

*Διονύσης Μάργαρης*

# Φυσική

## Β' Λυκείου

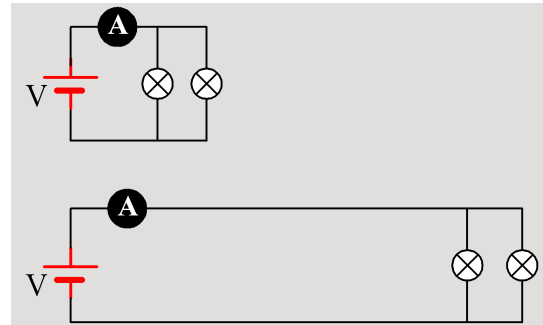


Γενικής Παιδείας

## Ασκήσεις μέχρι Ιούνιο 2024

### 1) Δύο λάμπες συνδέονται σε μια μπαταρία

Διαθέτουμε δύο λαμπτήρες πυρακτώσεως με στοιχεία κανονικής λειτουργίας (20V,50W), τις οποίες συνδέουμε στα άκρα μιας μπαταρίας σταθερής τάσης  $V=20\text{V}$  ( $E=20\text{V}$ ,  $r=0$ ), όπως στο πάνω σχήμα, με παρεμβολή ενός ιδανικού αμπερομέτρου.



- i) Να υπολογιστεί η αντίσταση κάθε λαμπτήρα, καθώς και η ένδειξη του αμπερομέτρου, με δεδομένο ότι οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση.

Τους ίδιους λαμπτήρες τροφοδοτούμε μέσω μια μπαλαντέζας, σε ορισμένη απόσταση από την μπαταρία, όπως στο κάτω σχήμα. Οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αντίσταση  $R_1=1\Omega$  (η αντίσταση της μπαλαντέζας).

- ii) Να υπολογιστεί η ένδειξη του αμπερομέτρου.  
 iii) Ποια η ισχύς που καταναλώνει κάθε λαμπτήρας;  
 iv) Ορίζουμε ως συντελεστή απόδοσης της διάταξης το πηλίκο  $\alpha=P_\lambda/P_\pi$ , όπου  $P_\lambda$  η ισχύς που καταναλώνουν οι λαμπτήρες και  $P_\pi$  η ισχύς της πηγής (της μπαταρίας).  
 α) Να υπολογίσετε τους συντελεστές απόδοσης για τις δυο παραπάνω περιπτώσεις.  
 β) Να βρεθεί ο αντίστοιχος συντελεστής στην περίπτωση που η μπαλαντέζα ήταν πιο μακριά, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει αντίσταση  $R_2=2\Omega$ .

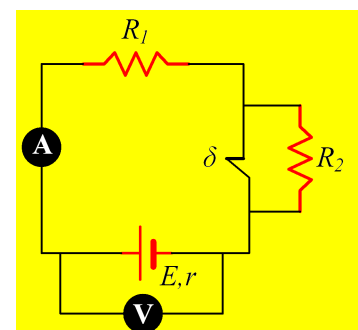
### 2) Οι ενδείξεις των οργάνων σε ένα κύκλωμα

Δίνεται το κύκλωμα του διπλανού σχήματος, όπου τα όργανα είναι ιδανικά, ενώ η πηγή έχει ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$ .

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις, δίνοντας και σύντομες δικαιολογήσεις.

A) Με τον διακόπτη  $\delta$  κλειστό:

- i) Οι ενδείξεις των δύο οργάνων συνδέονται με την εξίσωση  $V_v=I_A \cdot R_1$ .  
 ii) Η ένδειξη του βολτομέτρου είναι ίση με την ΗΕΔ  $E$  της πηγής.  
 iii) Αν  $R_1=4r$ , τότε η ένδειξη του βολτομέτρου είναι ίση με  $0,8E$ .



B) Αν ανοίξουμε τον διακόπτη  $\delta$ , τότε:

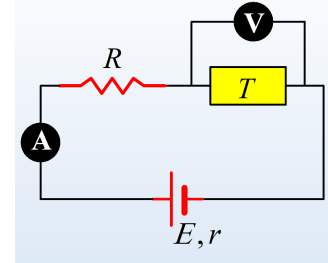
- i) Η ένδειξη του αμπερομέτρου παραμένει σταθερή.

ii) Η ένδειξη του βολτομέτρου αυξάνεται.

iii) Η ισχύς της γεννήτριας αυξάνεται, αφού θα παρέχει ενέργεια και στον αντιστάτη  $R_2$ .

### 3) Μια τηλεόραση σε ένα κύκλωμα

Δίνεται το κύκλωμα που περιλαμβάνει έναν αντιστάτη με αντίσταση  $R=10\Omega$ , μια τηλεόραση (T), ένα ιδανικό βολτόμετρο που δείχνει 50V και ένα ιδανικό αμπερόμετρο που δείχνει 4A. Η γεννήτρια έχει Ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E=100V$ .



i) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την τηλεόραση; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

α) Πόσο θα δείξει το βολτόμετρο αν το αποσυνδέσουμε από τη θέση που βρίσκεται και το συνδέσουμε στα άκρα του αντιστάτη;

β) Τι θα δείξει το αμπερόμετρο, αν το βγάλουμε από τη θέση που βρίσκεται και το συνδέσουμε μεταξύ της τηλεόρασης και της πηγής;

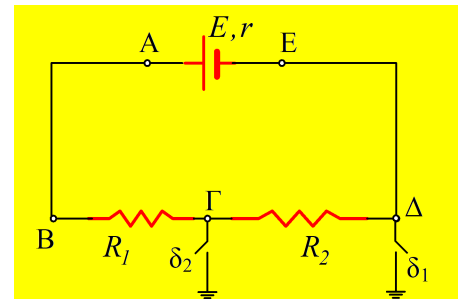
ii) Να υπολογιστεί η εσωτερική αντίσταση της γεννήτριας, καθώς και η ενέργεια που παρέχει η γεννήτρια στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα 2s;

iii) Να υπολογιστεί η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η τηλεόραση σε χρονικό διάστημα 5h. Η απάντηση να δοθεί σε μονάδες S.I. αλλά και σε κιλοβατώρες.

## Ασκήσεις 2021-22

### 4) Η γείωση, τα δυναμικά και το βραχυκύκλωμα

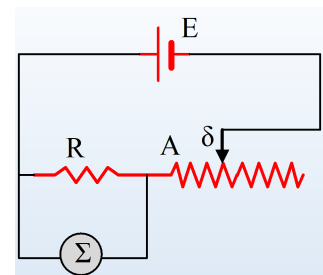
Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος οι δύο διακόπτες είναι ανοικτοί, η πηγή έχει  $E=20\text{V}$ ,  $r=2\Omega$ , ενώ  $R_1=3\Omega$  και  $R_2=5\Omega$ .



- i) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος  $I_1$  που διαρρέει το κύκλωμα, καθώς και η πολική τάση της πηγής.
- ii) Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες:
  - α) Το δυναμικό στο σημείο E είναι  $V_E=0$ , ενώ  $V_A=20\text{V}$ .
  - β) Η τιμή του δυναμικού στο σημείο Δ δεν είναι γνωστό.
  - γ) Για την τάση  $V_{\Gamma B}$  ισχύει  $V_{\Gamma B}=I_1 \cdot R_1$ , όπου  $I_1$  η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_1$ .
  - δ) Αν κλείσουμε το διακόπτη  $\delta_1$ , θα μεταβληθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- iii) Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη  $\delta_1$ . Να υπολογιστούν τα δυναμικά στα σημεία A και E του κυκλώματος και η τάση  $V_{AE}$ .
- iv) Στη συνέχεια κλείνουμε και τον διακόπτη  $\delta_2$ . Να υπολογιστούν:
  - α) Τα δυναμικά στα σημεία Γ και Δ.
  - β) Η ένταση του ρεύματος  $I_2$  που διαρρέει την πηγή, καθώς και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον διακόπτη  $\delta_1$ .
  - γ) Τα δυναμικά στα σημεία A και E του κυκλώματος και η τάση  $V_{AE}$ .

### 5) Ο ροοστάτης και η κανονική λειτουργία της συσκευής.

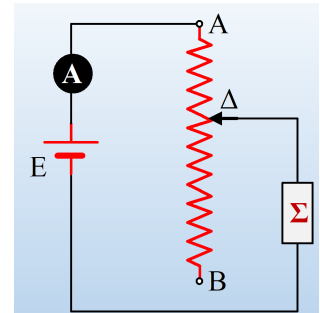
Στο κύκλωμα του σχήματος  $E=12\text{V}$  ( $r=0$ ),  $R=3\Omega$ , ενώ η συσκευή (που δεν είναι ωμικός καταναλωτής) έχει στοιχεία λειτουργίας (6V, 18W). Όταν ο δρομέας δ του ροοστάτη απέχει 6cm από το άκρο A η συσκευή λειτουργεί κανονικά.



- i) Να υπολογιστεί η ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης R, καθώς και η αντίσταση του τμήματος Aδ του ροοστάτη.
- ii) Πόσο πρέπει να απέχει ο δρομέας από το άκρο A, ώστε αφαιρώντας την αντίσταση R από το κύκλωμα, η συσκευή να λειτουργεί επίσης κανονικά; Πόση ισχύς θα καταναλώνει στην περίπτωση αυτή ο ροοστάτης;

### 6) Ποτενσιόμετρο και Ροοστάτης

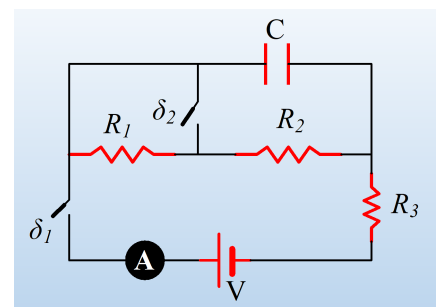
Διαθέτουμε μια συσκευή  $\Sigma$  με στοιχεία κανονικής λειτουργίας (10V, 20W) που δεν είναι ωμικός καταναλωτής και μια ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ  $E=16V$  και μηδενικής εσωτερική αντίσταση. Έχουμε επίσης μια ρυθμιστική αντίσταση μήκους  $(AB)=18cm$ , με αντίσταση  $R=12\Omega$ .



- i) Συναρμολογήσαμε το διπλανό κύκλωμα, χρησιμοποιώντας την ρυθμιστική αντίσταση ως ροοστάτη και μετακινώντας τον δρομέα εξασφαλίσαμε ότι η συσκευή μας λειτουργεί κανονικά.
  - a) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και η αντίσταση του τμήματος  $A\Delta$  του ροοστάτη.
  - β) Ποιο το μήκος ( $A\Delta$ );
- ii) Εναλλακτικά μπορούσαμε να πετύχουμε κανονική λειτουργία της συσκευής, με σύνδεση της ρυθμιστικής αντίστασης ως ποτενσιόμετρο.
  - a) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.
  - β) Να υπολογίσετε την αντίστοιχη απόσταση ( $A\Delta'$ ) του δρομέα από το άκρο  $A$  του ποτενσιομέτρου.
- iii) Να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις εκατό της ενέργειας που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, το οποίο καταναλώνει η συσκευή μας, στις δύο παραπάνω συνδέσεις.

### 7) Ο πυκνωτής και οι διακόπτες

Για το διπλανό κύκλωμα δίνονται  $R_1=4\Omega$ ,  $R_2=2\Omega$ ,  $C=5\mu F$  και  $V=12V$ , το αμπερόμετρο είναι ιδανικό ενώ οι διακόπτες είναι ανοικτοί.

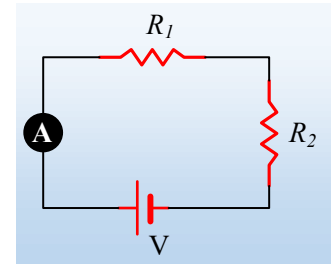


- i) Κλείνουμε τον διακόπτη  $\delta_1$  και παρατηρούμε ότι η ένδειξη του αμπερομέτρου σταθεροποιείται στην τιμή  $I_1=1,2 A$ . Να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης του αντιστάτη  $R_3$ .
- ii) Πόσο φορτίο έχει αποθηκευτεί στον πυκνωτή;
- iii) Σε μια στιγμή κλείνουμε και το διακόπτη  $\delta_2$ . Ποια θα είναι τώρα η ένδειξη του αμπερομέτρου, μόλις σταθεροποιηθεί η ένταση του ρεύματος;
- iv) Στη συνέχεια κάποια στιγμή  $t_1$  ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$ . Να υπολογιστεί η θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη  $R_2$ :
  - a) σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=1s$ , πριν το άνοιγμα του  $\delta_1$ .
  - β) Μετά το άνοιγμα του διακόπτη  $\delta_1$ .

### 8) Μεταβάλλοντας την ένδειξη του αμπερομέτρου

Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος, δίνονται  $R_1=2\Omega$ ,  $R_2=3\Omega$ , το αμπερόμετρο έχει εσωτερική αντίσταση  $r=1\Omega$ , ενώ η πηγή διατηρεί μεταξύ των πόλων της, σταθερή τάση  $V=12V$ .

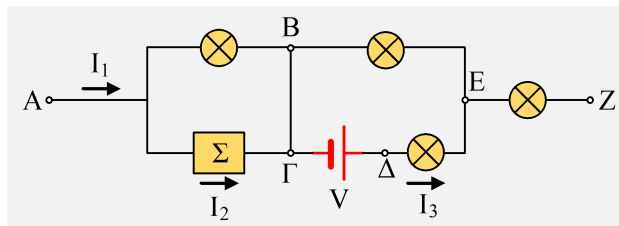
- i) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου;
- ii) Συνδέουμε μια μεταβλητή αντίσταση  $R_x$ , παράλληλα με τον αντιστάτη  $R_1$ .
  - α) Η ένδειξη του αμπερομέτρου, θα αυξηθεί ή θα μειωθεί; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
  - β) Αν η ένδειξη του αμπερομέτρου γίνει  $I_A=2,4$  A, να υπολογιστεί η τιμή της αντίστασης  $R_x$ .



- iii) Μεταβάλλοντας την τιμή της αντίστασης  $R_x$ , παρατηρούμε να αυξομειώνεται η ένδειξη του αμπερομέτρου. Μπορείτε να βρείτε μεταξύ ποιων τιμών μεταβάλλεται η ένδειξη του αμπερομέτρου;

### 9) Κανόνες του Kirchhoff

Δίνεται ένα τμήμα κυκλώματος AZ (το κύκλωμα περιέχει και άλλα στοιχεία και κάπου κλείνει, χωρίς να το γνωρίζουμε αλλά και χωρίς να μας ενδιαφέρει), όπου από το άκρο του A εισέρχεται ρεύμα έντασης  $I_1=10A$ .



Στο κύκλωμα έχουν σημειωθεί και οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν την συσκευή  $\Sigma$ , όπου  $I_2=6A$  και την μπαταρία με τάση  $V=3V$ , όπου  $I_3=3A$ .

- i) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΒΓ.
- ii) Να βρεθούν οι εντάσεις που διαρρέουν τις λάμπες που βρίσκονται στους κλάδους ΒΕ και ΕΖ.
- iii) Συνδέσαμε στο κύκλωμα ένα ιδανικό βολτόμετρο που μετρά την τάση μεταξύ των σημείων Α και Β, η ένδειξη του οποίου είναι  $V_1=13V$ . Μπορείτε προσθέσετε το βολτόμετρο στο κύκλωμα;
- iv) Δίνεται ότι το δυναμικό στο σημείο Β είναι ίσο με το δυναμικό στο Γ, ενώ η τάση μεταξύ των σημείων Δ και Ε είναι ίση με  $6V$ :
  - α) Το σημείο Δ ή το σημείο Ε έχει μεγαλύτερο δυναμικό;
  - β) Να υπολογιστεί η τάση  $V_{BE}=V_B-V_E$ .
- v) Αν η τάση μεταξύ των Α και Ζ είναι ίση  $V_A-V_Z=40V$ , να υπολογιστεί η ένδειξη ενός βολτομέτρου, οι ακροδέκτες του οποίου θα συνδεθούν στα σημεία Ε και Ζ.

### 10) Δυναμικό και διαφορά δυναμικού. Φ.Ε.

Ένα φορτισμένο σωματίδιο, με φορτίο  $q=10^{-4}C$  αφήνεται στο σημείο Α ενός ηλεκτρικού πεδίου με δυναμικό  $10V$ .

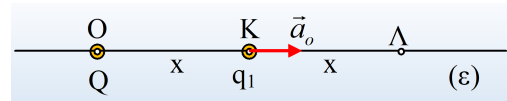


- i) Έχει ενέργεια; Αν ναι, ποιας μορφής;.....

ii) Να υπολογίσετε την ενέργεια αυτή.....  
Μετά από λίγο, το σωματίδιο φτάνει στο σημείο Γ...

### 11) Η μετακίνηση μιας φορτισμένης σφαίρας. Φ.Ε.

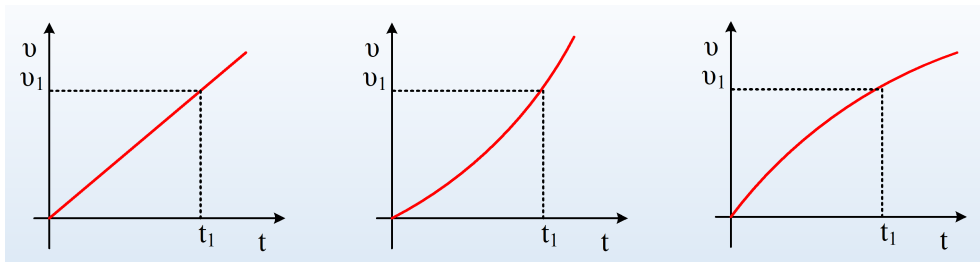
Στο σημείο Ο μιας ευθείας (ε) έχουμε ακλόνητα τοποθετήσει ένα σημειακό θετικό φορτίο Q. Σε μια στιγμή αφήνουμε στο σημείο Κ της ευθείας σε απόσταση (OK)=x μια μικρή σφαίρα Α μάζας  $m_1 = m$  και φορτίου  $q_1$ , η οποία αποκτά επιτάχυνση  $a_0$ , όπως στο σχήμα. Μετά από λίγο η σφαίρα Α περνά από το σημείο Λ, όπου (ΚΛ)=x με ταχύτητα  $v_1$ .



- Να σχεδιάσετε την ένταση του πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q, στο σημείο Κ. Ποιο το πρόσημο του φορτίου της σφαίρας Α;
- Η κίνηση από το Κ στο Λ, είναι ή όχι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη;
- Η επιτάχυνση  $a_1$  της σφαίρας στη θέση Λ έχει μέτρο:

$$\alpha) a_1 = a_0, \quad \beta) a_1 = \frac{1}{2} a_0, \quad \gamma) a_1 = \frac{1}{4} a_0, \quad \delta) a_1 = 2a_0.$$

- Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει την ταχύτητα της σφαίρας Α, σε συνάρτηση με το χρόνο;



- Αντικαθιστούμε τη σφαίρα Α, με άλλη Β μάζας  $m_2 = 2m$  και φορτίου  $q_2 = q_1$ , αφήνοντάς την να κινηθεί από το σημείο Κ.

Α) Η αρχική επιτάχυνση της Β σφαίρας, έχει μέτρο  $a_B$ , τότε:

$$\alpha) a_B = a_0, \quad \beta) a_B = \frac{1}{2} a_0, \quad \gamma) a_B = \frac{1}{4} a_0, \quad \delta) a_B = 2a_0.$$

Β) Αν  $W_A$  και  $W_B$  τα έργα των δυνάμεων που ασκήθηκαν στις σφαίρες Α και Β αντίστοιχα, κατά την μετακίνησή τους από το Κ στο Λ, θα ισχύει:

$$\alpha) W_A = \frac{1}{2} W_B, \quad \beta) W_A = W_B, \quad \gamma) W_A = 2 W_B.$$

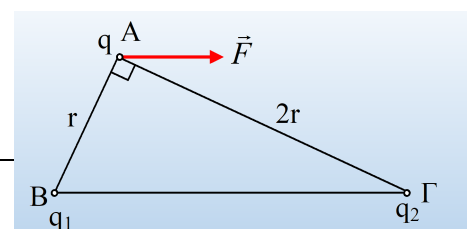
Γ) Αν η σφαίρα Β φτάνει στο Λ έχοντας ταχύτητα  $v_2$ , τότε:

$$\alpha) v_2 < v_1, \quad \beta) v_2 = v_1, \quad \gamma) v_2 > v_1.$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 12) Μια δύναμη, από δύο φορτία

Στις κορυφές Β και Γ ενός ορθογωνίου τριγώνου, έχουν στερεωθεί δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$ . Φέρνοντας μια μικρή φορτισμένη



σφαίρα, η οποία είναι θετικά φορτισμένη, στην κορυφή Α του τριγώνου, βλέπουμε να δέχεται δύναμη F, παράλληλη της υποτείνουσας ΒΓ, όπως στο σχήμα.

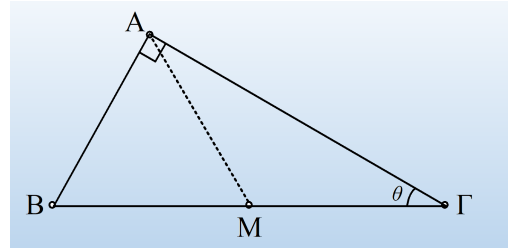
- i) Να βρείτε το πρόσημο των φορτίων  $q_1$  και  $q_2$ , δικαιολογώντας αναλυτικά την σκέψη σας.
- ii) Αν η κάθετη πλευρά του τριγώνου ΑΓ, έχει διπλάσιο μήκος από την ΑΒ, τότε για τα δύο φορτία ισχύει:

$$\alpha) |q_2|=2|q_1|, \quad \beta) |q_2|=4|q_1|, \quad \gamma) |q_2|=8|q_1|.$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

### 13) Δύο φορτία σε ένα ορθογώνιο τρίγωνο

Στο σχήμα βλέπετε ένα ορθογώνιο τρίγωνο ΑΒΓ, όπου για την γωνία Γ, δίνεται  $\theta=30^\circ$ . Τοποθετούμε ένα σημειακό φορτίο  $q_1$  στο μέσον Μ της υποτείνουσας ΒΓ. Αν τοποθετήσουμε ένα δεύτερο σημειακό φορτίο  $q_2$  στην κορυφή Α, τότε αυτό δέχεται από το  $q_1$  δύναμη μέτρου  $F_A=0,6\text{N}$ .



- i) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που θα δεχτεί το φορτίο  $q_2$ , αν μεταφερθεί στην κορυφή Β του τριγώνου.
- ii) Μεταφέρουμε το φορτίο  $q_1$  στην κορυφή Γ του τριγώνου. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που θα δεχτεί το φορτίο  $q_2$ , αν τοποθετηθεί τώρα:
  - α) Στην κορυφή Β του τριγώνου.
  - β) Στην κορυφή Α.

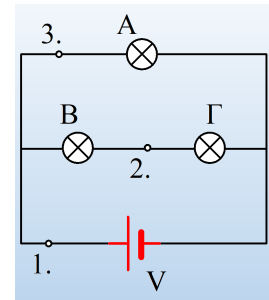
Θεωρώντας θετικά τα δύο φορτία, να σχεδιάσετε στο σχήμα τις δυνάμεις που θα ασκούνται στο φορτίο  $q_2$  σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις.



## Ασκήσεις 2020-21

### 14) Οι λάμπες ξεβιδώνονται και βραχυκυκλώνονται

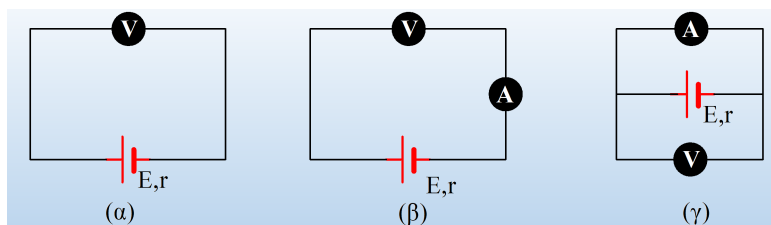
Το κύκλωμα του σχήματος συνδέονται τρεις όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί καταναλωτές.



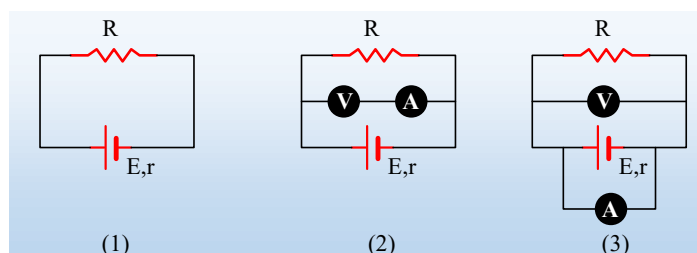
- i) Να συγκρίνετε τις φωτοβολίες των λαμπτήρων.
- ii) Αν βγάλουμε από την βάση της την A λάμπα, πώς θα μεταβληθεί η φωτοβολία των άλλων λαμπτήρων;
- iii) Πώς θα μεταβληθεί η φωτοβολία των δύο άλλων λαμπτήρων αν βγάλουμε από την βάση της την Γ λάμπα;
- iv) Αν συνδέσουμε με σύρμα αμελητέας αντίστασης τα σημεία 1. και 2. πώς μεταβάλλεται η φωτοβολία των λαμπτήρων;
  - α) Πόση θα γίνει η τάση μεταξύ των σημείων 2 και 3;
  - β) Πόσο θα μεταβληθεί η ένταση του ρεύματος που περνάει από τα σημεία 1., 2. και 3.;

### 15) Ο επιμένων... δεν νικά!

Διαθέτουμε μια πηγή συνεχούς τάσης με ΗΕΔ  $E=10V$  και εσωτερική αντίσταση  $r=2\Omega$ , ιδανικό αμπερόμετρο και ιδανικό βολτόμετρο και ...πειραματιζόμαστε.



- i) Ποιες οι ενδείξεις των οργάνων στις παραπάνω συνδέσεις (α), (β) και (γ).
- ii) Συναρμολογούμε το κύκλωμα του σχήματος (1), με χρήση ενός αντιστάτη, με αντίσταση  $R=3\Omega$ . Να συνδέσετε στο κύκλωμα αυτό το αμπερόμετρο που να μετρά την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη και το βολτόμετρο που να μετρά την τάση στα άκρα του. Ποιες θα είναι οι ενδείξεις των δύο οργάνων;



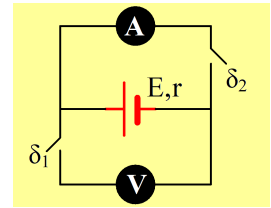
- iii) Ένας μαθητής έκανε την σύνδεση του σχήματος (2). Ποιες είναι τώρα οι ενδείξεις των δύο οργάνων;  
iv) Ποιες θα είναι οι ενδείξεις των οργάνων, αν συνδεθούν όπως στο σχήμα (3);

### 16) Μετρήσεις με ιδανικά και μη όργανα

Στο κύκλωμα του σχήματος τα όργανα είναι ιδανικά και οι διακόπτες ανοικτοί.

- i) Τι σημαίνει ότι το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο είναι ιδανικά όργανα;

Κλείνουμε το διακόπτη  $\delta_1$ , με αποτέλεσμα το βολτόμετρο να δείξει ένδειξη 10V, ενώ αν κλείσουμε στη συνέχεια και τον διακόπτη  $\delta_2$ , το αμπερόμετρο δείχνει 5 A.



- ii) Πόση είναι η ΗΕΔ της πηγής και πόση η εσωτερική της αντίσταση;

- iii) Ποια η ένδειξη του βολτομέτρου, μόλις κλείσουμε τον διακόπτη  $\delta_2$ ;

- iv) Αντικαθιστούμε το αμπερόμετρο με ένα άλλο  $A_1$ , το οποίο δείχνει ένδειξη  $I_1=2A$  με τους διακόπτες κλειστούς. Να βρεθούν στην περίπτωση αυτή:

α) Η εσωτερική αντίσταση του αμπερομέτρου  $A_1$ .

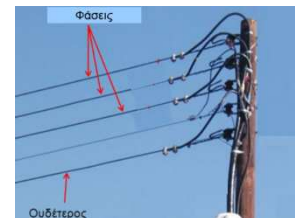
β) Η ένδειξη του βολτομέτρου.

γ) Το ποσοστό της ισχύος της πηγής που μετατρέπεται σε θερμότητα στην εσωτερική αντίσταση του αμπερομέτρου.

### 17) Ο μικρός πελαργός και το φίδι

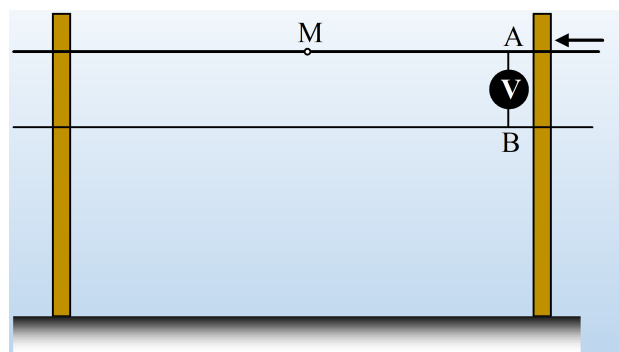
#### Δuo λόγια σαν εισαγωγή.

Στο δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ υπάρχουν τρία καλώδια (φάσεις) τα οποία βρίσκονται «υπό τάση» 220V και ένας ουδέτερος αγωγός με μηδενικό δυναμικό. Η σύνδεση κάποιου καταναλωτή (μιας οικίας) γίνεται με μια φάση και τον ουδέτερο, οπότε έτσι τροφοδοτείται από τάση 220V. Η τάση αυτή είναι εναλλασσόμενη, αλλά δεν μας ενοχλεί αν το θεωρήσουμε, για τις ανάγκες του μαθήματος ως συνεχή...



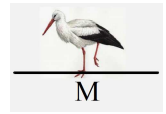
Ας δούμε τώρα κάποια πράγματα, όσον αφορά το δίκτυο αυτό.

Για τις ανάγκες του προβλήματος ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια γραμμή μεταφοράς, η οποία αποτελείται από ένα καλώδιο (η μία φάση) και τον ουδέτερο με μηδενικό δυναμικό. Δύο διαδοχικές κολώνες απέχουν απόσταση  $d=100m$  ενώ τα καλώδια έχουν αντίσταση  $R^*=2\Omega/km$ . Συνδέουμε, κοντά στην μία κολώνα, ένα ιδανικό βολτόμετρο το οποίο δείχνει ένδειξη  $V_1=220V$ , ενώ το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1=50A$ .



i) Να υπολογιστούν τα δυναμικά στα σημεία A και M, όπου M το μέσον του σύρματος, μεταξύ των δύο στύλων.

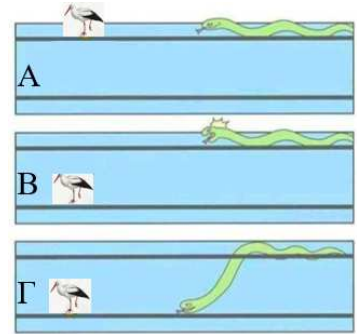
ii) Ένας μικρός πελαργός στέκεται στο ένα του πόδι στο σημείο M. Τι θα συμβεί;



iii) Σε μια στιγμή ο πελαργός κουράζεται και πατά και το άλλο του πόδι, πάνω στο καλώδιο.

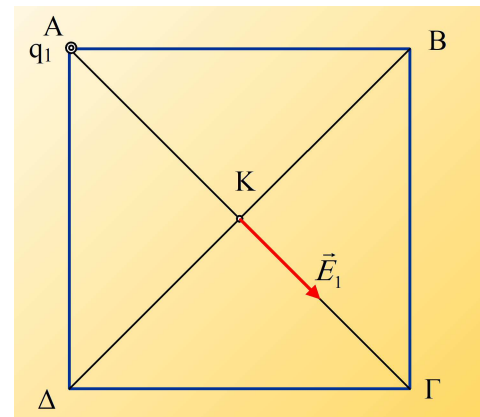
Υποστηρίζεται ότι τώρα θα «τον κτυπήσει το ρεύμα», παθαίνοντας ηλεκτροπληξία. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την θέση αυτή;

iv) Ένα φίδι, ανέβηκε στην κολώνα και ακολουθώντας το πάνω καλώδιο, πλησιάζει τον πελαργό για τον φάει, όπως στο A σχήμα. Μόλις το αντιλαμβάνεται ο πελαργός, επειδή δεν θέλει να απομακρυνθεί, προτιμά να πετάξει και να αλλάξει απλά καλώδιο, μεταφερόμενος στον ουδέτερο (σχήμα B). Τι να κάνει το φίδι, πρέπει και αυτό να αλλάξει καλώδιο και να μεταφερθεί στον ουδέτερο (σχήμα Γ). Τι λέτε είναι αυτή μια καλή ιδέα;



### 18) Τοποθετείστε ένα φορτίο!

Στην κορυφή A ενός τετραγώνου πλευράς  $a$ , τοποθετούμε ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $q_1=q$ , το οποίο δημιουργεί στο κέντρο K του τετραγώνου, ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $E_1=2.000\text{N/C}$ , με κατεύθυνση όπως στο σχήμα.



i) Ποιο το πρόσημο του φορτίου  $q_1$ ;

ii) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του πεδίου στην κορυφή B του τετραγώνου και να σχεδιάσετε το διάνυσμά της πάνω στο σχήμα.

iii) Να τοποθετήσετε ένα δεύτερο σημειακό φορτίο  $q_2=-q$  σε ένα κατάλληλο σημείο, έτσι ώστε να διπλασιαστεί η ολική ένταση του πεδίου, στο κέντρο K του τετραγώνου.

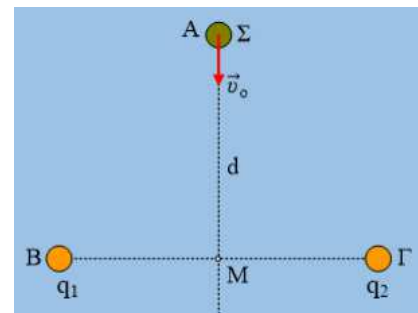
iv) Σε ποια κορυφή του τετραγώνου πρέπει να τοποθετηθεί το φορτίο  $q_2$ , ώστε η ένταση του συνολικού πεδίου στο κέντρο K, να γίνει παράλληλη στην πλευρά AΔ; Ποιο το μέτρο της έντασης αυτής;

## Στατικός Ηλεκτρισμός

2017-2020

### 19) Μια φορτισμένη σφαίρα περνά ανάμεσα σε άλλες δύο.

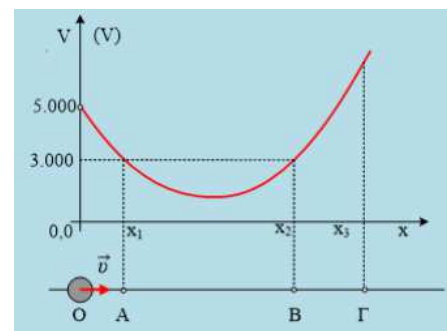
Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο, έχουν στερεωθεί δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες στα σημεία Β και Γ με φορτία  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα. Μια τρίτη φορτισμένη σφαίρα Σ εκτοξεύεται οριζόντια από το σημείο Α, σημείο της μεσοκαθέτου της ΒΓ, με αρχική ταχύτητα  $v_0$  και με κατεύθυνση προς το μέσον Μ της ΒΓ, όπως στο σχήμα (κάτοψη).



- i) Πότε μπορεί η σφαίρα Σ να κινηθεί πάνω στην ΑΜ και πότε θα εκτραπεί;
- ii) Αν τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  είναι θετικά:
  - α) Να βρεθεί το πρόσημο του φορτίου Q της σφαίρας Σ, αν αυτή φτάσει στο σημείο Μ, με ταχύτητα μέτρου  $v_1 = \frac{1}{2} v_0$ ;
  - β) Να βρεθεί η επιτάχυνση της σφαίρας Σ στο σημείο Μ.
  - γ) Θα αποκτήσει η σφαίρα Σ ξανά ταχύτητα  $v_0$  και αν ναι, σε ποια θέση θα συμβεί αυτό;

### 20) Από ένα διάγραμμα δυναμικού...

Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα, φέρει θετικό φορτίο ( $q > 0$ ) και κινείται ευθύγραμμα μέσα σε ένα ηλεκτροστατικό πεδίο, περνώντας από το σημείο Ο (στη θέση  $x=0$ ) έχοντας κινητική ενέργεια  $K_0 = 0,04\text{J}$ . Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται το δυναμικό κατά μήκος της ευθείας x, πάνω στην οποία κινείται η σφαίρα.



- i) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας τη στιγμή που διέρχεται από το σημείο Α, στη θέση  $x_1$ , έχει τιμή:
  - α)  $K_1 = 0,03\text{J}$ ,   β)  $K_1 = 0,04\text{J}$ ,   γ)  $K_1 = 0,05\text{J}$ .

ii) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας τη στιγμή που περνά από το σημείο B, είναι ίση:

$$\alpha) K_2=0,03J, \quad \beta) K_2=0,04J, \quad \gamma) K_2=0,05J.$$

iii) Ένας συμμαθητής σας υποστηρίζει ότι μεταξύ των σημείων A και B υπάρχει ένα σημείο, στο οποίο η ένταση του πεδίου είναι μηδενική. Να εξετάσετε αν έχει ή όχι δίκιο.

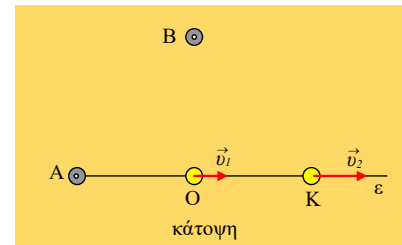
iv) Με βάση τις παραπάνω τιμές κινητικής ενέργειας που επιλέξατε, μπορείτε να υπολογίσετε το φορτίο  $q$  της σφαίρας;

v) Αν το δυναμικό στο σημείο Γ, έχει τιμή  $V_\Gamma=7.000V$ , να εξετάσετε αν η σφαίρα θα φτάσει ή όχι στο σημείο Γ.

Η κίνηση της σφαίρας γίνεται στο κενό και δεν δέχεται άλλες δυνάμεις, πέρα από την δύναμη του πεδίου.

### 21) Η κίνηση μιας φορτισμένης σφαίρας

Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο έχουν στερεωθεί δύο μικρές μεταλλικές σφαίρες A και B. Μια τρίτη μικρή σφαίρα Γ, μάζας  $m=0,02\text{kg}$  που φέρει φορτίο  $q=1\mu\text{C}$  κινείται ελεύθερα και ευθύγραμμα όπως στο σχήμα, πάνω στην ευθεία  $\epsilon$ , περνώντας από δύο θέσεις O και K με ταχύτητες μέτρων  $v_1=4\text{m/s}$  και  $v_2=6\text{m/s}$ .



i) Ποια πρόταση είναι σωστή:

- α) Μόνο η σφαίρα A είναι φορτισμένη.
- β) Μόνο η σφαίρα B είναι φορτισμένη.
- γ) Και οι δυο σφαίρες A και B φέρουν φορτία.
- δ) Καμιά από τις σφαίρες A και B δεν είναι φορτισμένη.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας, καθορίζοντας και το είδος του φορτίου που έχει κάθε σφαίρα (αν έχει...).

ii) Να σχεδιάσετε στο σχήμα το διάνυσμα της επιτάχυνσης της σφαίρας Γ στη θέση O. Αν το μέτρο της επιτάχυνσης αυτής είναι  $a_1$ , τότε φτάνοντας στη θέση K θα έχει επιτάχυνση μέτρου:

$$\alpha) a_2 < a_1, \quad \beta) a_2 = a_1, \quad \gamma) a_2 > a_1.$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iii) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια της σφαίρας Γ στις θέσεις O και K, καθώς και το έργο της δύναμης από το ηλεκτρικό πεδίο, από το O στο K.

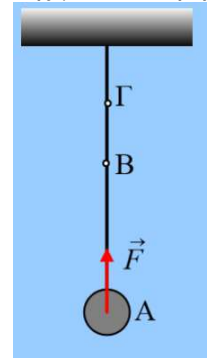
iv) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού  $V_{OK}$  μεταξύ των θέσεων O και K.

v) Αν  $(AO)=(OK)=4,5\text{cm}$ , να υπολογιστεί το φορτίο της σφαίρας A.

Δίνεται  $k=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

### 22) Έργα και δυναμικές ενέργειες

1) Μια σφαίρα κρέμεται στο άκρο νήματος, όπως στο σχήμα. Σε μια στιγμή ασκείται πάνω της μια σταθερή κατακόρυφη δύναμη μέτρου  $F=4\text{N}$  και την επιταχύνει μέχρι να φτάσει στη θέση Β, όπου  $(AB)=0,5\text{m}$ , όπου η δύναμη καταργείται.



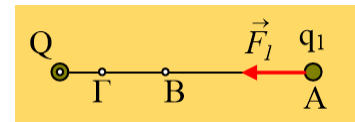
- Πόση είναι η δυναμική ενέργεια της σφαίρας στη θέση Α;
- Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε στη σφαίρα, μέσω του έργου της δύναμης  $F$ ;
- Η κινητική ενέργεια της σφαίρας στη θέση Β είναι:

$$\alpha) K_B < 2\text{J}, \quad \beta) K_B = 2\text{J}, \quad \gamma) K_B > 2\text{J}$$

iv) Αν η σφαίρα σταματά την άνοδό της στη θέση Γ, να βρεθεί η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας της σφαίρας μεταξύ των θέσεων Α και Γ.

v) Αν η σφαίρα έχει μάζα  $1\text{kg}$ , να υπολογιστεί η ταχύτητα της σφαίρας τη στιγμή που επιστρέφει στην αρχική της θέση Α (πριν τεντωθεί το νήμα...)

2) Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο έχει στερεωθεί ακλόνητα ένα σημειακό φορτίο Q. Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα συνδέεται με το φορτίο Q με αβαρές και μονωτικό νήμα, ενώ φέρει φορτίο  $q_1$ . Σε μια στιγμή ασκείται



πάνω της μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου  $F_1=2\text{N}$ , η οποία την επιταχύνει μέχρι να φτάσει στη θέση Β, όπου  $(AB)=0,2\text{m}$ , όπου η δύναμη καταργείται.

- Πόση είναι η δυναμική ηλεκτρική ενέργεια της φορτισμένης σφαίρας στη θέση Α;
- Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε στη σφαίρα, μέσω του έργου της δύναμης  $F$ ;
- Η κινητική ενέργεια της σφαίρας στη θέση Β είναι:

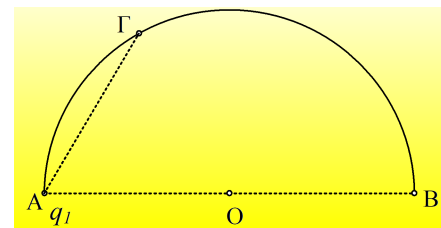
$$\alpha) K_B < 0,4\text{J}, \quad \beta) K_B = 0,4\text{J}, \quad \gamma) K_B > 0,4\text{J}$$

iv) Αν η σφαίρα σταματά την κίνησή της στη θέση Γ, να βρεθεί η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας της σφαίρας μεταξύ των θέσεων Α και Γ.

v) Αν η σφαίρα έχει μάζα  $0,2\text{kg}$ , να υπολογιστεί η ταχύτητά της, τη στιγμή που επιστρέφει στην αρχική της θέση Α (πριν τεντωθεί το νήμα...).

### 23) Σχετικά με την ένταση ηλεκτρικού πεδίου

Στο σημείο Α, στο άκρο μιας ακτίνας ημικυκλίου με  $R=10\text{cm}$ , τοποθετούμε ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $q_1=0,1\ \mu\text{C}$ .



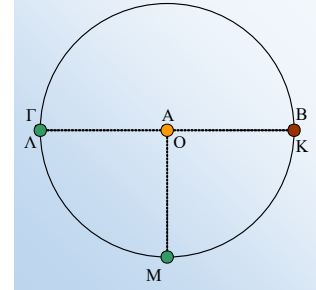
- Να σχεδιάσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί, στο κέντρο O του ημικυκλίου και να υπολογίσετε το μέτρο της.
- Να βρεθεί το σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $q_2$ , το οποίο αν τοποθετήσουμε στη συνέχεια στο σημείο Β, θα έχει ως αποτέλεσμα το μηδενισμό της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο O.
- Το σημείο Γ του ημικυκλίου, απέχει  $10\text{cm}$  από το Α. Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο Γ,

που οφείλεται στα φορτία  $q_1$  και  $q_2$ .

Δίνεται  $k=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

### 24) Δυνάμεις μεταξύ φορτισμένων σφαιρών.

Πάνω σε ένα τραπέζι από μονωτικό υλικό και στο κέντρο  $O$  ενός κύκλου ακτίνας  $R$ , στερεώνουμε ένα μικρό μεταλλικό φορτισμένο σφαιρίδιο  $A$  με φορτίο  $q_1=+q$ . Όταν στο σημείο  $K$  του κύκλου, φέρουμε ένα άλλο όμοιο σφαιρίδιο  $B$  με φορτίο  $q_2=+q$ , τα σφαιρίδια απωθούνται με δύναμη μέτρου  $F=4\text{N}$ .



Στο σημείο  $\Lambda$  του κύκλου, αντιδιαμετρικό του  $K$ , φέρνουμε ένα τρίτο σφαιρίδιο  $\Gamma$ , με φορτίο  $q_3=-q$ .

i) Να υπολογίσετε την συνολική δύναμη, που δέχεται από τα δυο άλλα σφαιρίδια, το  $A$  σφαιρίδιο στο κέντρο  $O$  του κύκλου.

ii) Ποια η αντίστοιχη δύναμη που δέχεται το σφαιρίδιο  $B$ ;

Μετακινούμε το  $\Gamma$  σφαιρίδιο, φέρνοντάς το στο σημείο  $M$  του κύκλου, όπου οι ακτίνες  $OM$  και  $OK$  είναι κάθετες.

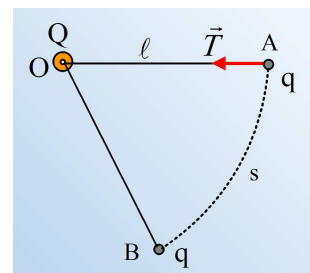
iii) Να βρείτε τη συνισταμένη δύναμη που δέχεται τώρα το  $A$  σφαιρίδιο.

iv) Πόση δύναμη ασκεί το  $\Gamma$  σφαιρίδιο στο σφαιρίδιο  $B$ ;

Τα φορτισμένα σφαιρίδια να θεωρηθούν σημειακά φορτία.

### 25) Το ηλεκτρικό πεδίο, η ένταση και το δυναμικό του.

Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο από μονωτικό υλικό, έχει στερεωθεί μια μικρή αγωγίμη σφαίρα  $O$  που φέρει φορτίο  $Q=+2\mu\text{C}$ . Η σφαίρα αυτή, μέσω μονωτικού νήματος μήκους  $l=0,3\text{m}$  συνδέεται με ένα φορτισμένο σφαιρίδιο, το οποίο ισορροπεί στη θέση  $A$  (το σχήμα δείχνει το οριζόντιο επίπεδο σε κάτοψη), με αποτέλεσμα η τάση του νήματος να έχει μέτρο  $T=0,2\text{N}$ .



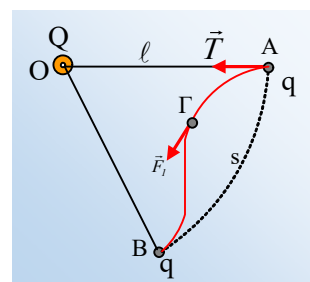
i) Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί η σφαίρα  $O$  στη θέση  $A$ , θεωρώντας το φορτίο της σημειακό.

ii) Να βρεθεί το φορτίο  $q$  του σφαιριδίου.

iii) Ασκώντας μια κατάλληλη δύναμη στο σφαιρίδιο, το μεταφέρουμε στο σημείο  $B$ , κατά μήκος του τόξου  $AB$  μήκους  $s=0,25\text{m}$ .

α) Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, η δύναμη που ασκείται στο σφαιρίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο, παραμένει ή όχι σταθερή;

β) Να αποδείξετε ότι το έργο της ηλεκτρικής δύναμης  $F_e$ , που ασκείται στο σφαιρίδιο κατά τη μετακίνησή του από το  $A$  στο  $B$ , είναι ίσο με μηδέν.

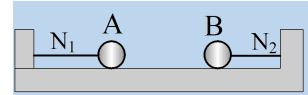


- γ) Να βρείτε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B,  $V_{AB}$ .
- iv) Σε μια επανάληψη της διαδικασίας, ασκώντας μια μεταβλητή δύναμη  $F_1$  στο σφαιρίδιο, το μεταφέρουμε από το A στο B, δια μέσου της διαδρομής AΓB, όπως στο σχήμα. Αν το έργο της δύναμης  $F_1$  κατά τη διάρκεια της μετακίνησης είναι  $W_{AΓB}=0,2J$ , να υπολογιστεί η κινητική και η δυναμική ενέργεια του σφαιριδίου τη στιγμή που φτάνει στο σημείο B.

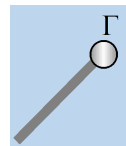
Δίνεται  $k_e=9 \cdot 10^9 N \cdot m^2/C^2$ .

## 26) Μεταφέροντας φορτία

Σε λείο οριζόντιο μονωτικό δάπεδο ηρεμούν δυο μικρές μεταλλικές φορτισμένες σφαίρες A και B, με ίσες ακτίνες, οι οποίες είναι δεμένες μέσω δύο οριζόντιων μονωτικών νημάτων  $N_1$  και  $N_2$ , όπως στο σχήμα. Η σφαίρα A φέρει φορτίο  $q_1=0,4\mu C$ , ενώ μετρώντας (μέσω αισθητήρα δύναμης) την τάση του νήματος  $N_1$ , που την συγκρατεί, βρίσκουμε  $T_1=0,006N$ . Η απόσταση μεταξύ των κέντρων των σφαιρών είναι  $d=60cm$ .



- i) Να υπολογίσετε το φορτίο της B σφαίρας, καθώς και την τάση του νήματος  $N_2$ .
- ii) Διαθέτουμε μια τρίτη αφόρτιστη μεταλλική σφαίρα Γ, της ίδιας ακτίνας με τις προηγούμενες, η οποία είναι δεμένη σε μονωτική ράβδο, από όπου την κρατάμε στο χέρι μας. Φέρνουμε σε επαφή τη σφαίρα Γ πρώτα με την A και στη συνέχεια με τη B σφαίρα και στη συνέχεια την απομακρύνουμε. Υποστηρίζεται ότι κατά την επαφή δύο σφαιρών, το υπάρχον φορτίο ισοκατανέμεται μεταξύ τους, αφού η κατανομή του εξαρτάται μόνο από την ακτίνα κάθε σφαίρας (και εδώ έχουμε ίσες ακτίνες).



Αν τελικά η τάση του νήματος  $N_2$  είναι  $T_2=0,001N$ , να εξετάσετε αν η παραπάνω υπόθεση είναι σωστή.

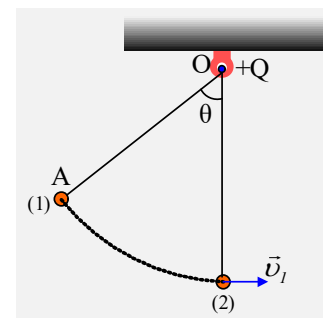
- iii) Κατά την παραπάνω διαδικασία άλλαξε η μάζα της B σφαίρας. Να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό υπολογίζοντας και την αύξηση ή μείωση της μάζας της. Μπορούμε πειραματικά να μετρήσουμε την παραπάνω μεταβολή μάζας;

Δίνεται το φορτίο και η μάζα του ηλεκτρονίου  $e=-1,6 \cdot 10^{-19}C$  και  $m=9 \cdot 10^{-31}kg$ , ενώ κατά τη διάρκεια του πειράματος οι σφαίρες δεν ανταλλάσσουν φορτία με την ατμόσφαιρα.

## 27) Ένα εκκρεμές σε ηλεκτρικό πεδίο

Ένα μικρό σφαιρίδιο A είναι δεμένο στο άκρο μονωτικού νήματος, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε μια άλλη μικρή σφαίρα στο σημείο O, η οποία φέρει φορτίο  $+Q$ . Αφήνουμε το σφαιρίδιο A να κινηθεί από μια θέση (1), όπου το νήμα σχηματίζει γωνία  $\theta$  με την κατακόρυφη, όπως στο σχήμα και φτάνει στην κατακόρυφη θέση (2), με ταχύτητα  $v_1$ .

Φορτίζουμε το σφαιρίδιο A με θετικό φορτίο  $+q$  και το αφήνουμε ξανά να κινηθεί από τη θέση (1).





- i) Να σχεδιάσετε τις ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκούνται στο σφαιρίδιο A στις θέσεις (1) και (2) και να συγκρίνετε τα μέτρα τους.
- ii) Για το έργο της ηλεκτρικής δύναμης, η οποία ασκείται στο σφαιρίδιο από την θέση (1) μέχρι τη θέση (2) ισχύει:

$$\alpha) W_{1 \rightarrow 2} < 0, \quad \beta) W_{1 \rightarrow 2} = 0, \quad \gamma) W_{1 \rightarrow 2} > 0.$$

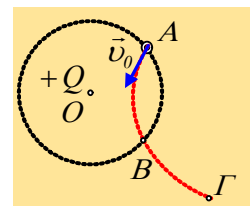
- iii) Για την ταχύτητα  $v_2$ , με την οποία το σφαιρίδιο φτάνει στην κατακόρυφη ισχύει:

$$\alpha) v_2 < v_1, \quad \gamma) v_2 = v_1, \quad \beta) v_2 > v_1.$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 28) Ένα φορτίο εκτοξεύεται

Στο κέντρο O ενός κύκλου ακτίνας R είναι στερεωμένο ένα θετικό σημειακό φορτίο +Q. Από το σημείο A του κύκλου εκτοξεύεται ένα φορτισμένο σωματίδιο, το οποίο θεωρούμε σημειακό φορτίο, με αρχική ταχύτητα  $v_0$ , όπως στο σχήμα, το οποίο ακολουθεί την διακεκομμένη κόκκινη γραμμή και περνά μετά από λίγο από τα σημεία B και Γ, όπου (OΓ)=2R.



- i) Ποιο το πρόσημο του φορτίου  $q_1$  που φέρει το σωματίδιο;
- ii) Το έργο της δύναμης που ασκείται στο σωματίδιο από τη θέση A μέχρι τη θέση B, είναι:
- α) Αρνητικό, β) μηδέν, γ) Θετικό
- iii) Η ταχύτητα του σωματιδίου στη θέση B έχει μέτρο  $v_B$ , όπου:
- α)  $v_B < v_0$ , β)  $v_B = v_0$ , γ)  $v_B > v_0$
- iv) Το έργο της δύναμης του πεδίου που ασκείται στο σωματίδιο, από το A στο Γ είναι ίσο:

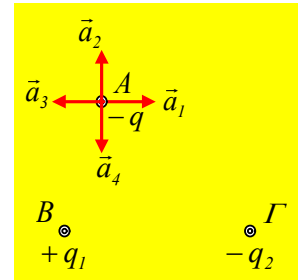
$$\alpha) W = F \cdot R, \quad \beta) W = kQq_1/R, \quad \gamma) W = kQq_1/2R$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

## Μέχρι τέλους του 2016

### 29) Ένα φορτισμένο σώμα αφήνεται ελεύθερο.

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο έχουν στερεωθεί στα σημεία Β και Γ, δυο μικρές φορτισμένες σφαίρες, με φορτία  $+q_1$  και  $-q_2$ . Σε ένα σημείο Α του επιπέδου αφήνεται ελεύθερο ένα μικρό σφαιρίδιο, με φορτίο  $-q$ .



- i) Ποιο από τα διανύσματα  $a_1, a_2, a_3$  και  $a_4$  του διπλανού σχήματος, παριστά την επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σφαιρίδιο;
- ii) Μετά από λίγο το σφαιρίδιο φτάνει σε σημείο Δ με ταχύτητα  $v_1$ . Για τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Δ ισχύει:

$$\alpha) V_{\Delta\Delta} < 0, \quad \beta) V_{\Delta\Delta} = 0, \quad \gamma) V_{\Delta\Delta} > 0.$$

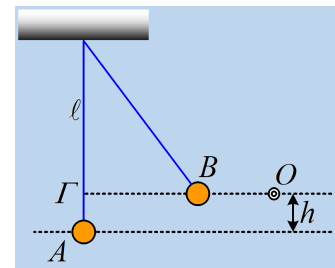
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 30) Η εκτροπή μιας φορτισμένης σφαίρας.

Μια μικρή φορτισμένη σφαίρα, μάζας  $m=10\text{g}$  και φορτίου  $q_1$ , ηρεμεί στο κάτω άκρο ενός κατακόρυφου νήματος (θέση Α) μήκους  $\ell=1\text{m}$  από μονωτικό υλικό.

Φέρνουμε στο σημείο Ο, το οποίο απέχει κατακόρυφη απόσταση  $h=0,2\text{m}$  και

οριζόντια απόσταση (ΟΓ)= $1\text{m}$  από την θέση Α, ένα σημειακό φορτίο  $q_2=4\mu\text{C}$ , με αποτέλεσμα η σφαίρα να εκτρέπεται και τελικά να ισορροπεί στη θέση Β, μεταξύ του Ο και του Γ.



- i) Να βρεθεί η γωνία εκτροπής του νήματος στην τελική θέση ισορροπίας της σφαίρας.
- ii) Να υπολογιστούν η οριζόντια και η κατακόρυφη συνιστώσα της τάσης του νήματος στην τελική θέση.
- iii) Να βρεθεί το φορτίο  $q_1$  της σφαίρας.
- iv) Κατά τη διάρκεια της μετακίνησης της σφαίρας από τη θέση Α στη θέση Β, το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το ηλεκτρικό πεδίο είναι θετικό, αρνητικό ή μηδέν; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Δίνεται η σταθερά του νόμου Coulomb  $k=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$  και  $g=10\text{m/s}^2$ .

### 31) Ένα ηλεκτρικό πεδίο και οι δυναμικές γραμμές του.

Δίνονται δύο σημειακά φορτία και στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν.

- i) Ποιο το πρόσημο κάθε φορτίου;

ii) Αν η ένταση του πεδίου στο σημείο A έχει μέτρο  $E_A=2.000\text{N/C}$ , τότε στο σημείο B μπορεί να έχει μέτρο:

α)  $1.000\text{N/C}$ , β)  $2.000\text{N/C}$ , γ)  $2.500\text{N/C}$

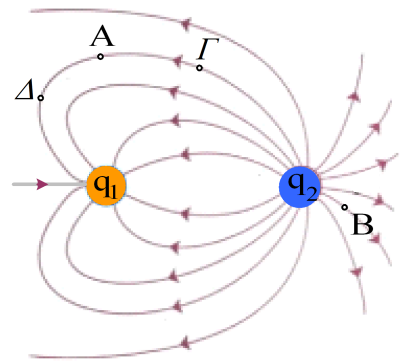
iii) Στο σημείο A φέρνουμε ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο  $\Sigma$  με φορτίο  $q_3 = -2\mu\text{C}$ . Να σχεδιάσετε στο σχήμα τη δύναμη που δέχεται από το πεδίο και να υπολογίσετε το μέτρο της.

iv) Αν αφήσουμε ελεύθερο το σωματίδιο  $\Sigma$  να κινηθεί:

α) μετά από λίγο, θα περάσει από το σημείο Γ.

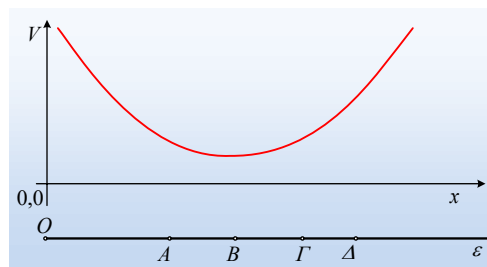
β) μετά από λίγο, θα περάσει από το σημείο Δ.

γ) τίποτα από τα δύο.



Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 32) Δυναμικό και κίνηση φορτίου κατά μήκος μιας ευθείας.



Έστω μια ευθεία  $\epsilon$ , πάνω στην οποία έχουν σημειωθεί τα σημεία A, B, Γ και Δ. Μας δίνεται επίσης η γραφική παράσταση του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου, σε συνάρτηση με το  $x$ , θεωρώντας αρχή του άξονα το σημείο O.

i) Ένα μικρό σωματίδιο με θετικό φορτίο  $+q$  αφήνεται στο σημείο Γ.

Το σωματίδιο θα κινηθεί προς το σημείο B ή προς το σημείο Δ;

ii) Το φορτίο  $+q$  αφήνεται στο σημείο B. Τότε:

α) Θα κινηθεί προς το A.

β) Θα κινηθεί προς το Δ.

γ) Θα παραμείνει ακίνητο.

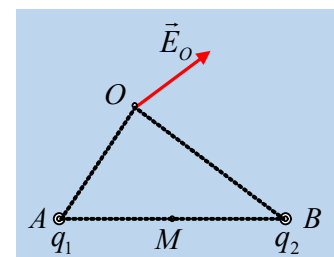
iii) Ένα αρνητικό φορτίο  $-q_1$  αφήνεται στο σημείο Δ. Προς τα πού θα κινηθεί;

Θεωρούμε ότι οι κινήσεις των σωματιδίων πραγματοποιούνται μόνο κατά μήκος της παραπάνω ευθείας  $\epsilon$ .

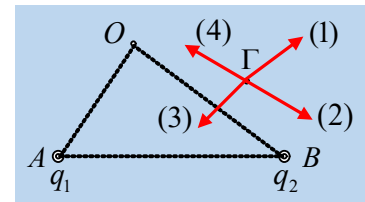
### 33) Το πρόσημο των φορτίων και η ένταση του πεδίου.

Στα σημεία A και B του σχήματος βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  με αποτέλεσμα στο σημείο O να υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο, η ένταση του οποίου έχει σχεδιαστεί στο σχήμα.

i) Για τα δυο φορτία ισχύει:



- α)  $q_1 > 0$  και  $q_2 > 0$ .  
 β)  $q_1 > 0$  και  $q_2 < 0$ .  
 γ)  $q_1 < 0$  και  $q_2 > 0$ .  
 δ)  $q_1 < 0$  και  $q_2 < 0$ .



Να επιλέξετε τη σωστή εκδοχή, δικαιολογώντας και γιατί απορρίπτετε τις υπόλοιπες.

- ii) Να σχεδιαστεί το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσον Μ της ΑΒ.  
 iii) Ποιο από τα διανύσματα (1), (2), (3) και (4) μπορεί να παριστά την ένταση του πεδίου στο σημείο Γ του δεύτερου σχήματος;

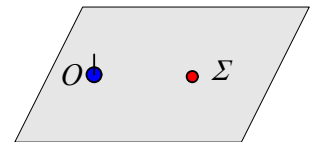
### 34) Μια φορτισμένη σφαίρα σε κίνηση.

*Ή για να συνδέουμε τα ...ασύνδετα!*

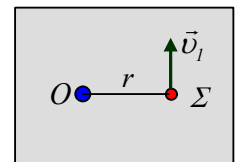
Ένα πρόβλημα, σαν φύλλο εργασίας, για τους μαθητές της Β΄ Προσανατολισμού, όπου συνδυάζεται η κυκλική κίνηση, με το ηλεκτρικό πεδίο της Γενικής Παιδείας, αλλά και με πολλές ακόμη προεκτάσεις.

////////////////////////////////////

Σε ένα σημείο Ο ενός λείου οριζοντίου επιπέδου είναι στερεωμένη μια μικρή σφαίρα Α με φορτίο  $Q=2\mu\text{C}$ . Σε σημείο Σ, σε απόσταση  $(O\Sigma)=r=3\text{cm}$  συγκρατούμε μια άλλη μικρή σφαίρα Β μάζας  $m=60\text{g}$ , η οποία φέρει φορτίο  $q=-0,1\mu\text{C}$ .



- i) Να υπολογίσετε την δύναμη που χρειάζεται να ασκούμε στη σφαίρα Β για να ισορροπεί και να την σχεδιάσετε στο παραπάνω σχήμα.  
 ii) Σε μια στιγμή αφήνουμε ελεύθερη τη σφαίρα Β. Πόση επιτάχυνση θα αποκτήσει αμέσως μετά την απελευθέρωση;  
 iii) Επαναφέρουμε τη σφαίρα Β στο σημείο Σ και κάποια στιγμή την εκτοξεύουμε οριζόντια με ταχύτητα  $v_1=0,5\text{m/s}$  σε διεύθυνση κάθετη στην ΟΣ, όπως στο διπλανό σχήμα.



- α) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση που θα αποκτήσει αμέσως μετά την εκτόξευση και να την σχεδιάσετε στο σχήμα.  
 β) Η επιτάχυνση αυτή, αμέσως μετά την εκτόξευση, θα μεταβάλει το μέτρο ή την κατεύθυνση της ταχύτητας;  
 γ) Κάποιος συμμαθητής σας, υποστηρίζει ότι η σφαίρα Β θα εκτελέσει ομαλή κυκλική κίνηση με κέντρο το Ο και ακτίνα  $r=3\text{cm}$ . Συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;  
 iv) Να υπολογίσετε το μέτρο της αναγκαίας ταχύτητας εκτόξευσης  $v_2$ , ώστε η σφαίρα να κινηθεί κυκλικά γύρω από το Ο.  
 v) Στην περίπτωση αυτή να υπολογιστεί η ολική ενέργεια της κινούμενης σφαίρας Β.  
 vi) Καθώς η σφαίρα Β στρέφεται, δέχεται ένα απότομο κτύπημα (σε γλώσσα φυσικής ασκείται πάνω της

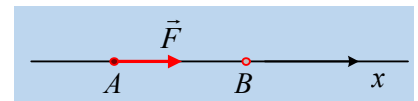
για ελάχιστο χρονικό διάστημα μια δύναμη ή διαφορετικά συγκρούεται με κάποιο άλλο σώμα), με αποτέλεσμα να αποκτήσει μια ταχύτητα μέτρου  $v_3$ , οπότε παύει να κινείται στην κυκλική τροχιά και απομακρύνεται από τη σφαίρα A. Όταν η B βρεθεί τελικά έξω από το ηλεκτρικό πεδίο της σφαίρας A, μετρήσαμε την ταχύτητά της και την βρήκαμε  $v_4=1\text{m/s}$ . Πόση ενέργεια πήρε η B στη διάρκεια του κτυπήματος;

vii) Να υπολογιστεί η ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να μεταφερθεί στην B, για να μπορέσει να απομακρυνθεί από τη σφαίρα A, η οποία παραμένει πάντα ακλόνητη στο σημείο O.

Δίνεται  $k_c=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ , ενώ οι ακτίνες των σφαιρών θεωρούνται αμελητέες.

### 35) Ένταση και δυναμικά σε μια ευθύγραμμη δυναμική γραμμή.

Εκτός πεδίου βαρύτητας, σε ένα σημείο A μιας ευθύγραμμης δυναμικής γραμμής, ηρεμεί ένα σφαιρίδιο μάζας  $m=6\text{g}$  και φορτίου  $|q|=1\mu\text{C}$ , με την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης  $F=1\text{N}$ , όπως στο σχήμα.



i) Να υπολογίσετε την ένταση του πεδίου στο σημείο A.

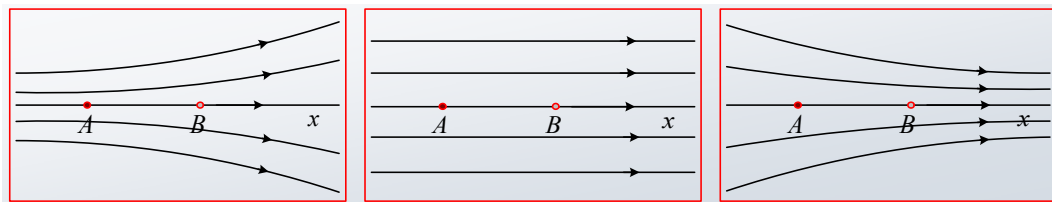
Σε μια στιγμή αυξάνουμε το μέτρο της ασκούμενης δύναμης στην τιμή  $F'=1,2\text{N}$ , με αποτέλεσμα το σφαιρίδιο να επιταχυνθεί και αφού διανύσει απόσταση  $(AB)=40\text{cm}$ , να περάσει από το σημείο B έχοντας ταχύτητα  $10\text{m/s}$ .

ii) Πόση ενέργεια μεταφέρεται στο σφαιρίδιο μέσω του έργου της ασκούμενης δύναμης;

iii) Πόσο αυξάνεται ή μειώνεται η δυναμική ενέργεια του σφαιριδίου κατά την κίνηση από το A στο B;

iv) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B.

v) Ποιο από τα παρακάτω σχήματα μπορεί να περιγράψει το ηλεκτρικό πεδίο εντός του οποίου κινήθηκε το σφαιρίδιο; Να δικαιολογήστε την επιλογή σας.



### 36) Δυναμικό και ενέργεια.

Για να μεταφέρουμε από μεγάλη απόσταση ένα σωματίδιο μάζας  $4\text{mg}$  και φορτίου  $q=-1\mu\text{C}$  στο σημείο A μιας δυναμικής γραμμής, πρέπει να του δώσουμε ενέργεια  $9 \cdot 10^{-4}\text{J}$ . Στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε μετά από λίγο περνά από το σημείο B με ταχύτητα  $v_1=10\text{m/s}$ .

i) Να βρεθεί το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο A.

ii) Σχεδιάστε την ένταση του πεδίου στο σημείο A.

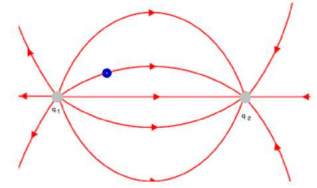
iii) Πόσο είναι το έργο της δύναμης που δέχτηκε το σωματίδιο από το πεδίο, κατά την μετακίνησή του από το A στο B;

iv) Υπολογίστε το δυναμικό στο σημείο B.

ν) Πόση είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια που θα αποκτήσει το σωματίδιο κατά την κίνησή του;

### 37) Το ανομοιογενές ηλεκτρικό πεδίο και οι δυναμικές γραμμές του

Ποια είναι η μορφή των δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου δύο αντίθετων φορτίων;



Σε ένα τέτοιο πεδίο αν αφηθεί ένα φορτισμένο σωματίδιο, πώς θα κινηθεί.

Ανεβάζω ένα αρχείο i.p. με το οποίο μπορεί να ανιχνεύσει ο μαθητής ότι το φορτίο δεν θα κινηθεί πάνω στις δυναμικές γραμμές, αφού η δύναμη είναι εφαπτόμενη.

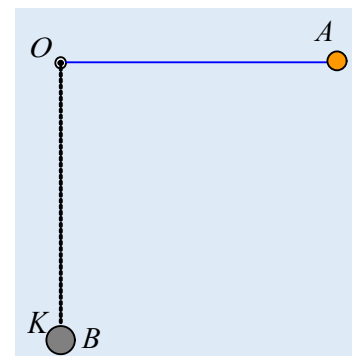
Χρησιμοποιώντας το ποντίκι, μετακινείτε την μπλε σφαίρα, τοποθετώντας την σε κάποιο σημείο μιας δυναμικής γραμμής και τρέξτε το πρόγραμμα.

Μπορείτε να κατεβάσετε το αρχείο, κάνοντας κλικ [εδώ](#).

### 38) Η ισορροπία και η αρχική επιτάχυνση.

Ένα μικρό φορτισμένο σφαιρίδιο A με φορτίο  $q_1=1\mu\text{C}$ , είναι δεμένο στο άκρο μονωτικού νήματος μήκους  $\ell=10\text{cm}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι σταθερά δεμένο σε σημείο O και μπορεί να κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο.

Μια δεύτερη μικρή φορτισμένη σφαίρα B με φορτίο  $q_2=2\sqrt{2}\mu\text{C}$ , είναι ακλόνητα στερεωμένη στη θέση K, στην κατακόρυφη που περνά από το O και σε απόσταση  $(OK)=\ell$ . Αν το σφαιρίδιο A ισορροπεί με το νήμα οριζόντιο να βρεθούν:

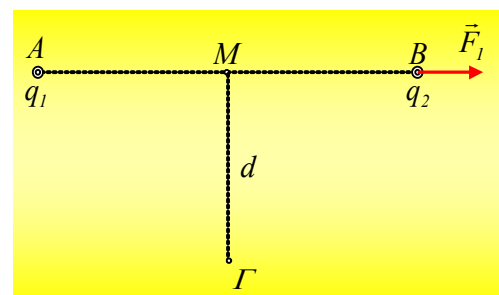


- Η δύναμη που δέχεται το σφαιρίδιο A από τη σφαίρα B.
- Η μάζα του σφαιριδίου A και η τάση του νήματος.
- Αν κάποια στιγμή κοπεί το νήμα, ποια η αρχική επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σφαιρίδιο A;

Δίνεται η σταθερά  $k=9\cdot 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{m/s}^2$ .

### 39) Η δύναμη και η ένταση στο ηλεκτρικό πεδίο.

Σε ένα σημείο A βρίσκεται ακλόνητο ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $q_1$ . Σε άλλο σημείο B, σε απόσταση  $(AB)=r=3\text{cm}$ , φέρνουμε ένα δεύτερο ηλεκτρικό φορτίο  $q_2=+2\mu\text{C}$ , το οποίο για να συγκρατηθεί ακίνητο, πρέπει να του ασκήσουμε μια δύναμη μέτρου  $F_1=40\text{N}$ , όπως στο σχήμα.



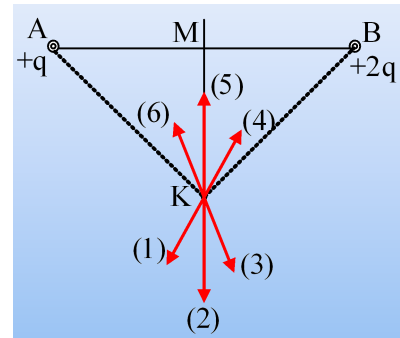
- Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο B και να την σχεδιάσετε στο σχήμα.
- Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση), που οφείλεται και στα δύο φορτία, στο μέσον M της AB.
- Να υπολογίσετε τη δύναμη που θα δεχτεί ένα σωματίδιο μάζας  $0,4\text{g}$  που φέρει ηλεκτρικό φορτίο  $q=-0,1\mu\text{C}$ , όταν το τοποθετήσουμε στο σημείο M.

- iv) Μεταφέρουμε το σωματίδιο κατά μήκος της μεσοκαθέτου της AB, φέρνοντάς το στο σημείο Γ σε απόσταση  $(M\Gamma)=d=1,5\text{cm}$ . Αφού βρείτε πρώτα την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Γ, να υπολογίσετε την επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σωματίδιο, αν αφηθεί ελεύθερο στο σημείο Γ.

Δίνεται  $K_c=9\cdot 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ .

#### 40) Η ένταση και το δυναμικό σε ένα σημείο ηλεκτρικού πεδίου.

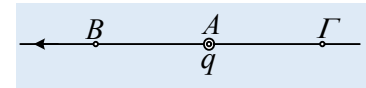
Στα άκρα ενός ευθύγραμμου τμήματος AB βρίσκονται ακλόνητα δυο σημειακά φορτία  $+q$  και  $+2q$ . Ένα σημείο K βρίσκεται πάνω στη μεσοκάθετο του AB.



- Ποιο από τα διανύσματα που έχουν σχεδιαστεί στο σχήμα παριστά την διεύθυνση της έντασης του πεδίου στο K;
- Στο σημείο K φέρνουμε ένα σωματίδιο με αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο  $-q_1$ . Ποιο από τα παραπάνω διανύσματα παριστά τη δύναμη που θα δεχτεί το υλικό σημείο από το ηλεκτρικό πεδίο;
- Στο σημείο K ή στο σημείο M το ηλεκτρικό πεδίο των φορτίων  $q$  και  $2q$  έχει μεγαλύτερο δυναμικό;
- Αν το σωματίδιο με φορτίο  $-q_1$  μεταφερθεί από το K στο M η δυναμική του ενέργεια θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει σταθερή;

#### 41) Ένα σωματίδιο σε ηλεκτρικό πεδίο.

Στο διπλανό σχήμα ένα σωματίδιο, που φέρει αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο, αφήνεται ελεύθερο στο σημείο A μιας ευθύγραμμης δυναμικής γραμμής.

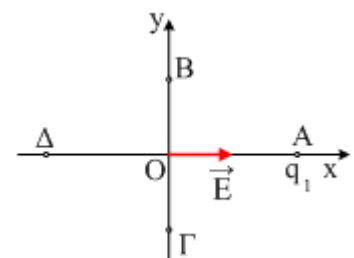


- Να εξηγήσετε γιατί το σωματίδιο δεν θα παραμείνει ακίνητο στο σημείο A, αλλά θα κινηθεί.
- Το σωματίδιο μετά από λίγο θα φτάσει στο σημείο B ή στο σημείο Γ;
- «Η παραπάνω κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη». Συμφωνείτε ή διαφωνείτε και γιατί;
- «Κατά την διάρκεια της κίνησης η δυναμική ενέργεια του σωματιδίου μειώνεται». Να δικαιολογήσετε την πρόταση αυτή.
- Σε ποιο σημείο, στην αρχική (σημείο A) ή στην τελική θέση (σημείο B ή Γ), το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου έχει μεγαλύτερη τιμή;

Να δικαιολογήστε αναλυτικά τις απαντήσεις σας.

#### 42) Ένταση Ηλεκτρικού πεδίου.

Στο σχήμα έχει σχεδιαστεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, στο σημείο O, που οφείλεται στο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $q_1$  που βρίσκεται στο σημείο A, η οποία έχει μέτρο  $E=100\text{N/C}$ .



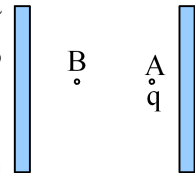
- Τι πρόσημο έχει το φορτίο  $q_1$ ;
- Στο σημείο B φέρνουμε ένα σημειακό φορτίο  $q_2=+1\mu\text{C}$ . Βρείτε το φορτίο

που πρέπει να φέρουμε στο σημείο Γ, αν  $(OB)=(OG)$ , ώστε να μη μεταβληθεί η ένταση του πεδίου στην αρχή Ο των αξόνων.

- iii) Τοποθετούμε στο σημείο Δ ένα φορτίο  $q_4$ , με αποτέλεσμα η ένταση στο Ο να έχει και πάλι κατεύθυνση προς τα δεξιά και μέτρο  $E_{ολ}=140\text{N/C}$ . Ποιο το πρόσημο του φορτίου  $q_4$ ;

#### 43) Δυναμικά στο ΟΗΠ και ένα αρνητικό φορτίο.

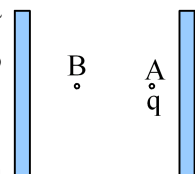
Στο σημείο Α ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $2 \cdot 10^5 \text{N/C}$ , όπου το δυναμικό έχει τιμή  $V_A=1.000\text{V}$ , αφήνεται ένα μικρό σωματίδιο με φορτίο  $q=-1\text{nC}$ , το οποίο μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, όπου  $(AB)=d=1\text{cm}$ .



- Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου και να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του φορτίου στη θέση Α.
- Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το πεδίο, από το Α μέχρι το Β.
- Να υπολογιστεί το δυναμικό στο σημείο Β.
- Να υπολογίσετε τη δυναμική και κινητική ενέργεια του σωματιδίου στο σημείο Β.

#### 44) Δυναμικά στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

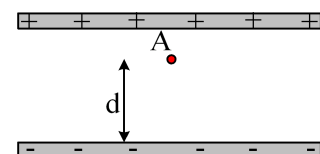
Στο σημείο Α ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $2 \cdot 10^5 \text{N/C}$ , όπου το δυναμικό έχει τιμή  $V_A=1500\text{V}$ , αφήνεται ένα μικρό σωματίδιο με φορτίο  $q=1\text{nC}$ , το οποίο μετά από λίγο φτάνει στο σημείο Β, όπου  $(AB)=d=1\text{cm}$ .



- Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου και να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του φορτίου στη θέση Α.
- Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχτηκε από το πεδίο, από το Α μέχρι το Β.
- Να υπολογιστεί το δυναμικό στο σημείο Β.
- Να υπολογίσετε τη δυναμική και κινητική ενέργεια του σωματιδίου στο σημείο Β.

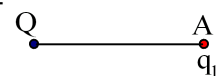
#### 45) Επιτάχυνση φορτισμένου σωματιδίου από Ηλεκτρικό πεδίο.

Ένα σωματίδιο μάζας  $m=0,01\text{mg}$  και φορτίου  $q_1=1\text{nC}$ , αφήνεται στο σημείο Α, ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $E=3 \cdot 10^7 \text{N/C}$ , οπότε μετά από λίγο κτυπά στην αρνητική πλάκα αφού διανύσει απόσταση  $d=1,5\text{cm}$ .



- Σε πόσο χρόνο και με ποια ταχύτητα το σωματίδιο φτάνει στην αρνητική πλάκα;
- Να παραστήσετε γραφικά την ταχύτητα του σωματιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

Το ίδιο σωματίδιο αφήνεται στο σημείο Α, σε απόσταση  $r=4\text{cm}$  από ένα σταθερό σημειακό φορτίο  $Q=2\mu\text{C}$ .



- Ποια είναι η μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το σωματίδιο;
- Κάνετε επίσης ένα ποιοτικό διάγραμμα της ταχύτητας του σωματιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.



Οι βαρυτικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες και  $k=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

#### 46) Πώς πάμε από Γεωμετρία; Για πολύ δυνατούς μαθητές....

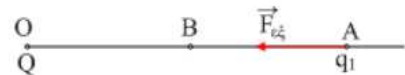
Δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  αντιστοίχως ίσα με  $+2\mu\text{C}$  και  $-4\mu\text{C}$  διατηρούνται ακίνητα στα σημεία A και B μιας ευθείας  $\epsilon$ , τα οποία απέχουν απόσταση  $d=30\text{cm}$ .

Να προσδιορίσετε, πάνω στην ευθεία  $\epsilon$ , δύο σημεία στα οποία το δυναμικό είναι μηδέν. Υπάρχουν άλλα σημεία με δυναμικό μηδέν στο χώρο γύρω από τους φορείς; Αν ναι πού βρίσκονται τα σημεία αυτά;



#### 47) Αύξηση της δυναμικής ενέργειας.

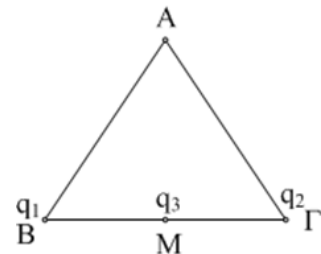
Σε σημείο O βρίσκεται ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο  $Q=+2\mu\text{C}$ . Ένα δεύτερο φορτίο  $q_1=+1\mu\text{C}$  βρίσκεται σε σημείο A όπου  $OA=18\text{cm}$ . Ασκώντας πάνω στο  $q_1$  μεταβλητή δύναμη  $F_{εξ}$ , το μετακινούμε και το φέρνουμε σε σημείο B, που απέχει  $9\text{cm}$  από το O.



1. Πόσο είναι το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την παραπάνω μετακίνηση;
2. Πόσο είναι αντίστοιχα το έργο της  $F_{εξ}$  και τι εκφράζει, αν η ταχύτητα στο σημείο B είναι μηδέν;
3. Πόση είναι η δυναμική ενέργεια του φορτίου  $q_1$  στην θέση A και πόση στην θέση B; Πόση είναι η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας;

#### 48) Έργο κατά την μετακίνηση φορτίου.

Στις κορυφές B και Γ ενός ισοπλεύρου τριγώνου ABΓ πλευράς  $a=2\text{cm}$ , βρίσκονται ακλόνητα δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία  $q_1=2\mu\text{C}$  και  $q_2$  αντίστοιχα. Φέρνουμε στο μέσον M της BΓ ένα τρίτο φορτίο  $q_3=-1\mu\text{C}$  και παρατηρούμε ότι ισορροπεί.

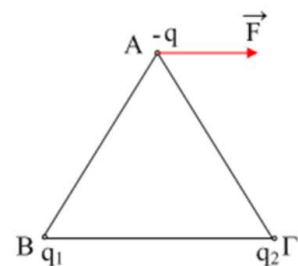


1. Να βρείτε την τιμή του φορτίου  $q_2$ .
2. Πόση ενέργεια έχει το φορτίο  $q_3$  στο σημείο M;
3. Πόση ενέργεια απαιτείται για να μεταφέρουμε το  $q_3$  από το M στην κορυφή A;

Δίνεται  $k=9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

#### 49) Πόσο είναι τα φορτία;

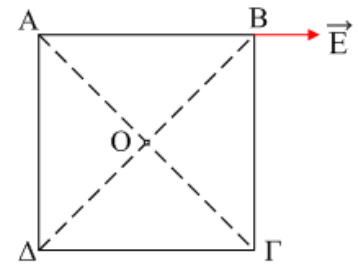
Στις κορυφές B και Γ ενός ισοσκελούς τριγώνου ABΓ βρίσκονται δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα. Φέρνουμε ένα τρίτο σημειακό αρνητικό φορτίο  $-q$  στην κορυφή A και παρατηρούμε ότι δέχεται δύναμη F παράλληλη προς την βάση BΓ, όπως στο σχήμα.



- i) Να σχεδιάσετε την ένταση του πεδίου στην κορυφή A.
- ii) Ποια είναι τα πρόσημα των φορτίων  $q_1$  και  $q_2$ ;
- iii) Αν  $|q_1|=1\mu\text{C}$ , πόσο είναι το φορτίο  $q_2$ ;

**50) Ένταση Ηλεκτρικού πεδίου και φορτίο πηγή.**

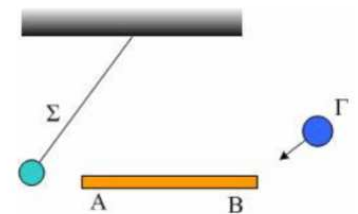
Ένα σημειακό φορτίο  $q$  βρίσκεται σε μια από τις κορυφές Α, Γ, Δ ενός τετραγώνου ΑΒΓΔ πλευράς  $a$ . Η ένταση του πεδίου, που δημιουργεί το φορτίο, στην κορυφή Β φαίνεται στο σχήμα και έχει μέτρο  $E_B=100\text{N/m}$ .



- i) Σε ποια κορυφή βρίσκεται το φορτίο  $q$ ;
- ii) Ποιο το πρόσημο του φορτίου;
- iii) Να σχεδιάσετε την ένταση του πεδίου στο κέντρο Ο του τετραγώνου και να υπολογίσετε το μέτρο της.

**51) Φόρτιση με επαγωγή.**

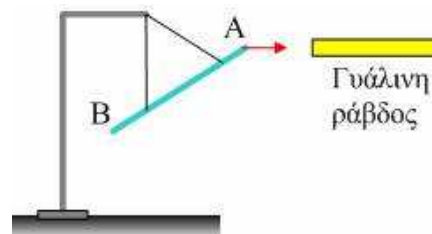
Η σφαίρα Σ ισορροπεί όπως στο σχήμα, έχοντας θετικό φορτίο, όταν πλησιάσουμε μια μεταλλική ράβδο ΑΒ. Τι θα συμβεί (με την ισορροπία της σφαίρας Σ), αν στο άκρο Β του αγωγού ΑΒ πλησιάσουμε μια σφαίρα Γ που φέρει:



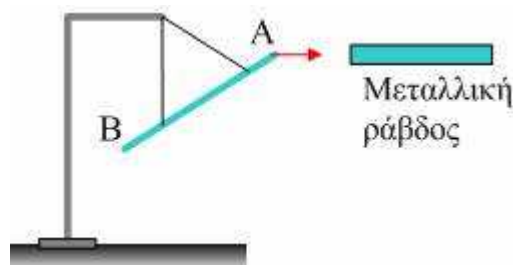
1. Θετικό φορτίο.
2. Αρνητικό φορτίο.

**52) Ερμηνεία πειραματικών δεδομένων.**

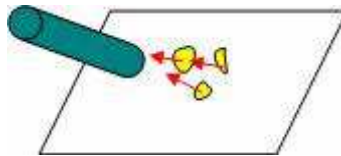
Μπορείτε να ερμηνεύσετε τις παρακάτω πειραματικές παρατηρήσεις;



1) Μια αφόρτιστη μεταλλική ράβδος κρέμεται όπως στο σχήμα από μονωτικό νήμα και ηρεμεί. Όταν πλησιάσουμε μια γυάλινη ράβδο την οποία έχουμε τρίψει σε μεταξωτό ύφασμα, η μεταλλική ράβδος έλκεται.



2) Ακουμπάμε στιγμιαία με το χέρι μας το άκρο Β της ράβδου και στη συνέχεια απομακρύνουμε την γυάλινη ράβδο. Πλησιάζουμε στο άκρο Α μια δεύτερη μεταλλική ράβδο και παρατηρούμε ότι η ράβδος ΑΒ έλκεται.

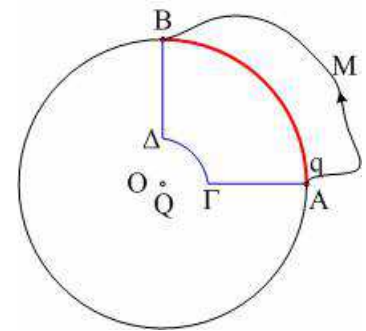


3) Πλησιάζουμε σε μικρά κομμένα χαρτάκια μια ράβδο από εβονίτη την οποία έχουμε τρίψει σε μάλλινο ύφασμα και τα χαρτάκια έλκονται.

### 53) Συντηρητικές δυνάμεις.

Στο κέντρο του κύκλου  $O$  υπάρχει ακίνητο ένα σημειακό φορτίο  $+Q$ , ενώ στο σημείο  $A$  ένα άλλο σημειακό φορτίο  $+q_1$ .

1. Να σχεδιάσετε τη δύναμη  $F$  που δέχεται το φορτίο  $q_1$ . Από ποια εξίσωση υπολογίζουμε το μέτρο της;
2. Το φορτίο μεταφέρεται κατά μήκος του τόξου  $AB$ , μέχρι τη θέση  $B$ . Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης  $F$ .
3. Αν το φορτίο πήγαινε από το  $A$  στο  $B$  μέσα από την διαδρομή  $A\Gamma\Delta B$ , τότε:



- i) Το έργο από το  $A$  στο  $\Gamma$  υπολογίζεται από τη σχέση  $W_{A\Gamma} = -F \cdot (A\Gamma)$
- ii) Το έργο από το  $A$  στο  $\Gamma$  είναι αρνητικό.
- iii) Ισχύει  $W_{A\Gamma} = -W_{\Delta B}$ .
- iv)  $W_{A\Gamma\Delta B} = 0$

Χαρακτηρίστε τις παραπάνω προτάσεις σαν σωστές ή λαθεμένες.

1. Αν το φορτίο πήγαινε από το  $A$  στο  $B$  μέσω της διαδρομής  $AMB$  πόσο θα ήταν το έργο της δύναμης  $F$ ;
2. Πώς ονομάζεται μια δύναμη με την παραπάνω συμπεριφορά;

## Συνεχές Ηλεκτρικό Ρεύμα

### 1) Συνδέοντας και μεταβάλλοντας μια αντίσταση

Στο διπλανό κύκλωμα ο διακόπτης είναι ανοικτός και το αμπερόμετρο ιδανικό. Δίνονται  $E=12\text{V}$ ,  $r=3\Omega$  και  $R_1=5\Omega$ .

i) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου;

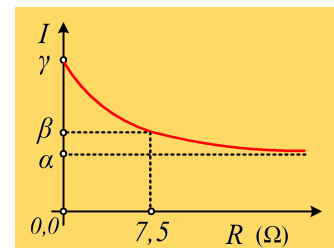
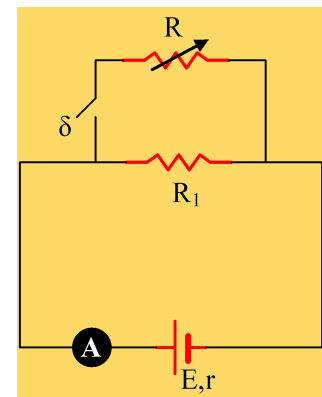
Κλείνουμε το διακόπτη με αποτέλεσμα να παρεμβάλουμε στο κύκλωμα μια μεταβλητή αντίσταση  $R$ .

ii) Η ένδειξη του αμπερομέτρου, θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει σταθερή; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iii) Μεταβάλλοντας την τιμή της αντίστασης  $R$ , παίρνουμε πειραματικές τιμές για την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και κατασκευάσαμε το διπλανό διάγραμμα  $I=f(R)$ .

α) Ποια η τιμή της έντασης ( $\beta$ ) όταν  $R=7,5\Omega$ ;

β) Να βρεθούν οι τιμές  $\alpha$  και  $\gamma$  της έντασης.



### 2) Μελέτη και μετατροπές ενός κυκλώματος

Στο διπλανό κύκλωμα το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $I_1 = 0,72\text{ A}$ , ενώ γνωρίζουμε τις τιμές των δύο αντιστάσεων  $R_1=20\Omega$  και  $R_2=80\Omega$  και την Ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής  $E=72\text{V}$ .

i) Να υπολογιστεί η εσωτερική αντίσταση της πηγής και η πολική της τάση.

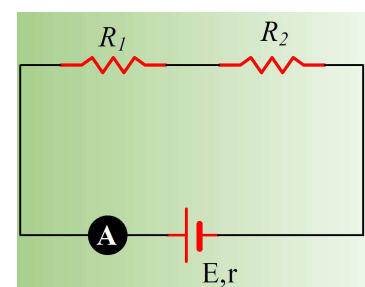
ii) Στο παραπάνω κύκλωμα, παράλληλα προς τον αντιστάτη  $R_2$ , συνδέουμε ένα άλλο, με αντίσταση  $R_3=20\Omega$ .

α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και να υπολογίσετε την ολική εξωτερική αντίσταση.

β) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου;

γ) Να συνδέσετε στο κύκλωμα ένα ιδανικό βολτόμετρο, το οποίο να μετρά την τάση στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$ . Ποια η ένδειξή του;

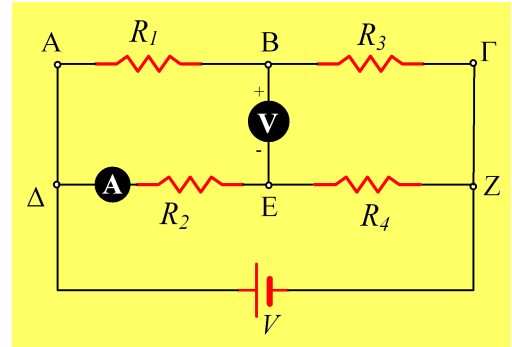
iii) Να συνδέσετε δύο σημεία του παραπάνω κυκλώματος με ένα αγωγό χωρίς αντίσταση, έτσι ώστε το



αμπερόμετρο να διαρρέεται από μέγιστο ρεύμα. Αφού σχεδιάσετε το κύκλωμα που προκύπτει να βρείτε τις ενδείξεις αμπερομέτρου και βολτομέτρου.

### 3) Με αφορμή ένα δύσκολο πρόβλημα

Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται ότι το βολτόμετρο με εσωτερική αντίσταση  $R_v=500\Omega$  δείχνει ένδειξη  $V_v=V_{BE}=50V$ ,  $R_1=200\Omega$ ,  $R_2=500\Omega$ , ενώ το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $I_2=0,3\text{ A}$ .



- i) Να βρεθεί η τάση  $V_{AB}$  καθώς και η ένταση  $I_1$  που διαρρέει τον κλάδο AB του κυκλώματος.
- ii) Να βρεθούν οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους δύο άλλους αντιστάτες και την πηγή τάσεως V.
- iii) Αν  $R_3=250\Omega$  να υπολογιστούν:
  - α) Η τιμή της αντίστασης  $R_4$ .
  - β) Η τάση V.

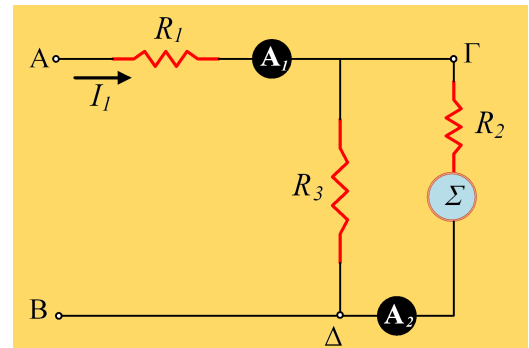
### 4) Αναλύοντας ένα τμήμα κυκλώματος

Στο σχήμα δίνεται ένα τμήμα κυκλώματος, για το οποίο δίνονται  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=6\Omega$ ,  $R_3=20\Omega$  και  $V_{AB}=50V$ .

Το αμπερόμετρο  $A_1$  δείχνει ένδειξη  $I_1=3\text{ A}$ , ενώ η συσκευή  $\Sigma$  είναι μη ωμικός καταναλωτής.

Να βρεθούν:

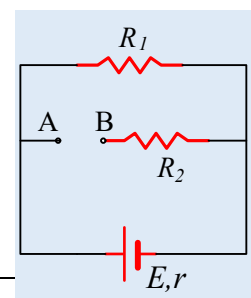
- i) Η τάση στα άκρα του αντιστάτη  $R_3$ .
- ii) Η ένδειξη του αμπερομέτρου  $A_2$ .
- iii) Η τάση στα άκρα της συσκευής  $\Sigma$ , καθώς και η ισχύς της.
- iv) Οι ενδείξεις των δύο αμπερομέτρων αν συνδέσουμε με αγωγό αμελητέας αντίστασης τα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  του κυκλώματος, με δεδομένο ότι η τάση μεταξύ των σημείων A και B θα πάρει την τιμή  $V_{AB}=40V$ .



### 5) Η γεννήτρια και η ισχύς της σε διάφορες περιπτώσεις

Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται ότι η πηγή έχει  $HE\Delta$   $E=20V$  και εσωτερική αντίσταση  $r=2\Omega$ , ενώ οι αντιστάτες έχουν αντιστάσεις  $R_1=8\Omega$  και  $R_2=4,8\Omega$ .

- i) Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο η πηγή παρέχει ενέργεια στο κύκλωμα.

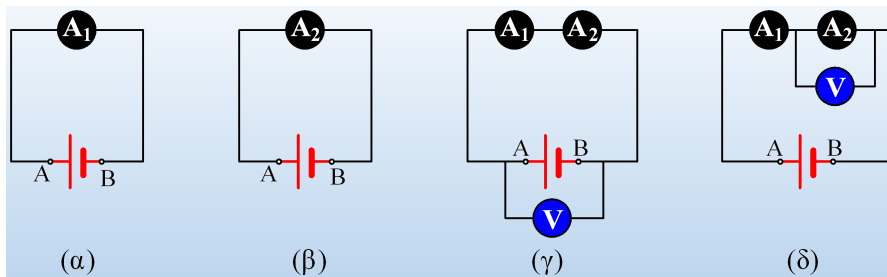


- ii) Να βρεθεί η ισχύς της πηγής, όταν συνδέσουμε τα σημεία A και B με ένα σύρμα μηδενικής αντίστασης.
- iii) Αφαιρούμε το παραπάνω σύρμα και συνδέουμε μεταξύ των σημείων A και B:
- α) Ένα ιδανικό αμπερόμετρο, β) ένα ιδανικό βολτόμετρο.

Να βρεθούν οι ενδείξεις των δύο οργάνων, καθώς και η πολική τάση της πηγής, σε κάθε περίπτωση.

### 6) Λοιπόντας με αμπερόμετρα-βολτόμετρα

Διαθέτουμε μια μπαταρία με ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$ . Συνδέουμε ένα αμπερόμετρο  $A_1$ , όπως στο (α) κύκλωμα το οποίο δείχνει ένδειξη  $6A$ .

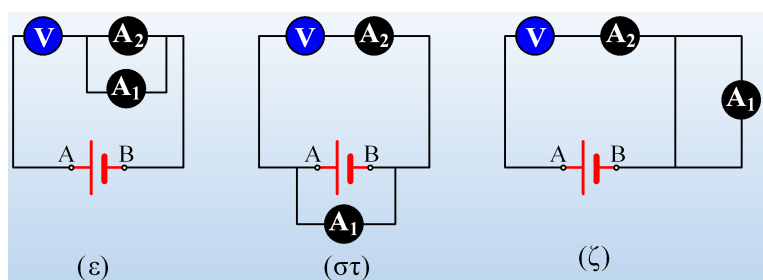


Αντικαθιστούμε το αμπερόμετρο  $A_1$  με ένα δεύτερο αμπερόμετρο  $A_2$ , το οποίο δείχνει επίσης  $6A$  (σχήμα β).

- i) Αν σχηματίσουμε το (γ) κύκλωμα, χρησιμοποιώντας τα δυο αμπερόμετρα και το πρώτο δείξει  $4A$ , ποια θα είναι η ένδειξη του δεύτερου;
- ii) Αν η ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου (άπειρη εσωτερική αντίσταση) στο κύκλωμα (γ) είναι  $8V$ , ποια η τάση  $V_{AB}$  στο (α) κύκλωμα;
- iii) Αποσυνδέουμε το βολτόμετρο από το (γ) κύκλωμα, συνδέοντάς στα άκρα του 2<sup>ου</sup> αμπερομέτρου όπως στο κύκλωμα (δ). Ποια θα είναι τώρα η ένδειξη του βολτομέτρου;



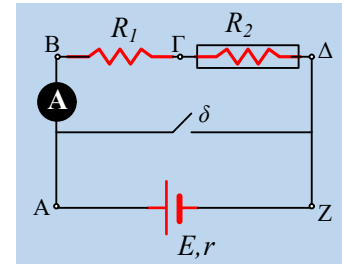
- iv) Να βρεθεί η ΗΕΔ της πηγής και η εσωτερική της αντίσταση  $r$ .
- v) Αν αλλάξουμε θέσεις σε αμπερόμετρο  $A_2$  και βολτόμετρο (τη θέση του ενός, παίρνει το άλλο), του σχήματος (δ), τι θα δείξουν τώρα τα όργανα;
- vi) Αλλάζουμε αμοιβαία τώρα τις θέσεις του αμπερομέτρου  $A_1$  και του βολτομέτρου, παίρνοντας το κύκλωμα του σχήματος (ε). Ποιες θα είναι τώρα οι ενδείξεις των οργάνων;



- vii) Αν σχηματίσουμε το κύκλωμα του σχήματος (στ), ποιες θα είναι τώρα οι ενδείξεις των οργάνων;  
viii) Ποιες οι ενδείξεις των οργάνων στο (ζ) κύκλωμα;

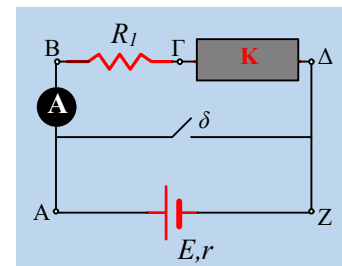
### 7) Ενέργεια ρεύματος και διπόλου

Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος περιλαμβάνεται ένα διαφανές κιβώτιο εντός του οποίου περιέχεται ένας αντιστάτης με αντίσταση  $R_2=1\Omega$ . Δίνονται επίσης  $R_1=3\Omega$ , ενώ η γεννήτρια έχει ΗΕΔ  $E=10V$  και εσωτερική αντίσταση  $r=1\Omega$  και το αμπερόμετρο είναι ιδανικό.



- i) Να βρεθούν, η ένδειξη του αμπερομέτρου καθώς και η τάση  $V_{\Gamma\Delta}$ .
- Πόση είναι η ισχύς που το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει στο τμήμα  $\Gamma\Delta$  (στο κιβώτιο);
  - Κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$ . Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου και πόση η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή;

- ii) Μας δίνεται το ίδιο κύκλωμα, αλλά τώρα το κιβώτιο είναι αδιαφανές και δεν γνωρίζουμε τι περιέχεται στο εσωτερικό του, με μόνη πληροφορία ότι περιέχει ένα μόνο δίπολο X. Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι  $I_2=3A$ .



- Να βρεθεί η τάση  $V_{\Gamma\Delta}=V_{\Gamma}-V_{\Delta}$ . Το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει ή παίρνει ενέργεια στο δίπολο X και πόση είναι η αντίστοιχη ισχύς;
- Κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$  και το αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $I_{2a}=1A$ . Ποια η φορά του ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο;
- Ποια τα χαρακτηριστικά του διπόλου X που περιέχει το κιβώτιο;

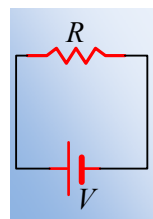
- iii) Σε μια επανάληψη του 2<sup>ου</sup> πειράματος, με αλλαγή του περιεχομένου του αδιαφανούς κιβωτίου, το οποίο περιέχει τώρα ένα δίπολο Y, που δεν είναι αντιστάτης ή συνδυασμός αντιστατών, αλλά που μπορεί να είναι μια μπαταρία, το αμπερόμετρο δείχνει  $I_3=1,2A$ .

- Να βρεθεί η τάση  $V_{\Gamma\Delta}=V_{\Gamma}-V_{\Delta}$ . Το ηλεκτρικό ρεύμα προσφέρει ή παίρνει ενέργεια από το δίπολο Y; Ποια είναι η αντίστοιχη ισχύς του διπόλου Y;
- Κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$  και το αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $I_{3a}=1,4A$ . Ποια η φορά του ρεύματος που διαρρέει το αμπερόμετρο;
- Ποια τα χαρακτηριστικά του διπόλου Y που περιέχει το κιβώτιο;

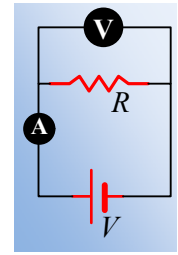
### 8) Μια αντίσταση και η περιπέτεια μέτρησή της

Διαθέτουμε έναν αντιστάτη με αντίσταση  $R=10\Omega$  την οποία συνδέουμε με μια πηγή σταθερής τάσης  $V=5V$ , όπως στο σχήμα.

- Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.
- Ένας μαθητής A θέλοντας να μετρήσει την παραπάνω ένταση του ρεύματος, χρησιμοποιεί ένα αμπερόμετρο με εσωτερική αντίσταση  $r_A=2\Omega$ . Να σχεδιάσετε το κύκλωμα που θα χρησιμοποιήσει και να βρείτε την ένδειξη του αμπερομέτρου.



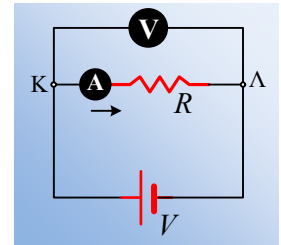
iii) Ένας δεύτερος μαθητής B, μη γνωρίζοντας την τιμή της αντίστασης  $R$ , χρησιμοποιεί το παραπάνω αμπερόμετρο και ένα βολτόμετρο με εσωτερική αντίσταση  $r_v=100\Omega$ , δημιουργώντας το διπλανό κύκλωμα.



α) Ποιες θα είναι οι ενδείξεις των οργάνων;

β) Ποια η πειραματική τιμή της αντίστασης  $R_\pi$  που υπολογίζει;

iv) Ένας τρίτος μαθητής Γ, υποστηρίζει ότι θα ήταν ακριβέστερη η μέτρηση, αν χρησιμοποιούσε τα όργανα σε σύνδεση, όπως στο διπλανό κύκλωμα. Είναι σωστή η εκδοχή αυτή;



v) Τέλος ένας μαθητής Δ χρησιμοποιεί **ιδανικά** όργανα, αμπερόμετρο και βολτόμετρο, στην ίδια διάταξη με τον B.

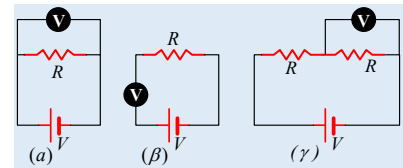
α) Ποιες είναι οι εσωτερικές αντιστάσεις των οργάνων;

β) Ποιες είναι οι ενδείξεις των οργάνων και ποια είναι η πειραματική αντίσταση  $R_{\pi,\Gamma}$  την οποία υπολογίζει;

### 9) Οι ενδείξεις των βολτομέτρων.

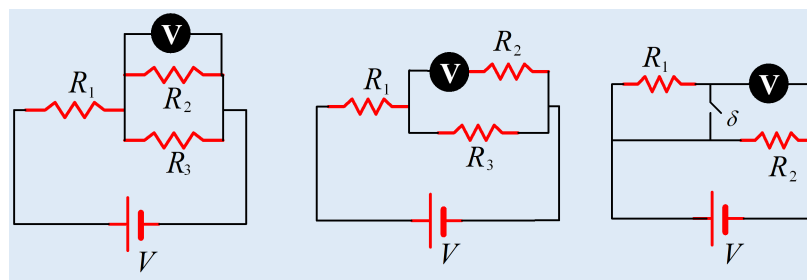
Ένα ιδανικό βολτόμετρο θεωρούμε ότι έχει άπειρη εσωτερική αντίσταση.

Στο διπλανό σχήμα τα βολτόμετρα είναι ιδανικά.



i) Ποιες είναι οι ενδείξεις των τριών βολτομέτρων;

ii) Στα παρακάτω κυκλώματα οι αντιστάτες έχουν ίσες αντιστάσεις ( $R_1=R_2=R_3=R$ ) και τα βολτόμετρα είναι ιδανικά.



(1)

(2)

(3)

α) Ποιες είναι οι ενδείξεις των βολτομέτρων στα δύο πρώτα κυκλώματα (1) και (2);

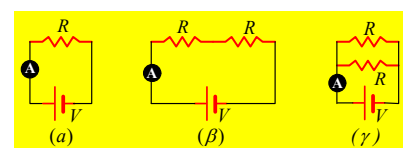
β) Ποια η ένδειξη του βολτομέτρου στο τρίτο κύκλωμα με το διακόπτη ανοικτό και ποια μόλις κλείσουμε το διακόπτη;

### 10) Οι ενδείξεις των Αμπερομέτρων.

1) Τα αμπερόμετρα στα διπλανά κυκλώματα είναι ιδανικά.

i) Να κατατάξετε τις ενδείξεις τους,  $I_\alpha$ ,  $I_\beta$ ,  $I_\gamma$  κατά σειρά αύξουσα.

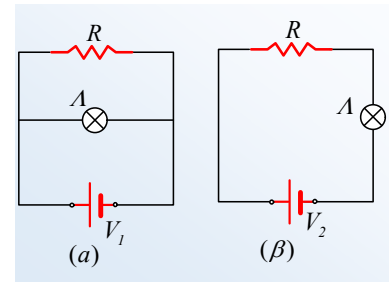
ii) Ποια θα ήταν η αντίστοιχη κατάταξη αν τα τρία αμπερόμετρα δεν ήταν ιδανικά, έχοντας την ίδια εσωτερική αντίσταση  $r$ ;





### 11) Η φωτοβολία μετά από θέρμανση

Ο λαμπτήρας στα δυο κυκλώματα του σχήματος λειτουργεί κανονικά, σε σύνδεση με τον ίδιο αντιστάτη  $R$ , ο οποίος διαρρέεται και στις δυο περιπτώσεις από ρεύματα με ίσες εντάσεις.



i) Για τις τάσεις των δύο πηγών ισχύει:

$$\alpha) V_1 < V_2, \quad \beta) V_1 = V_2, \quad \gamma) V_1 > V_2.$$

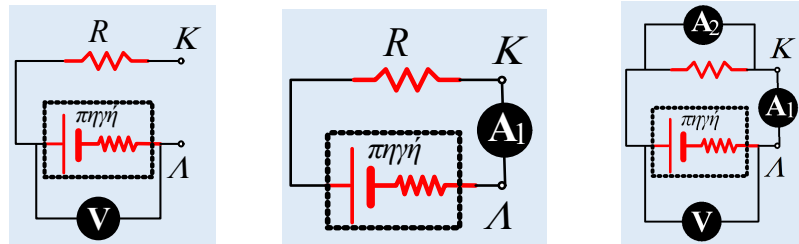
ii) Αν  $P_\alpha$  η ισχύς που μεταφέρεται από την πηγή στο (α) κύκλωμα και  $P_\beta$  η αντίστοιχη ισχύς στο (β) κύκλωμα, ισχύει:

$$\alpha) P_\alpha < P_\beta, \quad \beta) P_\alpha = P_\beta, \quad \gamma) P_\alpha > P_\beta.$$

ii) Αν θερμάνουμε τους αντιστάτες  $R$  στα δυο κυκλώματα, τι θα συμβεί με την φωτοβολία των δύο λαμπτήρων;

### 12) Οι παραλλαγές πάνε και έρχονται...

Στο διπλανό κύκλωμα, το ιδανικό βολτόμετρο δείχνει ένδειξη  $V_1 = 10V$ .



i) Αν αφαιρέσουμε το βολτόμετρο και το συνδέσουμε στα σημεία  $K$  και  $\Lambda$ , θα δείξει ένδειξη  $V_2$ , όπου:

$$\alpha) V_2 < V_1, \quad \beta) V_2 = V_1, \quad \gamma) V_2 > V_1.$$

ii) Συνδέουμε τα σημεία  $K$  και  $\Lambda$  μέσω ιδανικού αμπερομέτρου. Η ένδειξη του αμπερομέτρου  $I_1$  είναι:

$$\alpha) I_1 < \frac{V_1}{R} \quad \beta) I_1 = \frac{V_1}{R}, \quad \gamma) I_1 > \frac{V_1}{R}.$$

iii) Παράλληλα στον αντιστάτη συνδέουμε δεύτερο ιδανικό αμπερόμετρο, παίρνοντας το 3ο κύκλωμα.

α) Ποια η ένδειξη του βολτομέτρου;

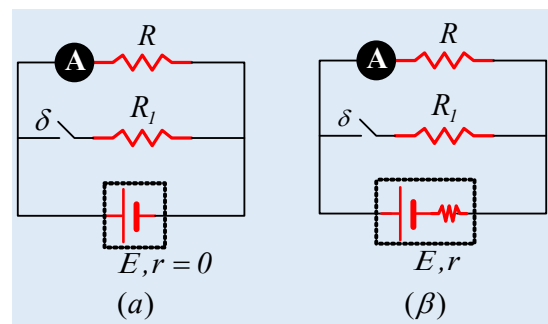
β) Ποιο αμπερόμετρο θα δείξει μεγαλύτερη ένδειξη;

### 13) Η ένδειξη των αμπερομέτρων σε δυο κυκλώματα

Δίνονται τα κυκλώματα του διπλανού σχήματος, όπου στο (α) η πηγή δεν έχει εσωτερική αντίσταση, ενώ στο (β) έχει.

i) Με τους διακόπτες ανοικτούς, ποιο αμπερόμετρο δείχνει μεγαλύτερη ένδειξη;

ii) Να εξετάσετε τι θα συμβεί με τις ενδείξεις των δύο αμπερομέτρων (θα αυξηθούν, θα μειωθούν ή θα παραμείνουν ίδιες), αν κλείσουμε τους δυο διακόπτες, θε-

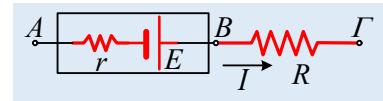


ωρώντας ιδανικά τα αμπερόμετρα.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

#### 14) Μια ηλεκτρική πηγή σε ένα τμήμα κυκλώματος.

Στο διπλανό σχήμα δίνεται ένα τμήμα ενός κυκλώματος που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης  $I=2\text{A}$ . Η πηγή έχει ΗΕΔ  $E=20\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r=2\Omega$ . Ο αντιστάτης έχει αντίσταση  $R=5\Omega$ .

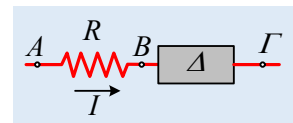


- Να βρεθεί η ισχύς της πηγής, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο παρέχει η πηγή ενέργεια στο εξωτερικό κύκλωμα.
- Με βάση τη συμβατική φορά του ρεύματος, ας υποθέσουμε ότι ένα θετικό φορτίο  $q_1=2\text{C}$ , μεταφέρεται από το A στο B. Να υπολογιστεί η ενέργεια που παίρνει το φορτίο από την πηγή, καθώς και η αύξηση της δυναμικής του ενέργειας κατά τη μετάβαση από το A στο B.
- Στην πραγματικότητα βέβαια τα φορτία που κινούνται στο κύκλωμα είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Ας πάρουμε λοιπόν ένα φορτίο  $q_2=-2\text{C}$  το οποίο μεταφέρεται από το B στο A. Να υπολογιστεί η μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας κατά την παραπάνω μετακίνηση.
- Να υπολογιστεί η ισχύς την οποία μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, στο τμήμα ΑΓ.

#### 15) Ένα τμήμα κυκλώματος και οι ενέργειες

Σαν φύλλο εργασίας

- Στο σχήμα δίνεται ένα τμήμα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, όπου  $R=5\Omega$ , ενώ Δ ένα δίπολο κλεισμένο σε αδιαφανές κουτί (αγνώστου περιεχομένου). Δίνονται τα δυναμικά στα σημεία A, B και Γ,  $V_A=30\text{V}$ ,  $V_B=10\text{V}$  και  $V_\Gamma=-20\text{V}$ .

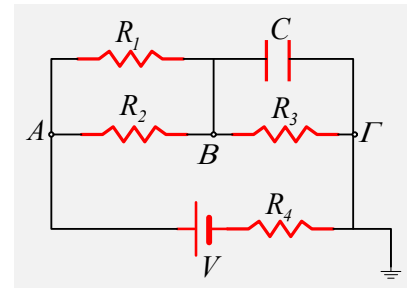


- Ένα φορτίο  $q=2\text{C}$  περνά κάποια στιγμή από το σημείο A. Πόση δυναμική ενέργεια έχει; Πόση θα είναι η δυναμική του ενέργεια μόλις φτάσει στο σημείο B;
  - Κατά την παραπάνω μετακίνηση το ηλεκτρικό πεδίο το εσωτερικό του αγωγού, ασκεί δύναμη πάνω στο φορτίο q. Πόσο είναι το έργο της δύναμης αυτής;
  - Κατά τη μετάβαση αυτή ο αντιστάτης πήρε ή έχασε ενέργεια από το φορτίο και γιατί;
  - Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το τμήμα αυτό.
  - Με ποιο ρυθμό το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει ενέργεια στο τμήμα ΑΓ; Τι θα απογίνει η ενέργεια αυτή;
- Αν οι τιμές των δυναμικών στα σημεία A, B και Γ ήταν  $V_A=30\text{V}$ ,  $V_B=10\text{V}$  και  $V_\Gamma=40\text{V}$ :
    - Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του φορτίου στα σημεία A και Γ, καθώς και το έργο της δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση από το A στο Γ.
    - Με ποιο ρυθμό το ηλεκτρικό ρεύμα παρέχει ενέργεια στο τμήμα ΑΓ; Τι συμβαίνει με την ενέργεια αυτή στα τμήματα AB και ΒΓ;

## Ασκήσεις 2013-2016

### 16) Συνεχές ρεύμα και πυκνωτής.

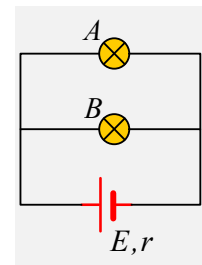
Για το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος δίνονται  $R_1 = R_2 = 8\Omega$ ,  $R_3 = 6\Omega$ ,  $R_4 = 10\Omega$ ,  $C = 10\mu\text{F}$  και  $V = 70\text{V}$ . Ζητούνται:



- i) Η ολική αντίσταση του κυκλώματος.
- ii) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_4$  και το δυναμικό του σημείου B.
- iii) Το φορτίο του πυκνωτή.
- iv) Αν συνδέσουμε με ένα σύρμα χωρίς αντίσταση τους δύο οπλισμούς του πυκνωτή, τι τιμή θα πάρει το δυναμικό στο σημείο B;

### 17) Μια ηλεκτρική πηγή και οι λαμπτήρες.

Δυο όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί αντιστάτες, συνδέονται όπως στο διπλανό κύκλωμα, με μια ηλεκτρική πηγή, η οποία έχει ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$ . Οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά.



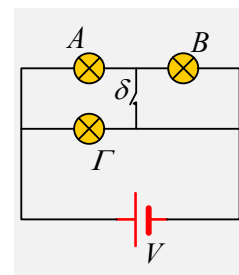
- i) Η τάση κανονικής λειτουργίας κάθε λαμπτήρα είναι:
  - α)  $V_k < E$ ,    β)  $V_k = E$ ,    γ)  $V_k > E$ .

- ii) Αν καεί ο λαμπτήρας B, πώς θα επηρεαστεί η φωτοβολία του λαμπτήρα A;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 18) Η φωτοβολία τριών λαμπτήρων.

Τρεις όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί αντιστάτες, συνδέονται όπως στο διπλανό κύκλωμα. Δίνεται ότι μόνο ένας από αυτούς λειτουργεί κανονικά.

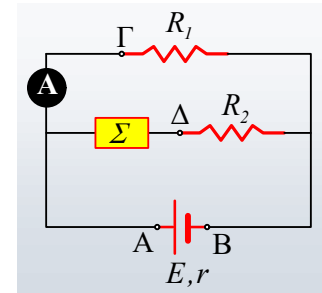


- i) Ποιος είναι αυτός που λειτουργεί κανονικά;
- ii) Τι συμβαίνει με τη λειτουργία των δύο άλλων;
- iii) Αν καεί ο λαμπτήρας B, πώς θα επηρεαστεί η φωτοβολία των υπολοίπων;
- iv) Τι θα συμβεί με τη φωτοβολία των τριών λαμπτήρων, αν κλείσουμε το διακόπτη δ;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

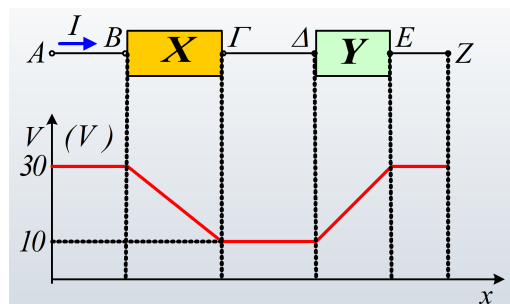
### 19) Η ενέργεια σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Δίνεται το κύκλωμα του διπλανού σχήματος, όπου η πηγή έχει ΗΕΔ  $E=65\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r=1\Omega$ . Οι αντιστάτες έχουν αντιστάσεις  $R_1=8\Omega$  και  $R_2=2\Omega$ , ενώ η συσκευή  $\Sigma$ , δεν είναι ωμικός καταναλωτής. Η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι  $I_1=6\text{A}$ .



- Ποια η τάση στα άκρα του αντιστάτη  $R_1$ , και ποιος ο ρυθμός με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια στον αντιστάτη  $R_1$ .
- Ένα φορτίο  $q=2\text{C}$  μεταφέρεται από το σημείο B στο σημείο A, στο εσωτερικό της πηγής. Να βρεθεί η ενέργεια που κέρδισε το φορτίο κατά την παραπάνω μετακίνησή του. Πόση ενέργεια αντίστοιχα πρόσφερε η πηγή για την μετακίνηση αυτή;
- Πόση ενέργεια παρέχει η πηγή στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=10\text{s}$ ;
- Να υπολογιστεί η ηλεκτρική ενέργεια την οποία καταναλώνει η συσκευή  $\Sigma$  στο παραπάνω χρονικό διάστημα.
- Να βρεθεί η ισχύς της πηγής, αν συνδέσουμε τα σημεία  $\Gamma$  και  $\Delta$  με αγωγό μηδενικής αντιστάσεως.

### 20) Ένα τμήμα κυκλώματος και τα δυναμικά.

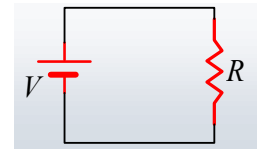


Στο παραπάνω σχήμα δίνεται ένας κλάδος ενός κυκλώματος, το οποίο διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το A στο Z και ακριβώς αποκάτω, η τιμή του δυναμικού κατά την μετακίνησή μας από το σημείο A μέχρι το σημείο Z.

- Πόσο έργο παράγεται από το ηλεκτρικό πεδίο κατά την μετακίνηση ενός σημειακού φορτίου  $q_1=0,1\mu\text{C}$  από το σημείο A στο σημείο B;
- Αν αφήσουμε το σημειακό φορτίο  $q_1$  σε κάποιο σημείο K μεταξύ των A και B, πόση δύναμη θα δεχτεί από το ηλεκτρικό πεδίο;
- Κατά το πέρασμα του φορτίου  $q_1$  μέσα από το αδιαφανές κιβώτιο X, κερδίζει ή χάνει ενέργεια και πόση;
- Μπορείτε να προβλέψετε τι μπορεί να περιέχονται στα κιβώτια X και Y και ποιος ο ρόλος τους στο κύκλωμα;
- Αν ο κλάδος αυτός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $I=2\text{A}$ , να βρεθεί η ενέργεια την οποία πα-

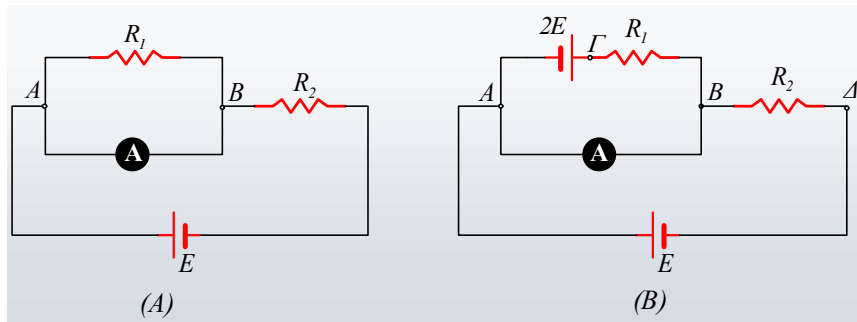
ρέχει το ηλεκτρικό ρεύμα στα κιβώτια X και Y σε χρονικό διάστημα  $t=4s$ .

vi) Δίνεται ότι το παραπάνω τμήμα, είναι στην πραγματικότητα το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Να τοποθετήσετε πάνω στο κύκλωμα αυτό τα σημεία A, B, Γ, Δ, E και Z και να υπολογίσετε τα στοιχεία του κυκλώματος (R και V).



### 21) Δύο κυκλώματα με ένα αμπερόμετρο.

A) Δίνεται το κύκλωμα (A), όπου  $R_1=R_2=R$ .



Το ιδανικό αμπερομέτρο διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

- i)  $E/R$  και φορά προς τα δεξιά.      ii)  $E/R$  και φορά προς τα αριστερά.  
iii)  $E/2R$  και φορά προς τα δεξιά.      iv) Μηδέν

B) Στο κύκλωμα παρεμβάλλεται μια δεύτερη πηγή, όπως στο σχήμα (B).

Το ιδανικό αμπερομέτρο διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

- i)  $E/R$  και φορά προς τα δεξιά.      ii)  $E/R$  και φορά προς τα αριστερά.  
iii)  $2E/R$  και φορά προς τα δεξιά.      iv) Μηδέν

Να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

### 22) Μια Ηλεκτρεγερτική δύναμη σε ένα κύκλωμα.

Αναφερόμενοι για το διπλανό κύκλωμα, με ανοικτό το διακόπτη και ιδανικό το αμπερόμετρο:

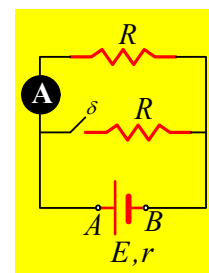
i) Αν το 75% της ενέργειας που προσφέρει στο κύκλωμα η πηγή μεταφέρεται στον αντιστάτη, τότε:

$$\alpha) R=r, \quad \beta) R=2r, \quad \gamma) R=3r.$$

ii) Ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες:

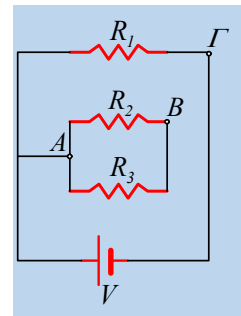
- α) Η τάση  $V_{AB}$  είναι ίση με την ΗΕΔ της πηγής E.  
β) Κατά το πέρασμα του ηλεκτρικού ρεύματος (συμβατική φορά) από το B στο A, η ενέργεια κάθε φορτίου αυξάνεται κατά  $W_1=q_1 \cdot E$ .  
γ) Αν κλείσουμε το διακόπτη δ, η ένδειξη του αμπερομέτρου θα μειωθεί.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.



**23) Πώς συνδέονται οι αντιστάτες;**

Δίνεται το διπλανό κύκλωμα, όπου  $R_1=R_2=R_3=R$ . Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα, δικαιολογώντας τις επιλογές σας.



i) Οι αντιστάτες  $R_2$  και  $R_3$  συνδέονται:

α) παράλληλα, β) σε σειρά, γ) τίποτα από τα δυο.

ii) Η ισοδύναμη (ολική) αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με:

α)  $R$ , β)  $\frac{2}{3}R$ , γ)  $\frac{1}{3}R$

iii) Η πηγή διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

α)  $\frac{V}{3R}$ , β)  $\frac{3V}{2R}$ , γ)  $\frac{V}{R}$

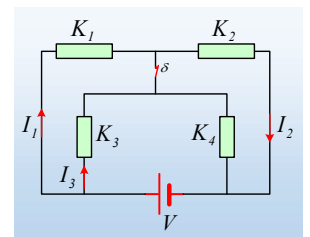
iv) Αν συνδέσουμε με ένα σύρμα χωρίς αντίσταση τα σημεία Β και Γ, τότε η πηγή θα διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

α)  $\frac{3V}{R}$ , β)  $\frac{3V}{2R}$ , γ)  $\frac{V}{R}$

**24) Ένα κύκλωμα με 4 καταναλωτές.**

Στο παραπάνω κύκλωμα η πηγή έχει τάση  $V=50V$ , ενώ  $I_1 = 3A, I_2 = 2A, I_3 = 6A$ .

Η τάση στα άκρα του καταναλωτή  $K_1$  είναι  $V_1=36V$ , με το διακόπτη  $\delta$  κλειστό.



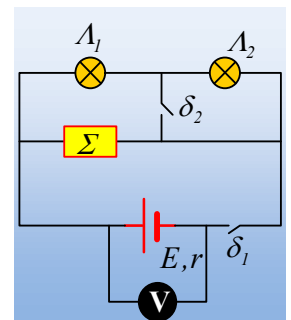
i) Να υπολογιστούν οι υπόλοιπες εντάσεις των ρευμάτων που έχουμε στο κύκλωμα.

ii) Να βρεθούν οι τάσεις στα άκρα των υπολοίπων καταναλωτών.

iii) Αν οι καταναλωτές μας είναι αντιστάτες, να βρεθούν οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέει κάθε αντιστάτη αν ανοίξουμε το διακόπτη  $\delta$ .

**25) Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.**

Στο κύκλωμα του σχήματος οι δυο διακόπτες  $\delta_1$  και  $\delta_2$  είναι ανοικτοί και το ιδανικό βολτόμετρο δείχνει ένδειξη  $100V$ . Οι δυο λαμπτήρες έχουν στοιχεία κανονικής λειτουργίας ( $40V, 80W$ ).



i) Κλείνουμε το διακόπτη  $\delta_1$ . Ποιος λαμπτήρας θα φωτοβολήσει πρώτος ο  $\Lambda_1$  ή ο  $\Lambda_2$ ;

Αν οι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται αντιστάτες, λειτουργούν κανονικά, όπως κανονικά λειτουργεί και η συσκευή  $\Sigma$ , η οποία καταναλώνει ισχύ  $P=240W$ :

ii) Ποια είναι τώρα η ένδειξη του βολτομέτρου;

iii) Να βρεθεί η εσωτερική αντίσταση της πηγής.

iv) Ποιο ποσοστό της ενέργειας που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, μεταφέρεται στη συσκευή  $\Sigma$ ;

ν) Κλείνουμε και το διακόπτη  $\delta_2$ .

α) Τι θα συμβεί με τις φωτοβολίες των δύο λαμπτήρων;

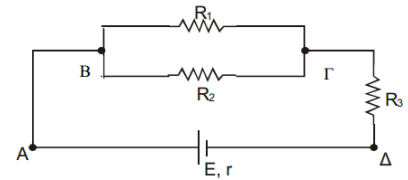
β) Η συσκευή  $\Sigma$  θα συνεχίσει να λειτουργεί κανονικά ή όχι;

Να δικαιολογήστε αναλυτικά τις απαντήσεις σας στα δυο παραπάνω ερωτήματα.

### 26) Το θέμα 15328, Γ.Π. λίγο ... πειραγμένο.

Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος που αποτελείται από μια 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  $R_3 = 5 \Omega$ .

Δίνεται ότι ο αντιστάτης  $R_1$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης,  $I_1 = 2 \text{ A}$ .



i) Ερωτήματα της τράπεζας:

Να υπολογίσετε:

$\Delta_1$ ) την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος,

$\Delta_2$ ) την ηλεκτρική τάση  $V_{B\Gamma}$ ,

$\Delta_3$ ) την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στο εξωτερικό κύκλωμα, σε χρόνο μιας ώρας ( $t = 1 \text{ h}$ )

$\Delta_4$ ) την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής  $E$ .

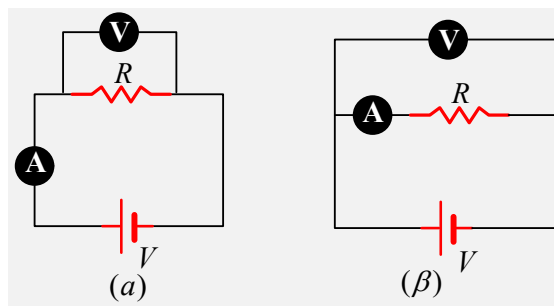
ii) Συνδέουμε το σημείο  $\Gamma$  με σύρμα αμελητέας αντίστασης, με το σημείο  $A$ . Πόση ενέργεια παρέχει η πηγή στο κύκλωμα σε  $7\text{h}$ ;

iii) Συνδέουμε το σημείο  $\Gamma$  με σύρμα αμελητέας αντίστασης, με το σημείο  $\Delta$ . Πόση είναι η πολική τάση της πηγής, στην περίπτωση αυτή;

### 27) Πάμε να μετρήσουμε μια αντίσταση;

Διαθέτουμε έναν αντιστάτη με ονομαστική τιμή αντίστασης  $R=100\Omega$ . Θέλουμε να επιβεβαιώσουμε την τιμή της αντίστασης αυτής πειραματικά. Διαθέτουμε μια πηγή σταθερής τάσης  $V=12\text{V}$ , ένα βολτόμετρο με εσωτερική αντίσταση  $R_v=100\Omega$  και ένα αμπερόμετρο με εσωτερική αντίσταση  $r_A=10\Omega$ .

i) Για την μέτρηση αυτή προτείνονται δυο εναλλακτικές συνδέσεις, όπως φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



Αφού βρείτε τις ενδείξεις των δύο οργάνων, να υπολογιστεί η πειραματική τιμή της αντίστασης  $R_x$ , για

κάθε κύκλωμα.

- ii) Θεωρώντας σωστή την τιμή που αναγράφει ο αντιστάτης ( $R=100\Omega$ ), να βρείτε πόσο % σφάλμα κάνουμε σε κάθε περίπτωση.
- iii) Αν το αμπερόμετρο είχε εσωτερική αντίσταση  $r'_A=1\Omega$ , ποιο από τα παραπάνω κυκλώματα θα μας έδινε καλύτερο αποτέλεσμα (για το βολτόμετρο  $R_V=100\Omega$ );
- iv) Αν το βολτόμετρο είχε εσωτερική αντίσταση  $R'_V=10.000\Omega$ , ποιο κύκλωμα θα προτιμούσατε (για το αμπερόμετρο  $r_A=10\Omega$ );

## 28) Θα φωτοβολεί κανονικά ο λαμπτήρας;

### Με βάση το θέμα 15355...

Ένας αντιστάτης με αντίσταση  $R_1 = 2 \Omega$ , συνδέεται σε σειρά με λαμπτήρα του οποίου οι ενδείξεις κανονικής λειτουργίας είναι  $10 \text{ V} / 25 \text{ W}$ . Παράλληλα στο σύστημα αντιστάτη  $R_1$  και λαμπτήρα, συνδέεται άλλος αντιστάτης με αντίσταση  $R_2 = 3 \Omega$ . Το κύκλωμα τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 3 \Omega$ , που συνδέεται στα άκρα του αντιστάτη  $R_2$ . Θεωρούμε ότι ο λαμπτήρας συμπεριφέρεται σαν ωμικός αντιστάτης.

i) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα.

ii) Να υπολογίσετε:

$\Delta_1$ ) Την αντίσταση του λαμπτήρα.

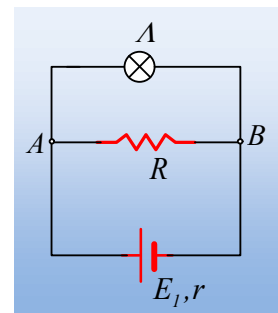
$\Delta_2$ ) Τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος.

$\Delta_3$ ) Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το λαμπτήρα, αν αυτός λειτουργεί κανονικά.

$\Delta_4$ ) Τη τιμή της ΗΕΔ της ηλεκτρικής πηγής,

iii) Αν συνδέσουμε τον παραπάνω λαμπτήρα στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος, όπου  $R=4\Omega$ , ενώ η πηγή έχει ΗΕΔ  $E_1=20\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r_1=3\Omega$ , τότε ο λαμπτήρας θα φωτοβολεί κανονικά ή όχι; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iv) Θέλοντας να αυξήσουμε την φωτοβολία του λαμπτήρα, προτείνεται η αφαίρεση του αντιστάτη  $R$  από το παραπάνω κύκλωμα. Να εξετάσετε αν αυτή είναι μια καλή πρόταση.

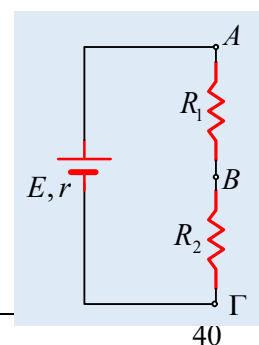


## 29) Το θέμα 15330 Γ.Π. με ...προεκτάσεις.

Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από δυο αντιστάτες με τιμές αντίστασης  $R_1 = 3 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$  και τροφοδοτείται από πηγή με ΗΕΔ  $E = 18 \text{ V}$  και μηδενική εσωτερική αντίσταση ( $r = 0$ , ιδανική πηγή).

i) Τα ερωτήματα της τράπεζας:

Να υπολογίσετε:





Δ<sub>1</sub>) την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος καθώς και την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει,

Δ<sub>2</sub>) το λόγο των τάσεων  $\frac{V_{AB}}{V_{BF}}$ .

Συνδέουμε παράλληλα με τον αντιστάτη R<sub>2</sub>, μια θερμική συσκευή με χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας 12V/24W.

Δ<sub>3</sub>) Αφού σχεδιάσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα που προκύπτει μετά την σύνδεση της συσκευής, να υπολογίσετε την ωμική της αντίσταση καθώς και την ένταση του ρεύματος κανονικής της λειτουργίας.

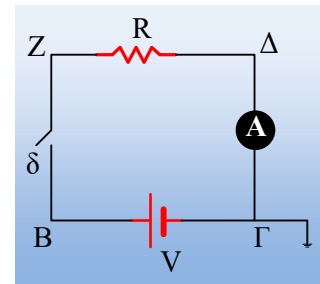
Δ<sub>4</sub>) Να ελέγξετε αν η συσκευή λειτουργεί κανονικά μετά τη σύνδεσή της στο παραπάνω κύκλωμα.

ii) Αν η συσκευή δεν είναι θερμική (πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορείτε να εφαρμόσετε το νόμο του Ohm, αφού δεν θεωρείται ωμικός αντιστάτης), να ελέγξετε αν θα λειτουργήσει κανονικά μετά τη σύνδεσή της στο κύκλωμα.

iii) Αν η συσκευή μετά τη σύνδεσή της στο κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης I<sub>σ</sub>=1A, να βρείτε την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.

### 30) Τάσεις, δυναμικά και μια μέτρηση.

Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος, οι αγωγοί σύνδεσης δεν έχουν αντίσταση, ενώ το σημείο Γ συνδέεται με τη Γη. Δίνονται ακόμη ότι R=8Ω και V=4V, ενώ ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.



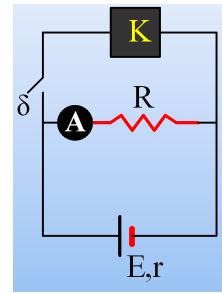
- i) Στο σημείο Γ λέμε ότι υπάρχει γείωση. Αλλά στην περίπτωση των κυκλωμάτων «βολεύει» να θεωρούμε ότι το δυναμικό της Γης είναι μηδέν (αντί να ...τρέχουμε στο άπειρο!). Με βάση το δεδομένο αυτό, να υπολογίσετε τα δυναμικά στα σημεία B, Δ και Z.
- ii) Πόση είναι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του διακόπτη και πόση πρόκειται να γίνει, αν κλείσουμε το διακόπτη δ;
- iii) Στην περίπτωση που κλείναμε το διακόπτη, ποια θα περιμέναμε να ήταν η ένδειξη του αμπερομέτρου;
- iv) Κλείνουμε το διακόπτη και διαπιστώνουμε ότι το αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη 0,4 A. Να δώσετε μια ερμηνεία και να εξηγήσετε αν το αμπερόμετρο είναι ιδανικό ή όχι.
- v) Να υπολογίσετε ξανά τα δυναμικά στα σημεία B, Γ, Δ και Z.
- vi) Μιλώντας με βάση τη συμβατική φορά του ρεύματος ένα φορτίο q=2C, μετακινείται:
  - α) Από το Δ στο Γ,
  - β) Από το Γ στο B.

Αφού υπολογίσετε την δυναμική ενέργεια του παραπάνω φορτίου στα σημεία B, Γ και Δ, να υπολογίσετε το έργο που παράγεται από το ηλεκτρικό πεδίο στις δυο παραπάνω μετακινήσεις.

Τι μετράνε τα παραπάνω έργα;

**31) Κύκλωμα με πηγή και έναν καταναλωτή.**

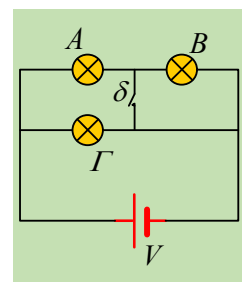
Στο κύκλωμα του σχήματος η πηγή έχει ΗΕΔ  $E=40V$  και εσωτερική αντίσταση  $r=2\Omega$ . Με το διακόπτη ανοικτό, το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $5A$ .



- Τι ποσοστό της ισχύος που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα μετατρέπεται σε θερμότητα στον αντιστάτη  $R$ ;
- Κλείνουμε το διακόπτη και η ένδειξη του αμπερομέτρου γίνεται  $4A$ . Να βρεθεί η ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, καθώς και η ενέργεια που παρέχει το ηλεκτρικό ρεύμα στο αδιαφανές κιβώτιο (δεν γνωρίζουμε τι ακριβώς περιέχει, απλά είναι ένας καταναλωτής  $K$ ) σε χρονικό διάστημα  $20$  λεπτών, σε  $kWh$ .

**32) Η φωτοβολία τριών λαμπτήρων.**

Τρεις όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί αντιστάτες, συνδέονται όπως στο διπλανό κύκλωμα. Δίνεται ότι μόνο ένας από αυτούς λειτουργεί κανονικά.

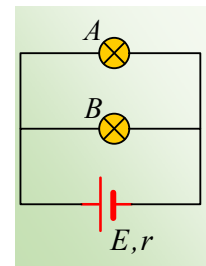


- Ποιος είναι αυτός που λειτουργεί κανονικά;
- Τι συμβαίνει με τη λειτουργία των δύο άλλων;
- Αν καεί ο λαμπτήρας  $B$ , πώς θα επηρεαστεί η φωτοβολία των υπολοίπων;
- Τι θα συμβεί με τη φωτοβολία των τριών λαμπτήρων, αν κλείσουμε το διακόπτη  $\delta$ ;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

**33) Μια ηλεκτρική πηγή και οι λαμπτήρες.**

Δυο όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί αντιστάτες, συνδέονται όπως στο διπλανό κύκλωμα, με μια ηλεκτρική πηγή, η οποία έχει ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$ . Οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά.



- Η τάση κανονικής λειτουργίας κάθε λαμπτήρα είναι:

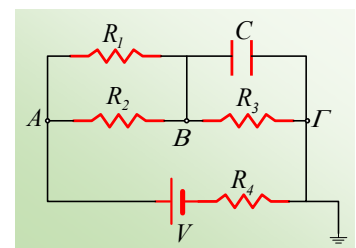
$$\alpha) V_K < E, \quad \beta) V_K = E, \quad \gamma) V_K > E.$$

- Αν καεί ο λαμπτήρας  $B$ , πώς θα επηρεαστεί η φωτοβολία του λαμπτήρα  $A$ ;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

**34) Συνεχές ρεύμα και πυκνωτής.**

Για το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος δίνονται  $R_1 = R_2 = 8\Omega$ ,  $R_3 = 6\Omega$ ,  $R_4 = 10\Omega$ ,  $C = 10\mu F$  και  $V = 70V$ . Ζητούνται:

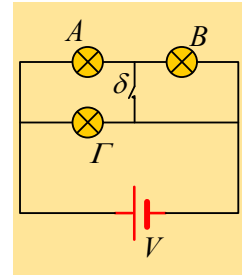


- Η ολική αντίσταση του κυκλώματος.
- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_4$  και το δυναμικό του σημείου  $B$ .
- Το φορτίο του πυκνωτή.

iv) Αν συνδέσουμε με ένα σύρμα χωρίς αντίσταση τους δύο οπλισμούς του πυκνωτή, τι τιμή θα πάρει το δυναμικό στο σημείο B;

### 35) Η φωτοβολία τριών λαμπτήρων.

Τρεις όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί αντιστάτες, συνδέονται όπως στο διπλανό κύκλωμα. Δίνεται ότι μόνο ένας από αυτούς λειτουργεί κανονικά.

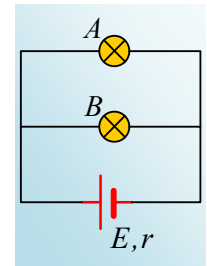


- Ποιος είναι αυτός που λειτουργεί κανονικά;
- Τι συμβαίνει με τη λειτουργία των δύο άλλων;
- Αν καεί ο λαμπτήρας B, πώς θα επηρεαστεί η φωτοβολία των υπολοίπων;
- Τι θα συμβεί με τη φωτοβολία των τριών λαμπτήρων, αν κλείσουμε το διακόπτη δ;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 36) Μια ηλεκτρική πηγή και οι λαμπτήρες.

Δυο όμοιοι λαμπτήρες, οι οποίοι θεωρούνται ωμικοί αντιστάτες, συνδέονται όπως στο διπλανό κύκλωμα, με μια ηλεκτρική πηγή, η οποία έχει ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$ . Οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά.



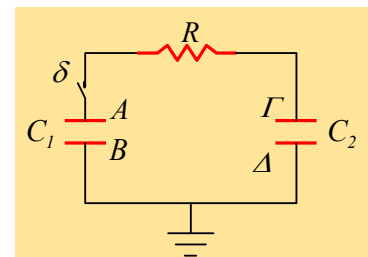
- Η τάση κανονικής λειτουργίας κάθε λαμπτήρα είναι:
  - $V_{\kappa} < E$ ,
  - $V_{\kappa} = E$ ,
  - $V_{\kappa} > E$ .

ii) Αν καεί ο λαμπτήρας B, πώς θα επηρεαστεί η φωτοβολία του λαμπτήρα A;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

### 37) Δύο πυκνωτές συνδέονται μέσω αντιστάτη.

Στο σχήμα ο πυκνωτής  $C_1$  με χωρητικότητα  $C_1 = 4\mu\text{F}$  έχει φορτίο  $200\mu\text{C}$ , με θετικό τον A οπλισμό, ενώ ο  $C_2 = 2\mu\text{F}$  είναι αφόρτιστος. Ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοικτός και ο αντιστάτης έχει αντίσταση  $R = 10\Omega$ .



- Να βρεθούν τα δυναμικά των οπλισμών A, B, Γ και Δ.
- Κάποια στιγμή  $t=0$  κλείνουμε τον διακόπτη  $\delta$ . Αμέσως μετά:
  - Ποια τα δυναμικά τώρα των οπλισμών και για ποιο λόγο ο πρώτος πυκνωτής θα αρχίσει να εκφορτίζεται; Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο "χάνει" φορτίο ο πρώτος πυκνωτής.
  - Με ποιο ρυθμό μεταβάλλεται η ενέργεια του πυκνωτή  $C_1$  και με ποιο ρυθμό παράγεται θερμότητα πάνω στον αντιστάτη;
- Σε μια στιγμή  $t_1$  ο πυκνωτής  $C_1$  έχει φορτίο  $160\mu\text{C}$ . Για τη στιγμή αυτή:
  - Με ποιο ρυθμό μεταφέρεται φορτίο μέσω του αντιστάτη στον δεύτερο πυκνωτή;
  - Με ποιο ρυθμό τροφοδοτεί το κύκλωμα με ενέργεια ο πρώτος πυκνωτής και με ποιο ρυθμό αυξάνεται η ενέργεια του δεύτερου;

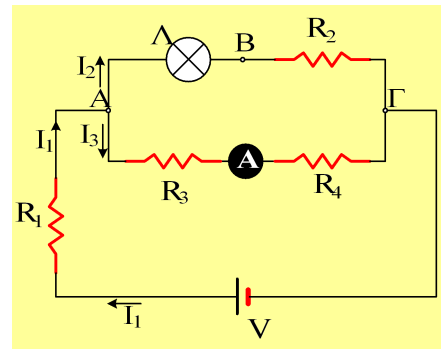


## Ασκήσεις μέχρι τέλους του 2012

### 38) Λειτουργία συσκευής και αλλαγές κυκλώματος.

Στο παρακάτω κύκλωμα ο λαμπτήρας  $\Lambda$  λειτουργεί κανονικά, όταν  $V=70V$ ,  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $R_3=6\Omega$ ,  $R_4=4\Omega$ , ενώ η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι 4A.

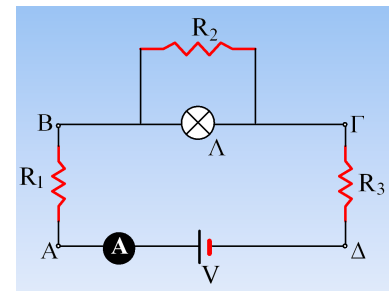
- i) Να βρεθεί η τάση  $V_{AB}$  και η ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης  $R_1$ .
- ii) Τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα.
- iii) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου, αν ξεβιδώσουμε τον λαμπτήρα από την βάση του και τον αφαιρέσουμε από το κύκλωμα.
- iv) Αντί να ξεβιδώσουμε τον λαμπτήρα, συνδέουμε με ένα αγωγό χωρίς αντίσταση τα σημεία A και B. Ποια θα είναι τώρα η ένδειξη του αμπερομέτρου;



### 39) Νόμος του Ohm και κανόνες του Kirchhoff.

Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=24\Omega$ ,  $R_3=10\Omega$ , η τάση της πηγής  $V=60V$ , ενώ το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη  $I=2,4$  A.

- i) Να βρεθούν οι τάσεις  $V_{AB}$ ,  $V_{BG}$  και  $V_{\Gamma\Delta}$ .
- ii) Να βρεθούν οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τον αντιστάτη με αντίσταση  $R_2$  και τον λαμπτήρα  $\Lambda$ .
- iii) Να υπολογίσετε την αντίσταση του λαμπτήρα  $\Lambda$ .

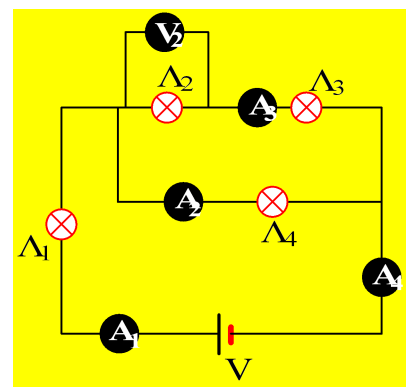


### 40) Κανόνες Kirchhoff.

Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα, όπου η ηλεκτρική πηγή έχει στους πόλους της τάση  $V=40V$ .

Η ένδειξη του αμπερομέτρου  $A_1$  είναι 5 A, ενώ του  $A_3=2$  A. Εξάλλου η τάση στα άκρα του λαμπτήρα  $\Lambda_2$  είναι  $V_2=8V$ . Με την βοήθεια ενός βολτομέτρου μετράμε την τάση στα άκρα του λαμπτήρα  $\Lambda_3$  και την βρίσκουμε  $V_3=10V$ .

- iii) Ποιες οι ενδείξεις των υπολοίπων αμπερομέτρων;
- iv) Να συνδέσετε στο παραπάνω κύκλωμα δύο βολτόμετρα που να με-



τρένε τις τάσεις στα άκρα των λαμπτήρων  $\Lambda_1$  και  $\Lambda_2$ .

- v) Να βρεθούν οι τάσεις στα άκρα κάθε λαμπτήρα;  
 vi) Πόσα ηλεκτρόνια περνάνε σε ένα δευτερόλεπτο από το αμπερόμετρο  $A_3$ ; Αν διαθέταμε έναν μετρητή, ο οποίος να μπορούσε να μετρήσει 1000 ηλεκτρόνια το δευτερόλεπτο, πόσο χρόνο θα χρειαζόταν για να μετρήσει τον παραπάνω αριθμό ηλεκτρονίων;

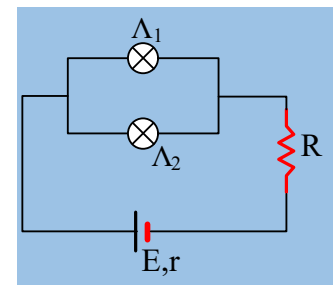
Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου  $|q_e|=1,6 \cdot 10^{-19}C$ , ενώ τα όργανα είναι ιδανικά και η παρουσία τους δεν μεταβάλλουν τα δεδομένα (τάσεις-εντάσεις) του κυκλώματος.

#### 41) Ένα κύκλωμα με λαμπτήρες.

Οι λαμπτήρες του κυκλώματος έχουν στοιχεία κανονικής λειτουργίας (20V,40W) και λειτουργούν κανονικά. Δίνονται ακόμη  $R=4\Omega$  και η πηγή έχει ΗΕΔ  $E=40V$ .

- i) Να βρεθεί η εσωτερική αντίσταση της πηγής.  
 ii) Τι ποσοστό της παρεχόμενης από τη πηγή ενέργειας, μεταφέρεται στον λαμπτήρα  $\Lambda_1$ ;  
 iii) Ξεβιδώνουμε τον λαμπτήρα  $\Lambda_2$  από τη βάση του. Τότε:  
 α) Η συνολική αντίσταση του κυκλώματος μειώνεται.  
 β) Η τάση στα άκρα του λαμπτήρα  $\Lambda_1$  παραμένει σταθερή και ίση με 20V.  
 γ) Ο λαμπτήρας  $\Lambda_1$  κινδυνεύει να καεί.  
 δ) Η ισχύς της πηγής αυξάνεται.

Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λανθασμένες τις παραπάνω προτάσεις.



#### 42) Διαφορά δυναμικού σε αγωγό σύνδεσης.

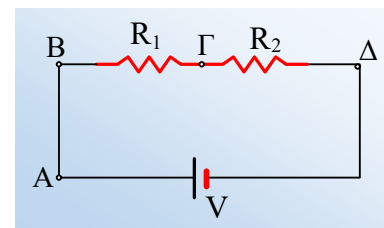
Έστω το παρακάτω κύκλωμα.

Ερώτηση 1<sup>η</sup>:

Ξέρουμε ότι, για να διαρρέεται από ρεύμα ένας αγωγός, θα πρέπει να υπάρχει διαφορά δυναμικού στα άκρα του. Πόση είναι όμως η διαφορά δυναμικού, μεταξύ των σημείων A και B του παραπάνω κυκλώματος; Δεν είναι μηδέν; Τότε πώς το παραπάνω τμήμα διαρρέεται από ρεύμα;

Ερώτηση 2<sup>η</sup>:

Αν συνδέσουμε με ένα σύρμα τα σημεία B και Γ, θα περάσει όλο το ρεύμα από το σύρμα και δεν θα περάσει καθόλου ρεύμα από τον αντιστάτη  $R_1$ ;



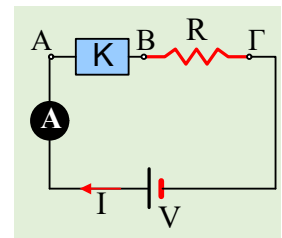
#### 43) Μια ηλεκτρική εγκατάσταση.

Ένα μικρό εξοχικό σπίτι ενός δωματίου, τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ με τάση  $V=220V$ . Στο σπίτι αυτό έχει συνδεθεί μια ηλεκτρική κουζίνα ισχύος 1,8kW, ένας ηλεκτρικός θερμοσίφωνα ισχύος 2,5kW και ένα πολύφωτο με 6 λαμπτήρες των 100W.

- i) Να σχεδιάσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα του σπιτιού, στο οποίο να συμπεριλάβετε: Διακόπτες, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι λάμπες θα πρέπει να μπορούν να ανάβουν ανά τρεις, αλλά και ασφάλειες για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης.  
Να τοποθετήσετε επίσης μια γενική ασφάλεια και έναν γενικό διακόπτη, για να μπορείτε να φεύγετε «κλείνοντας» το ρεύμα.
- ii) Αν στο εμπόριο μπορείτε να βρείτε ασφάλειες των 2 A, 4 A, 10 A, 15 A, 20 A, 25 A και 30 A, τι ασφάλειες θα αγοράζατε για την εγκατάσταση;
- iii) Πηγαίνοντας να αγοράσετε καλώδια (αγωγούς σύνδεσης), ο καταστηματάρχης σας ρωτά τι είδους καλώδιο θέλετε; Τι νόημα έχει μια τέτοια ερώτηση; Έχει νομίζετε σημασία αν πάρετε χονδρά ή λεπτά σύρματα; Λάβετε υπόψη σας ότι όσο πιο χονδρό είναι το καλώδιο, τόσο ακριβότερο είναι.

#### 44) Ηλεκτρική πηγή και ηλεκτρικός καταναλωτής.

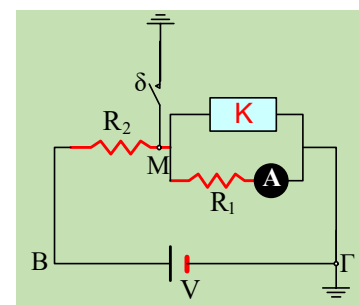
Για το παρακάτω κύκλωμα δίνεται ότι  $R=8\Omega$ ,  $V=30V$ , ενώ η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι 5A.



- i) Να βρεθεί η τάση  $V_{B\Gamma}$ . Ένα φορτίο  $q=1C$  μετακινείται από το σημείο B στο σημείο Γ. Κερδίζει ή χάνει ενέργεια κατά τη μετακίνηση αυτή το φορτίο και πόση;
- ii) Εφαρμόστε το 2<sup>ο</sup> νόμο του Kirchhoff στο κύκλωμα για να υπολογίσετε την τάση  $V_{AB}$ . Κερδίζει ή χάνει ενέργεια κατά τη μετακίνηση αυτή το φορτίο και πόση;
- iii) Τι μπορεί να υπάρχει μέσα στο αδιαφανές κιβώτιο K, ένα μοτέρ ή μια μπαταρία;

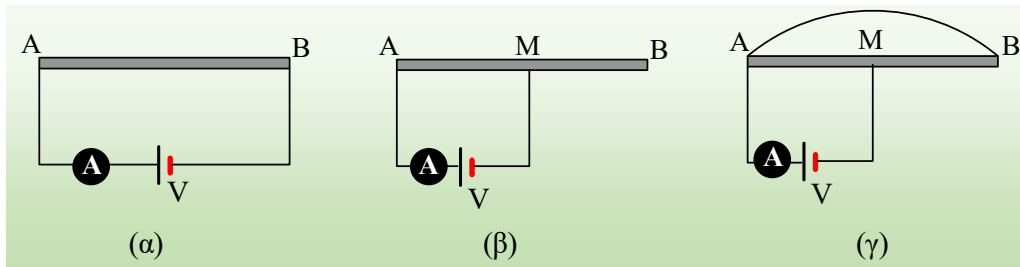
#### 45) Δυναμικά και ηλεκτρική ενέργεια.

Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται  $V=60V$ ,  $R_1=4\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ , ενώ το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη 5A.



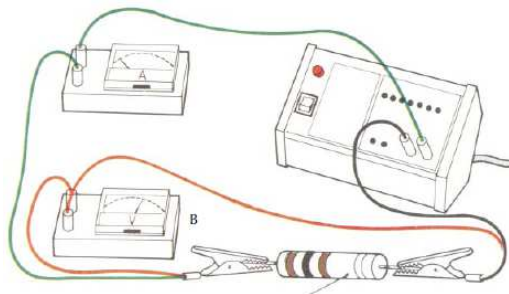
- i) Να βρεθεί η τάση στα άκρα του αντιστάτη  $R_1$  και το δυναμικό του σημείου M.
- ii) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$ ;
- iii) Να βρεθεί η ισχύς του ρεύματος που διαρρέει τον καταναλωτή K.
- iv) Ένα φορτίο  $q=1C$  μετακινείται στο κύκλωμα, Να βρεθεί η δυναμική του ενέργεια στις θέσεις Γ, B και M.
- v) Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ. Με ποιο ρυθμό παράγεται θερμότητα πάνω στον αντιστάτη  $R_2$ ;

#### 46) Αντίσταση αγωγού και ένταση ρεύματος.



Στο κύκλωμα (α) το ιδανικό αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη 5 A. Με δεδομένο ότι οι αγωγοί σύνδεσης δεν παρουσιάζουν αντίσταση (αντίσταση παρουσιάζει μόνο ο ομογενής κυλινδρικός αγωγός AB), να βρείτε την ένδειξη του αμπερομέτρου στα κυκλώματα (β) και (γ), αν το σημείο M είναι το μέσον του AB.

#### 47) Ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα.



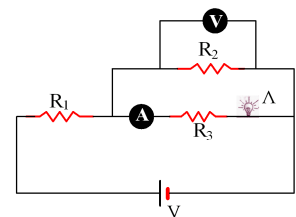
Δίνεται το κύκλωμα που συναρμολογήσαμε στο εργαστήριο (το μεγάλο κουτί στην εικόνα είναι ένα τροφοδοτικό, το οποίο να αντιμετωπίσετε σαν μια πηγή συνεχούς τάσης).

- Σχεδιάστε το κύκλωμα.
- Αν η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι 0,4 A και του βολτομέτρου 2V, να υπολογίσετε την αντίσταση του αντιστάτη, θεωρώντας το βολτόμετρο ιδανικό.
- Αν η τάση που μας παρέχει το τροφοδοτικό είναι 2,2V, να βρείτε την εσωτερική αντίσταση του αμπερομέτρου.

#### 48) Αντίσταση λαμπτήρα.

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $R_1=8\Omega$ ,  $R_2=15\Omega$ ,  $R_3=4\Omega$ , ενώ το αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη 3 A και το βολτόμετρο 30V. Τα όργανα είναι ιδανικά.

- Να βρεθεί η αντίσταση του λαμπτήρα και η τάση της πηγής.
- Ποια η ολική αντίσταση στο κύκλωμα;



#### 49) Τάση και διαφορά δυναμικού.

Στο νόμο του Ohm  $I = \frac{V}{R}$ , V είναι η τάση στα άκρα της αντίστασης. Η τάση αυτή είναι πάντα θετική. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων μπορεί να είναι θετική ή αρνητική ανάλογα για ποια σημεία μιλάμε.

Έτσι στο κύκλωμα του σχήματος έχουμε  $V=IR$ , ενώ:



$$V_A - V_B = IR \text{ και}$$

$$V_B - V_A = -IR.$$

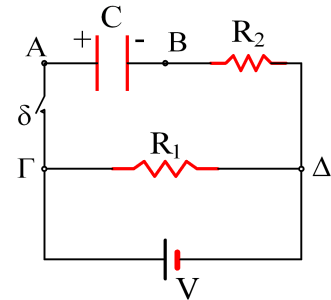


Ας δούμε μια εφαρμογή:

### Εφαρμογή:

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $R_1=2\Omega$ ,  $R_2=1\Omega$  και  $V=4V$ . Ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $10\mu F$  και είναι φορτισμένος με φορτίο  $q=80\mu C$ , με πολικότητα όπως στο σχήμα. Ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοικτός.

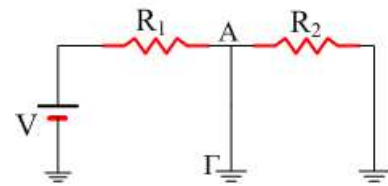
- i) Να βρεθούν οι τάσεις  $V_{AB}$ ,  $V_{\Gamma\Delta}$  και  $V_{BA}$ .
- ii) Σε μια στιγμή  $t=0$ , κλείνουμε τον διακόπτη  $\delta$ . Αμέσως μετά να βρεθούν:
  - a) Οι τάσεις  $V_{AB}$ ,  $V_{\Gamma\Delta}$  και  $V_{BA}$ .
  - b) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$ .
  - c) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.



### 50) Κύκλωμα με γειώσεις.

Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται  $V=10V$ ,  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$ .

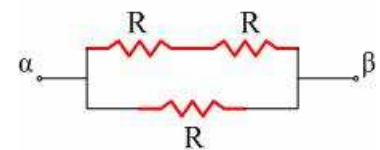
- i) Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.
- ii) Αν μεταξύ του σημείου A και της Γης συνδέσουμε έναν αντιστάτη με αντίσταση  $R_3=20\Omega$ , να βρείτε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος.



### 51) Μέγιστη ισχύς σε τμήμα κυκλώματος.

Δίνεται το τμήμα αβ ενός κυκλώματος, όπου  $R=5\Omega$ .

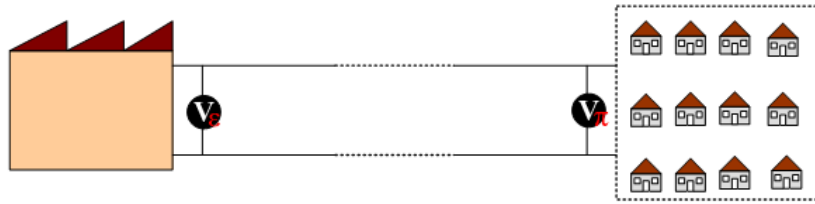
Αν η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς για κάθε λαμπτήρα ξεχωριστά είναι  $45W$ , να βρεθεί η μέγιστη ισχύς που μπορεί να καταναλωθεί στο τμήμα αυτό αβ.



### 52) Μεταφορά Ηλεκτρικής ενέργειας.

Θέλουμε να μεταφέρουμε μια ορισμένη ηλεκτρική ενέργεια από το εργοστάσιο παραγωγής, στον τόπο κατανάλωσης π.χ. μια πόλη. Η τάση στην κατανάλωση είναι χαμηλή  $220V-230V$ . Αυτή είναι η τάση με την οποία στέλνεται η ενέργεια αυτή; Προφανώς όχι. Όλοι έχουμε παρατηρήσει τους πυλώνες «υψηλής τάσης» και κάπου έχουμε ακούσει για τους μετασχηματιστές. Προφανώς το ηλεκτρικό ρεύμα που χρησιμοποιούμε είναι εναλλασσόμενο, αλλά ας δούμε με ένα παράδειγμα από το συνεχές ρεύμα τι ακριβώς πρόβλημα υπάρχει κατά την μεταφορά της ενέργειας και γιατί επιβάλλεται η μεταφορά αυτή να γίνει υπό μεγάλη τάση.

### Παράδειγμα:



Από το εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα αποσταλεί μια ισχύς  $100\text{kW}$ , στην διπλανή πόλη. Τα σύρματα μεταφοράς παρουσιάζουν αντίσταση  $R_s=4\Omega$ . Η ηλεκτρική αυτή ισχύς μεταφέρεται υπό τάση (στην έξοδο του εργοστασίου):

A)  $V_1=1.000\text{V}$  και B)  $V_1=10.000\text{V}$

Να υπολογιστούν για κάθε περίπτωση:

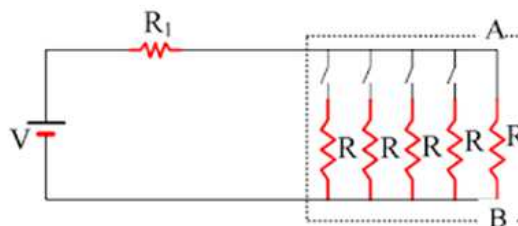
- i) Η ένταση του ρεύματος
- ii) Η ισχύς που φτάνει στην πόλη.
- iii) Το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα πάνω στους αγωγούς μεταφοράς.
- iv) Ποια η τάση με την οποία «φτάνει» η παραπάνω ισχύς στην πόλη; Ποια η πτώση τάσης πάνω στα σύρματα μεταφοράς;

Να σχολιαστούν τα αποτελέσματα.

### 53) Υπερκατανάλωση και πτώση τάσης.

Πολλές φορές, λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου λέμε ότι παρουσιάζεται πτώση τάσης. Τι σημαίνει αυτό; Γιατί οι λάμπες μας δεν φωτίζουν στην περίπτωση αυτή;

Ας δούμε ένα παράδειγμα.



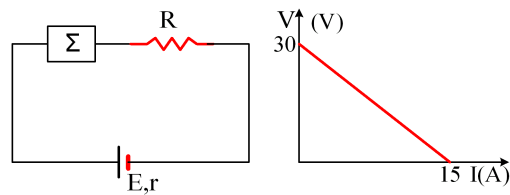
Δίνεται το παρακάτω κύκλωμα όπου οι αγωγοί που συνδέουν τη πηγή με τους καταναλωτές έχουν αντίσταση  $R_1=1\Omega$ , ενώ οι καταναλωτές μας είναι ωμικοί καταναλωτές με στοιχεία κανονικής λειτουργίας ( $100\text{V}-1000/9\text{W}$ ).

Αν  $V=100\text{V}$ :

- i) Με ανοικτούς τους διακόπτες ποια η τάση  $V_{AB}$  και πόση είναι η ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης μεταξύ των AB;
- ii) Αν κλείσουμε όλους τους διακόπτες ποια η αντίστοιχη τάση  $V_{AB}$  και η ισχύς του κάθε αντιστάτη;

### 54) Λειτουργία συσκευής

Μια συσκευή  $\Sigma$  έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας (40W-20V) και για να λειτουργήσει κανονικά, συνδέεται μέσω αντιστάτη αντίστασης  $R$  με τους πόλους μιας πηγής, όπως στο παρακάτω κύκλωμα. Στο διπλανό σχήμα δίνεται η χαρακτηριστική της πηγής.



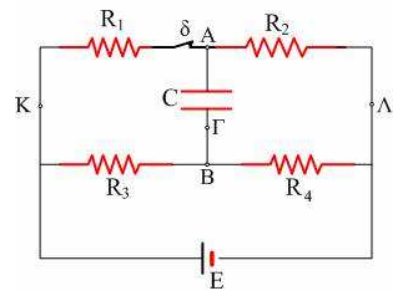
- Να υπολογίσετε την τιμή της αντίστασης  $R$
- Τι ποσοστό της ισχύος που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, μεταφέρεται στη συσκευή;
- Αν βραχυκυκλώσουμε τη συσκευή, πόση ενέργεια θα προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα σε 20 λεπτά μετρημένη σε Wh;

### 55) Μην ανοίγεις τον διακόπτη, τα πράγματα δυσκολεύουν...

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=25\Omega$ ,  $R_3=R_4=10\Omega$ ,  $E=60V$ , ( $r=0$ ),  $C=5\mu F$  και ο διακόπτης  $\delta$  είναι κλειστός. Ζητούνται:

- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και το φορτίο του πυκνωτή.
- Σε μια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta$ . Πόσα ηλεκτρόνια και με ποια φορά θα περάσουν από την διατομή του σύρματος στο σημείο  $\Gamma$ ;

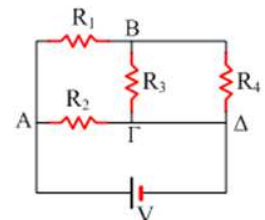
Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}C$ .



### 56) Σύνδεση αντιστάσεων και εφαρμογή του νόμου Ohm.

Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται  $R_1=15\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$ ,  $R_3=10\Omega$ ,  $R_4=10\Omega$  και  $V=40V$ .

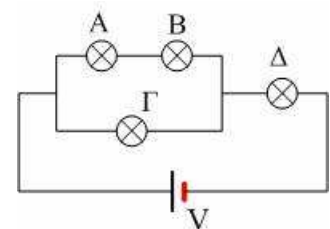
- Ποια η ολική αντίσταση του κυκλώματος;
- Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.



### 57) Θα μάθουμε αν λειτουργούν σωστά οι λάμπες;

Οι λαμπτήρες A, B, Γ και Δ του σχήματος είναι όμοιοι.

- Αν ο λαμπτήρας Γ λειτουργεί κανονικά, ποιος κινδυνεύει να καεί, ο A ή ο Δ;
- Αν ο Δ λειτουργεί κανονικά:
  - θα λειτουργεί κανονικά και ο λαμπτήρας Γ ή όχι;
  - Ποιος λαμπτήρας από τους άλλους τρεις φωτοβολεί περισσότερο;
- Αν ξεβιδωθεί ο λαμπτήρας B, τι θα συμβεί με την φωτοβολία των υπολοίπων;

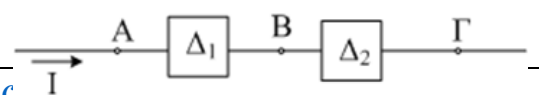


### 58) Τμήμα κυκλώματος, δίπολα και ισχύς ρεύματος

Τα δυναμικά στα σημεία A, B, Γ είναι αντίστοιχα 10V, 30V

Συνεχές ρεύμα

[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)



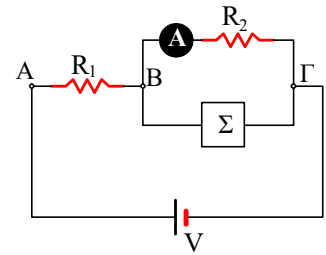
και 24V. Το τμήμα αυτό διαρρέεται από ρεύμα από το A προς το B εντάσεως 2A.

- Βρείτε τη δυναμική ενέργεια ενός φορτίου 2C, στα σημεία A, B και Γ.
- Τι νομίζετε ότι μπορεί να είναι το δίπολο  $\Delta_1$  και ποιος ο ρόλος του στο κύκλωμα;
- Τι νομίζετε ότι μπορεί να είναι το δίπολο  $\Delta_2$  και ποιος ο ρόλος του στο κύκλωμα;
- Ποια η ισχύς του ρεύματος στο τμήμα ΑΓ;

### 59) Ηλεκτρική ενέργεια.

Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $V=50V$  ενώ η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι 2A. Να βρεθούν:

- Οι τάσεις  $V_{BG}$  και  $V_{AB}$ .
- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή, καθώς και αυτή που διαρρέει τη συσκευή Σ
- Την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει κάθε ένα στοιχείο του κυκλώματος σε χρονικό διάστημα  $t=2s$ .



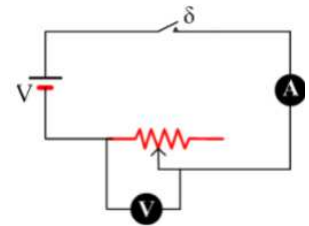
### 60) Εργαστηριακή άσκηση στο ηλεκτρικό ρεύμα.

Ένα φύλλο εργασίας από [εδώ](#) για μια εργαστηριακή άσκηση δύο διδακτικών ωρών, πάνω στο Ηλεκτρικό ρεύμα.

Το φύλλο αυτό έχει μεγαλύτερη έκταση από ό,τι περιέχει η υποχρεωτική άσκηση, αλλά λόγω μείωσης της διδακτέας ύλης, νομίζω ότι μπορούμε να αφιερώσουμε λίγο περισσότερο χρόνο.

Στην ύλη μας βέβαια δεν περιλαμβάνονται η μεταβλητή αντίσταση και ο κινητήρας.

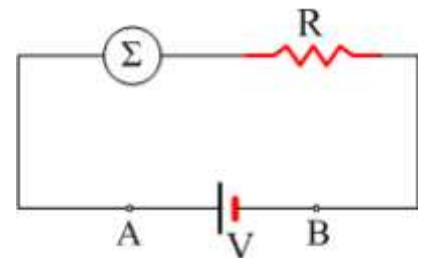
Νομίζω στο εργαστήριο μπορούμε να ασχοληθούμε και με τα δύο. Άλλωστε θεωρώ ότι είναι καλό να δουν και μια περίπτωση οι μαθητές που η ηλεκτρική ενέργεια να μην μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε θερμότητα.....



### 61) Ερώτηση σε κύκλωμα με πηγή και συσκευή.

A) Για το παραπάνω κύκλωμα ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος.

- Το γινόμενο  $V_{\pi}I$  είναι μεγαλύτερο από το γινόμενο  $EI$ .
- Το γινόμενο  $EI$  δίνει την ολική ηλεκτρική ισχύ του κυκλώματος.
- Το γινόμενο  $V_{\pi}I$  δίνει την ηλεκτρική ισχύ που απορροφά ο αντιστάτης R.
- Η διαφορά  $EI - V_{\pi}I$  δίνει την ισχύ που μετατρέπεται σε θερμότητα μέσα στην γεννήτρια.
- Η τάση στα άκρα του αντιστάτη και η τάση στα άκρα της συσκευής δίνουν άθροισμα την ΗΕΔ της πηγής.



B) Αν από το κύκλωμα αφαιρέσουμε τη συσκευή:

- Η ΗΕΔ E της πηγής θα αλλάξει.

- ii) Το κύκλωμα θα διαρρέεται από την ίδια ένταση ρεύματος.
- iii) Η πολική τάση  $V_{\text{πολ}}=V_{AB}$  θα αλλάξει.
- iv) Η ισχύς που παρέχει η γεννήτρια, θα παραμείνει σταθερή, οπότε μεγαλύτερη ισχύς θα μετατρέπεται τώρα σε θερμική στον αντιστάτη.

Γ) Αν συνδέσουμε με ένα σύρμα τα σημεία A και B, τότε ο αντιστάτης δεν διαρρέεται από ρεύμα.

Δ) Αν συνδέσουμε με ένα σύρμα τα σημεία A και B, τότε η γεννήτρια δεν διαρρέεται από ρεύμα.

### 62) Φωτοβολία λαμπτήρων.

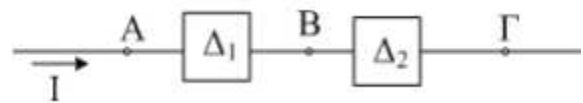
Στο διπλανό κύκλωμα συνδέονται τρεις όμοιοι λαμπτήρες.



- i) Να συγκρίνετε τις φωτοβολίες των λαμπτήρων.
- ii) Αν βγάλουμε από τη βάση της την A λάμπα, πώς θα μεταβληθεί η φωτοβολία των άλλων λαμπτήρων;
- iii) Αν βγάλουμε από τη βάση της την λάμπα Γ, πώς μεταβάλλεται η φωτοβολία των άλλων; Πώς μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από τα σημεία 1,2,3;
- iv) Αν συνδέσουμε με σύρμα τα σημεία τα σημεία 1 και 2 πώς μεταβάλλεται η φωτοβολία των λαμπτήρων; Πόση είναι τώρα η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων 1 και 2;
- v) Αν συνδέσουμε με σύρμα τα σημεία τα σημεία 2 και 3 πώς μεταβάλλεται η φωτοβολία των λαμπτήρων; Πόση είναι τώρα η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων 2 και 3;
- vi) Αν συνδέσουμε παράλληλα με τη λάμπα Γ μια άλλη όμοια λάμπα, πώς θα μεταβληθεί η φωτοβολία των λαμπτήρων; Πώς μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από το σημείο 2 και το σημείο 3;

### 63) Τμήμα κυκλώματος.

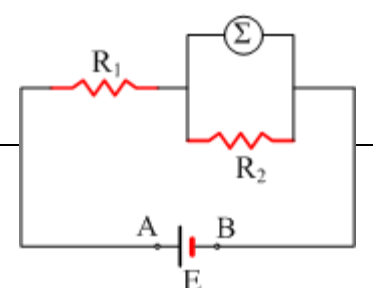
Τα δυναμικά στα σημεία A,B,Γ είναι αντίστοιχα 10V, 30V και 24V. Το τμήμα αυτό διαρρέεται από ρεύμα από το A προς το B εντάσεως 2A.



- i) Βρείτε τη δυναμική ενέργεια ενός φορτίου 2C, στα σημεία A, B και Γ.
- ii) Τι νομίζετε ότι μπορεί να είναι το δίπολο  $\Delta_1$  και ποιος ο ρόλος του στο κύκλωμα;
- iii) Τι νομίζετε ότι μπορεί να είναι το δίπολο  $\Delta_2$  και ποιος ο ρόλος του στο κύκλωμα;
- iv) Ποια η ισχύς του ρεύματος στο τμήμα AΓ;

### 64) Ηλεκτρεγερτική δύναμη Γεννήτριας.

Για το παραπάνω κύκλωμα δίνονται:  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ , ενώ η συσκευή Σ, που δεν είναι ωμικός αντιστάτης, έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας



(20V,40W) και λειτουργεί κανονικά. Η γεννήτρια έχει ΗΕΔ  $E=90V$ .

- i) Να σχεδιάσετε τις εντάσεις των ρευμάτων.
- ii) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την συσκευή  $\Sigma$  δίνεται από την εξίσωση ..... και είναι ίση με ..... A
- iii) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$ , δίνεται από την εξίσωση ..... και είναι ίση με ..... A
- iv) Για να υπολογίσω την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_1$ , στηρίζομαι ..... και βρίσκω ..... A
- v) Η τάση  $V_{AB}$  στους πόλους της γεννήτριας είναι ίση με .....V.
- vi) Η ισχύς της γεννήτριας δίνεται από την σχέση ..... και είναι ίση με .....W.
- vii) Ο ρυθμός με τον οποίο παρέχει ενέργεια η γεννήτρια στο κύκλωμα υπολογίζεται από την εξίσωση ..... και είναι ίσος με .....
- viii) Ο ρυθμός με τον οποίο παρέχει ενέργεια η γεννήτρια στο σύστημα των αντιστατών και της συσκευής  $\Sigma$ , υπολογίζεται από την εξίσωση ..... και είναι ίσος με .....W.
- ix) Η ισχύς την οποία παρέχει το ηλεκτρικό ρεύμα στον αντιστάτη  $R_1$  δίνεται από την εξίσωση .....
- x) Ο ρυθμός με τον οποίο αποβάλλει θερμότητα ο αντιστάτης  $R_2$  υπολογίζεται από την εξίσωση ..... και είναι ίσος με .....
- xi) Πού μπορεί να οφείλεται η διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων στις ερωτήσεις (7) και (8);

### 65) Πτώση τάσης και ισχύς.

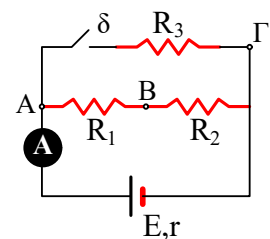
Μια ηλεκτρική θερμάστρα έχει αντίσταση  $40\Omega$  και συνδέεται σε τάση 200V.

- i) Πόση είναι η ισχύς που καταναλώνει και πόση θερμότητα παράγει σε 1h;
- ii) Αν θέλουμε να ζεστάνουμε ένα απομακρυσμένο δωμάτιο, θα χρησιμοποιήσουμε μια μπαλαντέζα, μήκους 20m η οποία έχει σύρμα πάχους  $0,8\text{mm}^2$  με ειδική αντίσταση  $2 \cdot 10^{-7}\Omega\text{m}$ .
  - a) Πόση είναι η πτώση τάσεως πάνω στο σύρμα της μπαλαντέζας;
  - b) Πόσο % της καταναλισκόμενης ενέργειας, μετατρέπεται σε θερμότητα στην θερμάστρα;

### 66) Νόμος του Ohm σε κλειστό κύκλωμα.

Για το παραπάνω κύκλωμα δίνονται  $E=40V$ ,  $r=2\Omega$ ,  $R_1=3\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ , το αμπερόμετρο είναι ιδανικό και ο διακόπτης  $\delta$  ανοικτός.

- i) Να σχεδιάσετε τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και να υπολογίσετε τη τιμή της έντασης.
- ii) Ποια η διαφορά δυναμικού  $V_B-V_\Gamma$ ;
- iii) Αν κλείσουμε το διακόπτη  $\delta$  τότε:
  - Η ένδειξη του αμπερομέτρου θα:



α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) παραμένει σταθερή,

- Η ΗΕΔ της πηγής θα :

α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) παραμένει σταθερή.

- Η πολική τάση της πηγής θα:

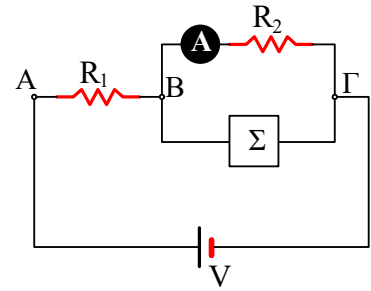
α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) παραμένει σταθερή.

iv) Αν χωρίς να κλείσουμε το διακόπτη συνδέαμε με σύρμα χωρίς αντίσταση τα σημεία Β και Γ, ποια θα ήταν η ισχύς της γεννήτριας.

### 67) Ηλεκτρική ενέργεια.

Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $V=50V$  ενώ η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι 2A. Να βρεθούν:

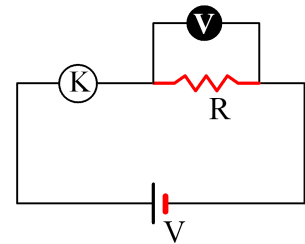
- Οι τάσεις  $V_{BG}$  και  $V_{AB}$ .
- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή, καθώς και αυτή που διαρρέει τη συσκευή Σ
- Την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει κάθε ένα στοιχείο του κυκλώματος σε χρονικό διάστημα  $t=2s$ .



### 68) Ισχύς ρεύματος και θερμική ισχύς.

Για το παραπάνω κύκλωμα δίνονται ότι ο κινητήρας έχει εσωτερική αντίσταση  $r=2\Omega$ , ο αντιστάτης αντίσταση  $R=4\Omega$ , η τάση  $V=50V$  ενώ η ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου είναι 10V.

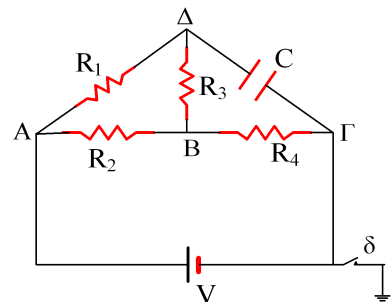
- Να βρεθεί η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει ο κινητήρας καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται πάνω του θερμότητα.
- Πόση είναι η μηχανική ισχύς του κινητήρα;



### 69) Δυναμικά και φορτίο πυκνωτή.

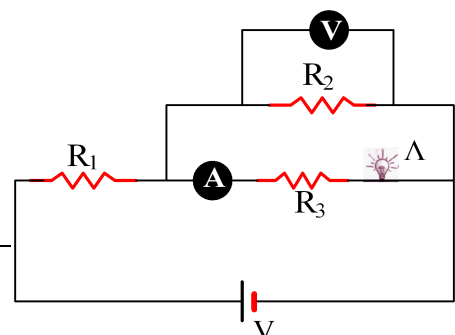
Στο κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $R_1=8\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$ ,  $R_3=12\Omega$ ,  $R_4=6\Omega$ ,  $C=5\mu F$  και  $V=8V$ .

- Να βρεθούν οι τάσεις  $V_{AB}$ ,  $V_{BG}$ ,  $V_{BA}$  και  $V_{\Delta\Gamma}$ .
- Πόσο φορτίο έχει ο πυκνωτής;
- Αν κλείσουμε τον διακόπτη δ, πόσο είναι το δυναμικό των σημείων Β και Δ;



### 70) Αντίσταση λαμπτήρα.

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $R_1=8\Omega$ ,  $R_2=15\Omega$ ,  $R_3=4\Omega$ , ενώ το αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη 3 A και το βολτόμετρο 30V. Τα όργανα είναι ιδανικά.

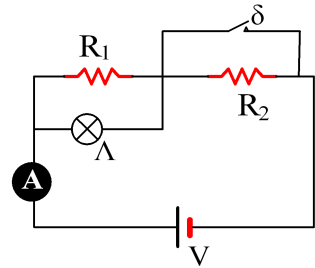


- i) Να βρεθεί η αντίσταση του λαμπτήρα και η τάση της πηγής.
- ii) Ποια η ολική αντίσταση στο κύκλωμα;

### 71) Βραχυκύκλωμα και λαμπτήρας.

Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται  $R_1=40\Omega$ ,  $R_2=12\Omega$ ,  $V=24V$  και η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου είναι  $I=1,2A$  με τον διακόπτη ανοικτό.

- i) Αν κλείσουμε τον διακόπτη  $\delta$ , η ένδειξη του αμπερομέτρου:
  - α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει σταθερή.
- ii) Αν με ανοικτό το διακόπτη καεί ο λαμπτήρας  $\Lambda$ , τότε η ένδειξη του αμπερομέτρου:
  - α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει σταθερή.
- iii) Να υπολογίσετε την ένδειξη του αμπερομέτρου όταν κλείσουμε τον διακόπτη  $\delta$ .
- iv) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου όταν με ανοικτό το διακόπτη καεί η λάμπα.

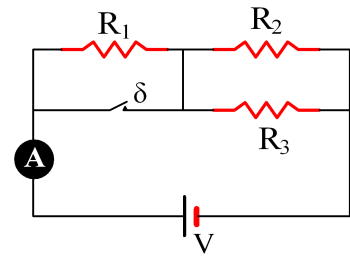


### 72) Ένδειξη αμπερομέτρου.

Στα παραπάνω κύκλωμα όλοι οι αντιστάτες έχουν την ίδια αντίσταση  $R=10\Omega$ , ενώ η πηγή έχει τάση  $V=30V$ .

Ποια είναι η ένδειξη του ιδανικού αμπερομέτρου και ποια η τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη με τον διακόπτη  $\delta$ :

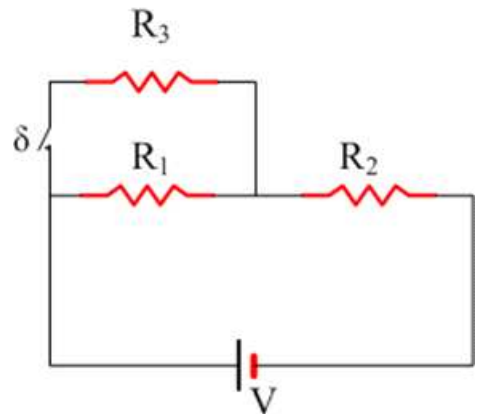
- α) Κλειστό.
- β) Ανοικτό.



### 73) Αν κλείσουμε τον διακόπτη;

Οι αντιστάσεις του κυκλώματος είναι ίσες με  $R$ . Με το κλείσιμο του διακόπτη  $\delta$ :

- i) Η ολική αντίσταση αυξάνεται.
- ii) Οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες  $R_1$  και  $R_2$  είναι ίσες.
- iii) Οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες  $R_1$  και  $R_3$  είναι ίσες.
- iv) Για τις τάσεις στα άκρα των αντιστάσεων  $R_1$  και  $R_2$  ισχύει  $V_2=2V_1$ .
- v) Ισχύει  $V_1=V/2$

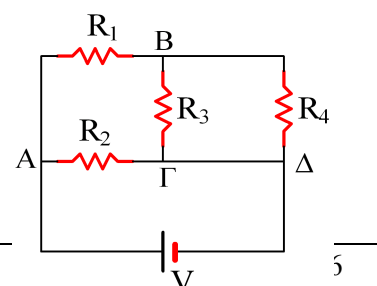


Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

### 74) Σύνδεση αντιστάσεων και εφαρμογή του νόμου Ohm.

Για το παραπάνω κύκλωμα δίνονται  $R_1=15\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$ ,  $R_3=10\Omega$ ,  $R_4=10\Omega$  και  $V=40V$ .

- i) Ποια η ολική αντίσταση του κυκλώματος;

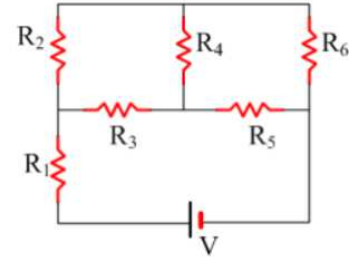




- ii) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

### 75) 1ος Κανόνας Kirchhoff

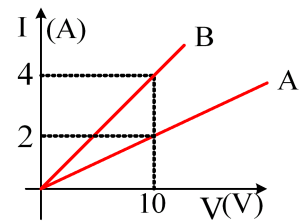
Στο διπλανό κύκλωμα οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν στους αντιστάτες  $R_1$ ,  $R_3$  και  $R_6$  είναι 10 A, 3 A και 2 A αντίστοιχα, ποιες οι εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους υπολοίπους αντιστάτες;



### 76) Χαρακτηριστική καμπύλη αγωγών.

Στο διάγραμμα δίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες για δύο κυλινδρικούς αγωγούς από το ίδιο υλικό και του ίδιου μήκους. Το εμβαδόν της διατομής του A είναι  $S_1=2\text{mm}^2$ .

- Οι αγωγοί αυτοί υπακούουν στο νόμο του Ohm;
- Να υπολογισθεί η αντίσταση κάθε αγωγού.
- Ποιο το εμβαδόν της διατομής του B αγωγού;
- Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό, αν στα άκρα του τεθεί τάση  $V=40\text{V}$ .

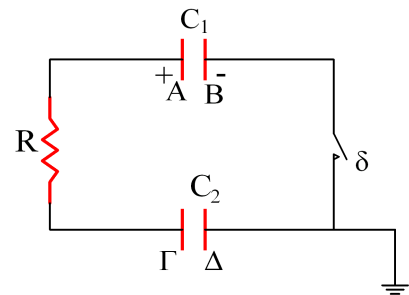


Οι δύο αγωγοί συνδέονται με κατάλληλο τρόπο και στα άκρα τους εφαρμόζεται τάση  $V_1=0,5\text{V}$ , οπότε η πηγή διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=0,3\text{A}$ . Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό

### 77) Πυκνωτές – Δυναμικά και Ενέργειες.

Στο κύκλωμα του σχήματος, ο διακόπτης είναι ανοικτός, ο πυκνωτής  $C_1=4\mu\text{F}$  έχει φορτίο  $q_0=20\text{mC}$ , ενώ ο  $C_2=1\mu\text{F}$  είναι αφορτιστος.

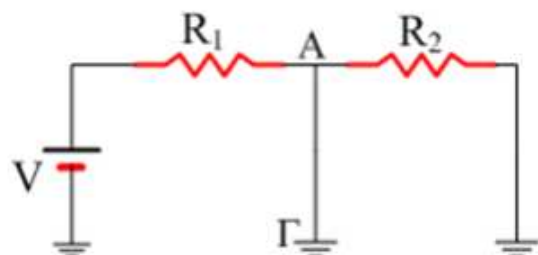
- Με ανοικτό το διακόπτη  $\delta$ , ποιο το δυναμικό των οπλισμών A, B, Γ και Δ των οπλισμών.
- Σε μια στιγμή  $t=0$  κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$ . Να βρείτε τα δυναμικά των οπλισμών αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη.
- Πόση θερμότητα παράγεται πάνω στον αντιστάτη R, κατά την μετακίνηση του πρώτου ηλεκτρονίου από τον οπλισμό Γ στον οπλισμό A;
- Αν τελικά το φορτίο του πρώτου πυκνωτή γίνεται  $q_1=16\text{mC}$ , πόσο φορτίο έχει ο δεύτερος πυκνωτής;
- Να υπολογιστεί η συνολική θερμότητα που αναπτύσσεται πάνω στον αντιστάτη R.



### 78) Κύκλωμα με γειώσεις.

Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται  $V=10\text{V}$ ,  $R_1=10\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$ .

- Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

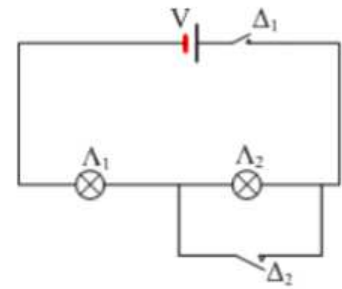


- ii) Αν μεταξύ του σημείου A και της Γης συνδέσουμε έναν αντιστάτη με αντίσταση  $R_3=20\Omega$ , να βρείτε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος.

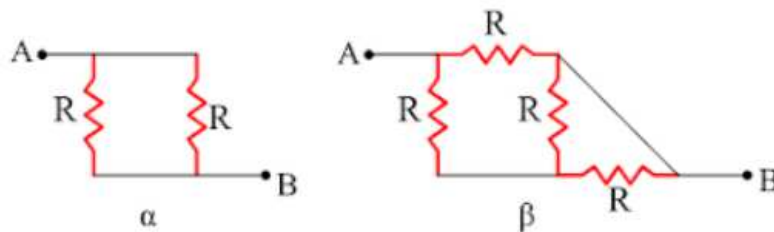
### 79) Φωτοβολία λαμπτήρων.

Οι λαμπτήρες  $\Lambda_1$  και  $\Lambda_2$  είναι πανομοιότυποι. Τι θα συμβεί με την φωτοβολία τους όταν:

- Μόνο ο διακόπτης  $\Delta_1$  είναι κλειστός.
- Μόνο ο διακόπτης  $\Delta_2$  είναι κλειστός,
- Όταν και οι δύο διακόπτες είναι κλειστοί.

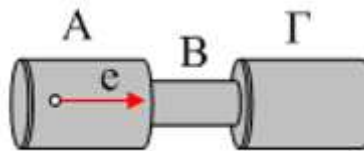


### 80) Σύνδεση αντιστατών.



Να βρεθεί η ολική αντίσταση μεταξύ των σημείων A και B.

### 81) Φορά και τιμή της έντασης του ρεύματος.



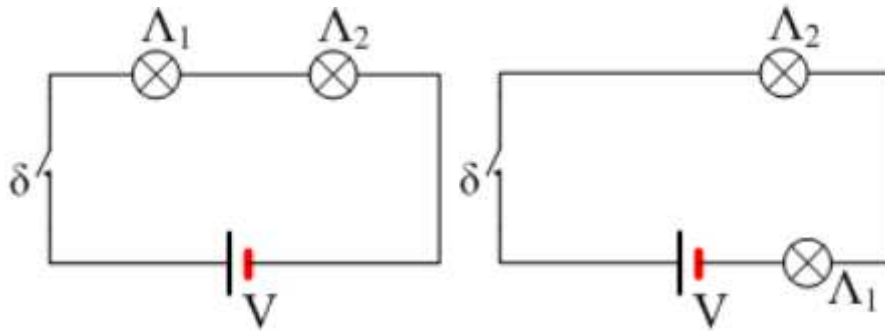
Ο κυλινδρικός αγωγός του σχήματος στενεύει στην περιοχή B, ενώ στις περιοχές A και Γ έχει την ίδια διατομή. Η ρευματική ταχύτητα των ελευθέρων ηλεκτρονίων του έχει φορά από το A προς το Γ.

- i) Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι
- από το A προς το Γ.
  - από το Γ προς το A.
- ii) Για την ένταση του ρεύματος ισχύει
- $I_A = I_B = I_\Gamma$
  - $I_A > I_B > I_\Gamma$
  - $I_A < I_B < I_\Gamma$
  - $I_A = I_\Gamma < I_B$

### 82) Ηλεκτρικό ρεύμα.

Οι λάμπες στο παρακάτω αριστερό κύκλωμα είναι ίδιες.

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λαθεμένες.

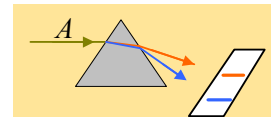


- i) Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη  $\delta$ , θα ανάψει πρώτη η λάμπα  $\Lambda_1$ .
- ii) Οι δυο λάμπες θα φωτοβολήσουν το ίδιο.
- iii) Αν μεταφέρουμε την  $\Lambda_1$  στη θέση που φαίνεται στο παρακάτω κύκλωμα, τότε θα διαρρέεται από ρεύμα μικρότερης έντασης και θα φωτοβολεί λιγότερο.

## Το φως

### 1) Μια ακτίνα περνά από ένα πρίσμα.

Μια ακτίνα φωτός Α αφού περάσει από ένα πρίσμα δίνει φάσμα που αποτελείται από δύο γραμμές με μήκη κύματος  $\lambda_1=450\text{nm}$  και  $\lambda_2=600\text{nm}$ .

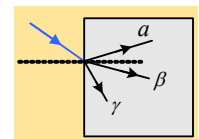


i) Η ακτίνα Α έχει προκύψει:

- α) Από ένα θερμό στερεό σώμα.
- β) Από ένα αέριο που ακτινοβολεί.
- γ) Προέκυψε όταν μια ακτίνα λευκού φωτός πέρασε μέσα από ένα στερεό.
- δ) Προέκυψε όταν μια ακτίνα λευκού φωτός πέρασε μέσα από ένα αέριο.

Να δώσετε σύντομη εξήγηση.

ii) Αποκόβουμε τη γραμμή με μήκος κύματος 600nm, ενώ η άλλη προσπίπτει υπό γωνία σε ένα πλακίδιο με δείκτη διάθλασης  $n=1,5$ , όπως στο σχήμα.



α) Ποια από τις ακτίνες α, β και γ δείχνει σωστά την πορεία της στο πλακίδιο; Να σημειώσετε πάνω στο σχήμα τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης.

β) Να βρεθεί το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο πλακίδιο;

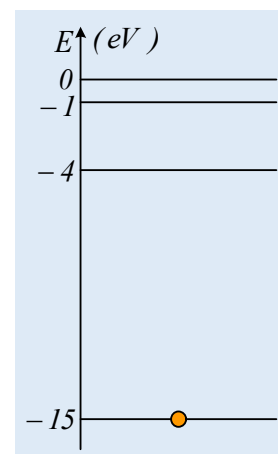
γ) Πόση ενέργεια μεταφέρει ένα φωτόνιο στον αέρα και πόση μετά την διάθλασή του; Ποιο είναι το χρώμα της ακτίνας στο πλακίδιο;

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό (και στον αέρα)  $c_0=3 \cdot 10^8\text{m/s}$  και  $h=6,6 \cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ .

### 2) Η διέγερση και ο ιονισμός ενός ατόμου.

Στο σχήμα φαίνονται οι 3 πρώτες ενεργειακές στάθμες, καθώς και η κατάσταση με  $E=0$ , ενός υποθετικού ατόμου (σε eV), το οποίο έχει ένα ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.

- i) Με απορρόφηση ενός φωτονίου το ηλεκτρόνιο έρχεται στη στάθμη  $-1\text{eV}$ . Πόση ενέργεια είχε το φωτόνιο που απορροφήθηκε;
- ii) Ένα φωτόνιο με ενέργεια  $13,5\text{eV}$  προσπίπτει στο άτομο. Εξηγήστε τι μπορεί να συμβεί.
- iii) Τι μπορεί να συμβεί όταν ένα ηλεκτρόνιο με κινητική ενέργεια  $10\text{eV}$  συγκρουστεί με το άτομο.



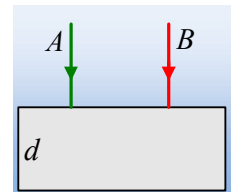
iv) Ένα ηλεκτρόνιο (A) επιταχύνεται από τάση  $V=13,5V$  και με κρούση με το ηλεκτρόνιο του ατόμου, το διεγείρει. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια (σε eV) του κινούμενου ηλεκτρονίου (A) μετά την κρούση και το μήκος κύματος του φωτονίου ή των φωτονίων που μπορεί να εκπέμψει το άτομο.

v) Το άτομο αυτό απορροφά ένα φωτόνιο συχνότητας  $10^{16}Hz$ . Να εξηγήσετε γιατί το άτομο ιονίζεται και να βρείτε την τελική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου.

Δίνονται  $h=6 \cdot 10^{-34}Js$  και  $c=3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $e=-1,6 \cdot 10^{-19}C$ , ενώ κατά τις παραπάνω αλληλεπιδράσεις ο πυρήνας του ατόμου παραμένει ακίνητος.

### 3) Δύο ακτίνες διασχίζουν ένα πλακίδιο.

Κάθετα σε ένα πλακίδιο πάχους  $d$ , προσπίπτουν δύο ακτίνες A και B. Οι δείκτες διάθλασης του πλακιδίου για τις ακτίνες A και B είναι  $n_A=1,5$  και  $n_B=1,2$ , ενώ το μήκος κύματος της A στο κενό είναι  $\lambda_0=500nm$ .

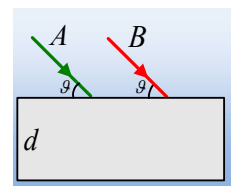


i) Να βρεθεί η ενέργεια ενός φωτονίου της ακτινοβολίας A.

ii) Αν η ισχύς της ακτινοβολίας A είναι  $P=0,4W$ , πόσα φωτόνια προσπίπτουν στο πλακίδιο σε ένα δευτερόλεπτο;

iii) Αν η χρονική διαφορά εξόδου των δύο ακτίνων από το πλακίδιο είναι  $\Delta t=2 \cdot 10^{-11}s$  να βρεθεί το πάχος του  $d$ .

iv) Αν οι δυο παραπάνω ακτίνες πέσουν στο πλακίδιο, σχηματίζοντας γωνία  $\theta$  με την πάνω πλευρά του, να σχεδιάσετε στο σχήμα την πορεία καθεμιάς, μέσα στο πλακίδιο. Στο σχήμα να σημειώσετε τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης και να τις συγκρίνετε.

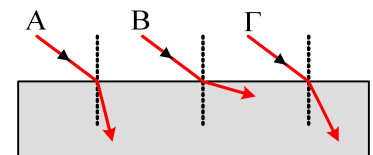


Δίνονται η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0=3 \cdot 10^8m/s$  και η σταθερά του Planck  $h=6,63 \cdot 10^{-34}J \cdot s \approx$

$$\frac{2}{3}10^{-35} Js$$

### 4) Το φως. Ερωτήσεις με δικαιολόγηση.

Στο σχήμα φαίνονται, μια ακτίνα ερυθρού φωτός και μια ιώδους φωτός, οι οποίες προσπίπτουν υπό την ίδια γωνία  $\theta$ , σε μια επίπεδη επιφάνεια και περνούν από τον αέρα, σε ένα υλικό μέσο X.



i) Ποια ακτίνα είναι η ερυθρή και ποια η ιώδης; Εξηγήστε την επιλογή σας καθώς και γιατί απορρίπτεται η τρίτη εκδοχή.

ii) Αν  $c_1$  και  $c_2$  οι ταχύτητες των ακτίνων ( $c_1$  ερυθρής και  $c_2$  της ιώδους) στο μέσο X, ισχύει:

α.  $c_1 > c_2$

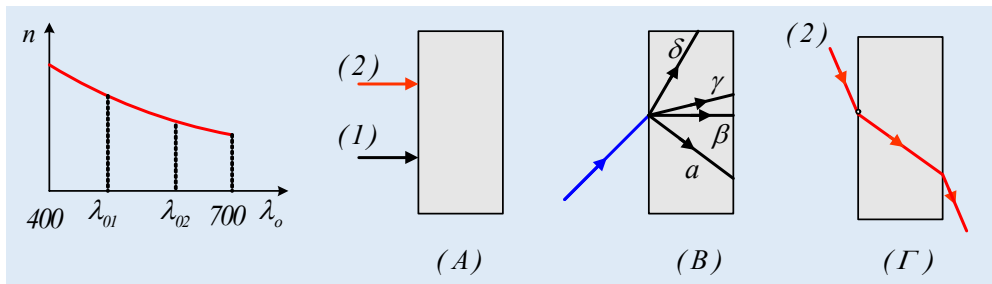
β.  $c_1 < c_2$

γ.  $c_1 = c_2$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

### 5) Η ταχύτητα του φωτός σε ένα πλακίδιο.

Στο πρώτο σχήμα δίνεται η γραφική παράσταση του δείκτη διάθλασης του φωτός για ένα πλακίδιο σε συνάρτηση με το μήκος κύματος του φωτός στο κενό.



i) Αν η ακτίνα (2) έχει μήκος κύματος στο κενό  $\lambda_{02}$  και πορτοκαλί χρώμα, τότε η ακτίνα (1), με μήκος κύματος  $\lambda_{01}$ , έχει χρώμα:

α) κόκκινο    β) πράσινο    γ) μαύρο.

ii) Οι ακτίνες (1) και (2) προσπίπτουν κάθετα στο πλακίδιο, όπως στο σχήμα (A).

α) Ποια από τις δύο θα εκτραπεί περισσότερο;

β) Ποια ακτίνα θα κινηθεί με μεγαλύτερη ταχύτητα στο πλακίδιο;

γ) Ποια ακτίνα θα εξέλθει γρηγορότερα από το πλακίδιο;

iii) Στο σχήμα (B) μια ακτίνα στην περιοχή του γαλάζιου, πέφτει πλάγια στο πλακίδιο.

α) Ποια από τις πορείες  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  μπορεί να είναι η πορεία της ακτίνας στο πλακίδιο;

β) Στο σχήμα να σημειώστε την εκτροπή της ακτίνας κατά την είσοδό της στο πλακίδιο.

γ) Το χρώμα της ακτίνας μέσα στο πλακίδιο θα είναι:

α) μαύρο,    β) γαλάζιο,    c) ιώδες,    d) κίτρινο.

iv) Στο (Γ) σχήμα δίνεται η πορεία της ακτίνας (2) όταν πέφτει πλάγια στο ίδιο πλακίδιο. Πάνω στο ίδιο σχήμα να σχεδιάσετε την αντίστοιχη πορεία της ακτίνας (1) αν πέσει υπό την ίδια γωνία στο ίδιο σημείο.

## 6) Το πρότυπο του Bohr. Φ.Ε.

1) Η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου όταν βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση του είναι  $-13,6\text{eV}$ . Να βρείτε τις ενέργειες για τις 3 πρώτες διεγερμένες καταστάσεις.

$$E_2 = \dots\dots\dots E_3 = \dots\dots\dots E_4 = \dots\dots\dots$$

2) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών για το άτομο, στο διπλανό σχήμα.

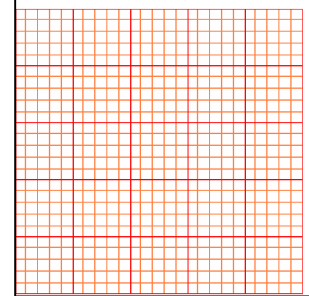
3) Ένα ηλεκτρόνιο A επιταχύνεται ξεκινώντας την ηρεμία από τάση  $V=11\text{V}$ . Η κινητική ενέργεια που αποκτά είναι  $K_{\text{αρχ}} = \dots\dots$

iv) Όταν το ηλεκτρόνιο A συγκρουσθεί με το άτομο:

A) μπορεί να το διεγείρει, B) δεν θα το διεγείρει.

v) Αν το άτομο διεγερθεί (δείξτε τη διεγερση στο διπλανό διάγραμμα), το ηλεκτρόνιο A θα έχει κινητική ενέργεια  $\dots\dots\dots$

iii) Το άτομο αποδιεγειρόμενο  $\dots\dots\dots$  με μήκος κύματος:



- iv) Σε ποια περιοχή του φάσματος ανήκει το φωτόνιο που εκπέμπεται; .....
- 4) Στο άτομο προσπίπτει ένα φωτόνιο με ενέργεια  $11\text{eV}$ . Τι θα συμβεί στο άτομο:
- α) μπορεί να διεγερθεί, β) δεν θα διεγερθεί.
- 5) Στο άτομο προσπίπτει ένα φωτόνιο  $\Gamma$  με ενέργεια  $12,09\text{eV}$ . Τι θα συμβεί στο άτομο:
- α) μπορεί να διεγερθεί, β) δεν θα διεγερθεί.
- 6) Υπολογίστε το μήκος κύματος του φωτονίου  $\Gamma$ .
- 7) Δείξτε στο διάγραμμα τις πιθανές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου του διεγερμένου ατόμου του υδρογόνου.
- 8) Υπολογίστε τα μήκη κύματος των φωτονίων που μπορούν να παραχθούν από το άτομο.
- 9) Σε ποια περιοχή του φάσματος βρίσκονται τα εκπεμπόμενα φωτόνια;
- 10) Το άτομο του υδρογόνου που βρίσκεται στην θεμελιώδη κατάστασή του, συγκρούεται με ένα σωματίδιο  $\Delta$  που έχει κινητική ενέργεια  $K_1=16\text{eV}$ . Μετά την κρούση το σωματίδιο  $\Delta$  έχει κινητική ενέργεια  $K_2=0,6\text{eV}$ . Τι συνέβη στο άτομο του υδρογόνου;
- 11) Υπολογίστε την ταχύτητα του ηλεκτρονίου του υδρογόνου μετά την αλληλεπίδρασή του με το σωματίδιο  $\Delta$ .

Δίνονται  $q_e=-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ,  $m_e=9 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ ,  $c=3 \cdot 10^8\text{m/s}$  και  $h=6,6 \cdot 10^{-34}\text{J}$ .

### 7) Το φως. Ερωτήσεις θεωρίας.

- 1) Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις.
- i) Οι υπεριώδεις ακτίνες έχουν μικρότερο μήκος κύματος από τις ακτίνες ορατού φωτός.
- ii) Το φως συμπεριφέρεται άλλοτε ως κύμα και άλλοτε ως σωματίδιο.
- iii) Κατά τη διάρκεια της ηλιοθεραπείας το μαύρισμα του δέρματος οφείλεται στη μελανίνη που παράγει ο οργανισμός, για να προστατευθεί από την υπέρυθη ακτινοβολία.
- iv) Με βάση την κβαντική θεωρία του Planck, το φως εκπέμπεται και απορροφάται από τα άτομα της ύλης κατά συνεχή τρόπο.
- v) Τα φάσματα απορρόφησης ή εκπομπής των στερεών είναι γραμμικά.
- 2) Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις.
- i) Η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται στο κενό η ορατή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη από εκείνη της υπέρυθρης.
- ii) Όταν ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περάσει από τον αέρα σε γυαλί, η συχνότητα της δε μεταβάλλεται.
- iii) Οι υπέρυθρες ακτινοβολίες έχουν μεγαλύτερη συχνότητα από τις υπεριώδεις.
- iv) Μία ερυθρή φωτεινή δέσμη εκτρέπεται περισσότερο από μία ιώδη, όταν διέρχονται από γυάλινο πρίσμα.
- v) Διασκεδασμός είναι η ανάκλαση του φωτός προς κάθε κατεύθυνση.

- 3) Η υπέρυθη ακτινοβολία
- συμμετέχει στη μετατροπή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε όζον.
  - προκαλεί φωσφορισμό.
  - διέρχεται μέσα από την ομίχλη και τα σύννεφα.
  - έχει μικρότερο μήκος κύματος από την υπεριώδη.
- 4) Η τιμή του δείκτη διάθλασης ενός οπτικού μέσου :
- είναι ίδια για όλα τα μήκη κύματος της ορατής ακτινοβολίας
  - αυξάνεται, όταν ελαττώνεται το μήκος κύματος της ορατής ακτινοβολίας
  - ελαττώνεται, όταν ελαττώνεται το μήκος κύματος της ορατής ακτινοβολίας
  - εξαρτάται μόνο από το υλικό του οπτικού μέσου.
- 5) Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell, το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Η θεωρία αυτή:
- αποδείχτηκε λανθασμένη.
  - ερμηνεύει φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη.
  - δέχεται ότι κάθε άτομο απορροφά και εκπέμπει φωτόνια.
  - δεν μπορεί να ερμηνεύσει όλα τα φαινόμενα που έχουν σχέση με το φως.
- 6) Όταν φως συχνότητας  $f$  περάσει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο:
- μεταβάλλεται η συχνότητά του.
  - αυξάνεται το μήκος κύματος.
  - μειώνεται η ταχύτητά του.
  - μειώνεται το μήκος κύματός του.
- 7) Το ερυθρό φως έχει μεγαλύτερο μήκος κύματος από το ιώδες. Συνεπώς
- Το ερυθρό φως έχει μικρότερη ταχύτητα στο κενό από το ιώδες.
  - η ενέργεια ενός φωτονίου του ερυθρού φωτός είναι μικρότερη από αυτήν των φωτονίων του ιώδους.
  - όταν ακτίνα ερυθρού φωτός περνά από τον αέρα στο γυαλί, διαθλάται εντονότερα από το ιώδες.
  - Όταν το ερυθρό φως περνάει από τον αέρα στο γυαλί η ταχύτητά του αυξάνεται.
- 8) Πάνω σε ένα τριγωνικό πρίσμα, πέφτει μια ακτίνα λευκού φωτός.
- Έχουμε διάθλαση της ακτίνας και όχι ανάκλαση.
  - Το φως αναλύεται και η κίτρινη ακτινοβολία έχει μικρότερη ταχύτητα στο πρίσμα από τον αέρα.
  - Μεγαλύτερη εκτροπή παθαίνουν οι ερυθρές ακτίνες.
  - Μικρότερη εκτροπή παθαίνουν οι ιώδεις ακτίνες.
- 9) Μονοχρωματική φωτεινή δέσμη, που διαδίδεται στον αέρα, προσπίπτει πλάγια στη διαχωριστική επιφάνεια διαφανούς οπτικού μέσου. Οι ακτίνες, που συνεχίζουν να διαδίδονται στο διαφανές οπτικό μέσον, έχουν σε σχέση με τις προσπίπτουσες:
- την ίδια ταχύτητα
  - την ίδια διεύθυνση διάδοσης

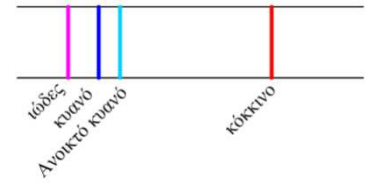


- iii) την ίδια συχνότητα
  - iv) το ίδιο μήκος κύματος.
- 10) Πήραμε ένα φάσμα που αποτελείται από δυο κίτρινες γραμμές. Το φάσμα αυτό είναι φάσμα ..... ενός ..... Αν πάρουμε την μια από αυτές τις γραμμές και την ρίξουμε σε ένα πρίσμα, τότε αυτή:
- i) Θα διαθλασθεί χωρίς να αναλυθεί.
  - ii) Θα διαθλασθεί και θα αναλυθεί.
  - iii) Ούτε θα διαθλασθεί ούτε θα αναλυθεί.

### 8) Το άτομο. Ερωτήσεις.

- 1) Το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου, το οποίο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση:
- i) Έχει απομακρυνθεί από το άτομο.
  - ii) Ηρεμεί
  - iii) Είναι σε τροχιά με τη μικρότερη ενέργεια
  - iv) Είναι σε τροχιά με τη μεγαλύτερη ενέργεια.
- 2) Ένα άτομο εκπέμπει ένα φωτόνιο, όταν ένα από τα ηλεκτρόνια του:
- i) Απομακρύνεται από το άτομο
  - ii) Περιφέρεται σε επιτρεπόμενη τροχιά.
  - iii) Μεταβαίνει σε τροχιά μεγαλύτερης ενέργειας
  - iv) Μεταβαίνει σε τροχιά μικρότερης ενέργειας.
- 3) Σύμφωνα με το πρότυπο του Rutherford για το άτομο του υδρογόνου
- i) το φάσμα εκπομπής του υδρογόνου είναι γραμμικό,
  - ii) το ηλεκτρόνιο περιστρέφεται σε καθορισμένες τροχιές γύρω από τον πυρήνα,
  - iii) το ηλεκτρόνιο εκπέμπει συνεχώς ακτινοβολία κατά την περιφορά του γύρω από τον πυρήνα.
  - iv) το άτομο εκπέμπει ακτινοβολία, μόνο όταν το ηλεκτρόνιο μεταπηδήσει από μια επιτρεπόμενη τροχιά σε άλλη μικρότερης ενέργειας.
- 4) Το πρότυπο του Bohr ερμηνεύει τα φάσματα εκπομπής:
- i) όλων των σωμάτων,
  - ii) όλων των στοιχείων σε αέρια κατάσταση,
  - iii) μόνο του υδρογόνου, όταν βρίσκεται σε αέρια κατάσταση,
  - iv) των ατόμων ή των ιόντων που έχουν μόνο ένα ηλεκτρόνιο
- 5) Σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία του Maxwell, το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Η θεωρία αυτή:
- i) αποδείχτηκε λανθασμένη.
  - ii) ερμηνεύει φαινόμενα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του φωτός με την ύλη.
  - iii) δέχεται ότι κάθε άτομο απορροφά και εκπέμπει φωτόνια.

- iv) δεν μπορεί να ερμηνεύσει όλα τα φαινόμενα που έχουν σχέση με το φως.
- 6) Σε ένα φασματοσκόπιο βλέπουμε τις εξής έγχρωμες γραμμές του σχήματος. Το απεικονιζόμενο φάσμα είναι



- i) γραμμικό απορρόφησης.  
 ii) γραμμικό εκπομπής.  
 iii) συνεχές εκπομπής.  
 iv) συνεχές απορρόφησης.
- 7) Οι ακτίνες X
- i) έχουν φάσμα που είναι μόνο συνεχές.  
 ii) έχουν μήκος κύματος που εμπίπτει στην περιοχή του ορατού φάσματος.  
 iii) δεν προκαλούν βλάβες στους οργανισμούς.  
 iv) παράγονται όταν ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας προσπίπτουν σε μεταλλικό στόχο.
- 8) Θέλουμε να μειώσουμε την απορρόφηση των ακτίνων X. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να αυξήσουμε:
- i) τον ατομικό αριθμό του υλικού που απορροφά την ακτινοβολία.  
 ii) την θερμοκρασία της καθόδου στον σωλήνα παραγωγής των ακτίνων X.  
 iii) την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου στον σωλήνα παραγωγής των ακτίνων X.  
 iv) την συχνότητα των ακτίνων X.

Χαρακτηρίστε τις παραπάνω προτάσεις σαν σωστές ή λαθεμένες

- 9) Αν μειώσουμε την τάση θέρμανσης της καθόδου σε μια συσκευή παραγωγής ακτίνων X:
- i) Παράγονται πιο σκληρές ακτίνες X.  
 ii) Παράγονται πιο μαλακές ακτίνες X.  
 iii) Εξέρχονται λιγότερα ηλεκτρόνια από την κάθοδο.  
 iv) Τα ηλεκτρόνια θα φτάσουν στην άνοδο με μικρότερη ταχύτητα.
- 10) Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:
- i) Οι ακτίνες X έχουν ταχύτητα μεγαλύτερη από την ταχύτητα του φωτός στο κενό.  
 ii) Οι ακτίνες X είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που έχει μήκη κύματος μεγαλύτερα από τα μήκη κύματος των ορατών ακτινοβολιών.  
 iii) Το φάσμα των ακτίνων X είναι συνεχές και γραμμικό (σύνθετο).  
 iv) Το γραμμικό φάσμα των ακτίνων X αποτελείται από γραμμές που είναι χαρακτηριστικές του υλικού της ανόδου.
- 11) Ένα υποθετικό άτομο έχει τρεις ενεργειακές στάθμες, τη θεμελιώδη και δύο άλλες διεγερμένες στάθμες με ενέργειες 2eV και 3eV, αντίστοιχα, περισσότερη από τη θεμελιώδη. Το άτομο βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάστασή του.
- i) Να χαράξετε το διάγραμμα ενεργειακών σταθμών του ατόμου αυτού.  
 ii) Τι μπορεί να συμβεί όταν πάνω στο άτομο πέσει ένα κινούμενο σωματίδιο με κινητική ενέργεια:

α)  $1\text{eV}$ ,                      β)  $2,4\text{eV}$ .

iii) Τι μπορεί να συμβεί όταν πάνω στο άτομο πέσει ένα φωτόνιο με ενέργεια:

α)  $2\text{eV}$ ,                      β)  $2,4\text{eV}$ .