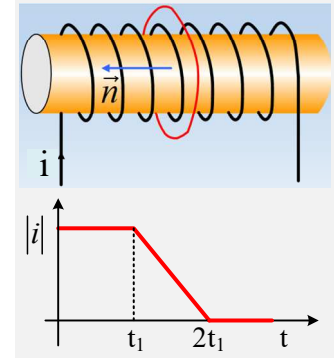
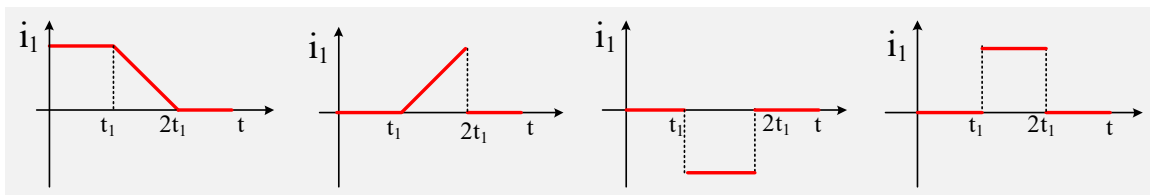


### Επιλέξτε διάγραμμα.

Ένα σωληνοειδές πηνίο διαρρέεται από ρεύμα. Στο μέσον του και κάθετα στον άξονά του τοποθετείται ένας κυκλικός αγωγός, μεγαλύτερης ακτίνας από την ακτίνα του σωληνοειδούς, όπως στο σχήμα. Κάποια στιγμή  $t_1$ , με τη βοήθεια κατάλληλου ηλεκτρονικού κυκλώματος, μειώνουμε το ρεύμα που διαρρέει το σωληνοειδές και στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της απόλυτης τιμής της έντασης, σε συνάρτηση με το χρόνο. Θεωρώντας την κάθετη στην επιφάνεια του κυκλικού αγωγού  $n$ , να έχει φορά προς τα αριστερά:



- i) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα, παριστάνει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό, σε συνάρτηση με το χρόνο;



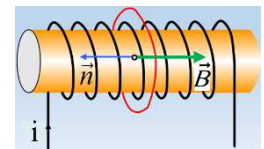
- ii) Να σημειώσετε στο σχήμα την φορά του ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό, τις χρονικές στιγμές  $t_2 = \frac{1}{2} t_1$  και  $t_3 = 1,5 t_1$ .

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

#### Απάντηση:

- i) Στο μέσον του σωληνοειδούς η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει φορά προς τα

δεξιά, όπως στο διπλανό σχήμα, με μέτρο  $B = k_\mu \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} i$ .



Θεωρώντας ομογενές το πεδίο στο εσωτερικό του πηνίου και αμελητέας έντασης στο εξωτερικό του, η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον κυκλικό αγωγό (με κόκκινο χρώμα στο σχήμα), είναι ίση:

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta = k_\mu \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} i \cdot A \cdot \cos 180^\circ = -k_\mu \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} A \cdot i \rightarrow$$

$$\Phi = -\lambda \cdot i \quad (1)$$

Όπου  $A$  το εμβαδόν μιας σπείρας του πηνίου και  $\lambda = k_\mu \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} A$

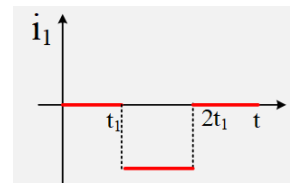
Με βάση την εξίσωση (1) βλέπουμε ότι η μαγνητική ροή που περνάει από τον κυκλικό αγωγό είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές. Αλλά τότε αυτή παραμένει σταθερή, μέχρι τη στιγμή  $t_1$ , αφού έχουμε σταθερή ένταση ρεύματος, με αποτέλεσμα να μην εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή στο κυκλικό αγωγό. Στο χρονικό διάστημα  $t_1$  έως  $2t_1$  η ροή μεταβάλλεται, οπότε στο πλαίσιο αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή, ίση με:

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{-\lambda \cdot di}{dt} = +\lambda \frac{di}{dt}$$

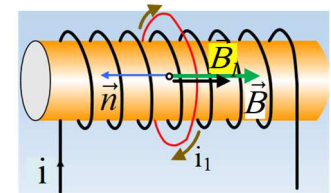
Αλλά αφού η ένταση του ρεύματος μεταβάλλεται γραμμικά σε αυτό το χρονικό διάστημα η κλίση  $di/dt$  παραμένει σταθερή, με αρνητική τιμή  $\left(\frac{di}{dt} < 0\right)$  συνεπώς σταθερή παραμένει και η ΗΕΔ από επαγωγή ( $E < 0$ ), εξαιτίας της οποίας ο κυκλικός αγωγός θα διαρρέεται από σταθερή ένταση ρεύματος:

$$i_l = \frac{E}{R} = \text{σταθ.}$$

επίσης **αρνητικής** τιμής. Με βάση αυτά, σωστό είναι το τρίτο διάγραμμα, όπως στο διπλανό σχήμα.

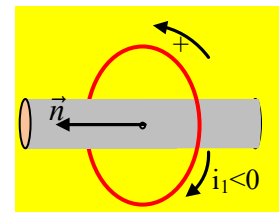


- ii) Με βάση τα προηγούμενα τη στιγμή  $t_2 = \frac{1}{2} t_1$  ο κυκλικός αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα. Αντίθετα τη στιγμή  $t_3 = 1,5t_1$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $i_l$  με φορά, όπως στο διπλανό σχήμα. Γιατί έτσι; Γιατί πρέπει να ικανοποιείται ο κανόνας του Lenz. Καθώς μειώνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές, μειώνεται και η ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου του και η αντίστοιχη ροή. Αλλά τότε το επαγωγικό ρεύμα που θα δημιουργηθεί στον κυκλικό αγωγό, θα πρέπει να έχει τέτοια φορά, που να δημιουργεί στο κέντρο του αγωγού μαγνητικό πεδίο με ένταση  $B_l$  με φορά προς δεξιά, αφού έτσι αντιτίθεται στην αιτία (μείωση του  $B$ ) που το δημιουργεί.



### Σχόλιο:

Αν είχαμε ένα δεξιόστροφο κοχλία, στο κέντρο του κυκλικού αγωγού, τον οποίο περιστρέψαμε αριστερόστροφα, τότε θα «υποχωρούσε» κινούμενος στην κατεύθυνση της κάθετης  $\vec{n}$ , η οποία μας δόθηκε. Αλλά τότε αν θεωρήσουμε την αριστερόστροφη περιστροφή ως θετική, η ένταση του ρεύματος  $i_l$ , η οποία προέκυψε αρνητική, θα διαρρέει δεξιόστροφα τον κυκλικό αγωγό, όπως στο διπλανό σχήμα.



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)