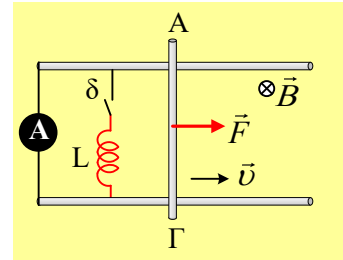


## Επαγωγή – Αυτεπαγωγή.

Ο αγωγός ΑΓ κινείται οριζόντια σε επαφή με τους δύο παράλληλους οριζόντιους στύλους, μέσα σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο όπως στο σχήμα, με το διακόπτη δ ανοικτό, με σταθερή ταχύτητα  $v$ , με την επίδραση μιας οριζόντιας δύναμης  $F$ . Όλοι οι αγωγοί παρουσιάζουν αμελητέα αντίσταση, με μόνη εξαίρεση το αμπερόμετρο, το οποίο εμφανίζει εσωτερική αντίσταση  $r$ .



Να χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, δίνοντας σύντομες δικαιολογήσεις.

i) Η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι σταθερή και ανάλογη της δύναμης  $F$ .

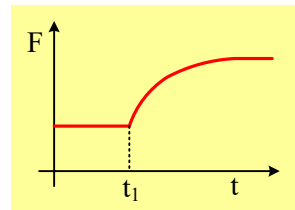
Σε μια στιγμή  $t_1$  κλείνουμε το διακόπτη δ. Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη τη στιγμή  $t_1$ :

ii) Η ένδειξη του αμπερομέτρου μειώνεται.

iii) Η δύναμη που δέχεται ο αγωγός ΑΓ από το μαγνητικό πεδίο αυξάνεται.

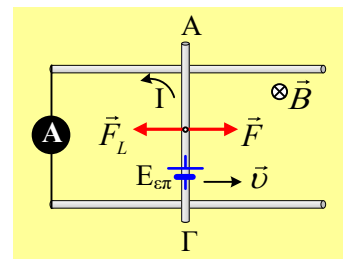
iv) Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο είναι ανάλογος της ταχύτητας του ΑΓ.

v) Αν ο αγωγός ΑΓ συνεχίζει την κίνησή του με σταθερή ταχύτητα  $v$ , τότε η γραφική παράσταση της ασκούμενης δύναμης  $F$ , έχει τη μορφή του διπλανού σχήματος.



### Απάντηση:

i) Με ανοικτό το διακόπτη έχουμε το διπλανό κύκλωμα, όπου η ένδειξη του αμπερομέτρου παραμένει σταθερή, αφού στον αγωγό αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή  $E_{επ} = Bvd = \sigma t$ , όπου  $d$  του μήκος του αγωγού ΑΓ, μεταξύ των δύο παραλλήλων στύλων και  $I = \frac{E_{επ}}{r} = \frac{Bvd}{r}$ . Αλλά αφού ο ΑΓ κινείται με σταθερή ταχύτητα, τότε:



$$\Sigma F = 0 \rightarrow F = F_L \rightarrow F = BId \rightarrow I = \frac{F}{Bd}.$$

Η πρόταση είναι σωστή.

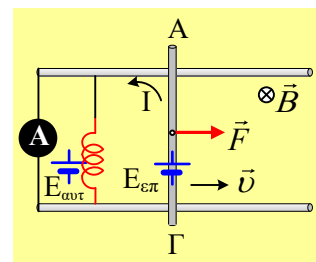
Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, τη στιγμή  $t_1$ , έχουμε το διπλανό κύκλωμα.

ii) Η ΗΕΔ στον ΑΓ δεν αλλάζει συνεπώς το αμπερόμετρο συνεχίζει να διαρρέεται από την ίδια ένταση ρεύματος:

$$I = \frac{E_{επ}}{r} = \frac{Bvd}{r}.$$

Η πρόταση είναι λανθασμένη.

iii) Στο πηνίο αναπτύσσεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή, με πολικότητα όπως στο σχήμα, ενώ το πηνίο θα αρχίσει



να διαρρέεται από ρεύμα ξεκινώντας από μηδενική ένταση. Αλλά τότε ο αγωγός διαρρέεται από την ίδια ένταση ρεύματος με πριν, με αποτέλεσμα και το μέτρο της δύναμης Laplace να μην αλλάζει παραμένοντας ίσο με  $F_L = BId$ .

- iv) Το ιδανικό πηνίο δεν διαρρέεται από ρεύμα, αλλά πάνω του αναπτύσσεται μια ΗΕΔ λόγω αυτεπαγωγής, οπότε από το 2<sup>ο</sup> κανόνα του Kirchhoff παίρνουμε:

$$E - L \frac{di}{dt} \rightarrow$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{E}{L} = \frac{Bvd}{L} \quad (1)$$

Η πρόταση είναι σωστή.

- v) Αν ο αγωγός συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα, τότε από την εξίσωση (1)

συμπεραίνουμε ότι ο ρυθμός μεταβολής της έντασης παραμένει σταθερός  $\frac{di}{dt} = \lambda$ .

Σταθερός ρυθμός μεταβολής της έντασης, σημαίνει ότι η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος  $i$  που διαρρέει το πηνίο σε συνάρτηση με το χρόνο, θα είναι μια ευθεία γραμμή με σταθερή κλίση ή ισοδύναμα η ένταση του ρεύματος θα δίνεται από την εξίσωση

$$i = \left( \frac{di}{dt} \right) \cdot \Delta t = \lambda(t - t_1)$$

Οπότε αφού ο αγωγός συνεχίζει την κίνησή του με σταθερή ταχύτητα:

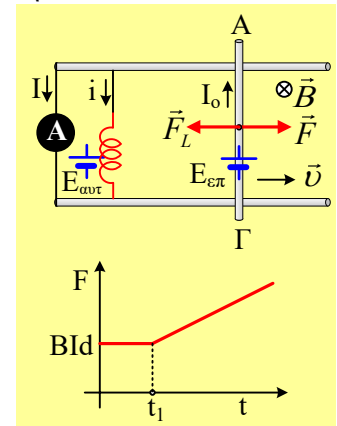
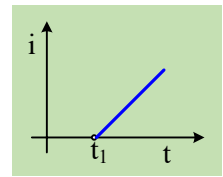
$$\Sigma F = 0 \rightarrow F = F_L \rightarrow F = BI_0 d = B(I + i)d \rightarrow$$

$$F = BId + B\lambda d(t - t_1) = (BId - B\lambda d \cdot t_1) + B\lambda d \cdot t \quad (2)$$

Για  $t > t_1$ , ενώ προηγούμενα  $F = BId$ .

Η γραφική παράσταση της σχέσης (2) έχει τη μορφή του διπλανού σχήματος, συνεπώς η δύναμη θα αυξάνεται διαρκώς και δεν θα αποκτήσει κάποια οριακή τιμή, όπως δείχνει το διάγραμμα που μας δόθηκε.

Η πρόταση είναι λανθασμένη.



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