



### ΟΔΗΓΙΕΣ

1. Οι απαντήσεις και η αναλυτική λύση των θεμάτων θα γίνει γραπτώς στο **Φύλλο Απαντήσεων** που θα βρείτε αμέσως μετά τις εκφωνήσεις.
2. Όπου ζητούνται γραφήματα θα σχεδιαστούν στους ειδικούς χώρους του **Φύλλου Απαντήσεων**.
3. Τα ονομαστικά στοιχεία θα συμπληρωθούν στο αντίστοιχο πλαίσιο του **Φύλλου Απαντήσεων** και θα καλυφθούν με μαύρο αυτοκόλλητο.
4. Στο τέλος της εξέτασης θα παραδώσετε **μόνο το Φύλλο Απαντήσεων**.

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

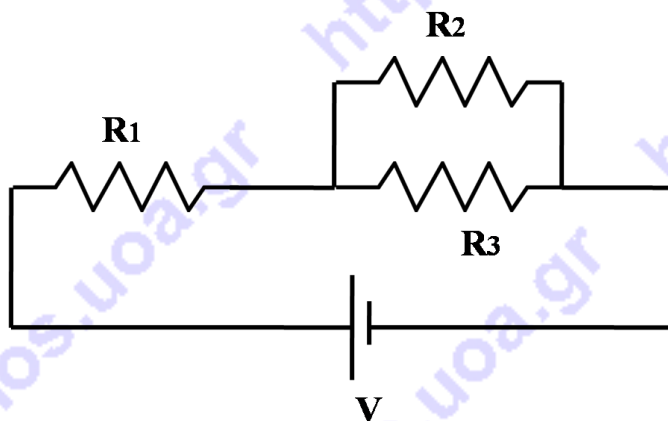
**A.1.** Η δύναμη μεταξύ δύο αντίθετα φορισμένων σφαιρών είναι  $F_c$ . Μεταφέρουμε μια ποσότητα ηλεκτρονίων από την αρνητικά φορισμένη σφαίρα στην θετικά φορισμένη σφαίρα. Αν γνωρίζετε ότι κατά τη μεταφορά αυτή το πρόσημο του φορτίου κάθε σφαίρας δεν αλλάζει, και ότι το συνολικό φορτίο του συστήματος των δυο σφαιρών παραμένει σταθερό, η δύναμη  $F_c$

A) Αυξάνεται      B) Μειώνεται      Γ) Παραμένει σταθερή

Δ) Δεν επαρκούν τα στοιχεία ώστε να γνωρίζουμε

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

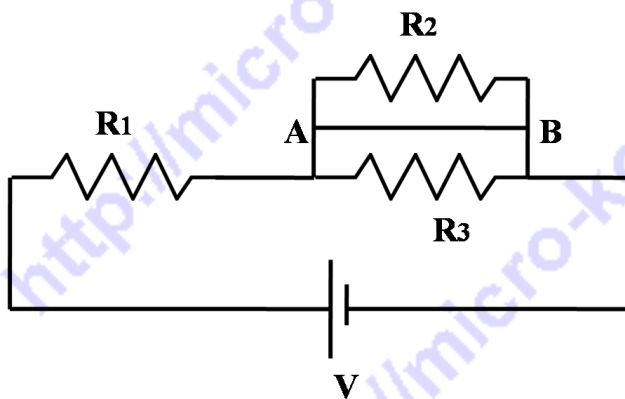
**A.2.** Στο παρακάτω κύκλωμα δίνεται ότι  $R_1=4\Omega$ ,  $R_2=15\Omega$  και  $V=20V$ :



**A.2.1.** Τι τιμή θα πρέπει να έχει η αντίσταση  $R_3$  ώστε η  $R_1$  να έχει στα άκρα της τάση  $V_1=8V$ ;



Στη συνέχεια δημιουργούμε το βραχυκύκλωμα που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



**A.2.2.** Να υπολογίσετε την τιμή της τάσης στα άκρα των αντιστάσεων  $R_1$ ,  $R_2$  και  $R_3$ ;

**A.2.3.** Να υπολογίσετε την τιμή του ρεύματος που διαρρέει τις αντιστάσεις  $R_1$ ,  $R_2$  και  $R_3$ .

**A.2.4.** Ποια η τιμή της τάσης στα άκρα A-B; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σε ένα εργαστήριο Φυσικής, τρεις μαθητές βρίσκουν μέσα σε δύο ξύλινα κουτιά, δύο μεταλλικές πλάκες. Οι μαθητές θέλουν να μάθουν αν οι μεταλλικές πλάκες είναι φορτισμένες καθώς και πόσο είναι το φορτίο τους. Το εργαστήριο δεν διαθέτει κάποιο ειδικό όργανο μέτρησης φορτίου και αποφασίζουν να χρησιμοποιήσουν ένα ψηφιακό δυναμόμετρο (το οποίο, σε αντίθεση με το μηχανικό δυναμόμετρο, έχει την δυνατότητα να μετρά δύναμη χωρίς να επιμηκύνεται ή να συσπειρώνεται) μεγάλης ακρίβειας με τον εξής τρόπο: Κρεμάνε το δυναμόμετρο από την πάνω πλευρά του σε ένα ψηλό στήριγμα και στην κάτω πλευρά του, προσαρτούν την μια μεταλλική πλάκα. Στην συνέχεια τοποθετούν την δεύτερη μεταλλική πλάκα σε κάποια απόσταση από την πρώτη. Μετρούν την απόσταση αυτή με χάρακα.



Σχήμα 1: Πειραματική διάταξη

Για να μην αλλάξει το αρχικό φορτίο των πλακών οι μαθητές μερίμνησαν ώστε καθ' όλη την διαδικασία να φορούν ειδικά αντιστατικά (μονωτικά) γάντια. Επίσης τοποθέτησαν ειδικό αντιστατικό (μονωτικό) υλικό στο σημείο επαφής του δυναμομέτρου με την μεταλλική πλάκα.



Αρχικά οι μαθητές κατέγραψαν την ένδειξη του δυναμόμετρου χωρίς την παρουσία της δεύτερης πλάκας και στην συνέχεια τις ενδείξεις για διάφορες αποστάσεις μεταξύ των πλακών. Οι μετρήσεις φαίνονται στην παρακάτω πίνακα.

Απόσταση μεταξύ των πλακών (cm)	Ένδειξη Δυναμόμετρου (N)
*Χωρίς την παρουσία της δεύτερης πλάκας	1.20
2	4.80
3	2.81
4	2.09
5	1.77
6	1.62
7	1.49
8	1.42
9	1.38
10	1.35

Αφού τελείωσαν τις μετρήσεις, οι μαθητές κατά λάθος ακούμπησαν τις πλάκες μεταξύ τους. Στην συνέχεια προσπάθησαν να επαναλάβουν το πείραμα όμως η ένδειξη του δυναμόμετρου έμεινε συνεχώς σταθερή στην αρχική ένδειξη των 1,2N ανεξάρτητα από την απόσταση μεταξύ των πλακών. Δημιουργώντας ένα αυτοσχέδιο ηλεκτρικό εκκρεμές με μια μικρή μπάλα από φελιζόλ, παρατήρησαν ότι καμία από τις δύο πλάκες δεν αλληλεπιδρούσε με το εκκρεμές.

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

1. Οι πλάκες ήταν φορτισμένες με φορτίο ίδιου ή αντίθετου προσήμου;
2. Με βάση την πειραματική διαδικασία και τις παραπάνω μετρήσεις, να υπολογίσετε μόνο την ηλεκτρική δύναμη,  $F_c$ , μεταξύ των πλακών και να σχεδιάσετε το διάγραμμα ηλεκτρικής δύναμης – απόστασης μεταξύ των πλακών.
3. Για ποιο λόγο μετά την επαφή των δύο πλακών το δυναμόμετρο έδειχνε σταθερή ένδειξη;
4. Να υπολογίσετε την τιμή των φορτίων των δύο πλακών.

**Καλή Επιτυχία**



## Ενδεικτικές απαντήσεις

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### A.1 - Β Μειώνεται

Έστω  $q_1 (<0)$  και  $q_2 (>0)$  τα αρχικά φορτία. Αν υπάρχει μετακίνηση φορτίων διατηρώντας το πρόσημό τους, τότε  $|q_1'| < |q_1|$  και  $|q_2'| < |q_2|$  άρα και για το γινόμενο τους θα ισχύει  $q_1'q_2' < q_1q_2$ . Άρα και  $F' < F$ .

#### A.2.1.

Θα πρέπει  $V_{R1} = I_{R1} \cdot R1 \rightarrow I_{R1} = 2A$ . Άρα  $I_{R1} = I_{total} = \frac{V_{total}}{R_{total}} \rightarrow R_{total} = 10\Omega$

$$R_{total} = R1 + \frac{R2 \cdot R3}{R2 + R3} \rightarrow 10\Omega = 4\Omega + \frac{15\Omega \cdot R3}{15\Omega + R3} \rightarrow R3 = 10\Omega$$

#### A.2.2.

Το δυναμικό στα σημεία Α και Β θα είναι το ίδιο, άρα η τάση  $V_{AB}=0V$ . Λόγω της παράλληλης σύνδεσης θα ισχύει  $V_{R2}=V_{R3}= V_{AB}=0V$ . Συνεπώς, το κύκλωμα θα αποτελείται από την  $R1$  και την πηγή τάσης οπότε  $V_{R1}=20V$ .

#### A.2.2.

Το ρεύμα θα διαρρέει την αντίσταση  $R1$  και τον κλάδο ΑΒ.

Άρα  $I_{R2}=I_{R3}= 0V$  και  $I_{R1} = \frac{V_{R1}}{R1} = 5A$

#### A.2.4

$V_{AB}=0V$  καθώς το δυναμικό παραμένει σταθερό στην διαδρομή ΑΒ.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

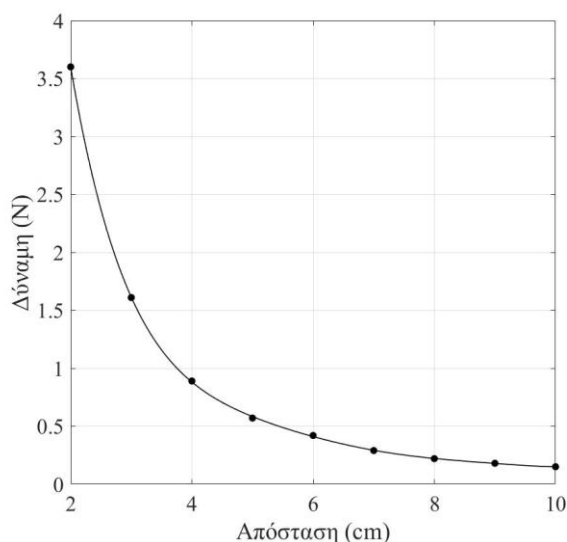
#### 1.

Όταν πλησιάζουμε την 2<sup>η</sup> πλάκα στην ήδη προσαρτημένη πλάκα η ένδειξη του δυναμόμετρου αυξάνεται, δηλαδή η δύναμη μεταξύ των πλακών είναι ελκτική, άρα τα φορτία τους έχουν αντίθετο πρόσημο.



2.

Απόσταση μεταξύ των πλακών (cm)	Ηλεκτρική δύναμη (N)
2	3.6
3	1.61
4	0.89
5	0.57
6	0.42
7	0.29
8	0.22
9	0.18
10	0.15



3.

Διότι τουλάχιστον μία από τις δύο πλάκες έχει φορτίο 0C, άρα το δυναμόμετρο μετρά το βάρος της αναρτημένης πλάκας. Επειδή όμως καμία από τις δύο πλάκες δεν αλληλεπιδρά με το ηλεκτρικό εκκρεμές συμπεραίνουμε ότι είναι και οι 2 αφόρτιστες.



4.

Αποδείξαμε ήδη ότι οι πλάκες είχαν αρχικά ετερόσημα φορτία. Αφού μετά την επαφή τους το συνολικό φορτίο μηδενίζεται, συμπεραίνουμε επί πλέον ότι τα φορτία τους ήταν αντίθετα, δηλ.

$$q_1 = -q_2$$

Άρα η εφαρμογή του νόμου του Coulomb πριν την επαφή των πλακών δίνει:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow F = k \frac{|q_1|^2}{r^2} \Rightarrow |q_1|^2 = \frac{F r^2}{k} \Rightarrow |q_1| = \sqrt{\frac{F r^2}{k}} \Rightarrow |q_1| = 0.4 \mu\text{C} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \begin{cases} q_1 = +0.4 \mu\text{C}, q_2 = -0.4 \mu\text{C} \\ \text{ή} \\ q_1 = -0.4 \mu\text{C}, q_2 = +0.4 \mu\text{C} \end{cases}$$

### Προτεινόμενη βαθμολογία

#### Θεωρητικό μέρος

A.1.: Απάντηση 5

Αιτιολόγηση 15

A.2.1.: 10

A.2.2.: 10

A.2.3.: 10

A.2.4.: 10

#### Πειραματικό μέρος

1. 10

2. 5 η συμπλήρωση του πίνακα

5 η κατασκευή του διαγράμματος, Ενδεικτικά:

2 μόρια για επιλογή κλίμακας αξόνων που οδηγεί σε κεντραρισμένο γράφημα

1 μόριο για αναγραφή συμβόλων και μονάδων φυσικών μεγεθών στους άξονες.

1 μόριο για ορθή αποτύπωση πειραματικών σημείων.

1 μόριο για χάραξη καμπύλης

3. 10

4. 10