2 Ενεργειακή μελέτη των στοιχείων απλού ηλεκτρικού κυκλώματος με πηγή, ωμικό καταναλωτή, και κινητήρα

Στόχοι

1. **Να πραγματοποιήσεις ένα κύκλωμα με ηλεκτρική πηγή, ωμικό καταναλωτή και μικρό κινητήρα σε σειρά.**
2. **Να ερευνήσεις πώς αποδίδεται η ηλεκτρική ισχύς της πηγής στα επιμέρους στοιχεία του κυκλώματος.**

Εισαγωγικές γνώσεις

• Για την ηλεκτρική πηγή

Κάθε πηγή ηλεκτρικής τάσης παρουσιάζει στο εσωτερικό της μια αντίσταση στη δίοδο του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η αντίσταση, που παρουσιάζεται εφ' όσον η πηγή έχει αγώγιμη σύνδεση με το κύκλωμα οπότε διαρρέεται από ρεύμα, ονομάζεται εσωτερική αντίσταση της πηγής. Αποτέλεσμά της είναι, μέρος της ισχύος που παρέχει η πηγή ($P = E \cdot I$) να μετατρέπεται σε θερμότητα στο εσωτερικό της. ($P_r = I^2 \cdot r$)

Η τάση που παρέχει τότε η πηγή στο κύκλωμα ονομάζεται πολική τάση της πηγής..

Στην περίπτωση που η πηγή δεν διαρρέεται από ρεύμα τότε η μετρούμενη τάση στους πόλους της έχει τη μέγιστη τιμή, που είναι χαρακτηριστική για κάθε πηγή και ονομάζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής (ΗΕΔ). Η εξίσωση που συνδέει τα παραπάνω μεγέθη είναι:

$$E = U_{\pi.} + Ir$$

• Για τον ωμικό καταναλωτή (αντιστάτη)

Κάθε αντιστάτης παρουσιάζει αντίσταση στη δίοδο του ρεύματος, με αποτέλεσμα να μετατρέπει την ηλεκτρική ισχύ που του παρέχεται από την πηγή, σε θερμότητα. ($P_R = I^2 \cdot R$) Ανάλογα του πώς είναι φτιαγμένος έχει μια αντίσταση (R) που τον χαρακτηρίζει. Το άλλο χαρακτηριστικό του μέγεθος είναι η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να αντέξει χωρίς να καταστραφεί.

• Για τον μικρό κινητήρα

Ο ηλεκτροκινητήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική. Στο εσωτερικό του αναπτύσσεται θερμική ισχύς που οφείλεται στην εσωτερική του αντίσταση ($P_{r'} = I^2 \cdot r'$). Ενώ η ωφέλιμη μηχανική ισχύς υπολογίζεται από τη σχέση $P_{μηχ} = P\text{-}P_{θερμική}$

Αν εμποδιστεί η περιστροφή του κινητήρα τότε το ρεύμα που τον διαρρέει γίνεται μέγιστο και η ισχύς της πηγής μετατρέπεται εξ' ολοκλήρου σε θερμική ισχύ στις αντιστάσεις του κυκλώματος.

Επομένως $E = I_{max.} R_{ολ}$.

Θυμίσου πως επειδή η σύνδεση των στοιχείων του κυκλώματος είναι σε σειρά η ολική αντίσταση προκύπτει από το άθροισμα των επι μέρους αντιστάσεων. Δηλαδή $R_{ολ} = r + R + r'$

Τέλος ο συντελεστής απόδοσης του κινητήρα προκύπτει από το κλάσμα $n = \frac{P_{μηχ}}{P}$.

Στον πίνακα 2-1 αναγράφονται τα μεγέθη όλων των παραπάνω εξισώσεων με τα σύμβολα και τις μονάδες μέτρησής τους.

Πίνακας 2-1

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης
ΗΕΔ	E	V
Πολική τάση	$U_π$	V
Ένταση ρεύματος	I	A
Εσωτερική αντίσταση πηγής	r	Ω
Ισχύς πηγής	P	W
Αντίσταση καταναλωτή	R	Ω

Θερμική ισχύς στο εσωτερικό της πηγής	P_r	W
Θερμική ισχύς στον αντιστάτη	P_R	W
Εσωτερική αντίσταση κινητήρα	r'	Ω
Μέγιστο ρεύμα	I_{max}	A
Συντελεστής απόδοσης κινητήρα	n	-

Όργανα μέτρησης

1. Αμπερόμετρο πολύ μικρής εσωτερικής αντίστασης.
2. Βολτόμετρο πολύ μεγάλης εσωτερικής αντίστασης.

Υλικά

1. Ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) με διακόπτη.
2. Αγωγοί σύνδεσης αμελητέας αντίστασης.
3. Ωμικός καταναλωτής γνωστής αντίστασης.
4. Μικρός ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος.

Πειραματική διαδικασία

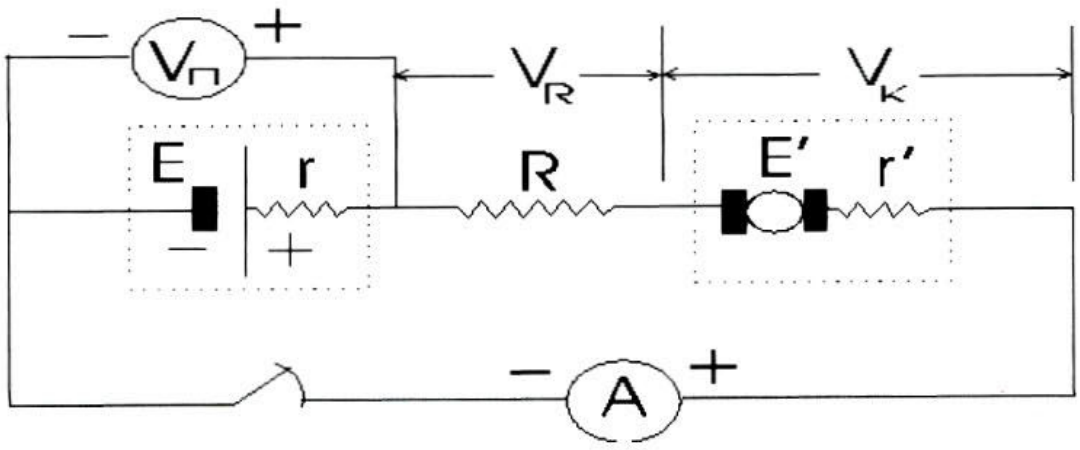
Πριν ξεκινήσεις τη σύνδεση του κυκλώματος (Εικόνα 2-1) θα μετρήσεις με το βολτόμετρο την τάση στα άκρα της πηγής. Αυτή είναι η ΗΕΔ της πηγής σου. Στη συνέχεια θα προχωρήσεις στη συνδεσμολογία του κυκλώματος.

Χρειάζεται προσοχή στον τρόπο σύνδεσης των οργάνων μέτρησης. Και τα δύο έχουν συγκεκριμένη πολικότητα, όπως φαίνεται στην εικόνα 2-1. Επίσης ενώ το αμπερόμετρο παρεμβάλλεται στο κύκλωμα (σύνδεση σε σειρά) το βολτόμετρο, που θα τοποθετήσεις τελευταίο, συνδέεται στα σημεία που θέλουμε να μετρηθεί η τάση (παράλληλη σύνδεση).

Τα πρώτα μεγέθη που θα μετρήσεις είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και η πολική τάση της πηγής. Θα μπορέσεις έτσι να υπολογίσεις την εσωτερική της αντίσταση.

Στο επόμενο βήμα πρέπει να είσαι πολύ προσεκτικός. Θα πρέπει να σταματήσεις με τα δάχτυλά σου και για πολύ λίγο χρόνο την περιστροφή του άξονα του κινητήρα (ίσα-ίσα για να δεις στο αμπερόμετρο την μέγιστη τιμή του ρεύματος). Από αυτή τη μέτρηση μπορείς να υπολογίσεις την εσωτερική αντίσταση του κινητήρα.

Τέλος θα υπολογίσεις τον συντελεστή απόδοσης του κινητήρα.



Εικόνα 2-1: Το σχέδιο του κυκλώματος όταν είναι κλειστό

Όνοματεπώνυμο:.....Τμήμα:.....
Ομάδα: .....Ημερομηνία:.....

2 Ενεργειακή μελέτη των στοιχείων απλού ηλεκτρικού κυκλώματος με πηγή, ωμικό καταναλωτή, και κινητήρα

1. Γράψε την τιμή της αντίστασης του ωμικού καταναλωτή.

.....

.....

2. Μέτρησε την ΗΕΔ της πηγής.

.....

.....

Πραγματοποίησε το κύκλωμα και κλείσε το διακόπτη.

3. Ποιο είναι το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα;

.....

.....

4. Ποια είναι η πολική τάση της πηγής;

.....

.....

Σταμάτησε για λίγο την περιστροφή του άξονα του κινητήρα.

5. Ποια είναι η μέγιστη ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα;

.....

.....

Συμπλήρωσε με τις μετρήσεις σου τον πίνακα 2-1

Πίνακας 2-1

Μέγεθος	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
E		
R		
I		
V_{π}		
I_{max}		

6. Υπολόγισε την εσωτερική αντίσταση της πηγής.

.....

.....

.....

.....

7. Υπολόγισε την εσωτερική αντίσταση του κινητήρα.

.....

.....

.....

.....

8. Υπολόγισε την ισχύ που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα..

.....

.....

.....

.....

.....

9. Υπολόγισε την ισχύ που καταναλώνεται στο εσωτερικό της πηγής.

.....

.....

.....

.....

.....

10. Υπολόγισε την ισχύ που καταναλώνεται στον αντιστάτη.

.....

.....

.....

.....

11. Υπολόγισε τη θερμική ισχύ που παράγεται στο εσωτερικό του κινητήρα..

.....

.....

.....

.....

.....

12. Υπολόγισε την ωφέλιμη (μηχανική) ισχύ του κινητήρα.

.....

.....

.....

Συμπλήρωσε με τους υπολογισμούς σου τον πίνακα 2-2

Πίνακας 2-2

Μέγεθος	Τιμή	Μονάδα μέτρησης
P		
P_r		
P_R		
$P_{r'}$		
$P_{μηχ}$		

13. Υπολόγισε τον συντελεστή απόδοσης του κινητήρα.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Παρατηρήσεις.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 Μελέτη χαρακτηριστικής καμπύλης ηλεκτρικής πηγής, ωμικού καταναλωτή και κρυσταλλο-διόδου

Στόχοι

1. **Να πραγματοποιήσεις τα απαραίτητα κυκλώματα ώστε να μετρήσεις ζευγάρια τιμών τάσης – έντασης για να χαράξεις τις χαρακτηριστικές καμπύλες πηγής, αντιστάτη και διόδου.**

Εισαγωγικές γνώσεις

• Για την ηλεκτρική πηγή

Από ένα κλειστό κύκλωμα με ηλεκτρική πηγή, διακόπτη, διάφορους αντιστάτες και όργανα μέτρησης (Αμπερόμετρο και βολτόμετρο) μπορούμε να πάρουμε τη χαρακτηριστική της καμπύλη.

Αυτή προκύπτει από την απεικόνιση σε καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, ζευγών με τιμές πολικής τάσης – έντασης που μετριούνται για τις διάφορες τιμές των αντιστάσεων.

Η καμπύλη αυτή θα πρέπει να επαληθεύει την εξίσωση

$$E = U_{\pi} + Ir$$

Ή αλλιώς $U_{\pi} = -rI+E$ που είναι της μορφής $y = \alpha x+\beta$ με $\alpha=-r$ και $\beta=E$

• Για τον αντιστάτη

Λόγω της κατασκευής του παρουσιάζει μια συγκεκριμένη αντίσταση στη διέλευση του ρεύματος.

Και εδώ η χαρακτηριστική του καμπύλη θα προκύψει από ζεύγη τιμών

τάσης στα άκρα του και έντασης..

Η καμπύλη αυτή θα πρέπει να επαληθεύει την εξίσωση

$$V = I \cdot R$$

- **Για την κρυσταλλο-δίοδο**

Λόγω της κατασκευής της η δίοδος πρακτικά επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος μόνο προς μια κατεύθυνση. Επομένως χρειάζεται προσοχή στην πολικότητα κατά τη συνδεσμολογία.

Η χαρακτηριστική της προκύπτει όπως και στις προηγούμενες δύο περιπτώσεις από ζευγάρια τιμών τάσης στα άκρα της και έντασης..

Όργανα μέτρησης

1. Αμπερόμετρο πολύ μικρής εσωτερικής αντίστασης.
2. Βολτόμετρο πολύ μεγάλης εσωτερικής αντίστασης

Υλικά

1. Ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) με διακόπτη.
2. Τροφοδοτικό μεταβαλλόμενης συνεχούς τάσης.
3. Ωμικός καταναλωτής αντίστασης 20Ω
4. Ωμικός καταναλωτής αντίστασης 30Ω
5. Ωμικός καταναλωτής αντίστασης 40Ω
6. Αγωγοί σύνδεσης με αμελητέα αντίσταση.
7. Μια κρυσταλλο-δίοδος

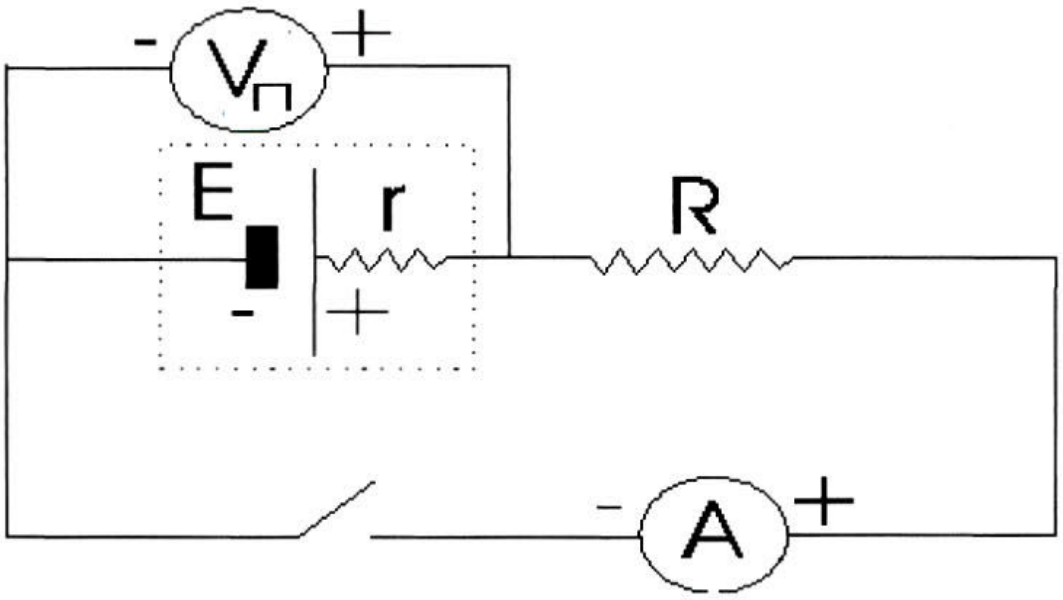
Πειραματική διαδικασία

- **Για την χαρακτηριστική καμπύλη ηλεκτρικής πηγής**

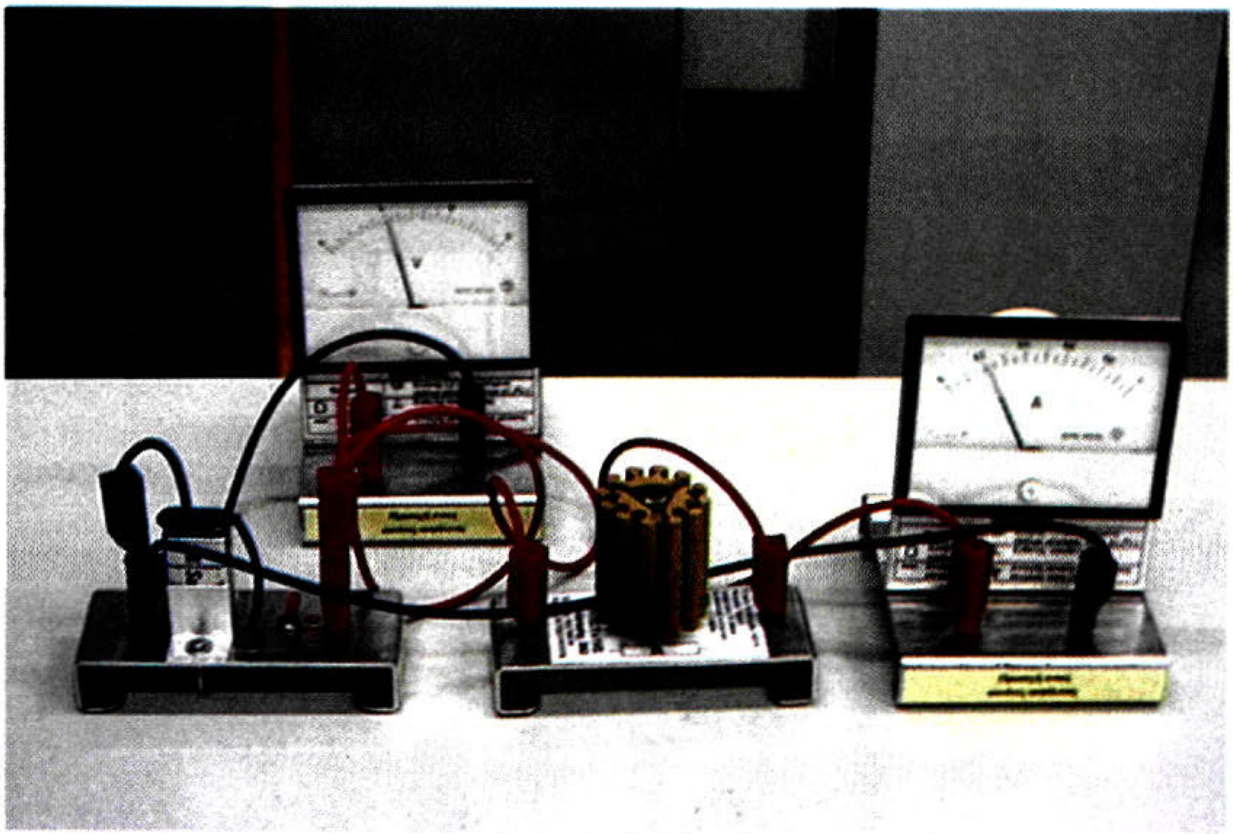
Θα πρέπει να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 3-1 έχοντας σαν πηγή σου την μπαταρία και αλλάζοντας σε κάθε μέτρηση (τάσης – έντασης) τους αντιστάτες να χαράξεις την καμπύλη V=f(I).

Πρόσεχε πριν αλλάξεις αντιστάτη να διακόπτεις την τροφοδοσία του κυκλώματος.

Μετά θα πρέπει να βρεις, το τι παριστάνουν τα σημεία τομής του γραφήματος με τους άξονες.



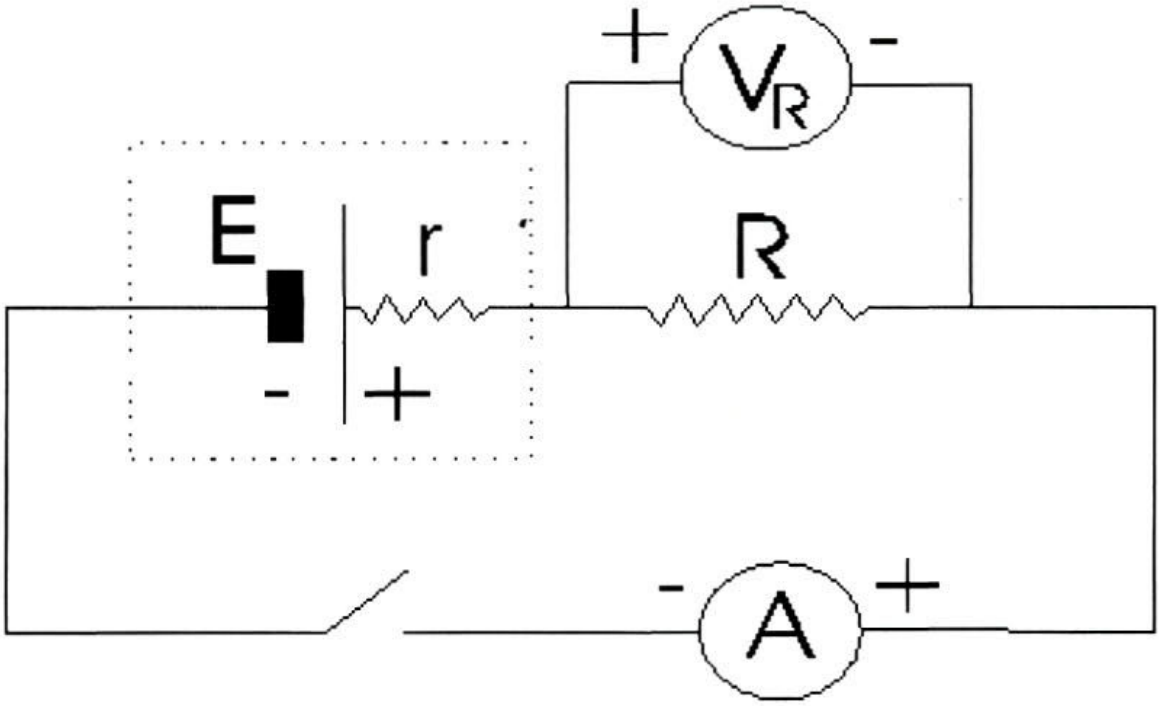
Εικόνα 3-1: Το κύκλωμα για την χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης της πηγής



Εικόνα 3-2: Φωτογραφία της διάταξης

• Για την χαρακτηριστική καμπύλη αντιστάτη

Θα πρέπει να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 3-3 έχοντας σαν πηγή σου το τροφοδοτικό και αλλάζοντας σε κάθε μέτρηση την τάση να χαράξεις την καμπύλη V=f(I).

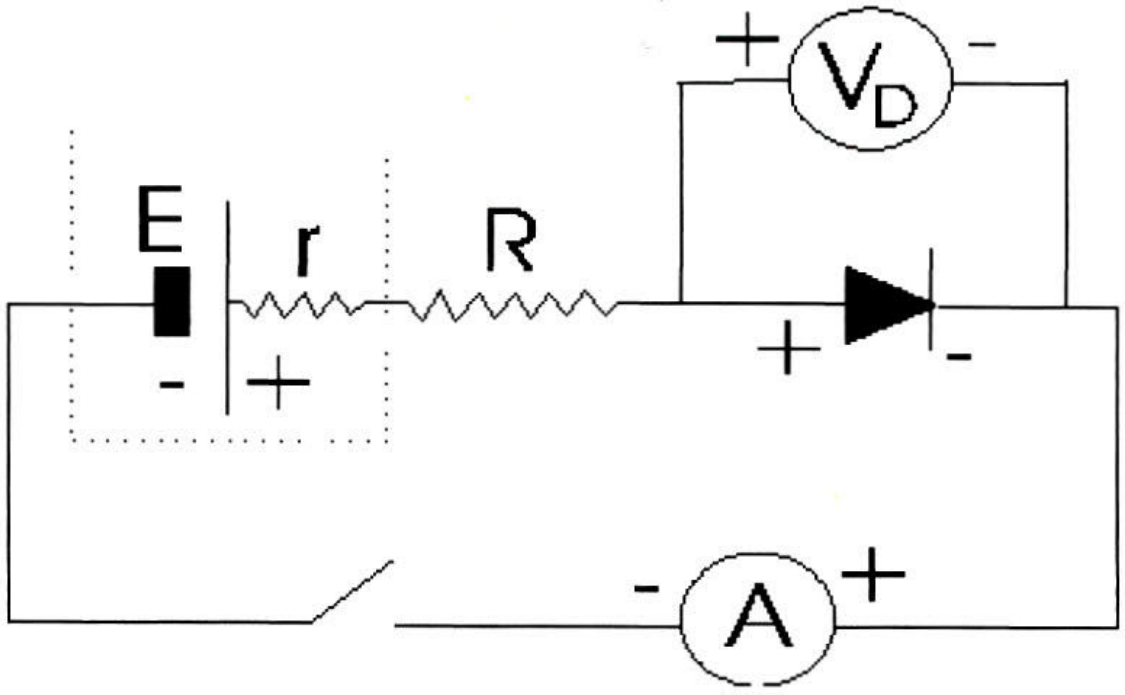


Εικόνα 3-3: Το κύκλωμα για την χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης του αντιστάτη.

Μετά θα πρέπει να βρεις τι παριστάνει η κλίση του γραφήματος.

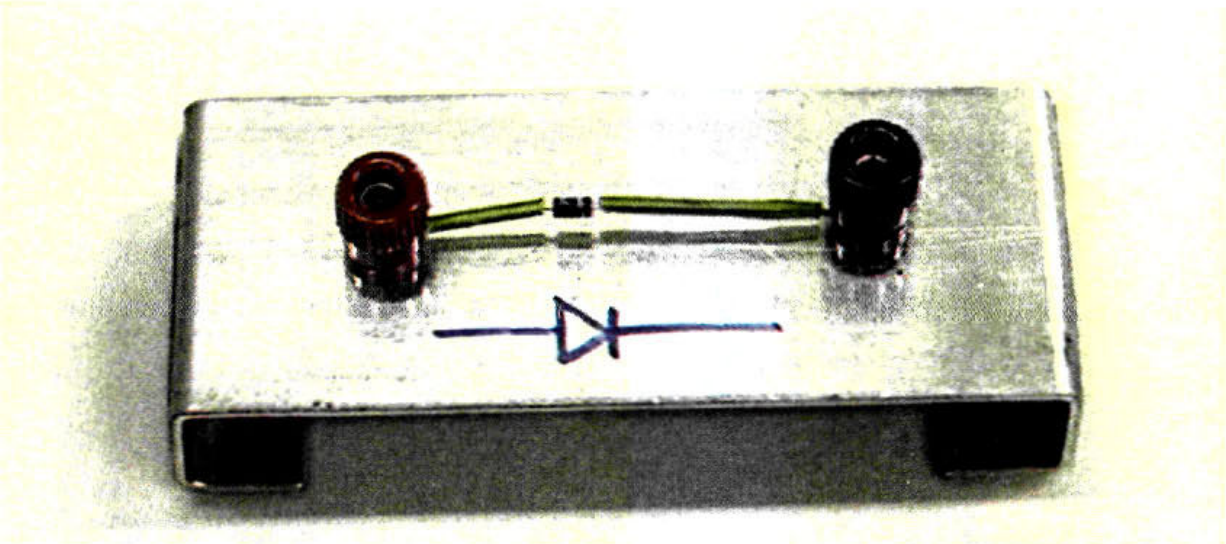
• Για την χαρακτηριστική καμπύλη της κρυσταλλο-διόδου

Θα πρέπει να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 3-4 επιλέγοντας τον αντιστάτη των 20Ω και αλλάζοντας σε κάθε μέτρηση την τάση από το τροφοδοτικό θα χαράξεις την καμπύλη I=f(V).



Εικόνα 3-4: Το κύκλωμα για την χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης της διόδου.

Στη συνέχεια θα αντιστρέψεις την πολικότητα της διόδου και θα πάρεις πάλι ζευγάρια τιμών τάσης – έντασης., ώστε να ερευνήσεις πως συμπεριφέρεται η δίοδος σε ανάστροφη πολικότητα.



Εικόνα 3-5: Κρυσταλλο-δίοδος σε βάση

Όνοματεπώνυμο:.....Τμήμα:.....
Ομάδα: .....Ημερομηνία:.....

3 Μελέτη χαρακτηριστικής καμπύλης ηλεκτρικής πηγής, ωμικού καταναλωτή και κρυσταλλο-διόδου

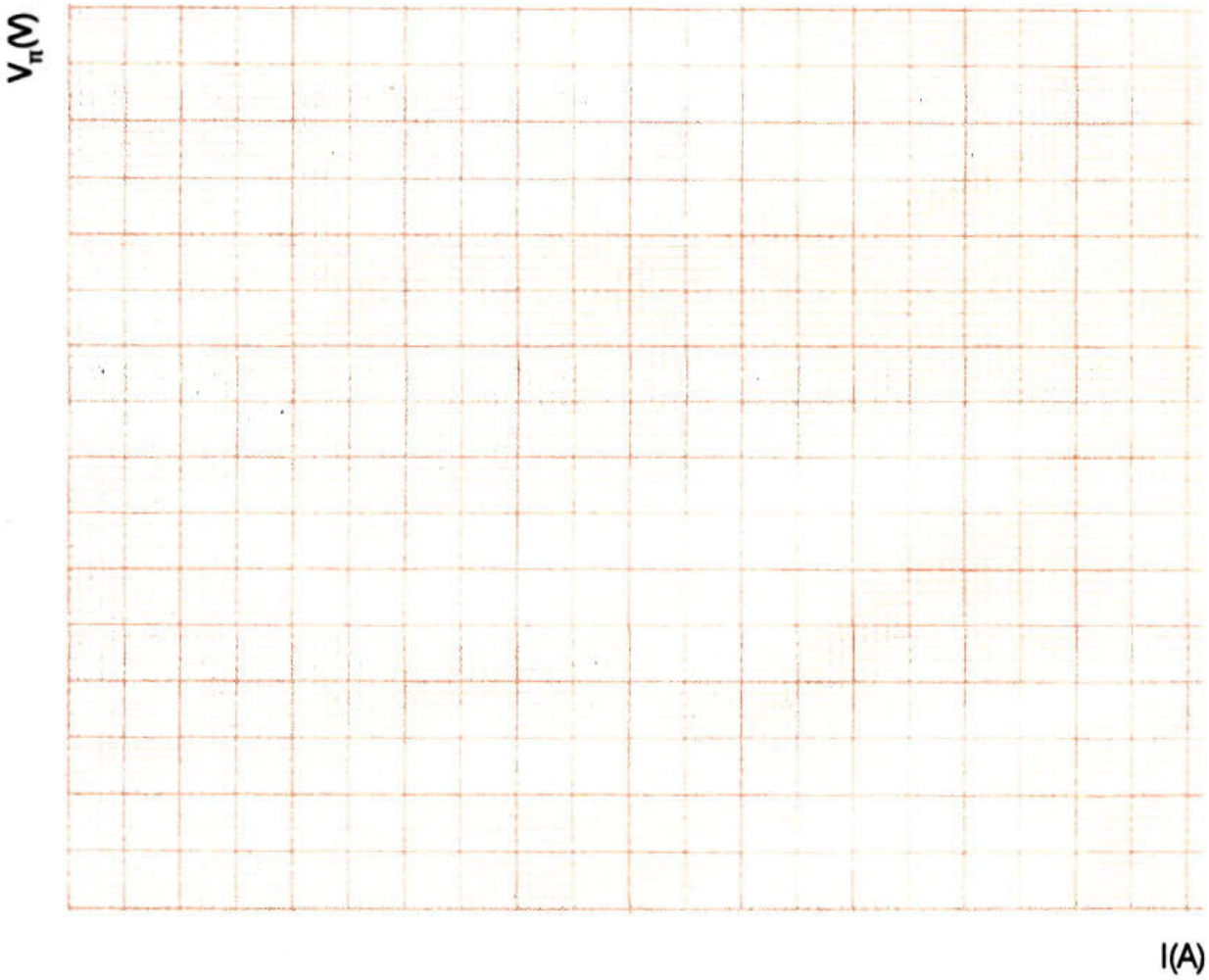
1. Συμπλήρωσε με τις μετρήσεις σου τον πίνακα 3-1

Πίνακας 3-1

R(Ω)	I(A)	V_{π} (V)
0		
20		
30		
40		
∞		

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Κάνε τη γραφική παράσταση V=f(I)



3. Ποια είναι η φυσική σημασία της κλίσης της καμπύλης;

.....

.....

4. Ποια είναι η φυσική σημασία του σημείου τομής της καμπύλης με τον άξονα των πολικών τάσεων;

.....

.....

5. Ποια είναι η φυσική σημασία του σημείου τομής της καμπύλης με τον άξονα των ρευμάτων;

.....

.....

.....

.....

6. Υπακούει η καμπύλη στην εξίσωση που εκφράζει το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα;

.....

.....

.....

.....

.....

Πραγματοποίησε το κύκλωμα για την εύρεση της χαρακτηριστικής καμπύλης αντιστάτη. Χρησιμοποίησε τον αντιστάτη των 20Ω. Μετάβαλε την τάση από το τροφοδοτικό από 0-13V.

7. Συμπλήρωσε με τις μετρήσεις σου τον πίνακα 3-2

Πίνακας 3-2

A/A	I(A)	V(V)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

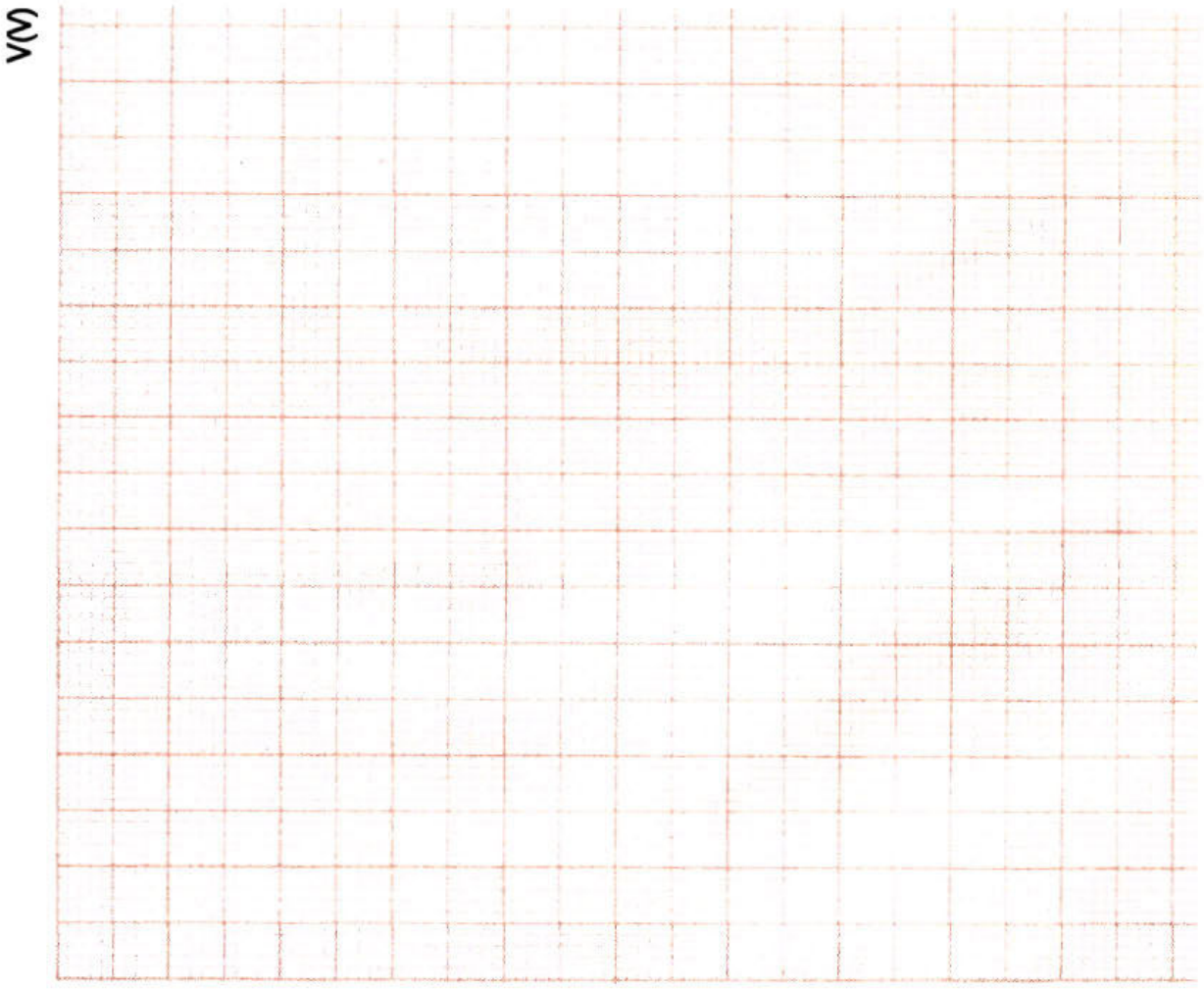
.....

.....

.....

.....

8. Κάνε τη γραφική παράσταση V=f(I)



9. Υπακούει η καμπύλη στην εξίσωση V = I·R;

.....

.....

.....

.....

10. Ποια είναι η φυσική σημασία της κλίσης της καμπύλης;

.....

.....

11. Αν η γραφική παράσταση ήταν η I=f(V) ποια θα ήταν η φυσική σημασία της κλίσης της καμπύλης;

.....

.....

.....

.....

Πραγματοποίησε το κύκλωμα για την εύρεση της χαρακτηριστικής καμπύλης της διόδου. Μετάβαλε την τάση από το τροφοδοτικό από 0-1V για την ορθή φορά σύνδεσης και από 0-8V για την ανάστροφη σύνδεση.

12. Συμπλήρωσε τον πίνακα 3-3 με τις μετρήσεις σου όταν η δίοδος είναι συνδεμένη με την ορθή φορά και τον 3-4 για την ανάστροφη σύνδεση.

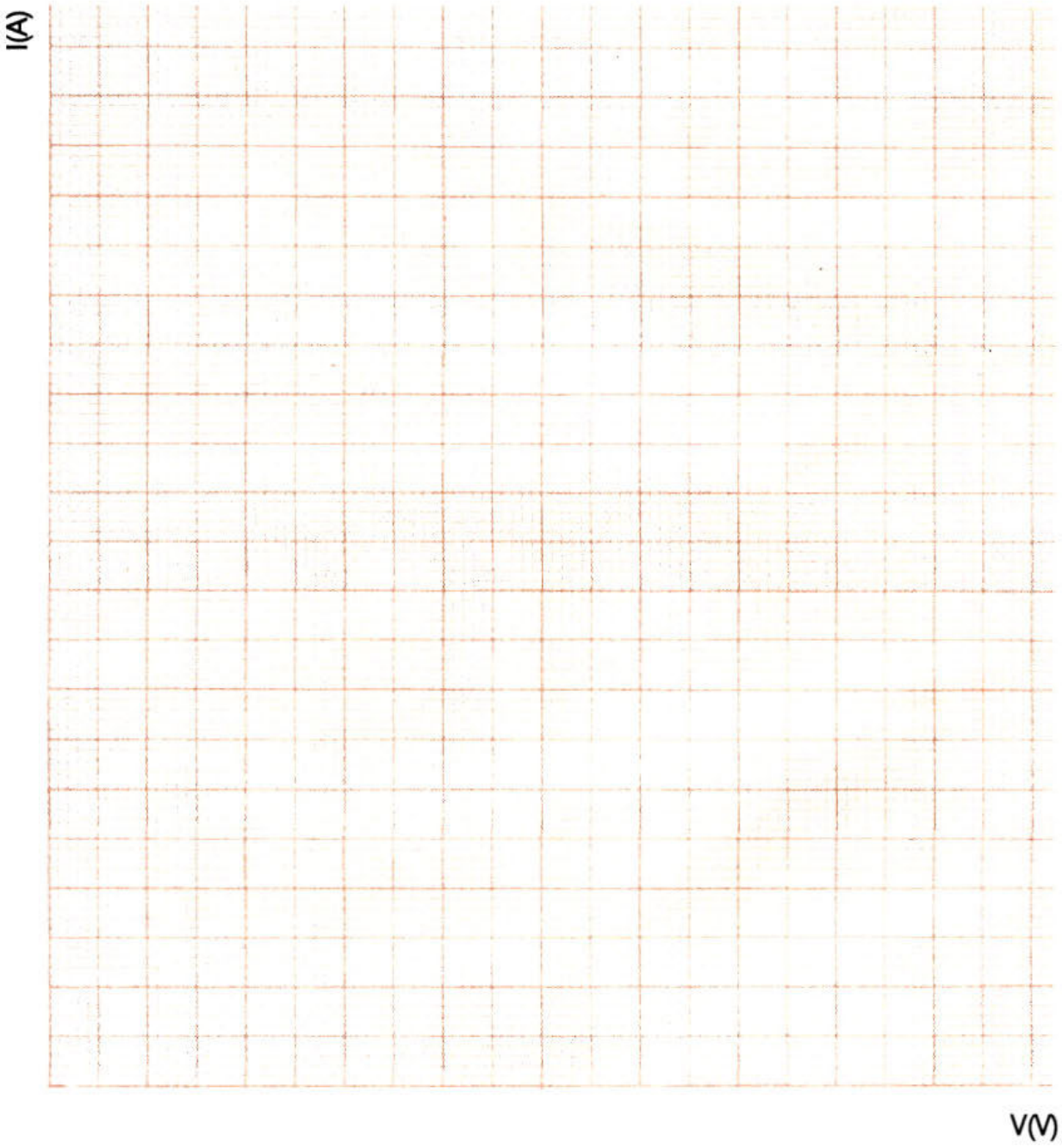
Πίνακας 3-3

A/A	V (V)	I (A)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Πίνακας 3-4

A/A	V (V)	I (A)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

13. Κάνε την γραφική παράσταση I=f(V) και για τα δύο κυκλώματα.



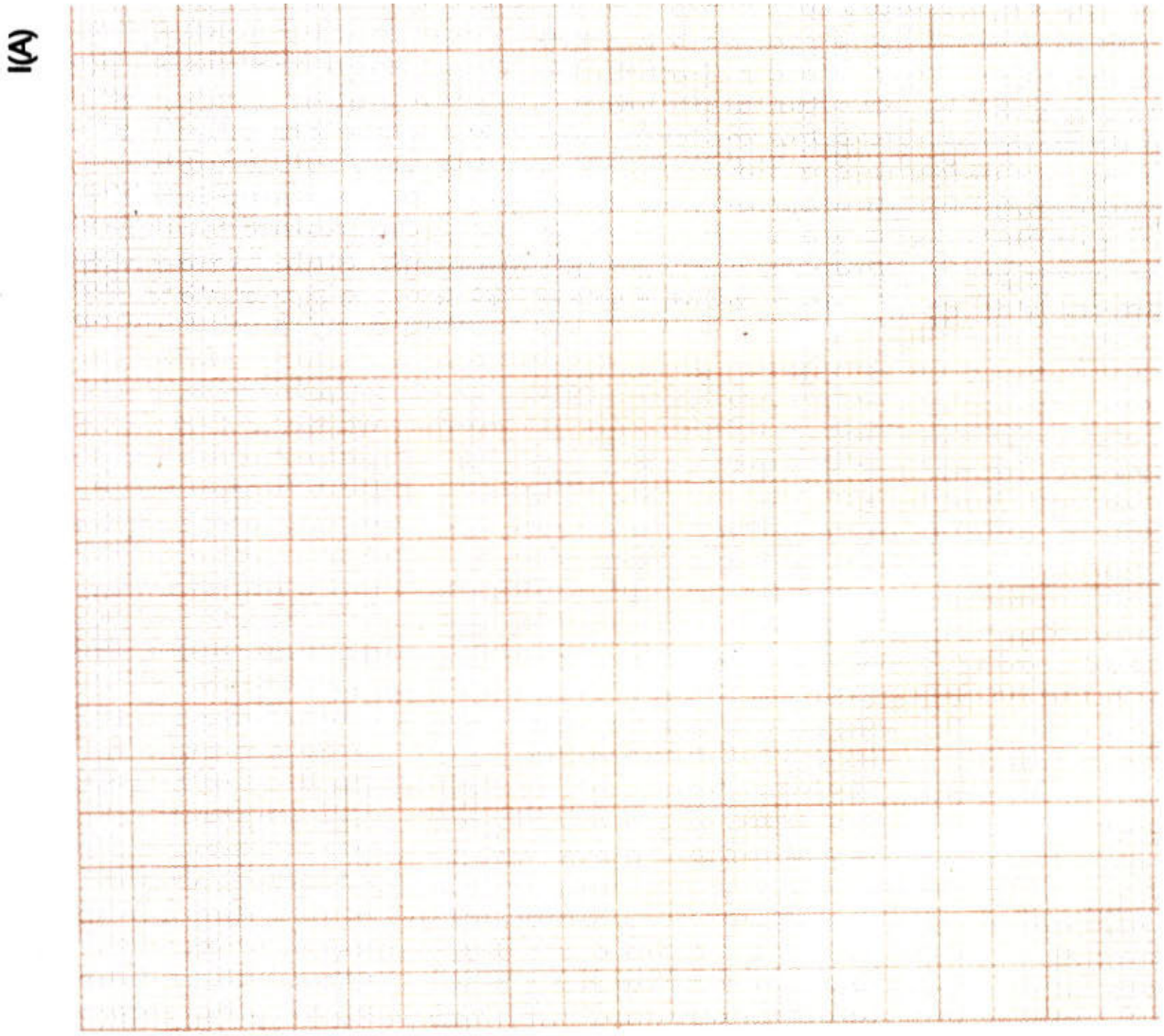
14. Σε ποια περιοχή του γραφήματος η αντίσταση της διόδου είναι ελάχιστη και σε ποιά μέγιστη;

.....

.....

.....

.....



15. Σε ποια περιοχή του γραφήματος η αντίσταση της διόδου είναι μέγιστη και που ελάχιστη;

.....

.....

Παρατηρήσεις.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Φυσικής Γεν. Παιδείας Β΄ Λυκείου

Ηλεκτρικά κυκλώματα: Αντίσταση, Νόμος του Ohm (Ι)

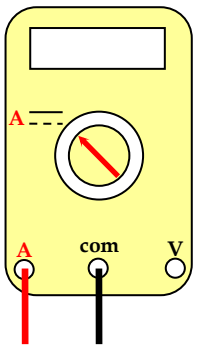
Ομάδα:_____ **Ημερομηνία:**_____

Ονοματεπώνυμα: _____ _____

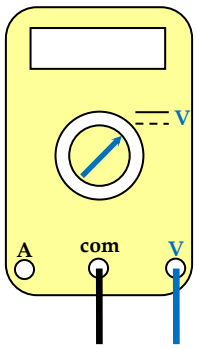
_____ _____

Α΄ Μέρος: Διαδικασία

Συμβουλές μετρήσεων και συνδεσμολογιών:



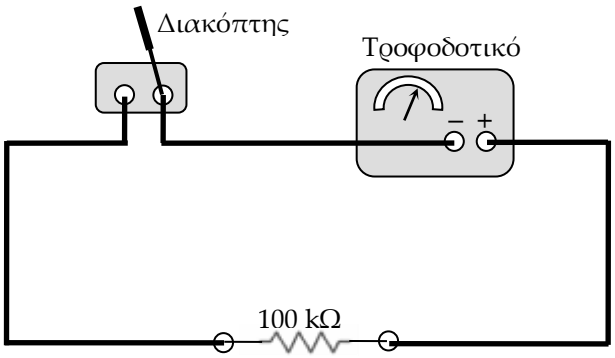
Πολύμετρο ως αμπερόμετρο



Πολύμετρο ως βολτόμετρο

1ο Κύκλωμα:

i. Υλοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα, χωρίς να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό.



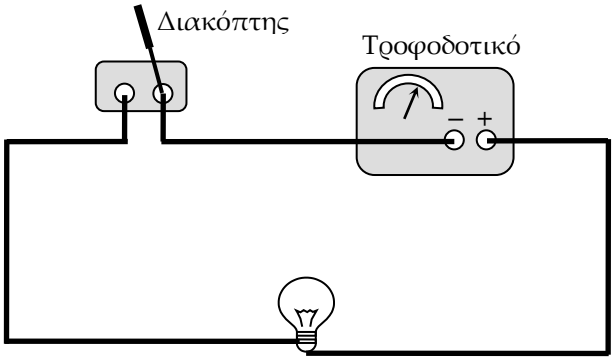
ii. Κλείστε το διακόπτη και θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό. Στη συνέχεια, ρυθμίστε την τάση στα άκρα του αντιστάτη από 1V έως 5V, με βήμα 1V. Για κάθε τιμή της τάσης, μετρήστε την αντίστοιχη τιμή του ρεύματος στο κύκλωμα και συμπληρώστε τον Πίνακα 1.

Πίνακας 1

Τάση V [V]	**Ένταση I [μA]**
0	0

2ο Κύκλωμα:

i. Υλοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα, χωρίς να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό.



ii. Κλείστε το διακόπτη και θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό. Στη συνέχεια, ρυθμίστε την τάση στα άκρα του λαμπτήρα από 1V έως 5V, με βήμα 1V. Για κάθε τιμή της τάσης, μετρήστε την αντίστοιχη τιμή του ρεύματος στο κύκλωμα και συμπληρώστε τον Πίνακα 2.

Πίνακας 2

Τάση V [V]	**Ένταση I [mA]**
0	0

ΚΑΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ!

Β΄ Μέρος: Επεξεργασία – Ανάλυση Αποτελεσμάτων

1. Με βάση τις τιμές του Πίνακα 1, σχεδιάστε το γράφημα $V - I$ και υπολογίστε την κλίση του γραφήματος. Τι παρατηρείτε;

2. Με βάση τις τιμές του Πίνακα 2, σχεδιάστε το γράφημα $V - I$ και υπολογίστε την κλίση του γραφήματος για δύο διαφορετικά σημεία της γραφικής παράστασης. Τι παρατηρείτε;

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Φυσικής Γεν. Παιδείας Β΄ Λυκείου

Ηλεκτρικά κυκλώματα: Κανόνες του Kirchhoff

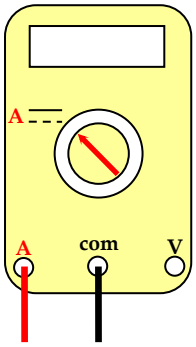
Ομάδα:_____ **Ημερομηνία:**_____

Ονοματεπώνυμα: _____ _____

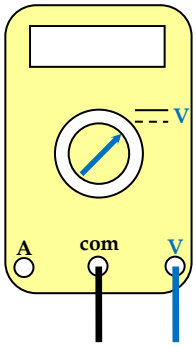
_____ _____

Α΄ Μέρος: Διαδικασία

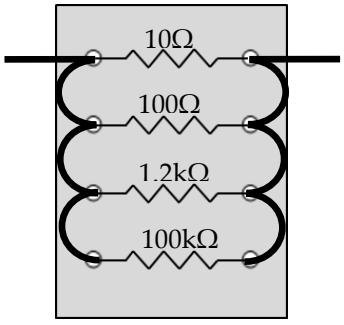
Συμβουλές μετρήσεων και συνδεσμολογιών:



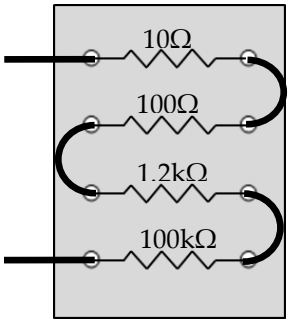
Πολύμετρο ως αμπερόμετρο



Πολύμετρο ως βολτόμετρο



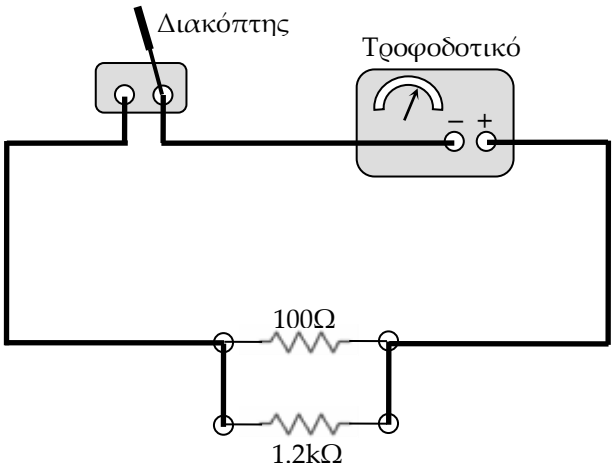
4 αντιστάτες παράλληλα



4 αντιστάτες σε σειρά

1ο Κύκλωμα:

i. Υλοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα, χωρίς να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό.

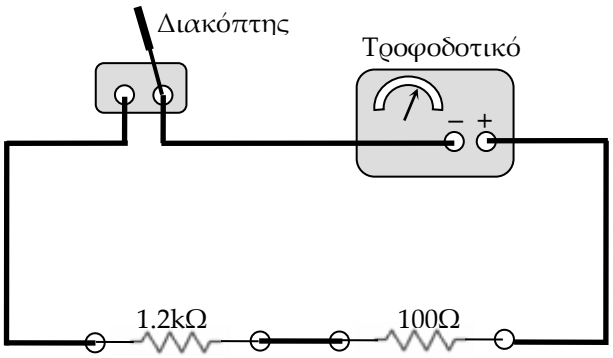


ii. Κλείστε το διακόπτη, θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό και μετά ρυθμίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού στα $9,2\,\text{V}$, μετρώντας την με ένα βολτόμετρο.

iii. Μετρήστε τα ρεύματα που διαρρέουν τους αντιστάτες και το ρεύμα που παρέχει το τροφοδοτικό.

2ο Κύκλωμα:

i. Υλοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα, χωρίς να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό.

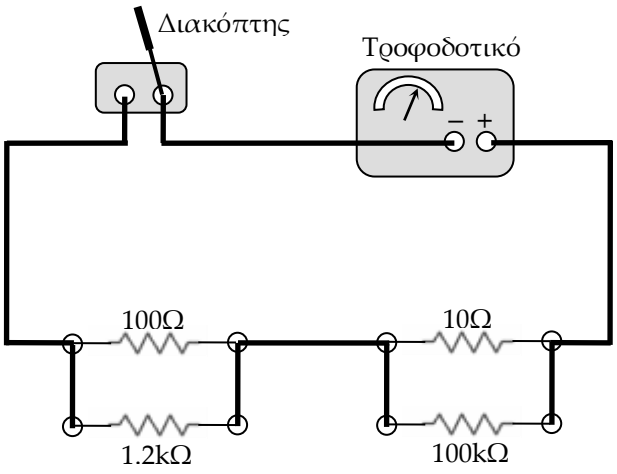


ii. Κλείστε το διακόπτη, θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό και μετά ρυθμίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού στα 13 V , μετρώντας την με ένα βολτόμετρο.

iii. Μετρήστε την τάση στους αντιστάτες.

3ο Κύκλωμα:

i. Υλοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα, χωρίς να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό.



ii. Κλείστε το διακόπτη, θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό και μετά ρυθμίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού στα 10 V , μετρώντας την με ένα βολτόμετρο.

iii. Μετρήστε τα ρεύματα που διαρρέουν τους αντιστάτες και το ρεύμα που παρέχει το τροφοδοτικό.

iv. Μετρήστε την τάση στους αντιστάτες.

ΚΑΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ!

Β΄ Μέρος: Επεξεργασία – Ανάλυση Αποτελεσμάτων

1. Σχολιάστε τις τιμές που πήρατε από το 1ο κύκλωμα.

2. Σχολιάστε τις τιμές που πήρατε από το 2ο κύκλωμα.

3. Σχολιάστε τις τιμές που πήρατε από το 3ο κύκλωμα.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Φυσικής Γεν. Παιδείας Β΄ Λυκείου

Ηλεκτρικά κυκλώματα – Νόμος του Ohm (ΙΙ)

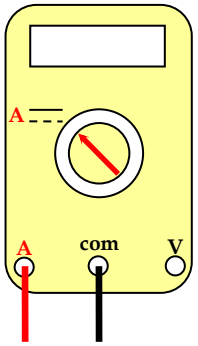
Ομάδα:_____ **Ημερομηνία:**_____

Ονοματεπώνυμα: _____ _____

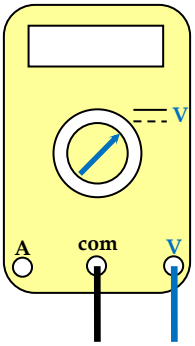
_____ _____

Α΄ Μέρος: Διαδικασία

Συμβουλές μετρήσεων και συνδεσμολογιών:



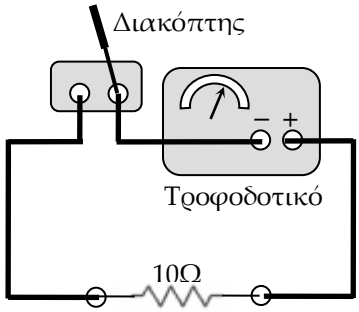
Πολύμετρο ως αμπερόμετρο



Πολύμετρο ως βολτόμετρο

Κύκλωμα:

i. Υλοποιήστε το παρακάτω κύκλωμα, χωρίς να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό.



Πίνακας 1

Αντίσταση R [Ω]	Τάση V [V]	Ένταση I [mA]
10		
100		
1.2 k		
100 k		

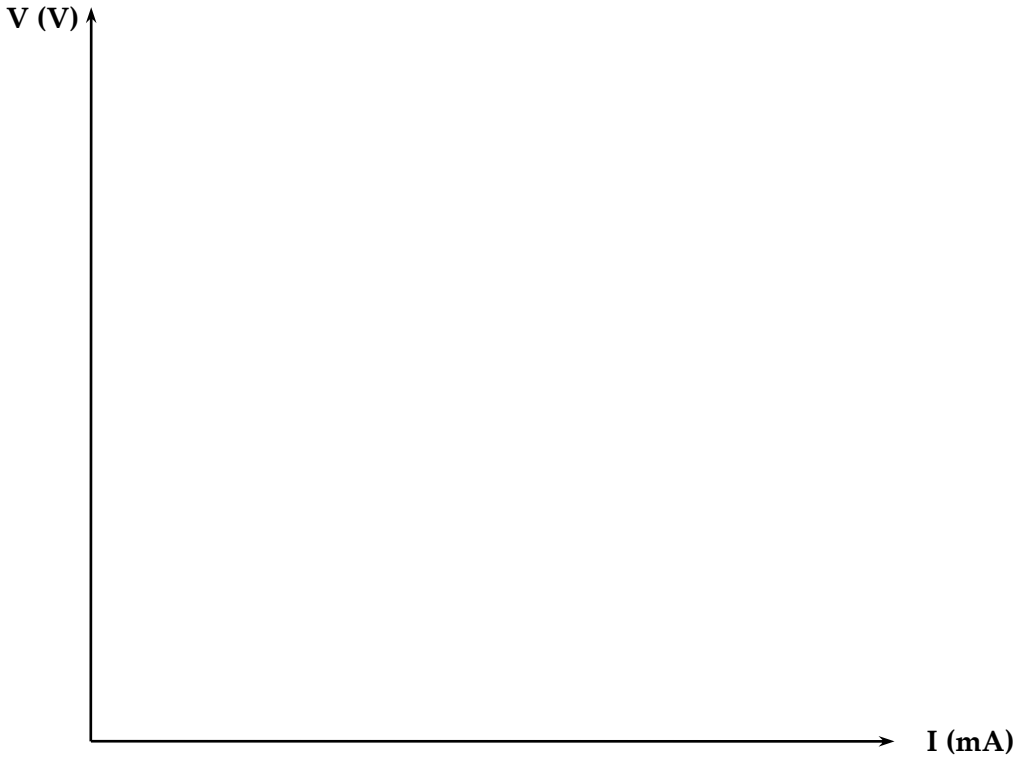
ii. Ανοίξτε το διακόπτη, θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό και μετά ρυθμίστε την τάση εξόδου του τροφοδοτικού στα 2 V , μετρώντας την με ένα βολτόμετρο.

iii. Κλείστε το διακόπτη και μετρήστε το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη και την τάση εξόδου του τροφοδοτικού. Γράψτε τις αντίστοιχες τιμές στην πρώτη γραμμή του Πίνακα 1.

iv. Αλλάξτε διαδοχικά τον αντιστάτη, σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 1, και καταγράψτε τις αντίστοιχες μετρήσεις τάσης και ρεύματος.

ΚΑΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ!

Β΄ Μέρος: Επεξεργασία – Ανάλυση Αποτελεσμάτων

1. Σχολιάστε τις τιμές του Πίνακα 1.

2. Με βάση τις τιμές του Πίνακα 1, σχεδιάστε το γράφημα V – I και υπολογίστε την κλίση του γραφήματος. Τι παρατηρείτε;