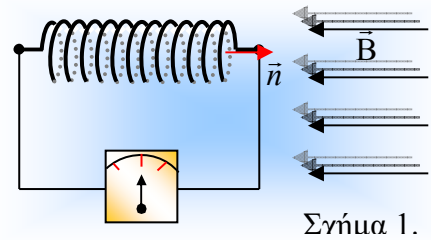


**1. Περιστροφή πηνίου**

Το πηνίο του σχήματος αποτελείται από 100 σπείρες, που η κάθε μία έχει εμβαδόν  $S=10\text{cm}^2$  και αντίσταση  $R_{\sigma\pi.}=0,04\Omega$ . Το πηνίο συνδέεται με βαλυστικό γαλβανόμετρο αντίστασης  $R_G=2\Omega$ . Το σύστημα βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο των σπειρών κάθετο στις μαγνητικές γραμμές. Αν με περιστροφή του πηνίου κατά  $90^\circ$  (ώστε το επίπεδο των σπειρών να γίνει παράλληλο με τις γραμμές), από το γαλβανόμετρο διέρχεται φορτίο  $0,05\text{C}$  τότε το μέτρο του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}$  είναι:



Σχήμα 1.

- α.  $B=5T$                       β.  $B=2T$                       γ.  $B=3T$

Επιλέξτε την απάντησή σας.  
Δικαιολογήστε την επιλογή σας.

Η φορά της καθέτου στον δακτύλιο φαίνεται στο σχήμα 1.

**Απάντηση**

Σύμφωνα με τον νόμο του Neumann το φορτίο που έχει περάσει από το γαλβανόμετρο είναι:

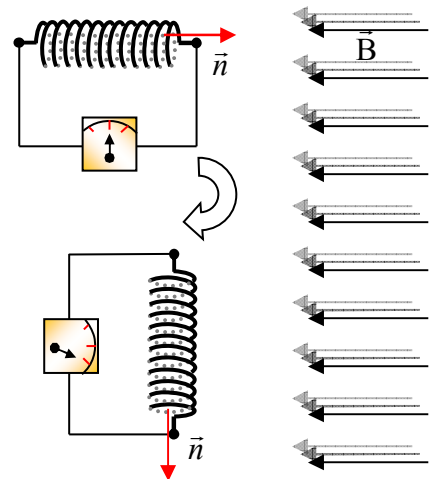
$$Q = N \frac{|\Delta\Phi|}{R_{ολ}} \Rightarrow Q = N \frac{|\Phi_{τελ.} - \Phi_{αρχ.}|}{R_{ολ}} \Rightarrow$$

$$Q = N \frac{|B \cdot S \sigma \nu 90^\circ - B \cdot S \sigma \nu 180^\circ|}{R_{\pi} + R_G} \Rightarrow$$

$$Q = \frac{|N \cdot B \cdot S|}{NR_{\sigma\pi.} + R_G} \Rightarrow B = \frac{Q(NR_{\sigma\pi.} + R_G)}{N \cdot S} \Rightarrow$$

$$B = \frac{0,05 \cdot (100 \cdot 0,04 + 2)}{100 \cdot 10^{-3}} T$$

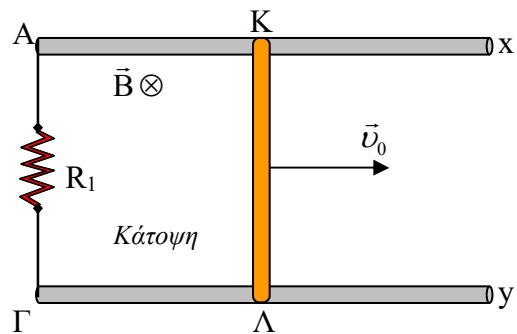
$$\Rightarrow B = 3T$$



Σχήμα 2.

**2. Εκτόξευση αγωγού**

Ο αγωγός ΚΛ του σχήματος 1, μάζας  $m$ , μήκους  $\ell$  και μηδενικής αντίστασης, μπορεί να κινείται οριζόντια, σε επαφή με δυο παράλληλους αγωγούς αμελητέας αντίστασης Αx και Γy χωρίς τριβές, μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, μέτρου έντασης  $B$  που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών και το οποίο εκτείνεται στην περιοχή που ορίζεται από τους αγωγούς Αx και Γy. Τα άκρα Α και Γ γεφυρώνονται με



Σχήμα 1.

αντιστάτη αντίστασης  $R_1$ . Κάποια στιγμή που θεωρείται  $t=0$  εκτοξεύεται ο αγωγός με αρχική ταχύτητα μέτρου  $v_0$  και αφού διανύσει απόσταση  $S_1$  σταματά, **πείραμα A**. Κατόπιν διπλασιάζουμε την τιμή της αντίστασης  $R_2=2R_1$  που γεφυρώνει τα άκρα A και Γ και εκτοξεύουμε τον αγωγό με την ίδια αρχική ταχύτητα  $v_0$  και αφού διανύσει απόσταση  $S_2$  σταματά, **πείραμα B**. Τότε:

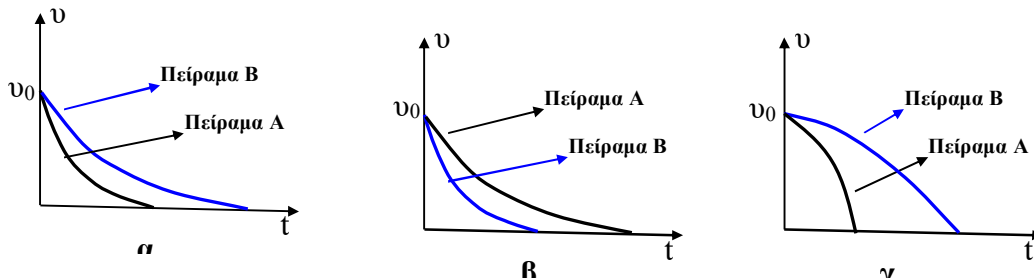
i) Αν  $Q_1$  το επαγόμενο φορτίο που αναπτύσσεται στο πείραμα A και  $Q_2$  στο πείραμα B αντίστοιχα, τότε:

- α.  $Q_2=Q_1$                       β.  $Q_1=Q_2/2$                       γ.  $Q_2=Q_1$

ii) Για τις αποστάσεις  $S_1$  και  $S_2$  ισχύει:

- α.  $S_2=S_1$                       β.  $S_1=2S_2$                       γ.  $S_2=2S_1$

iii) Το διάγραμμα που αναπαριστά την ταχύτητα του αγωγού συναρτήσει του χρόνου στα πειράματα A και B είναι:

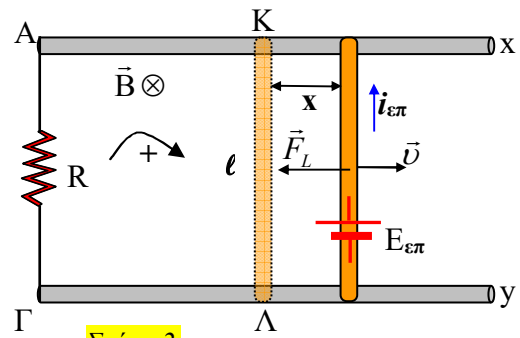


Επιλέξτε τις απαντήσεις σας.  
Δικαιολογήστε την κάθε επιλογή σας.

**Απάντηση**

i) → α.

Σε μια στιγμή  $t$  ο αγωγός έχει μετακινηθεί κατά  $x$ , όπως στο σχήμα, κινούμενος με ταχύτητα  $v$ . Εξαιτίας της μεταβολής της μαγνητικής ροής αναπτύσσεται πάνω του μια ΗΕΔ λόγω επαγωγής, με αποτέλεσμα το κλειστό κύκλωμα να διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Λ στο Κ, αφού μόνο τότε η ασκούμενη από το πεδίο δύναμη Laplace, η  $F_L$ , αντιστέκεται στην κίνηση του αγωγού (στην αιτία εμφάνισης της ΗΕΔ). Αν στη τυχαία θέση ο αγωγός ΚΛ έχει ταχύτητα  $v$ , τότε θεωρώντας ότι η κάθετη στην επιφάνεια που διαγράφει ο αγωγός έχει φορά προς τα μέσα (ίδιας κατεύθυνσης με την ένταση), η ΗΕΔ που αναπτύσσεται πάνω του είναι ίση με:



Σχήμα 2.

$$E_{\epsilon\pi.} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B \cdot S)}{dt} = -B \frac{dS}{dt} = -B \frac{d(l \cdot x)}{dt} = -Bl \frac{dx}{dt} \Rightarrow$$

$$E_{\epsilon\pi.} = -Bl \cdot v$$

Από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \Rightarrow d\vec{p} = \vec{F} \cdot dt \Rightarrow \Sigma d\vec{p} = \Sigma \vec{F} \cdot dt \Rightarrow \Delta\vec{p} = \Sigma \vec{F} \cdot dt \Rightarrow \vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}} = \Sigma \vec{F} \cdot dt \Rightarrow$$

$$-p_{\alpha\rho\chi} = -\Sigma B \cdot i \cdot l \cdot dt \Rightarrow m v_0 = B l \Sigma i \cdot dt \quad (1)$$

$$\Rightarrow m v_0 = B l \cdot Q_{\varepsilon\pi} \Rightarrow Q_{\varepsilon\pi} = \frac{m v_0}{B l}$$

Από όπου φαίνεται ότι δεν εξαρτάται από την τιμή του αντιστάτη.

ii) → γ.

Από την σχέση (1) προκύπτει:

$$m v_0 = B l \Sigma i \cdot dt \Rightarrow m v_0 = B l \Sigma \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\sigma\lambda}} \cdot dt \Rightarrow m v_0 = \frac{B^2 l^2}{R_{\sigma\lambda}} \Sigma v \cdot dt \Rightarrow$$

$$m v_0 = \frac{B^2 l^2}{R_{\sigma\lambda}} S \Rightarrow S = \frac{m v_0 R_{\sigma\lambda}}{B^2 l^2}$$

Επομένως ο διπλασιασμός του αντιστάτη επιφέρει και διπλασιασμό της απόστασης που διανύει ο αγωγός.

iii) → α.

$$\vec{F}_L = m \vec{\alpha} \Rightarrow -B \cdot i \cdot l = m a \Rightarrow -\frac{B^2 l^2 \cdot v}{R} = m a \Rightarrow \alpha = -\frac{B^2 l^2 \cdot v}{m R}$$

Ο αγωγός αποκτά μεγαλύτερο μέτρο επιβράδυνσης κάθε στιγμή όταν θα έχει συνδεθεί με τον αντιστάτη που έχει την μικρότερη αντίσταση, πείραμα Α. Κάθε χρονική στιγμή ο αγωγός στο πείραμα Β θα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα διότι θα έχει μικρότερη επιβράδυνση και θα σταματήσει πιο αργά από ότι στο πείραμα Α. Επιπλέον το μέτρο της επιβράδυνσης καθώς περνά ο χρόνος ελαττώνεται με μειούμενο ρυθμό διότι ελαττώνεται συνεχώς η ταχύτητα και μηδενίζεται όταν σταματά να κινείται ο αγωγός.

Έτσι το διάγραμμα που αντιστοιχεί στην ταχύτητα συναρτήσει του χρόνου είναι το **α**.

### Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

X. Αγριόδημας