

# ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

## ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ & ΣΠΟΥΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ **2,5 ΩΡΩΝ**

### ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

#### ΘΕΜΑ Α (30 μονάδες)

Στις ερωτήσεις Α1-Α10 (10×2= 20 μονάδες) να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στην επιλογή σας, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

**A1.** Φορτισμένο σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Τότε:

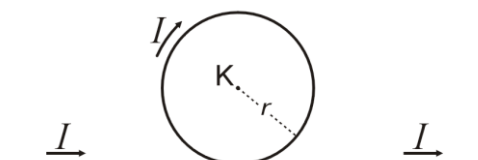
- α. η ορμή του σωματιδίου παραμένει σταθερή
- β. η στροφορμή του σωματιδίου παραμένει σταθερή
- γ. η κινητική ενέργεια του σωματιδίου μεταβάλλεται
- δ. η γωνιακή ταχύτητα του σωματιδίου μεταβάλλεται

**A2.** Φορτισμένο σωματίδιο βάλλεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η ταχύτητα του σωματιδίου σχηματίζει γωνία φ με την ένταση B του πεδίου. Ο λόγος της ακτίνας R προς το βήμα β της ελικοειδούς κίνησης που θα ακολουθήσει το σωματίδιο είναι:

α.  $\frac{R}{\beta} = \frac{1}{2\pi \varepsilon\phi\varphi}$       β.  $\frac{R}{\beta} = 2\pi \varepsilon\phi\varphi$       γ.  $\frac{R}{\beta} = \frac{2\pi}{\varepsilon\phi\varphi}$       δ.  $\frac{R}{\beta} = \frac{\varepsilon\phi\varphi}{2\pi}$

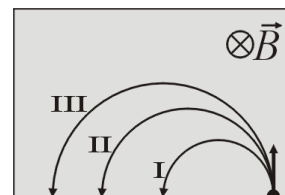
**A3.** Ο ρευματοφόρος αγωγός του σχήματος είναι ευθύγραμμος και παρουσιάζει κυκλικό τμήμα ακτίνας r. Στο κέντρο του κυκλικού τμήματος το μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο:

α.  $B_K = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}(\pi + 1)$       β.  $B_K = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}\sqrt{\pi^2 + 1}$   
γ.  $B_K = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}\sqrt{\pi^2 - 1}$       δ.  $B_K = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}(\pi - 1)$



**A4.** Τρεις πυρήνες ισοτόπων του υδρογόνου ( $^1_1H$ ,  $^2_1H$ ,  $^3_1H$ ) εισέρχονται κάθετα, και με την ίδια ταχύτητα, σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως στο σχήμα. Οι τροχιές που θα ακολουθήσουν οι πυρήνες είναι:

α.  $^1_1H$ : III      β.  $^1_1H$ : II      γ.  $^2_1H$ : II      δ.  $^1_1H$ : I  
 $^2_1H$ : II       $^3_1H$ : II       $^1_1H$ : III       $^2_1H$ : III  
 $^3_1H$ : I       $^1_1H$ : II       $^3_1H$ : II       $^1_1H$ : II



**A5.** Ο φασματογράφος Bainbridge είναι όργανο με το οποίο:

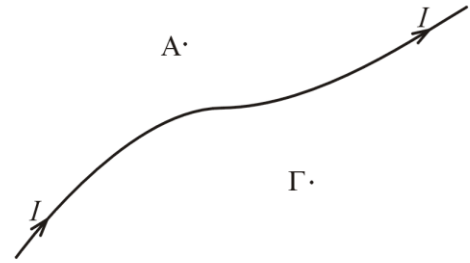
- α. επιλέγουμε συγκεκριμένη ταχύτητα σε φορτισμένα σωματίδια
- β. διαχωρίζουμε ισότοπα στοιχεία
- γ. υπολογίζουμε τον λόγο e/m (φορτίο προς μάζα ηλεκτρονίου)
- δ. δημιουργούμε ισχυρά ομογενή μαγνητικά πεδία

**A6.** 1 A είναι το ρεύμα που διαρρέει καθένα από δύο παράλληλους αγωγούς που απέχουν 1 m μεταξύ τους και για κάθε 1 m μήκους του καθενός, ο ένας αγωγός ασκεί στον άλλο δύναμη μέτρου:

α.  $0,5 \cdot 10^{-7} N$       β.  $1 \cdot 10^{-7} N$       γ.  $2 \cdot 10^{-7} N$       δ.  $4 \cdot 10^{-7} N$

**A7.** Σύρμα τυχαίου σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I$ , όπως στο σχήμα. Στα σημεία A και Γ η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σύρμα έχει φορά:

- α.  $\vec{B}_A \odot, \vec{B}_\Gamma \odot$       β.  $\vec{B}_A \odot, \vec{B}_\Gamma \otimes$   
 γ.  $\vec{B}_A \otimes, \vec{B}_\Gamma \odot$       δ.  $\vec{B}_A \otimes, \vec{B}_\Gamma \otimes$

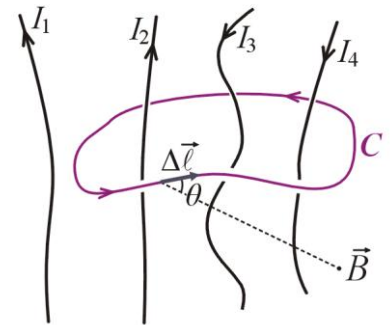


**A8.** Ευθύγραμμος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Αν διαρρέεται από ρεύμα ομόρροπο της έντασης του μαγνητικού πεδίου δεν δέχεται δύναμη από αυτό. Αν, όμως, διαρρέεται από ρεύμα αντίρροπο της έντασης του πεδίου, τότε:

- α. δέχεται μέγιστη δύναμη από το πεδίο  
 β. εξακολουθεί και δεν δέχεται δύναμη από το πεδίο  
 γ. δέχεται δύναμη από το πεδίο παράλληλη στο μήκος του  
 δ. δέχεται ελάχιστη, μη μηδενική, δύναμη από το πεδίο

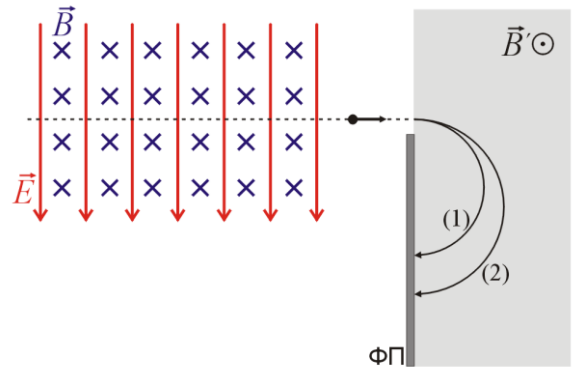
**A9.** Διατρέχοντας την κλειστή καμπύλη C, όπως δείχνει το σχήμα, και εφαρμόζοντας τον νόμο του Ampère:  $\sum \vec{B} \cdot \Delta \vec{\ell} \cdot \cos \theta = \mu_0 I_{\text{εγκ}}$ , ως  $I_{\text{εγκ}}$  θα αντικαταστήσουμε:

- α.  $I_2 + I_3 + I_4$       β.  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4$   
 γ.  $-I_1 + I_2 - I_3 - I_4$       δ.  $I_2 - I_3 - I_4$



**A10.** Δύο φορτισμένα σωματίδια (1) & (2) περνάνε ευθύγραμμα μέσα από έναν επιλογέα ταχυτήτων (E,B) και εισέρχονται σε δεύτερο ομογενές μαγνητικό πεδίο (B'), πώς δείχνει το σχήμα. Τα σωματίδια διαχωρίζονται και μετά από ημικυκλικές τροχιές χτυπούν στην φωτογραφική πλάκα (ΦΠ). Για τις μάζες ( $m_1, m_2$ ) και τα φορτία ( $q_1, q_2$ ) των σωματιδίων, ισχύει η σχέση:

- α.  $m_1 q_1 > m_2 q_2$       β.  $m_2 q_1 > m_1 q_2$   
 γ.  $m_1 q_1 = m_2 q_2$       δ.  $m_1 q_2 = m_2 q_1$



Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις **A11-A20** ( $10 \times 1 = 10$  μονάδες) που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

**A11.** Κυκλικός αγωγός εμβαδού A βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B. Το επίπεδο του αγωγού σχηματίζει γωνία  $30^\circ$  με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον αγωγό δίνεται από τον τύπο:  $\Phi_B = B \cdot A \cdot \eta \mu 30^\circ$ .

**A12.** Η στροφορμή ενός φορτισμένου σωματιδίου, που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητάς του.

**A13.** Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι διάνυσμα πάντα κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

**A14.** Η δύναμη Lorentz προκαλεί μεταβολή στο μέτρο της ταχύτητας ενός φορτισμένου σωματιδίου όταν αυτό εκτελεί ελικοειδή κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

**A15.** Σταθερή ένταση σε ένα μαγνητικό πεδίο σημαίνει δυναμικές γραμμές παράλληλες και ισόπυκνες (ισαπέχουσες).

**A16.** Ο J.J. Thomson ανακάλυψε το 1897 ότι το πηλίκο  $e/m$  (φορτίο προς μάζα ηλεκτρονίου) είχε πάντα την ίδια τιμή, ανεξάρτητα από το υλικό της καθόδου ή από οποιαδήποτε άλλη παράμετρο του πειράματος.

**A17.** Αν σε ένα φίλτρο ταχυτήτων τα σωματίδια εξέρχονται ευθύγραμμα, θα συνεχίσουν να εξέρχονται ευθύγραμμα αν διπλασιάσουμε ταυτόχρονα τις εντάσεις του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου.

**A18.** Ο νόμος του Ampère ισχύει μόνο για σταθερά ρεύματα και σταθερά μαγνητικά πεδία.

**A19.** Δύο παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί, απείρου μήκους, πάντα έλκονται μεταξύ τους.

**A20.** Η στροφορμή ενός θετικά φορτισμένου σωματιδίου, που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, είναι πάντα ομόροπη με την ένταση του πεδίου.



## **ΘΕΜΑ Β (20 μονάδες)**

**B1.** Από το ίδιο σύρμα, με αντίσταση ανά μονάδα μήκους  $R^*$ , κατασκευάζουμε ένα κυκλικό πλαίσιο  $N$  σπειρών και ακτίνας  $r$  και ένα σωληνοειδές πηνίο μήκους  $\ell = 4r$ ,  $N$  σπειρών και ακτίνας  $r' = r/10$ . Τροφοδοτούμε το πλαίσιο με ιδανική πηγή με ΗΕΔ  $E_1$  και το πηνίο με ιδανική πηγή με ΗΕΔ  $E_2$ . Αν το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού αγωγού έχει ένταση ίσου μέτρου με την ένταση στο εσωτερικό του σωληνοειδούς, τότε η σχέση των ΗΕΔ των πηγών είναι:

- i.  $E_1 = 5E_2$       ii.  $E_1 = 3E_2$       iii.  $E_1 = E_2$

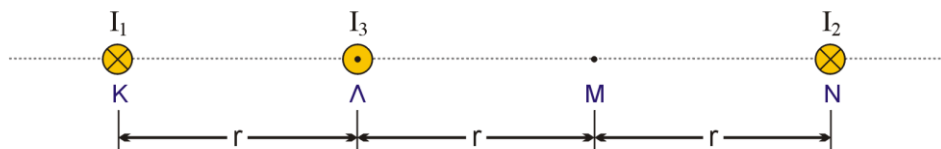
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

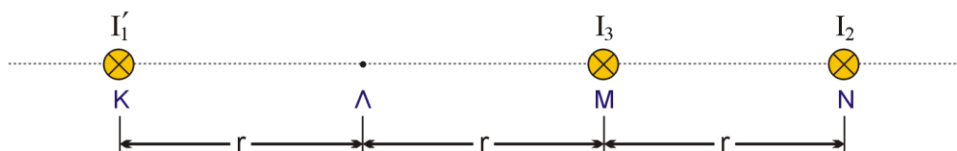
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 8**

**B2.** Τρεις ευθύγραμμοι αγωγοί απείρου μήκους διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων  $I_1 = I$ ,  $I_2$  και  $I_3 = 3I$ . Οι αγωγοί είναι παράλληλοι και βρίσκονται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο στα σημεία  $K$ ,  $N$  και  $\Lambda$  αντίστοιχα, όπως δείχνει το σχήμα. Στο σχήμα φαίνονται επίσης και οι φορές που έχουν οι εντάσεις των ρευμάτων των αγωγών.



Αρχικά ο αγωγός που βρίσκεται στο  $\Lambda$  (και διαρρέεται από ρεύμα  $I_3$ ) ισορροπεί. Μετακινούμε τον αγωγό αυτό από το σημείο  $\Lambda$  στο σημείο  $N$ , αλλάζοντας ταυτόχρονα και τη φορά του ρεύματος που τον διαρρέει.



Για να ισορροπεί και πάλι ο αγωγός ρεύματος  $I_3$ , στο σημείο N, θα πρέπει η ένταση του ρεύματος του αγωγού στο σημείο K να αυξηθεί κατά:

- i. 200%      ii. 300%      iii. 400%

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**Μονάδες 2**

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**Μονάδες 8**



### **ΘΕΜΑ Γ (25 μονάδες)**

Οριζόντιο σωληνοειδές πηνίο, μεγάλων διαστάσεων, συνδέεται με πηγή με ΗΕΔ  $E = 100 \text{ V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 20 \Omega$ . Το πηνίο αποτελείται από  $N = 1000$  σπείρες, η κάθε μια από τις οποίες παρουσιάζει ωμική αντίσταση  $R_1 = 0,08 \Omega$ . Το μήκος του σωληνοειδούς πηνίου είναι  $\ell = 1 \text{ m}$ .

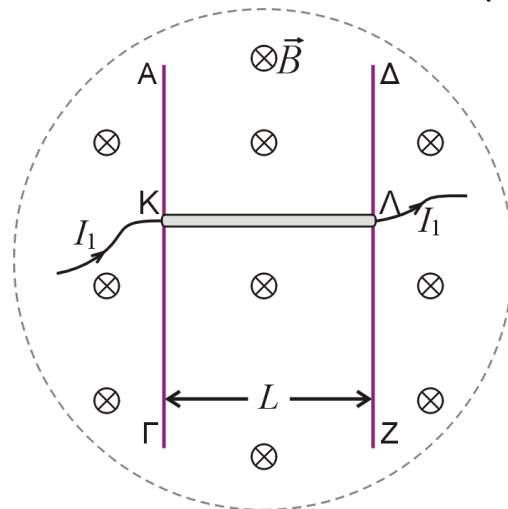
**Γ1.** Να βρεθεί η ένταση  $B$  του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

**(6 μονάδες)**

**Γ2.** Να βρεθεί η συνολική θερμότητα που εκλύεται από το κύκλωμα της πηγής με το σωληνοειδές, σε χρόνο  $t = 5 \text{ min}$ .

**(6 μονάδες)**

Στο διπλανό σχήμα βλέπουμε το ομογενές μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς, που είναι οριζόντιο. Μέσα σε αυτό υπάρχουν δύο παράλληλοι, κατακόρυφοι μονωτικοί στύλοι ΑΓ & ΔΖ που απέχουν απόσταση  $L = 0,5 \text{ m}$ . Κάθετα στους στύλους υπάρχει ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους  $L$ , που διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1 = 1000 \text{ A}$ . Ο αγωγός δεν παρουσιάζει τριβή με τους στύλους.



**Γ3.** Να βρεθεί η μάζα του αγωγού ΚΛ, ώστε αυτός να ισορροπεί.

**(6 μονάδες)**

**Γ4.** Να βρεθεί η επιτάχυνση που θα αποκτήσει ο αγωγός ΚΛ, κατά μέτρο (5 μονάδες) και κατεύθυνση (2 μονάδες), αν μειωθεί το ρεύμα που τον διαρρέει κατά 50%.

**(7 μονάδες)**

**Δίνεται:**  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\mu_0/4\pi = 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$

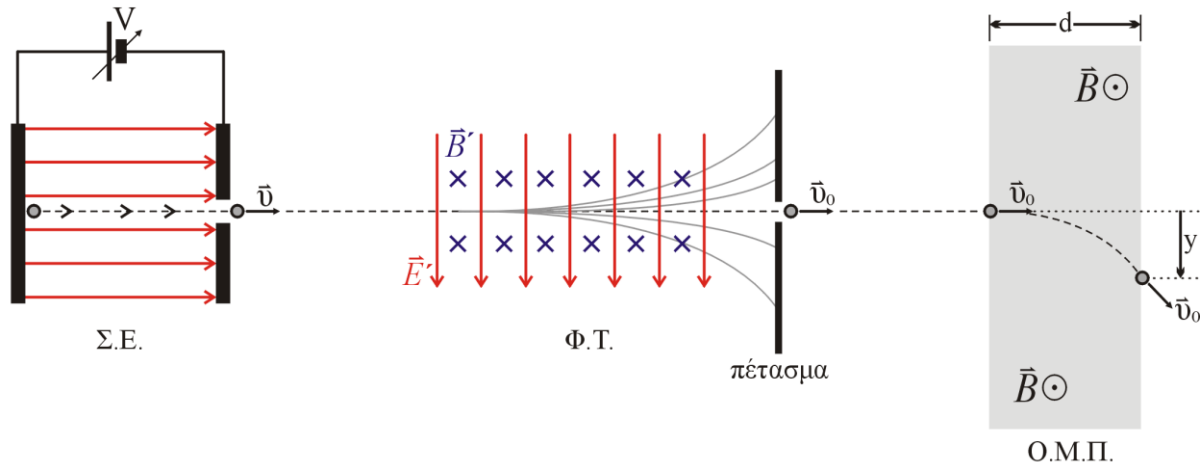


## ΘΕΜΑ Δ (25 μονάδες)

Σε μια συσκευή επιτάχυνσης σωματιδίων (Σ.Ε.) αφήνονται χωρίς αρχική ταχύτητα, σωματίδια με λόγο μάζας προς φορτίο  $m/q = 18 \cdot 10^{-10} \text{ kg/C}$ , στον θετικό πολισμό και περνούν μέσα από την οπή του αρνητικού οπλισμού με ταχύτητα  $u$ . Η συσκευή έχει μεταβλητή τάση τροφοδοσίας  $V$  που μπορεί να πάρει τιμές από 9 V έως 90 kV.

**Δ1.** Να βρεθεί το εύρος των ταχυτήτων που μπορούν να έχουν τα σωματίδια στην έξοδό τους από τη συσκευή.

(6 μονάδες)



Στη συνέχεια τα σωματίδια (που μπορούν να έχουν όλες τις ταχύτητες που υπολογιστήκαν στο παραπάνω ερώτημα) περνούν από φίλτρο ταχυτήτων (Φ.Τ.) που αποτελείται από δύο ομογενή πεδία, κάθετα μεταξύ τους. Το ένα είναι ηλεκτρικό με ένταση  $E' = 100 \text{ V/m}$  και το άλλο μαγνητικό με ένταση  $B' = 10^{-4} \text{ T}$ .

**Δ2.** Να βρεθεί η ταχύτητα  $u_0$  με την οποία τα σωματίδια εξέρχονται από το φίλτρο.

(4 μονάδες)

Μετά το φίλτρο, τα σωματίδια που έχουν ταχύτητα  $u_0$  εισέρχονται κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (Ο.Μ.Π.) έντασης  $B = \pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$  που έχει περιοριστεί σε πλάτος  $d$  και εξέρχονται από αυτό αποκλίνοντας κατά  $y = 36/\pi \text{ m}$  από την αρχική τους διεύθυνση.

**Δ3.** Να δειχθεί ότι η κίνηση των σωματιδίων μέσα στο Ο.Μ.Π. διαρκεί  $37 \mu\text{s}$ .

(8 μονάδες)

**Δ4.** Να βρεθεί το πλάτος  $d$  του Ο.Μ.Π.

(3 μονάδες)

**Δ5.** Να βρεθεί το μήκος της τροχιάς των σωματιδίων μέσα στο Ο.Μ.Π.

(4 μονάδες)



**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**