

# ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

06/04/2023

## ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΡΕΙΣ ΩΡΕΣ

### Θεμα 1

A1. Δύο παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί (Α) και (Γ) μεγάλου μήκους, βρίσκονται σε απόσταση  $r$  μεταξύ τους και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης  $I_1$  και  $I_2$  αντίστοιχα. Με  $B_1, B_2$ , συμβολίζουμε τα μέτρα των εντάσεων του μαγνητικού πεδίου λόγω των αγωγών 1 και 2 αντίστοιχα, στο μέσο Μ της μεταξύ τους απόστασης. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσο Μ έχει μέτρο:

α)  $B_M = B_1 + B_2$

β)  $B_M = |B_1 - B_2|$

γ)  $B_M = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$

δ)  $B_M = |B_1 + B_2|$

(Μονάδες 5)

A2. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση  $r$  από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I$ , είναι  $B$ . Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό διπλασιαστεί, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα παραμείνει το ίδιο σε απόσταση

α.  $r/2$ . β.  $r/4$ . γ.  $r$ . δ.  $2r$

(Μονάδες 5)

A3. Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτοξευθεί υπό γωνία  $\theta$  σε σχέση με τις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, τότε το σωματίδιο εκτελεί κίνηση α. που αποτελεί σύνθεση μιας ομαλής κυκλικής και μιας ευθύγραμμης ομαλής. β. που είναι ομαλή κυκλική. γ. καμπυλόγραμμη με επιτόξιο επιτάχυνση. δ. που αποτελεί σύνθεση μιας ομαλής κυκλικής και μιας ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης.

(Μονάδες 5)

A4. Στα άκρα ενός αντιστάτη εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση της μορφής  $v = \eta \mu \omega V t$ . Η ενεργός τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος:

α. μεταβάλλεται περιοδικά με το χρόνο.

β. είναι μεγαλύτερη από το πλάτος της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος.

γ. έχει σταθερή τιμή.

δ. είναι αντιστρόφως ανάλογη με την ενεργό τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Μονάδες 5

A5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη Σωστό, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη Λάθος, για τη λανθασμένη.

α. Ο νόμος των Biot-Savart ισχύει μόνο για ευθύγραμμους αγωγούς.

β. Κάθε ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο.

γ. Ένας ρευματοφόρος αγωγός τοποθετημένος παράλληλα στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου δέχεται τη μέγιστη ηλεκτρομαγνητική δύναμη.

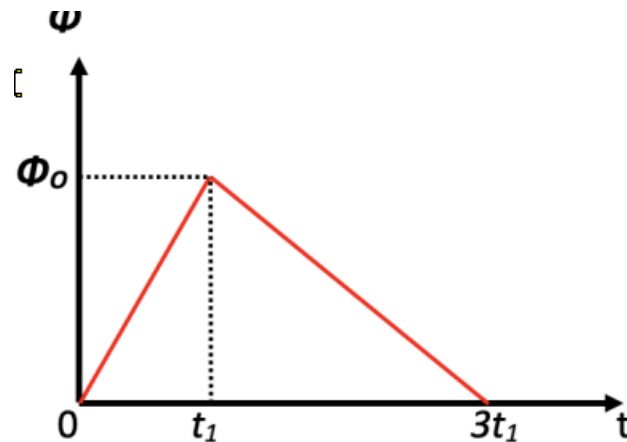
δ. Η μαγνητική ροή είναι ένα μονόμετρο φυσικό μέγεθος που μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές.

ε. Η διεύθυνση ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου συμπίπτει με τη διεύθυνση της δύναμης που δέχεται ένα φορτισμένο σωματίδιο που εισέρχεται στο πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του.

(Μονάδες 5)

## Θέμα 2

B1 Μέσα από κλειστό συρμάτινο πλαίσιο αντίστασης  $R$  η μαγνητική ροή μεταβάλλεται με το χρόνο όπως δείχνει το παρακάτω διάγραμμα



Το συνολικό ποσό θερμότητας που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο λόγω φαινομένου Joule είναι :

I (α)  $\frac{2\Phi_0^2}{3Rt_1}$

(β)  $\frac{3\Phi_0^2}{2Rt_1}$

(γ)  $\frac{3\Phi_0^2 R}{2t_1}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

B2 Θεωρούμε σημείο  $K$  μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μεγάλης έκτασης με  $B = \pi \cdot 10^{-6}$  T. Από το σημείο  $K$  εκτοξεύονται ταυτόχρονα, με την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα  $v = \pi \cdot 10^4$  m/s, δύο όμοια φορτισμένα σωματίδια, που έχουν λόγο φορτίου προς μάζα  $q/m = 5 \cdot 10^{11}$  C/kg. Το ένα εκτοξεύεται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και το άλλο κάθετα προς αυτές. (Η επίδραση του πεδίου βαρύτητας και οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις δεν λαμβάνονται υπόψη).

i) Να δικαιολογήσετε ποιο σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και ποιο ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

ii)

Να υπολογίσετε την ακτίνα της παραπάνω κυκλικής τροχιάς.

iii) Να υπολογίσετε την περίοδο της παραπάνω ομαλής κυκλικής κίνησης.

- iv) Πόση θα είναι η απόσταση των δύο σωματιδίων τη στιγμή που το ένα σωματίδιο έχει συμπληρώσει  $N=100$  πλήρεις περιφορές;

B3. Συνεχές ρεύμα με τιμή  $I$  και εναλλασσόμενο ρεύμα με ενεργό τιμή  $I_{\text{EV}}$ , εκλύουν θερμότητα με τον ίδιο ρυθμό όταν διαρρέουν δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2 = 4R_1$ , αντίστοιχα. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις συνδέει τις δύο εντάσεις του ρεύματος;

- A.  $I_{\text{EV}} = I$ .      B.  $I_{\text{EV}} = 2I$ .      Γ.  $I_{\text{EV}} = \frac{I}{2}$ .      Δ.  $I_{\text{EV}} = 4I$ .

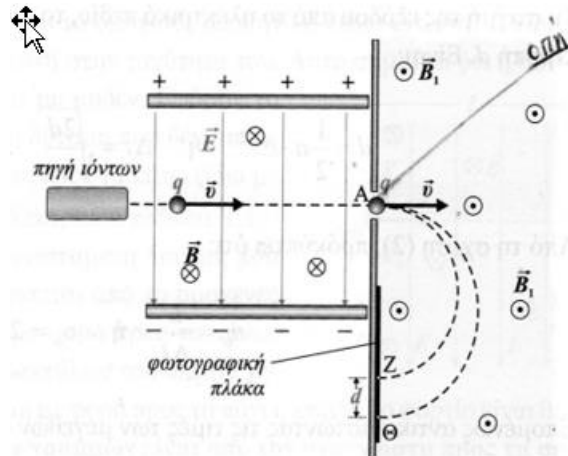
B4. Αντιστάτης αντίστασης  $R$  διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής  $i = I\eta\omega t$ . Αν σε χρόνο  $10\text{min}$  εκλύεται στον αντιστάτη θερμότητα  $Q$ , επί πόσο χρόνο θα έπρεπε να διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης  $I$ , για να εκλυθεί η ίδια θερμότητα;

- A.  $5\text{min}$ .      B.  $10\text{min}$ .      Γ.  $20\text{min}$ .      Δ.  $40\text{min}$ .

### ΘΕΜΑ 3

Λεπτή οριζόντια δέσμη θετικών ιόντων ασβεστίου  $\text{Ca}^{+2}$ , εισέρχεται σε περιοχή όπου συνυπάρχουν ομογενές μαγνητικό πεδίο, με μέτρο έντασης  $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$  και ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με μέτρο έντασης  $E = 2000 \text{ V/m}$ . Οι μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι οριζόντιες και κάθετες στις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου που είναι κατακόρυφες (Σχήμα 1). Μερικά από τα ιόντα που εκτοξεύονται από τη δέσμη - στην περίπτωση μας δύο ισότοπα ασβεστίου:  ${}_{20}^{40}\text{Ca}^{+2}$  και  ${}_{20}^{42}\text{Ca}^{+2}$  - δεν εκτρέπονται και συνεχίζοντας την ευθύγραμμη πορεία τους διέρχονται από μια λεπτή οπή διαφράγματος, που η επιφάνειά τους είναι κάθετη στη διεύθυνση της δέσμης. Αμέσως μετά την είσοδό τους από την οπή A, τα ιόντα εισέρχονται σε ομογενές

μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_1$ , μέτρου  $B_1 = 0,1 \text{ T}$  και αντίθετης φοράς από το  $B$ . Τα ιόντα εκτελούν, στο μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_1$ , κυκλική κίνηση (Σχήμα 1) και αφού διαγράψουν ημικύκλιο προσκρούουν σε φωτογραφική πλάκα αφήνοντας δυο διαφορετικά ίχνη, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d$ .



**Γ1)** Να εξηγήσετε συνοπτικά:

α) γιατί μερικά ιόντα αποκλίνουν μέσα στο σύνθετο πεδίο, ενώ άλλα συνεχίζουν ανεπηρέαστα την πορεία τους.

β) για ποιο λόγο δημιουργούνται δυο ίχνη στην φωτογραφική πλάκα.

**(Μονάδες 7)**

**Γ2)** Να υπολογίσετε την ταχύτητα των ιόντων που ακολουθούν την ευθύγραμμη πορεία στο χώρο που συνυπάρχουν το ομογενές μαγνητικό με το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο (δηλαδή στο φίλτρο ταχυτήτων). **(Μονάδες 4)**

**Γ3)** Να βρείτε την απόσταση  $d$  των δυο ιχνών στη φωτογραφική πλάκα. **(Μονάδες 6)**

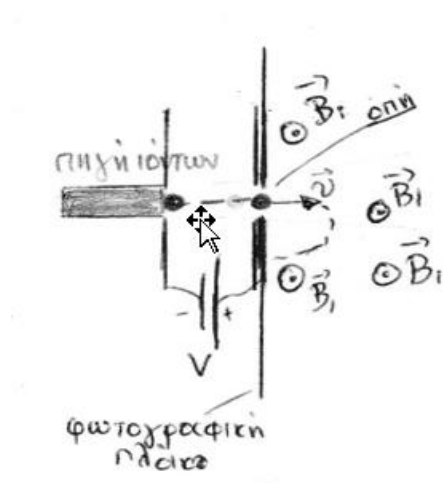
Αλλάζουμε τη διάταξη. Αντικαθιστούμε την πηγή ιόντων ασβεστίου, με πηγή ιόντων φορτίου  $|q_e|$  και μάζας  $m_n$ . Επίσης, αποσύρουμε από την παραπάνω διάταξη το φίλτρο ταχυτήτων, και το αντικαθιστώ με ένα επίπεδο πυκνωτή, φορτισμένο υπό τάση  $V$ . Τα νέα ιόντα που παράγονται

από την πηγή, επιταχύνονται από την ηρεμία, στο χώρο μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή, από ηλεκτρικό πεδίο λόγω διαφοράς δυναμικού  $V$  (Σχήμα 2).

**Γ4)** Να υπολογίσετε την τάση  $V$  στον πυκνωτή, αν γνωρίζουμε ότι η ταχύτητα με την οποία τα νέα ιόντα εισέρχονται στην οπή Α όπου συνυπάρχουν τα δύο πεδία, είναι η ταχύτητα του Γ2 ερωτήματος. **(Μονάδες 4)**

**Γ5)** Να βρείτε την μεταβολή της ορμής των ιόντων εξαιτίας της κίνησής τους στο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_1$ , όπου εκτελούν ημικύκλιο και προσκρούουν στη φωτογραφική πλάκα. **(Μονάδες 4)**

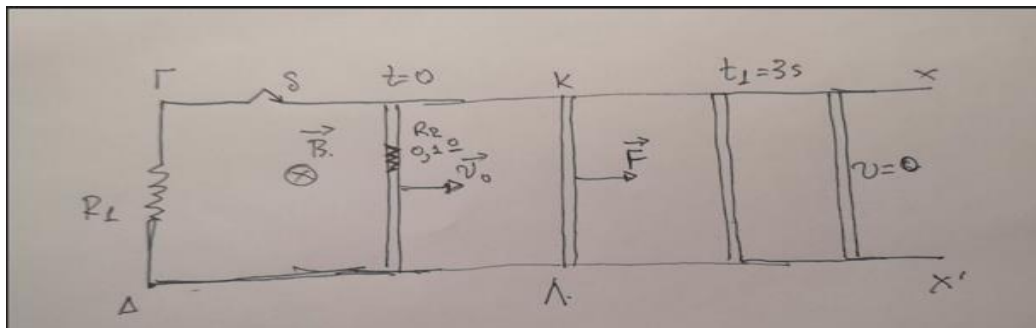
**ΣΧΗΜΑ 2:**



**ΘΕΜΑ Δ**

Τα άκρα Γ και Δ δύο παράλληλων οριζοντίων αγωγών Γx και Δx' αμελητέας αντίστασης, συνδέονται με αγωγό αντίστασης  $R = 0,4 \Omega$ . Επάνω στους δύο αγωγούς είναι τοποθετημένος κάθετα προς τη διεύθυνσή τους ένας άλλος ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους  $= 1\text{m}$ , ο οποίος μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Η μάζα του αγωγού (ΚΛ) είναι  $m = 0,5\text{kg}$  και η αντίσταση του  $R = 0,12 \Omega$ . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ένταση μέτρου  $B = 1\text{T}$ , το οποίο είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Ο αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου  $v = 2\text{ m/s}$  με το διακόπτη δ ανοικτό.

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$  κλείνει ο διακόπτης  $\delta$  χωρίς να δημιουργηθεί σπινθήρας και ασκείται στον αγωγό ΚΛ εξωτερική δύναμη  $F$  μεταβλητού μέτρου, της ίδιας κατεύθυνσης με την ταχύτητα του αγωγού, η οποία τον εξαναγκάζει να αποκτήσει σταθερή επιτάχυνση μέτρου  $\alpha = 1 \text{ m/s}^2$



Γ1 Να γράψετε την χρονική εξίσωση της δύναμης  $F$

Μονάδες 7

Γ2 Να βρείτε το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού ΚΛ από την  $t=1 \text{ sec}$  έως την  $t=3 \text{ sec}$

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή  $t_1 = 3 \text{ s}$  καταργείται η δύναμη  $F$  και ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να επιβραδύνεται μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητά του.

Γ3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού τη χρονική στιγμή που η ταχύτητά του ισούται με το μισό της μέγιστης τιμής της μετά την κατάργηση της  $F$ .

Μονάδες 5

Γ4. Να βρείτε τη θερμότητα που απέβαλλε το κύκλωμα κατά τη διάρκεια της επιβραδυνόμενης κίνησης.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε αμελητέες τις αντιστάσεις του αέρα.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ