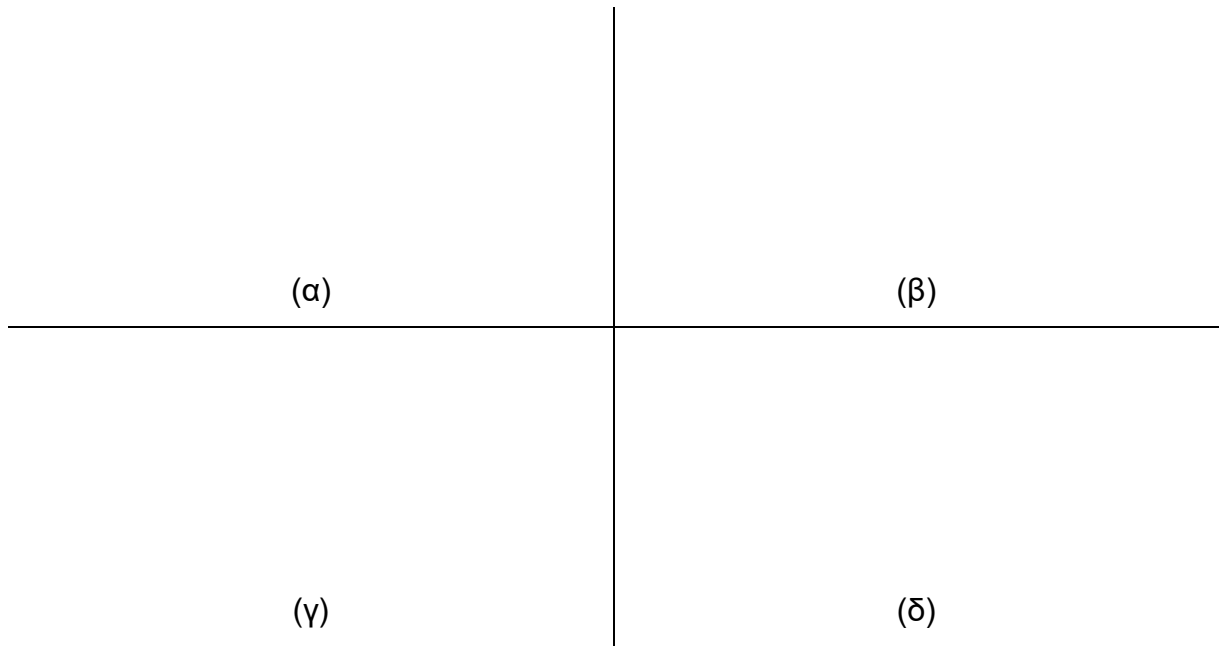
Επώνυμο: ..... Όνομα: ..... Τάξη: ...

Πατρώνυμο: ..... Μητρώνυμο: .....

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 1<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

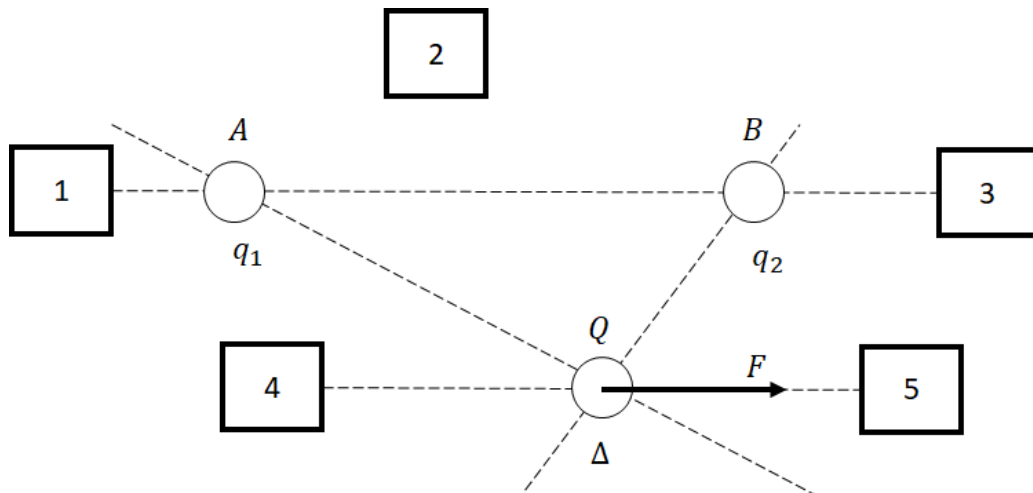
##### A.1.



A.2. α) Η πηγή παρέχει μέγιστη ισχύ  $P_{max} = \dots\dots\dots$  στο κύκλωμα .....

β) Η πηγή παρέχει ελάχιστη ισχύ  $P_{min} = \dots\dots\dots$  στο κύκλωμα .....

#### 2<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (Όλες οι αιτιολογήσεις να γραφτούν στο τετράδιο).





3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ (στο τετράδιο)

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

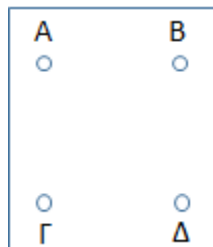
Δ.1. (η αιτιολόγηση στο τετράδιο)

Ακροδέκτης Κ	Ακροδέκτης Λ	Ένταση $I(A)$	Τάση $V_{KL}(Volt)$
A	B	0,08	
B	Γ	0,04	
Γ	Δ	0	
Δ	A	0	
A	Γ	0,08	
Δ	B	0	

Δ.2.  $R_1 = R_2 = \dots\dots\dots$ ,

Δ.3. Οι δύο αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες:..... (η αιτιολόγηση στο τετράδιο)

Δ.4.



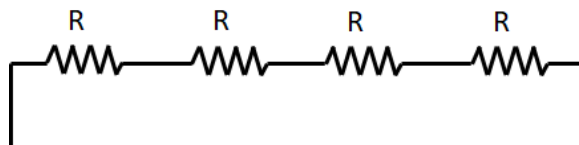
**Καλή επιτυχία!**



## Συνοπτικές Απαντήσεις

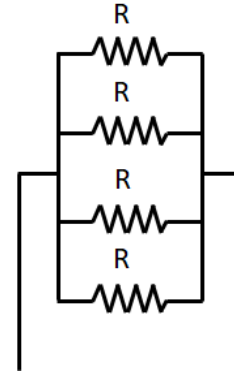
### 1° ΘΕΜΑ

#### A.1.



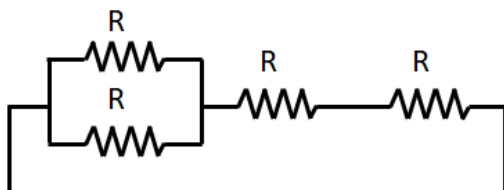
$$R_{ολ} = 4R = 80 \Omega$$

(α)



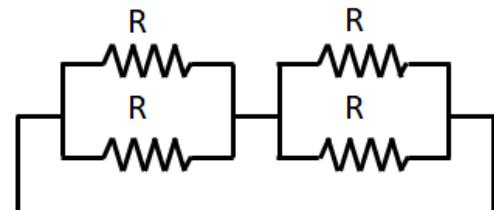
$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{4}{R} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow R_{ολ} = \frac{R}{4} = 5 \Omega$$

(β)



$$R_{ολ} = \frac{R^2}{2R} + R + R \Rightarrow R_{ολ} = 50 \Omega$$

(γ)



$$R_{ολ} = \frac{R^2}{2R} + \frac{R^2}{2R} \Rightarrow R_{ολ} = 20 \Omega$$

(δ)

(3x4 μόρια=12 μόρια)

A.2. Γνωρίζουμε ότι η ηλεκτρική ισχύς δίνεται από την σχέση:

$$P = V \cdot I$$

(2 μόρια)

Αφού στα άκρα κάθε συνδεσμολογίας εφαρμόζεται η ίδια τάση, συμπεραίνουμε ότι μεγαλύτερη ισχύ θα παρέχεται στο κύκλωμα που διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερης έντασης.

(2 μόρια)

Όμως, από το νόμο του Ohm ισχύει:

$$I = \frac{V}{R_{ολ}}$$

(1 μόριο)

Για σταθερή τάση, όπως ισχύει στην περίπτωση μας, μεγαλύτερη ένταση έχουμε στο κύκλωμα με την μικρότερη αντίσταση, δηλαδή στο κύκλωμα (β), όπου:



(2 μόρια)

$$I_{(\beta)} = \frac{100 \text{ Volt}}{5 \Omega} \Rightarrow I_{(\beta)} = 20 \text{ A}$$

(2 μόρια)

Καταλήγουμε λοιπόν στην τιμή:

$$P_{max} = 100 \text{ Volt} \cdot 20 \text{ A} \Rightarrow P_{max} = 2.000 \text{ W}$$

(1 μόριο)

Με παρόμοια διαδικασία βρίσκουμε ότι ελάχιστη ισχύ έχουμε στο κύκλωμα (α), όπου

$$I_{(\alpha)} = \frac{100 \text{ Volt}}{80 \Omega} \Rightarrow I_{(\alpha)} = 1,25 \text{ A}$$

(2 μόρια)

και:

$$P_{min} = 100 \text{ Volt} \cdot 1,25 \text{ A} \Rightarrow P_{min} = 125 \text{ W}$$

(1 μόριο)

## 2° ΘΕΜΑ

**B.1.** Γνωρίζουμε ότι οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ δύο φορτίων έχουν την κατεύθυνση της ευθείας που ορίζεται από τα φορτία αυτά.

(1 μόριο)

Συνεπώς, η δύναμη, έστω  $F_1$ , από το  $q_1$  πρέπει να βρίσκεται πάνω στην ευθεία ΑΔ,

(2 μόρια)

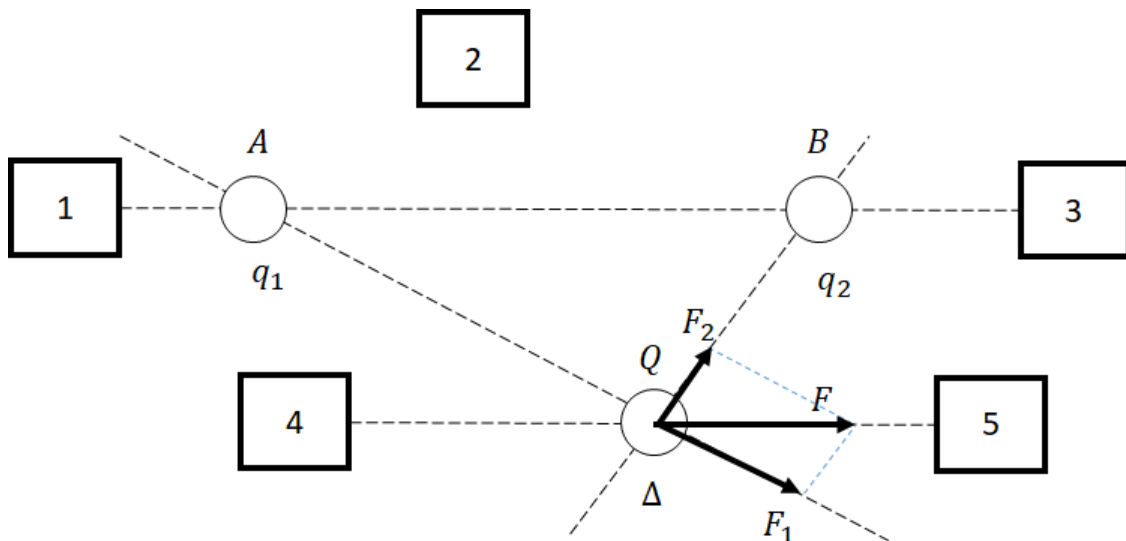
ενώ η δύναμη, έστω  $F_2$ , από το  $q_2$  πρέπει να βρίσκεται επί της ευθείας ΒΔ.

(2 μόρια)

Αρκεί λοιπόν να αναλύσουμε την συνισταμένη δύναμη  $\vec{F}$  σε αυτούς τους άξονες.

(1 μόριο)

Από το τέλος του διανύσματος  $\vec{F}$ , φέρνουμε ευθεία παράλληλη προς την ΒΔ. Το σημείο τομής της με την ΑΔ ορίζει την συνιστώσα  $\vec{F}_1$ . Με όμοιο τρόπο σχεδιάζουμε την συνιστώσα  $\vec{F}_2$ .



(1 μόριο)

**B.2.** Στο προηγούμενο σχήμα παρατηρούμε ότι το  $q_1$  απωθεί το  $Q$ .

(2 μόρια)

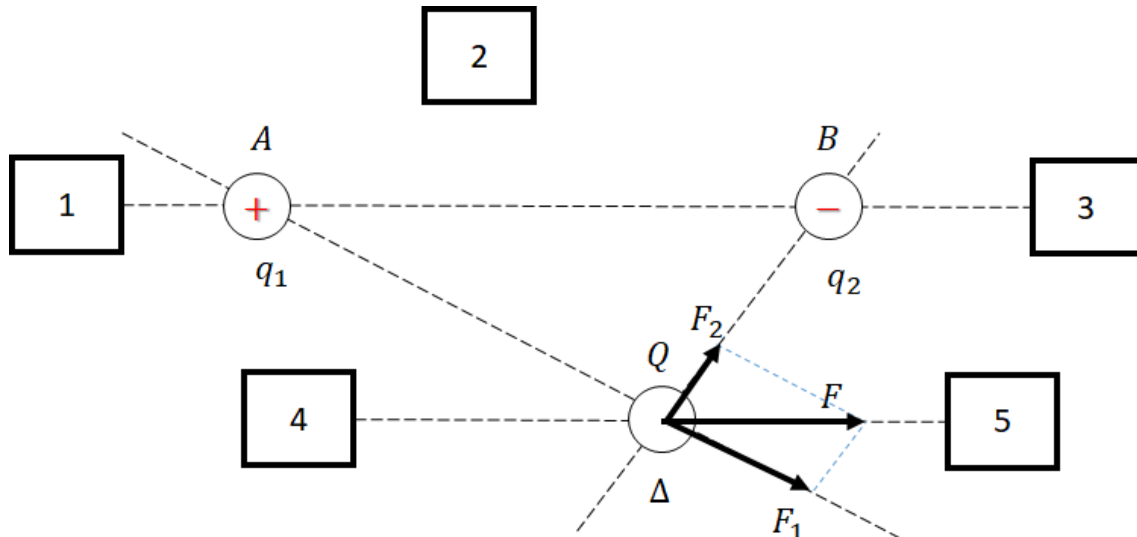


Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι είναι ομόσημο προς αυτό. Άρα το  $q_1$  είναι θετικό.

(2 μόρια)

Με παρόμοιο συλλογισμό καταλήγουμε ότι το  $q_2$  είναι αρνητικό.

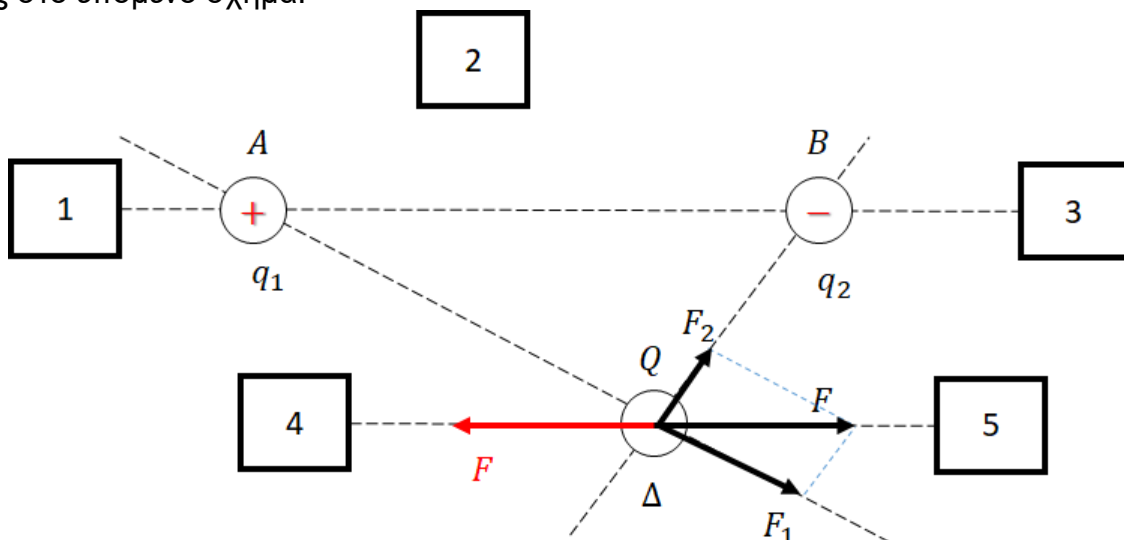
(2 μόρια)



**B.3.** Για να ισοροπήσει το  $Q$ , πρέπει να δεχθεί μια δύναμη αντίθετη της  $\vec{F}$ ,

(2 μόρια)

όπως στο επόμενο σχήμα:



Άρα, αποκλείονται τα τετράγωνα 1, 2 και 3.

Αφού πρέπει η τέταρτη σφαίρα να έχει αρνητικό φορτίο, συμπεραίνουμε ότι έλκει το  $Q$ .

(1 μόριο)

Έτσι, αποκλείεται και το τετράγωνο 5.

Τελικά, η τέταρτη σφαίρα πρέπει να τοποθετηθεί στο τετράγωνο 4.

(3 μόρια)

**B.4.** Για να κινηθεί η σφαίρα φορτίου  $Q$  προς το  $q_2$ , πρέπει να εξουδετερωθεί η δύναμη  $F_1$ .

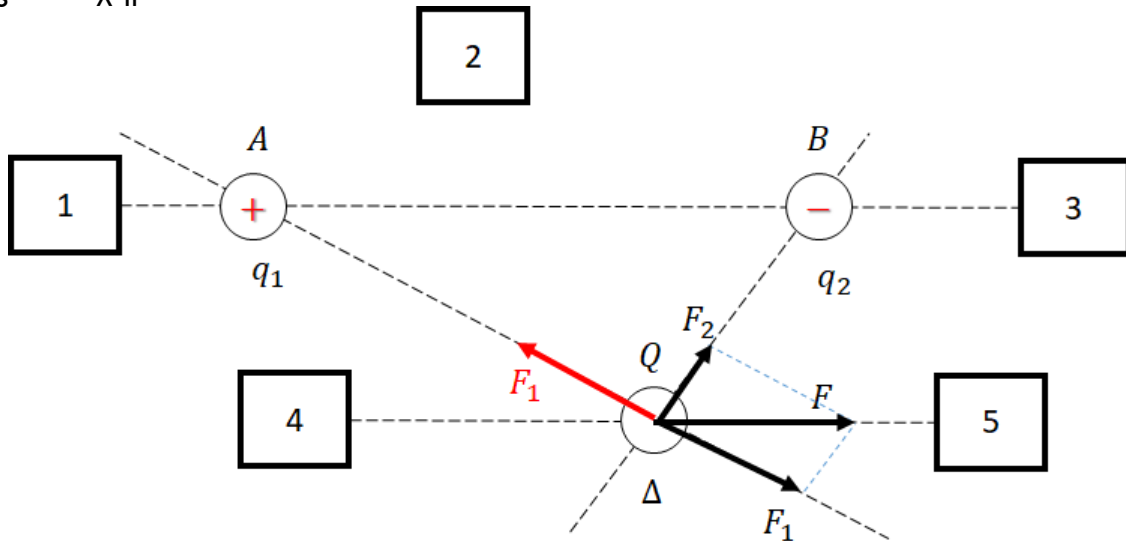
(2 μόρια)

Άρα, πρέπει στο  $Q$  να ασκηθεί μια δύναμη αντίθετη της  $F_1$ ,

(1 μόριο)



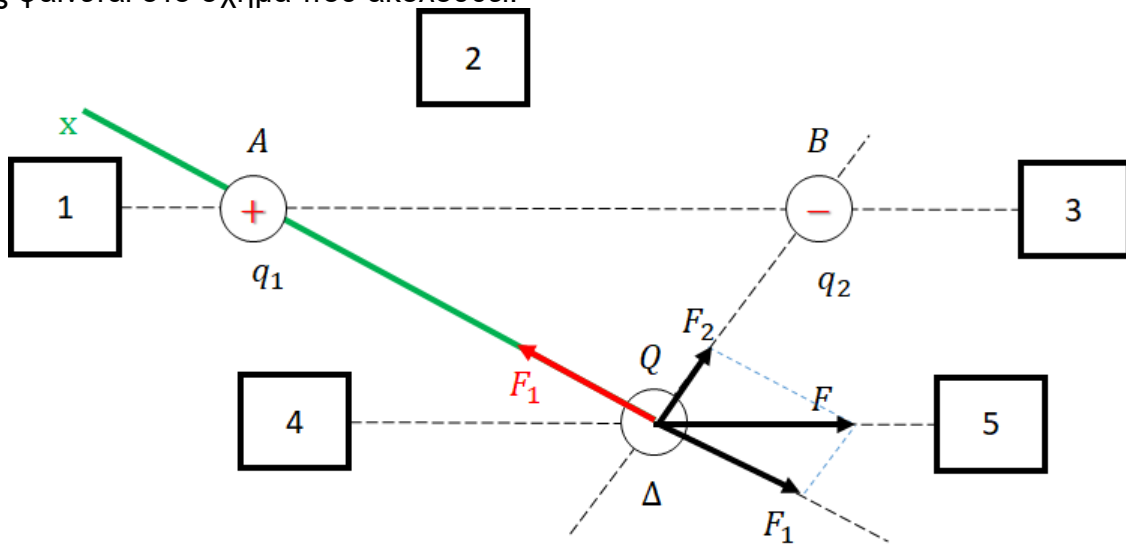
όπως στο σχήμα:



Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο ερώτημα, το τέταρτο φορτίο έλκει το  $Q$ . Άρα, η ζητούμενη ημιευθεία είναι αυτή που περιέχει το σημείο  $A$ ,

(3 μόρια)

όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



### 3<sup>ο</sup> ΘΕΜΑ

Γ.1. Από τις ενδείξεις των λαμπτήρων μπορούν να υπολογιστούν οι εντάσεις κανονικής λειτουργίας τους και οι αντιστάσεις τους:

Λαμπάκι Α (3 V – 0,3 W)	Λαμπάκι Β (1,5 V – 0,3 W)
$I_{A,\kappa} = \frac{P_{A,\kappa}}{V_{A,\kappa}} = \frac{0,3W}{3V} = 0,1A$	$I_{B,\kappa} = \frac{P_{B,\kappa}}{V_{B,\kappa}} = \frac{0,3W}{1,5V} = 0,2A$
$R_A = \frac{V_{A,\kappa}}{I_{A,\kappa}} = \frac{3V}{0,1A} = 30\Omega$	$R_B = \frac{V_{B,\kappa}}{I_{B,\kappa}} = \frac{1,5V}{0,2A} = 7,5\Omega$

(4 μόρια)



Η ισοδύναμη αντίσταση  $R_{ολ}$  του συστήματος των τριών λαμπτήρων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R_{ολ} = R_{1,2} + R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$

(1 μόριο)

Όπου  $R_1$ ,  $R_2$  και  $R_3$  είναι οι αντιστάσεις των λαμπτήρων στις θέσεις 1, 2, και 3 αντίστοιχα.

Η ένταση του ρεύματος  $I_3$  που διαρρέει τον λαμπτήρα της θέσης 3 υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_3 = \frac{V_{\pi}}{R_{ολ}}$$

(1 μόριο)

όπου  $V_{\pi}$  η τάση της πηγής (4,5V).

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους λαμπτήρες στις θέσεις 1 και 2 για κάθε συνδυασμό λαμπτήρων θα είναι ίση με το μισό της  $I_3$ , αφού σε κάθε συνδυασμό οι λαμπτήρες στις θέσεις 1 και 2 είναι ίδιοι μεταξύ τους.

$$I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2}$$

(2 μόρια)

Για τους 4 διαφορετικούς συνδυασμούς λαμπτήρων, οι αντιστάσεις των λαμπτήρων, η ισοδύναμη αντίσταση  $R_{ολ}$  του συστήματος των τριών λαμπτήρων, οι εντάσεις κανονικής λειτουργίας και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους λαμπτήρες σε κάθε θέση φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

	$R_1, R_2 (\Omega)$	$I_{1,\kappa}, I_{2,\kappa} (A)$	$R_3 (\Omega)$	$I_{3,\kappa} (A)$	$R_{ολ} (\Omega)$	$I_1 (A)$	$I_2 (A)$	$I_3 (A)$
1 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	30	0,1	7,5	0,2	22,5	0,1	0,1	0,2
2 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	7,5	0,2	30	0,1	33,75	0,067	0,067	0,133
3 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	30	0,1	30	0,1	45	0,05	0,05	0,1
4 <sup>ος</sup> Συνδυασμός	7,5	0,2	7,5	0,2	11,25	0,2	0,2	0,4

Όπως είναι φανερό οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά μόνο με τον 1<sup>ο</sup> συνδυασμό

(4 μόρια)

Παρατήρηση: Οι συνδυασμοί 3 και 4 μπορούν να αποκλεισθούν αμέσως, αφού οι λαμπτήρες δεν θα διαρρέονται από ίδιας έντασης ρεύμα, όπως θα έπρεπε.

**Γ.2.** Αν καεί το λαμπάκι στην θέση 1, τα λαμπάκια στις θέσεις 2 και 3 θα είναι συνδεδεμένα σε σειρά και με βάση τον 1<sup>ο</sup> συνδυασμό θα ισχύει:



$$R_{ολ} = R_2 + R_3 = 30 \Omega + 7,5 \Omega = 37,5 \Omega$$

(2 μόρια)

$$I = \frac{V_{\pi}}{R_{ολ}} = \frac{4,5}{37,5} A = 0,12 A$$

(2 μόρια)

Άρα κινδυνεύει το λαμπάκι στη θέση 1 αφού έχει ρεύμα κανονικής λειτουργίας 0,1A.

(3 μόρια)

*Παρατήρηση:* Σε κάθε περίπτωση αυξάνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι στην θέση 2 και μειώνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το λαμπάκι στην θέση 3.

**Γ.3.** Ο ρυθμός με τον οποίο «καταναλώνεται» η χημική ενέργεια της μπαταρίας ισούται με την ολική ηλεκτρική ισχύ του κυκλώματος των λαμπτήρων:

$$P_{ολ} = V_{\pi} \cdot I_{ολ} = V_{\pi} \cdot I_3$$

(1 μόριο)

Με τον 3<sup>ο</sup> συνδυασμό η ένταση  $I_3$  έχει την μικρότερη τιμή, αφού με αυτόν τον συνδυασμό η ισοδύναμη αντίσταση έχει την μεγαλύτερη δυνατή τιμή.

(2 μόρια)

Συνεπώς με τον 3<sup>ο</sup> συνδυασμό ο ρυθμός με τον οποίο καταναλώνεται η ενέργεια της μπαταρίας παίρνει τη μικρότερη δυνατή τιμή και με αυτό τον συνδυασμό θα τελείωνε πιο αργά η ενέργεια της μπαταρίας.

(3 μόρια)



## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 4° ΘΕΜΑ

**Δ.1.** Αφού το αμπερόμετρο είναι ιδανικό, η  $V_{K\Lambda}$  ισούται, σε κάθε περίπτωση, με την τάση της πηγής.

Ακροδέκτης Κ	Ακροδέκτης Λ	Ένταση $I(A)$	Τάση $V_{K\Lambda}(Volt)$
A	B	0,08	8
B	Γ	0,04	8
Γ	Δ	0	8
Δ	A	0	8
A	Γ	0,08	8
Δ	B	0	8

(6 μόρια)

**Δ.2.** Αν οι αντιστάσεις ήταν συνδεδεμένες παράλληλα, οι μετρήσεις θα έδιναν μη μηδενική τιμή ρεύματος, μόνο για ένα ζευγάρι ακροδεκτών. Αφού έχουμε μη μηδενική τιμή έντασης σε τρεις περιπτώσεις, η παράλληλη σύνδεση αποκλείεται.

(3 μόρια)

Συνεπώς, είτε οι αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες κατά σειρά

(1 μόριο)

είτε δεν συνδέονται μεταξύ τους.

(1 μόριο)

Από την πρώτη γραμμή του πίνακα συμπεραίνουμε ότι ανάμεσα στα σημεία A και B μεσολαβεί αντίσταση

$$R_{AB} = \frac{V}{I_1} = 100 \Omega$$

(2 μόρια)

Με τον ίδιο τρόπο προκύπτει (πέμπτη γραμμή του πίνακα):

$$R_{A\Gamma} = \frac{V}{I_5} = 100 \Omega$$

(2 μόρια)

Φαίνεται δηλαδή ότι οι αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες στις εισόδους A,B και B,Γ. Άρα:

$$R_1 = R_2 = 100 \Omega$$

(1 μόριο)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Από τις γραμμές 3, 4 και 6 του πίνακα βρίσκουμε:

$$R_{\Gamma\Delta} = R_{\Delta A} = R_{\Delta B} = 0 \Omega$$

δηλαδή, πράγματι, τα σημεία αυτά δε συνδέονται με αγωγό εντός του κουτιού.



**Δ.3.** Αφού οι αντιστάσεις έχουν ένα κοινό σημείο (την είσοδο Β), είναι συνδεδεμένες σε σειρά.

(2 μόρια)

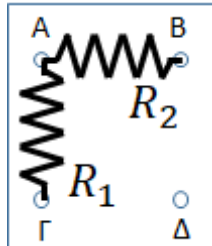
Αυτό επιβεβαιώνεται από την δεύτερη γραμμή του πίνακα:

$$R_{B\Gamma} = \frac{V}{I_2} = 200 \Omega$$

Δηλαδή, πράγματι  $R_{B\Gamma} = R_1 + R_2$ .

(4 μόρια)

**Δ.4.** Με βάση τα παραπάνω, το ζητούμενο σχήμα είναι:



(3 μόρια)



## Σύνοψη βαθμολόγησης

**1° ΘΕΜΑ:** 25 μόρια

**A.1.:** 12 μόρια

**A.2.:** 13 μόρια

**2° ΘΕΜΑ:** 25 μόρια

**B.1.:** 7 μόρια

**B.2.:** 6 μόρια

**B.3.:** 6 μόρια

**B.4.:** 6 μόρια

**3° ΘΕΜΑ:** 25 μόρια

**Γ.1.** 12 μόρια

**Γ.2.** 7 μόρια

**Γ.3.** 6 μόρια

**4° ΘΕΜΑ:** 25 μόρια

**Δ.1.** 6 μόρια

**Δ.2.** 10 μόρια

**Δ.3.** 6 μόρια

**Δ.4.** 3 μόρια