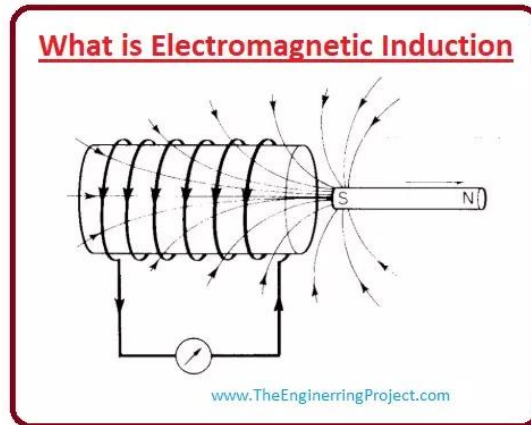




1.

Ο νόμος του Faraday

Ο κανόνας του Lenz

Αγωγός κινούμενος σε μαγνητικό πεδίο

Στοιχεία Θεωρίας

Με τον όρο **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή** εννοούμε το φαινόμενο κατά το οποίο κάθε χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο προκαλεί ΗΕΔ και ηλεκτρικό ρεύμα σε κάθε κλειστό κύκλωμα ακόμα κι αν δεν υπάρχει μπαταρία ή άλλη φανερή πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης. Ο νόμος του Faraday συνδέει την ΗΕΔ με τη μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή μέσα από το κύκλωμα και ο κανόνας του Lenz καθορίζει τη φορά της επαγόμενης ΗΕΔ και του αντίστοιχου επαγωγικού ρεύματος.

► **Μαγνητική ροή Φ :** Είναι μονόμετρο μέγεθος που εκφράζει το πλήθος των δυναμικών γραμμών του πεδίου που διέρχεται μέσα από μια επιφάνεια εμβαδού, A . Αν το πεδίο είναι ομογενές τότε η ροή ισούται με το γινόμενο της έντασης του μαγνητικού πεδίου B επί το εμβαδόν της επιφάνειας A επί το συνθ, της γωνίας θ που σχηματίζουν οι δυναμικές γραμμές με την κάθετο, $\vec{A}$ στην προσανατολισμένη επιφάνεια A .

$$\Phi = B \cdot A \cdot \sin\theta$$

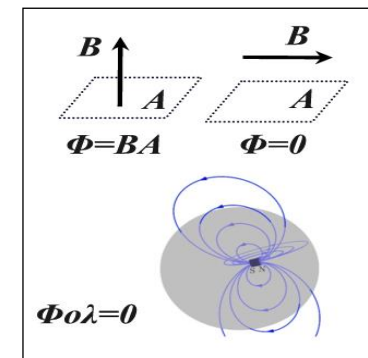
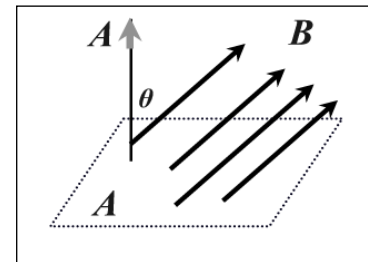
Μονάδα μέτρησης της Φ είναι το Βέμπερ:

$$1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot 1\text{m}^2 = 1\text{V} \cdot 1\text{s}$$

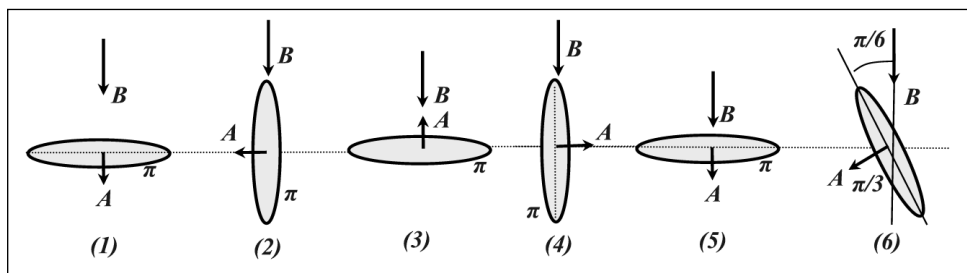
Αν οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στην επιφάνεια, $\theta=0^\circ$, τότε $\sin\theta=1$ και $\Phi=BA=\text{max}$.

Αν οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες στην επιφάνεια, $\theta=90^\circ$ τότε $\sin\theta=0$ και $\Phi=0$.

Η μεταβολή της μαγνητικής ροής: $\Delta\Phi = \Phi_{\text{τελ}} - \Phi_{\text{αρχ}}$



Παράδειγμα 1.1 Υπολογίζω τη μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα καθώς αυτό περιστρέφεται γύρω από μια διάμετρό του. Ως θετική για το διάνυσμα $\vec{A}$ θεωρείται η φορά κατακόρυφη προς τα κάτω. Μετά υπολογίζω τις μεταβολές της ροής από (1)→(3) και από (5)→(6).



$$(1) \theta=0^\circ \rightarrow \Phi = B \cdot A \sin 0^\circ = B \cdot A$$

$$(3) \theta=180^\circ \rightarrow \Phi = B \cdot A \sin 180^\circ = -B \cdot A$$

$$(5) \theta=360^\circ \rightarrow \Phi = B \cdot A \sin 360^\circ = B \cdot A$$

$$(2) \theta=90^\circ \rightarrow \Phi = B \cdot A \sin 90^\circ = 0$$

$$(4) \theta=270^\circ \rightarrow \Phi = B \cdot A \sin 270^\circ = 0$$

$$(6) \theta=60^\circ \rightarrow \Phi = B \cdot A \sin 60^\circ = \frac{1}{2}BA$$

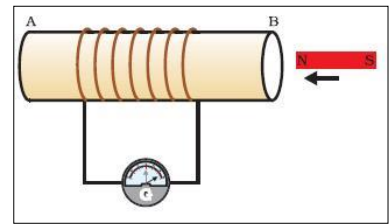
Η μεταβολή της μαγνητικής ροής από τη θέση (1) στη θέση (3) είναι $\Delta\Phi_{1,3} = \Phi_3 - \Phi_1 = -2BA$

Από τη θέση (5) στη θέση (6): $\Delta\Phi_{5,6} = \Phi_6 - \Phi_5 = -\frac{1}{2}BA$

► Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή

• Ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή – νόμος Faraday:

Οποιαδήποτε μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από ένα πηνίο προκαλεί ανάπτυξη ηλεκτρεγερτικής δύναμης στο πηνίο που διαρκεί όσο χρόνο διαρκεί και η μεταβολή της μαγνητικής ροής. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής μπορεί να οφείλεται στη μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου, B , του εμβαδού A των σπειρών του πηνίου ή και στην αλλαγή της διεύθυνσης των δυναμικών γραμμών του πεδίου ή και σε όλα μαζί. Στο πείραμα του σχήματος, καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει το πηνίο και η διερχόμενη μαγνητική ροή αυξάνεται οπότε εμφανίζεται ΗΕΔ και ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα. Τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος καταγράφει το γαλβανόμετρο.



• Ο Νόμος του Faraday

Η ΗΕΔ από επαγωγή που δημιουργείται σε ένα πηνίο είναι ανάλογη με το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής $\Delta\Phi/\Delta t$ και ανάλογη του αριθμού, N , των σπειρών του πηνίου.

$$E = - \frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Αν το πηνίο σχηματίζει κλειστό κύκλωμα τότε η ΗΕΔ προκαλεί μετατόπιση ηλεκτρικού επαγωγικού φορτίου, q και ηλεκτρικό επαγωγικό ρεύμα έντασης I .

Ένταση επαγωγικού ρεύματος: $I = \frac{|E|}{R} \rightarrow I = N \frac{|\Delta\Phi|}{R\Delta t}$

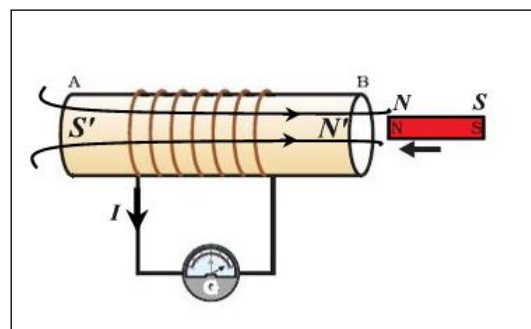
Νόμος του Neumann (ηλεκτρικό επαγωγικό φορτίο): $q = I \cdot \Delta t \rightarrow q = N \frac{|\Delta\Phi|}{R}$

Είναι το φορτίο που μετακινείται στο κύκλωμα λόγω επαγωγικού ρεύματος.

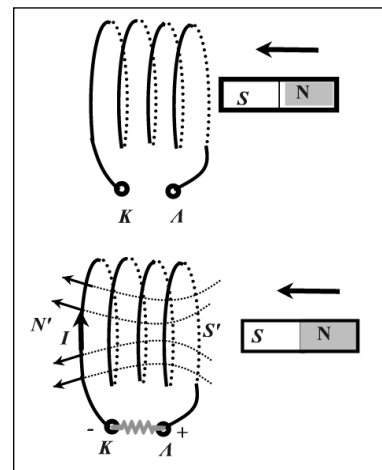
• Ο κανόνας Lenz

Σύμφωνα με τον H. Lenz το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο που παράγει να αντισταθεί στην μεταβολή της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε. Ο κανόνας του Lenz είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας.

Στο πείραμα του σχήματος ο βόρειος πόλος του μαγνήτη πλησιάζει, η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πηνίο AB αυξάνεται και εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή. Στο κλειστό κύκλωμα του πηνίου το επαγωγικό ρεύμα που παράγεται έχει τέτοια φορά ώστε να δημιουργεί μαγνητικό πεδίο με τέτοια πολικότητα ώστε να εμφανίζεται βόρειος πόλος N στο άκρο, B , απέναντι από τον βόρειο πόλο του μαγνήτη που πλησιάζει. Έτσι το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο του πηνίου τείνει να αναιρέσει την αύξηση της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε. Συνεπώς αν θέλουμε να συντηρούμε το ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να σπρώχνουμε τον μαγνήτη προς το πηνίο δηλαδή να ξοδεύουμε ενέργεια. Μέρος αυτής της ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια του επαγωγικού ρεύματος. Συνεπώς ισχύει η Αρχή διατήρησης της ενέργειας. Τόσο ο νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής όσο και ο κανόνας Lenz οφείλονται στην αρχή διατήρησης της ενέργειας.



Παράδειγμα 1.2 Κινούμε τον μαγνήτη κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς πηνίου με το νότιο πόλο (S) επικεφαλής ώστε να πλησιάζει προς αυτό. Να απαντήσουμε στα εξής ερωτήματα. Επάγεται στο πηνίο ΗΕΔ και με ποια πολικότητα; Κυκλοφορεί ρεύμα και αναπτύσσεται δύναμη μεταξύ πηνίου και μαγνήτη; Η τιμή της ΗΕΔ σχετίζεται με την ταχύτητα προσέγγισης του μαγνήτη;

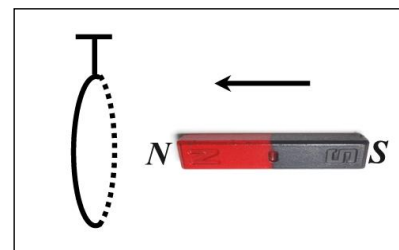


Απάντηση:

- Καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει προς το πηνίο αυξάνεται η διερχόμενη από τη σπείρα του μαγνητική ροή. Λόγω του νόμου Faraday και του κανόνα του Lenz θα δημιουργηθεί στο πηνίο ένα ηλεκτρικό επαγωγικό πεδίο και μια ΗΕΔ εξ επαγωγής στα άκρα Κ,Λ, με τέτοια πολικότητα ώστε **αν το κύκλωμα ήταν κλειστό (σχ.2)** το επαγωγικό ρεύμα θα είχε τέτοια φορά ώστε το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο να είχε το νότιο (S') πόλο του απέναντι από το νότιο (S) πόλο του μαγνήτη (νόμος δεξιού χεριού) για να υπάρχει άπωση. Συνεπώς ο θετικός πόλος της ΗΕΔ είναι στο Λ ώστε να παίζει αυτό το ρόλο, δηλαδή να δίνει ρεύμα στον υποτιθέμενο εξωτερικό αντιστάτη, με τη συμβατική φορά. Άρα υπάρχει ΗΕΔ.
- Δεν υπάρχει όμως επαγωγικό ρεύμα στο ανοικτό κύκλωμα και συνεπώς **δεν** υπάρχει και απωστική δύναμη μεταξύ τους.
- Σύμφωνα με το νόμο Faraday όσο περισσότερες είναι οι σπείρες του πηνίου και όσο πιο γρήγορα γίνεται η κίνηση του μαγνήτη η ΗΕΔ είναι μεγαλύτερη, $E = -N\Delta\Phi/\Delta t$, διότι είναι μεγαλύτερος ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής.

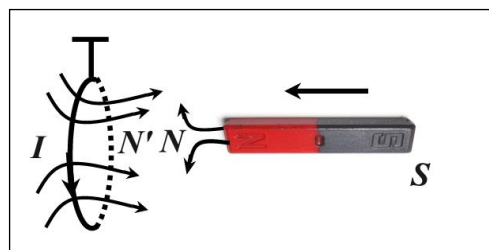
Παράδειγμα 1.3 Ο μαγνήτης που φαίνεται στο διπλανό σχήμα ωθείται από μια εξωτερική δύναμη προς το αγωγίμο κλειστό πλαίσιο που κρέμεται από σταθερό σημείο. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

- Το πλαίσιο διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα.
- Το πλαίσιο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο του οποίου ο βόρειος πόλος εμφανίζεται στη δεξιά πλευρά του, όπως βλέπουμε τη σελίδα.
- Το πλαίσιο απομακρύνεται από το μαγνήτη.
- Το πλαίσιο πλησιάζει προς το μαγνήτη.
- Το πλαίσιο θερμαίνεται.

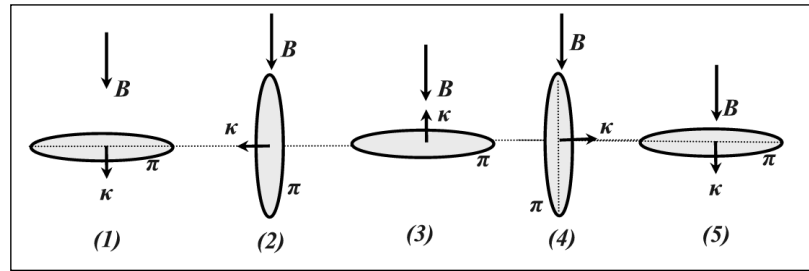


Απάντηση: (α), (β), (γ), (ε)

- Καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει αυξάνεται η μαγνητική ροή που περνάει μέσα από το πλαίσιο και αυτό παράγει ΗΕΔ εξ επαγωγής σε αυτό. Η ΗΕΔ παράγει ρεύμα αφού το πλαίσιο είναι και κλειστό και αγωγίμο. Το ρεύμα έχει τη φορά που φαίνεται στο σχήμα ώστε να παράγει επαγωγικό μαγνητικό πεδίο που να εμποδίζει την αύξηση της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε (Lenz).
- Σύμφωνα με τον κανόνα δεξιού χεριού πρέπει να βγάζει τις μαγνητικές γραμμές του δεξιά ώστε να δημιουργεί βόρειο πόλο (N') που να απωθεί το N πόλο του μαγνήτη που πλησιάζει. Η απωστική δύναμη απομακρύνει το πλαίσιο.
- Λόγω του ρεύματος παράγεται θερμότητα Joule και το πλαίσιο θερμαίνεται. Η ενέργεια που δαπανήσαμε για σπρώξουμε τον μαγνήτη γίνεται θερμότητα Joule αν δεν υπάρχουν τριβές. Συνεπώς σωστά είναι τα (α),(β),(γ) και (ε).



Παράδειγμα 1.4 Αγωγίμο κυκλικό πλαίσιο εμβαδού A είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στρέφουμε το πλαίσιο γύρω από μια διάμετρό του κατά 360° στη φορά των δεικτών του ρολογιού.



- A. Πόσο είναι το φορτίο που μετατοπίζεται μέσα στο πλαίσιο;
B. Πόσο είναι το φορτίο που περνάει από διατομή του σύρματος του πλαισίου ανεξαρτήτου φοράς ;

Απάντηση

A. Το φορτίο που μετατοπίζεται για τη στροφή των 360° είναι

$$q_{\text{μετα}} = -N \frac{\Phi_{\text{τελ}} - \Phi_{\text{αρχ}}}{R} = - \frac{BA - BA}{R} \rightarrow q_{\text{μετα}} = 0$$

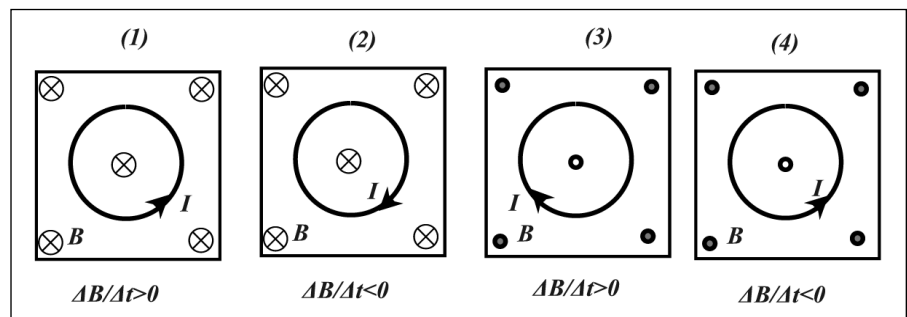
B. Για το φορτίο που κινείται ανεξάρτητα από τη φορά θα προσθέσω τις απόλυτες τιμές των φορτίων που κινούνται από τη θέση (1) στη θέση (3) και από τη θέση (3) στη θέση (5).

$$Q_{1,3} = -N \frac{\Phi_3 - \Phi_1}{R} = \frac{-BA - BA}{R} = \frac{2BA}{R} \quad Q_{3,5} = -N \frac{\Phi_5 - \Phi_3}{R} = \frac{BA - (-BA)}{R} = \frac{2BA}{R}$$

$$Q_{\text{ολ}} = |Q_{1,3}| + |Q_{3,5}| = \frac{2BA}{R} + \frac{2BA}{R} \rightarrow Q_{\text{ολ}} = \frac{4BA}{R}$$

♣ Αν προσθέσουμε τις αλγεβρικές τιμές των δύο επιμέρους φορτίων βρίσκουμε το φορτίο που μετατοπίζεται. Επιλέξαμε υπολογισμούς από 1 έως 3 και από 3 έως 5 θέση γιατί στις στροφές αυτές έχουμε ή μόνο μείωση ή μόνο αύξηση της αλγεβρικής τιμής της μαγνητικής ροής.

Παράδειγμα 1.5 Το κυκλικό πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στα σχήματα (1) και (2) έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και στα (3) και (4) αντίθετη. Σε όλες τις περιπτώσεις το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό $\Delta B / \Delta t = \lambda$ (T/s), το πλαίσιο έχει N σπείρες, εμβαδού A και ωμική αντίσταση, R .



I. Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος στις περιπτώσεις που το $\lambda > 0$ και το $\lambda < 0$ και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

II. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της έντασης επαγωγικού ρεύματος.

Απάντηση

I. Στο σχήμα (1) το μαγνητικό πεδίο αυξάνεται ($\lambda > 0$) από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Σύμφωνα με τον Lenz το επαγωγικό ρεύμα I πρέπει να φτιάχνει επαγωγικό ΜΠ με φορά αντίθετη ώστε να εξουδετερώνει την αύξηση. Άρα εμφανίζεται αριστερόστροφο ρεύμα I ώστε το επαγωγικό ΜΠ να έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη (κανόνας δεξιού χεριού).

Στο σχήμα (2) το ΜΠ μειώνεται ($\lambda < 0$) οπότε το ρεύμα I έχει αντίθετη φορά για να φτιάχνει μαγνητικό πεδίο με φορά προς τη σελίδα και να αναιρεί τη μείωση της μαγνητικής ροής.

Στο σχήμα (3) το ΜΠ αυξάνεται και πάλι αλλά με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και συνεπώς το ρεύμα έχει και πάλι δεξιόστροφη φορά ώστε το επαγωγικό ΜΠ του να έχει φορά προς τη σελίδα και τείνει να αναιρέσει την αύξηση αυτή.

Τέλος στο σχήμα (4) το μαγνητικό πεδίο μειώνεται με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και το ρεύμα I έχει αριστερόστροφη φορά ώστε το ΜΠ του να έχει και αυτό φορά προς τον αναγνώστη και να τείνει να αναιρέσει τη μείωση.

II. Για την απόλυτη τιμή τους επαγωγικού ρεύματος

$$|I| = \frac{|E|}{R} \quad (1) \quad |E| = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = N \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = N \cdot A \frac{|\Delta B|}{\Delta t} \quad (2)$$

$$\text{Από (1)(2)} \rightarrow I = \frac{N \cdot A}{R} \frac{|\Delta B|}{\Delta t} \rightarrow I = \frac{N \cdot A}{R} \cdot |\lambda|$$

Παράδειγμα 1.6 Κυκλικός αγωγός ακτίνας $a=20\text{cm}$ έχει αντίσταση $R=2\Omega$ και είναι τοποθετημένος μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{T}$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές αυτού. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό $\Delta B/\Delta t=0,1\text{T/s}$. Δίνεται $\pi^2=10$.

Να υπολογιστούν:

A. Η απόλυτη τιμή της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό.

B. Η απόλυτη τιμή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος.

Γ. Ο ρυθμός με τον οποίο εκλύεται η θερμότητα Joule στον αγωγό.

Δ. Σταθεροποιούμε το μαγνητικό πεδίο στην τιμή $B=2\text{T}$. Αν στρέψουμε τον αγωγό γύρω από μια διάμετρό του κατά 240° , πόσο φορτίο περνάει μέσα από μια διατομή του αγωγού και πόσο μετατοπίζεται κατά την διάρκεια της περιστροφής;

Λύση

A. Η απόλυτη τιμή της επαγωγικής ΗΕΔ: $|E| = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{\Delta(BS)}{\Delta t} = S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \rightarrow |E| = 4\pi \cdot 10^{-3}\text{V}$

B. Η απόλυτη τιμή της έντασης του ρεύματος: $I = \frac{|E|}{R} \rightarrow I = 2\pi \cdot 10^{-3}\text{A}$

Γ. Ο ρυθμός θερμικής ενέργειας: $P_J = I^2 R \rightarrow P_J = 8 \cdot 10^{-5}\text{W}$

Δ. Από $\alpha=0^\circ$ έως 180° το φορτίο που κινείται είναι ίσο με q_1 και από 180° έως 240° είναι q_2 .

$$q_1 = -\frac{\Delta\Phi_{1,3}}{R} = -\frac{BS - BS}{R} = \frac{2BS}{R}$$

$$q_2 = -\frac{\Delta\Phi_{3,4}}{R} = -\frac{BS\sin 240^\circ - (BS\sin 180^\circ)}{R} = -\frac{BS}{2R}$$

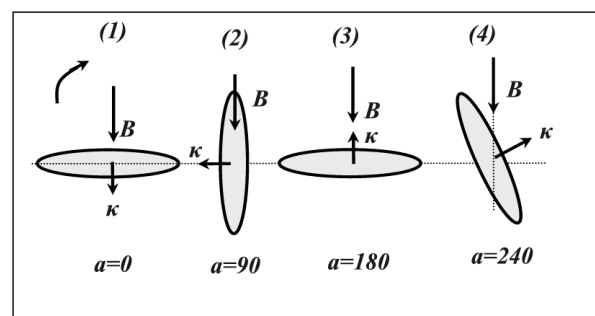
Το συνολικό φορτίο που περνάει από μια διατομή του αγωγού είναι το άθροισμα των απόλυτων τιμών

$$Q = |q_1| + |q_2| = \frac{5BS}{2R} = 0,1\pi\text{C}$$

Το συνολικό φορτίο που μετατοπίζεται είναι το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων: $q = q_1 + q_2 = \frac{3BS}{2R} = 0,06\pi\text{C}$

ή κατευθείαν από τη θέση (1) στη θέση (4)

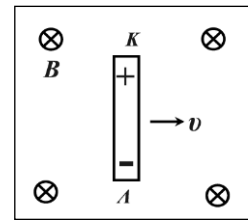
$$q_1 = -\frac{\Delta\Phi_{1,4}}{R} = -\frac{BS\sin 240^\circ - (BS\sin 0^\circ)}{R} = -\frac{-\frac{1}{2}BS - BS}{R} = \frac{3BS}{2R} = 0,06\pi\text{C}$$



► Ευθύγραμμος αγωγός κινούμενος σε ομογενές μαγνητικό πεδίο

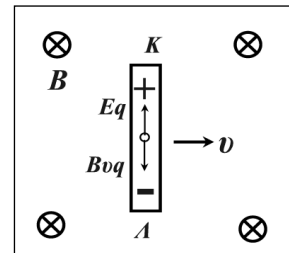
• **Μεταφορική κίνηση:** Αν ένας ευθύγραμμος αγωγός μήκους L κινείται με ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B έτσι ώστε η ταχύτητα να είναι κάθετη στον αγωγό και το B κάθετο και στην ταχύτητα και στον αγωγό, τότε στα άκρα K και Λ του αγωγού αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που είναι:

$$E_{K\Lambda} = BvL$$



Απόδειξη 1^η: Ευθύγραμμος αγωγός μήκους L κινείται με σταθερή ταχύτητα v κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου B . Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του, συμμετέχοντας στην κίνηση του αγωγού, κινούνται και αυτά με ταχύτητα v κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο επειδή κινείται με ταχύτητα v μέσα σε μαγνητικό πεδίο θα δεχτεί δύναμη Lorentz, $F_L = Bvq$ η φορά της οποίας φαίνεται στο σχήμα. Η δύναμη αυτή προκαλεί την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων προς το άκρο Λ του αγωγού. Έτσι δημιουργείται συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο άκρο Λ , και πλεόνασμα θετικού φορτίου στο άκρο K . Τα φορτία αυτά δημιουργούν στο χώρο του αγωγού ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης E με φορά από το K προς το Λ . Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δέχονται τώρα μια ακόμη δύναμη $F_E = qE$ αντίθετης φοράς από τη μαγνητική. Όσο η δύναμη Lorentz είναι μεγαλύτερη από την ηλεκτρική, η συσσώρευση φορτίων συνεχίζεται, με όλο και μικρότερο ρυθμό. Έτσι, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου αυξάνεται και σε πολύ λίγο χρόνο τα μέτρα των δυο δυνάμεων γίνονται ίσα, δηλαδή

$$F_L = F_E \rightarrow Bvq = Eq \rightarrow E = B \cdot v \quad (i)$$



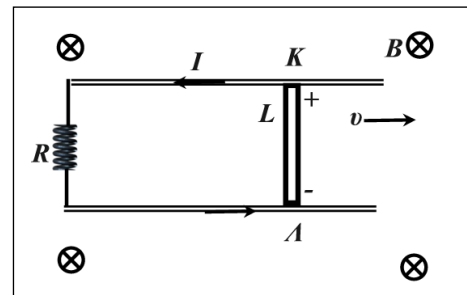
Τότε παύει η μετακίνηση φορτίου και το σημείο K βρίσκεται σε υψηλότερο δυναμικό από το Λ . Η διαφορά δυναμικού $V_{K\Lambda}$ μεταξύ των άκρων του αγωγού K και Λ υπολογίζεται από τη σχέση (i) αν θέσουμε όπου $E = V_{K\Lambda}/L$ οπότε προκύπτει

$$V_{K\Lambda} = BvL.$$

Αν ο αγωγός κινείται πάνω σε δύο παράλληλες μεταλλικές ράγες που γεφυρώνονται με αντιστάτη R , τότε λειτουργεί σαν ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ ίση με

$$E_{K\Lambda} = BvL$$

Τότε όμως η διαφορά δυναμικού $V_{K\Lambda}$ λειτουργεί σαν πολική τάση και είναι $V_{K\Lambda} = E_{K\Lambda} - I \cdot R_{\text{ολ}}$ ή $V_{K\Lambda} = I \cdot R$, όπου $I = E_{K\Lambda}/R_{\text{ολ}}$.

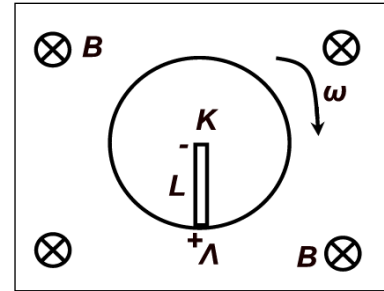


Απόδειξη 2^η: Καθώς ο αγωγός κινείται πάνω σε δυο παράλληλες ράγες σαρώνει ένα ολοένα αυξανόμενο εμβαδόν ορθογωνίου παραλληλογράμμου. Σύμφωνα με το νόμο Faraday:

$$E_{K\Lambda} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t} = \frac{BL \cdot \Delta x}{\Delta t} = B \cdot v \cdot L$$

Για την πολικότητα της ΗΕΔ. Εφαρμόζω κανόνα 3 δακτύλων για ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο του $K\Lambda$ με τον αντίχειρα σε κατεύθυνση αντίθετη της φοράς της ταχύτητας. Ο μέσος (δύναμη Lorentz) δείχνει το άκρο που σωρεύονται τα ηλεκτρόνια δηλ. τον αρνητικό πόλο του $E_{K\Lambda}$. Στο παράδειγμα είναι το άκρο Λ . Αν αντιστραφεί η φορά του μαγνητικού πεδίου ή η φορά της κίνησης αντιστρέφεται και η πολικότητα της ΗΕΔ.

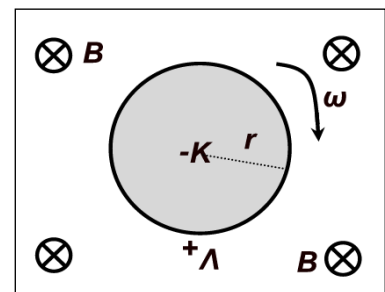
• **Περιστροφική κίνηση ευθύγραμμου αγωγού:** Αν ο αγωγός μήκους L στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του, K και είναι κάθετος σ' αυτόν με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω και το μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός, τότε αναπτύσσεται στα άκρα του K και Λ μια ΗΕΔ λόγω επαγωγής. Σε χρόνο μιας περιόδου, $\Delta t = T = 2\pi/\omega$, σαρώνει το εμβαδόν ενός κύκλου $\Delta A = \pi L^2$. Αυτή είναι:



$$E_{\Lambda K} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t} = \frac{B \pi L^2}{T} = \frac{B \pi L^2 \cdot \omega}{2\pi} \rightarrow E = \frac{B \omega L^2}{2}$$

Αν ο αγωγός στρέφεται με τη φορά των δεικτών του ρολογιού όπως στο σχήμα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του συσσωρεύονται στο κέντρο δηλαδή στο άκρο K , οπότε στο Λ εμφανίζεται (+) πόλος και στο K (-). Λόγω κίνησης στο μαγνητικό πεδίο τα ηλεκτρόνια δέχονται δύναμη Lorentz και σύμφωνα με τον κανόνα των 3 δαχτύλων κινούνται προς το K .

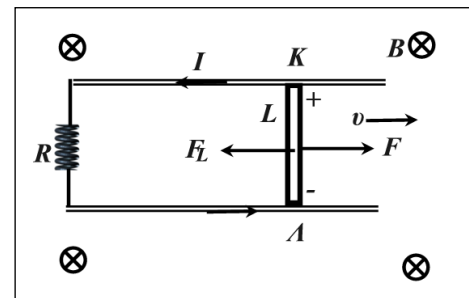
• **Περιστροφική κίνηση δίσκου:** Αγώγιμος δίσκος ακτίνας r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο του. Το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στο επίπεδο του δίσκου δηλαδή παράλληλο στον άξονα. Τότε μεταξύ του κέντρου K και των σημείων της περιφέρειας επάγεται ΗΕΔ με μέτρο



$$E = \frac{B \omega r^2}{2}$$

Η πολικότητα της ΗΕΔ εξαρτάται από τη φορά του μαγνητικού πεδίου και τη φορά περιστροφής και ακολουθεί την ίδια λογική με τον ευθύγραμμο στρεφόμενο αγωγό.

• **Ο κανόνας του Lenz ως συνέπεια της ΑΔΕ:** Στο διπλανό σχήμα ο αγωγός μήκους L αμελητέας αντίστασης κινείται με σταθερή ταχύτητα, v , πάνω σε ράγες αμελητέας αντίστασης μέσα στο ομογενές, μαγνητικό πεδίο, B , υπό την επίδραση της εξωτερικής δύναμης F . Το κύκλωμα κλείνει με την αντίσταση R . Στα άκρα K και Λ επάγεται ΗΕΔ, $E_{K\Lambda} = BvL$ που παράγει ρεύμα έντασης $I = E_{K\Lambda}/R$ το οποίο διαρρέει τον αγωγό $K\Lambda$ με φορά από το Λ προς το K . Λόγω του κάθετου ΜΠ ο αγωγός δέχεται δύναμη Laplace $F_L = BIL$ με κατεύθυνση αντίθετη στην δύναμη F και στην σταθερή ταχύτητα, v , δηλαδή, $\Sigma F = 0 \rightarrow F - F_L = 0 \rightarrow F = F_L = BIL$

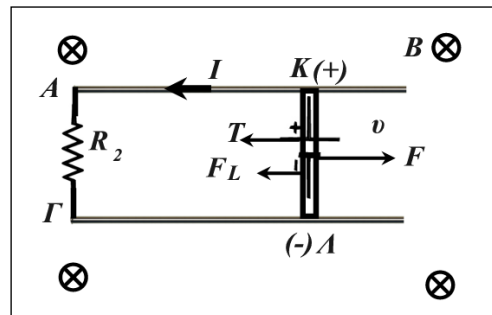


Έστω ότι σε χρονικό διάστημα Δt ο αγωγός μετατοπίζεται κατά $\Delta x = v \cdot \Delta t$. Το έργο της F θα είναι:

$$W_F = F \cdot \Delta x = F \cdot v \cdot \Delta t = F_L \cdot v \Delta t = (BIL) \cdot (v \Delta t) = BvL \cdot I \Delta t = E_{K\Lambda} \cdot I \cdot \Delta t = IR \cdot R \Delta t = I^2 R \cdot \Delta t = Q \rightarrow W_F = Q.$$

Άρα το έργο της εξωτερικής δύναμης F ισούται με τη θερμότητα Joule που παράχθηκε στην ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Αν δεν ίσχυε ο κανόνας Lenz το ρεύμα θα είχε αντίθετη φορά όπως και η δύναμη Laplace οπότε θα αρκούσε μια απλή ώθηση του αγωγού $K\Lambda$ προς τα δεξιά ώστε η δύναμη F_L να τον επιταχύνει προς τα δεξιά και να εμφανίζονται κινητική ενέργεια αγωγού και θερμότητα Joule στην R , συνεχώς αυξανόμενες. Δηλαδή ενέργεια σχεδόν από το μηδέν. Κάτι τέτοιο όμως αντιτίθεται στην αρχή διατήρησης της ενέργειας. Συνεπώς η ισχύς του κανόνα **Lenz** είναι αναμφισβήτητη.

Παράδειγμα 1.7 Αγωγή ράβδος ΚΛ αντίστασης $R_1=10\Omega$, μήκους $L=1\text{m}$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v πάνω σε δύο παράλληλες οριζόντιες ράγες αμελητέας αντίστασης, που συνδέονται στο ένα άκρο τους με αντίσταση $R_2=90\Omega$. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της R_2 είναι $V_2=9\text{V}$, η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=5\text{m/s}$, αλλά δέχεται και σταθερή δύναμη τριβής ολίσθησης ίση με $T=0,8\text{N}$. Να υπολογιστούν:



Α. Το μέτρο της έντασης B .

Β. Η δύναμη Laplace και η εξωτερική δύναμη F που ασκείται στη ράβδο.

Γ. Οι ρυθμοί παραγωγής έργου από τη δύναμη F , παραγωγής θερμότητας λόγω φαινομένου Joule και θερμότητας λόγω τριβών.

Δ. Τα έργα της F , της τριβής, της δύναμης Laplace, η θερμότητα που εκλύεται στους αντιστάτες, και το φορτίο που μετατοπίζεται στο κύκλωμα για μετατόπιση της ράβδου κατά $\Delta x=20\text{m}$

Λύση

Α. Η κίνηση της ράβδου μέσα στο μαγνητικό πεδίο κάθετα στις μαγνητικές γραμμές προκαλεί στα άκρα της ΚΛ, ΗΕΔ από επαγωγή: $|E|=BvL$ (1), με θετικό πόλο στο σημείο Κ σύμφωνα με τον κανόνα 3 δαχτύλων. Η φορά του ρεύματος φαίνεται στο σχήμα. Η δύναμη Laplace αντιστέκεται στην κίνηση όπως και η τριβή T . Η ένταση του ρεύματος υπολογίζεται από τη δεδομένη διαφορά δυναμικού:

$$V_2=I \cdot R_2 \rightarrow I=0,1\text{A} \quad (2)$$

Οπότε από το νόμο Ohm για κλειστό κύκλωμα:

$$I=\frac{E}{R_{\text{ολ}}}=\frac{BLv}{R_1+R_2} \rightarrow B=\frac{I(R_1+R_2)}{vL} \rightarrow B=2\text{T} \quad (3)$$

Β. Η δύναμη Laplace

$$F_L=BIL=0,2\text{N} \quad (4)$$

από τον 1° Newton:

$$\Sigma F=0 \rightarrow F-F_L-T=0 \rightarrow F=F_L+T=0,2\text{N}+0,8\text{N} \rightarrow F=1\text{N}$$

$$\Gamma. \frac{\Delta W_F}{\Delta t}=P_F=F \cdot v=1\text{N} \cdot 5\text{m/s}=5\text{W}$$

$$P_\theta=I^2(R_1+R_2)=1\text{W}$$

$$P_T=T \cdot v=4\text{W}$$

$$\Delta. W_F=F \cdot \Delta x=1\text{N} \cdot 20\text{m}=20\text{J}, \quad W_{FL}=-F_L \cdot \Delta x=-0,2\text{N} \cdot 20\text{m}=-4\text{J} \quad W_T=-T \cdot \Delta x=-0,8\text{N} \cdot 20\text{m}=-16\text{J}$$

Άρα $W_F+W_{FL}+W_T=\Delta K=0$ δηλαδή το ΘΜΚΕ στην ομαλή κίνηση.

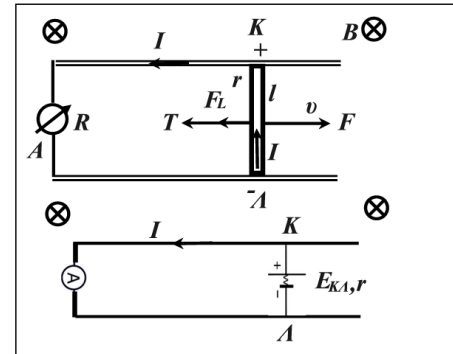
$$\Delta x=v\Delta t \rightarrow \Delta t=\frac{\Delta x}{v} \rightarrow \Delta t=4\text{s}. \text{ Άρα: } W_\theta=I^2(R_1+R_2)\Delta t=4\text{J}$$

$$\text{Το φορτίο που μετατοπίζεται: } q=I \cdot \Delta t=0,1 \cdot 4=0,4\text{C} \quad \text{ή} \quad q=\Delta \Phi/R_{\text{ολ}}=BL\Delta x/R_{\text{ολ}}=0,4\text{C}$$

♣ Το έργο της δύναμης Laplace μετράει κατά απόλυτη τιμή την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα Joule στους αντιστάτες $|W_{FL}|=W_\theta=4\text{J}$. Είναι η ίδια ενέργεια όχι κάποια άλλη με ίδια τιμή.

Παράδειγμα 1.8 Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, αντίστασης $r=1\Omega$ μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε δύο παράλληλες, οριζόντιες ράγες αμελητέας αντίστασης παραμένοντας κάθετος και με τα άκρα επαφόμενα σ' αυτές. Το μήκος του αγωγού είναι $\ell=1\text{m}$ ενώ οι ράγες συνδέονται στο ένα άκρο τους, μέσω αμπερομέτρου αντίστασης $R=4\Omega$ Ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$ είναι κάθετο στο επίπεδο των ραγών με φορά προς τα κάτω. Στη ράβδο ασκείται σταθερή εξωτερική δύναμη $F=10\text{N}$ και τη βάζει σε κίνηση από την ηρεμία, ενώ ασκείται από τις ράγες και σταθερή δύναμη τριβής μέτρου, $T=5\text{N}$.

- A. Να δείξετε ότι ο αγωγός αποκτάει κάποια στιγμή σταθερή ταχύτητα και να την υπολογίσετε
B. Να υπολογίσετε τους ρυθμούς μεταβολής ενέργειας όταν ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα.



Λύση

A. Η κίνηση προκαλεί στα άκρα της ράβδου ΗΕΔ επαγωγής

$$E_{KL}=Bv\ell \quad (1)$$

Αυτή δίνει ρεύμα στο κύκλωμα έντασης :

$$I=\frac{E_{KL}}{R_{\text{ολ}}}= \frac{Bv\ell}{r+R} \quad (2)$$

Ο αγωγός ΚΛ δέχεται εκτός της F και της τριβής T και δύναμη Laplace:

$$F_L=BI\ell=\frac{B^2v\ell^2}{r+R} \quad (3)$$

Η F_L σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δαχτύλων είναι αντίθετη της κίνησης. Αρα:

$$\Sigma F=ma \rightarrow F-T-F_L=ma \rightarrow F-T-\frac{B^2v\ell^2}{r+R}=m \cdot a \quad (4)$$

Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα v , η επιτάχυνση a μειώνεται μέχρι που μηδενίζεται και η ράβδος αποκτάει σταθερή οριακή ταχύτητα. Οπότε $\Sigma F=0 \rightarrow$

$$F-T-\frac{B^2v\ell^2}{r+R}=0 \rightarrow v_{\text{op}}=\frac{(F-T)(R+r)}{B^2\ell^2} \rightarrow v_{\text{op}}=25\text{m/s}$$

B. Η δύναμη F παρέχει ενέργεια στο σύστημα με ρυθμό που είναι ίσος με την ισχύ της

$$P_F=F \cdot v_{\text{op}}= 10\text{N} \cdot 25\text{m/s} \rightarrow P_F=250\text{w}$$

Η τριβή μετατρέπει μέρος της προσφερόμενης ενέργειας σε θερμότητα. Ο ρυθμός αυτής είναι κατά απόλυτη τιμή ίσος με την απόλυτη τιμή της ισχύος της

$$P_T=T \cdot v_{\text{op}}= 5\text{N} \cdot 25\text{m/s} \rightarrow P_T=125\text{w}$$

Μέρος της ενέργειας γίνεται θερμότητα Joule στους αντιστάτες

$$P_J=I_{\text{op}}^2(R+r) \rightarrow P_J=5^2 \cdot 5 \rightarrow P_J=125\text{w}$$

Η ισχύς αυτή είναι ίση με την απόλυτη τιμή της ισχύος της δύναμης Laplace. Διότι το έργο της Laplace μετράει πάντοτε την ηλεκτρική ενέργεια που δαπανάται στο κύκλωμα, εν προκειμένω σε θερμότητα Joule.

Η κινητική ενέργεια του αγωγού παραμένει σταθερή όταν $v=v_{\text{op}}$ συνεπώς $\Delta K/\Delta t=0$

Φυσική ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας και φυσικά και της ισχύος

$$P_{\text{προσφ}}=P_{\text{δαπαν}} \rightarrow P_F=P_T+P_J+\frac{\Delta K}{\Delta t} \rightarrow 250\text{w}=125\text{w}+125\text{w}+0$$

Παράδειγμα 1.9 Ο αγωγός ΑΓ, μήκους ℓ , περιστρέφεται γύρω από το κέντρο του Ο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B . Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων Α και Γ, είναι ίση με:

α. $V_{AG} = \frac{1}{2}B\omega\ell^2$ β. $V_{AG} = 0$ γ. $V_{AG} = 2B\omega\ell^2$

Απάντηση: (β)

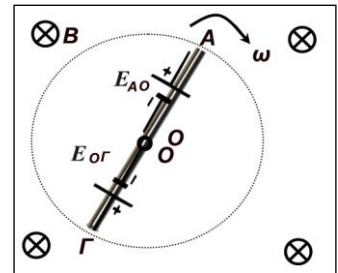
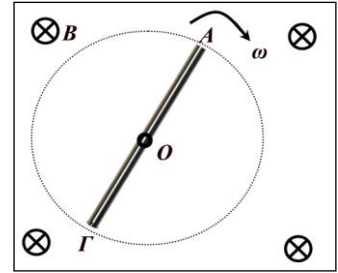
Στα τμήματα ΟΑ και ΟΓ της ράβδου παράγονται δύο επαγωγικές ΗΕΔ με την πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα .

$$E_{AO} = \frac{1}{2}B\omega(OA)^2 \text{ και } E_{OG} = \frac{1}{2}B\omega(OG)^2 \text{ με } (OA) = (OG) = \ell/2$$

Δηλ. $E_{AG} = E_{OG}$.

Γράφοντας τον 2° Κίρχοφ από το Α στο Γ έχουμε:

$$V_{AG} - E_{AG} + E_{OG} = 0 \rightarrow V_{AG} = 0$$



Παράδειγμα 1.10 Ο αγωγός ΟΚ, μήκους ℓ , περιστρέφεται γύρω από το κέντρο Ο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B , με τον τρόπο που βλέπουμε στο σχήμα. Σημείο Λ απέχει από το Κ απόσταση x . Η διαφορά δυναμικού V_{LK} μεταξύ των σημείων Κ και Λ έχει απόλυτη τιμή ίση με $3B\omega\ell^2/8$. Η απόσταση ΚΛ = x είναι ίση με

α. $\ell/3$ β. $\ell/4$ γ. $\ell/2$

Απάντηση: (γ)

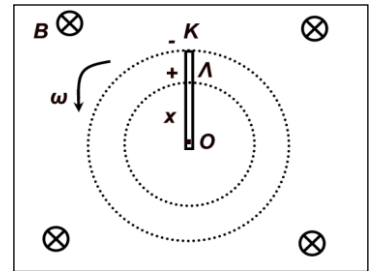
Το τμήμα ΚΛ του αγωγού σαρώνει ένα κυκλικό τμήμα που έχει εμβαδόν τη διαφορά των δύο κύκλων που βλέπουμε στο σχήμα δηλ. $\Delta A = \pi(OK)^2 - \pi(OL)^2 = \pi\ell^2 - \pi x^2 = \pi(\ell^2 - x^2)$. Με χρήση του κανόνα των τριών δαχτύλων και τις φορές των B και ω τα ηλεκτρόνια σωρεύονται στο άκρο Κ.

Με τη χρήση του νόμου Faraday: $E_{LK} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = \frac{B\Delta A}{\Delta t}$ (1)

Όπου και $\Delta t = T = 2\pi/\omega$ (2)

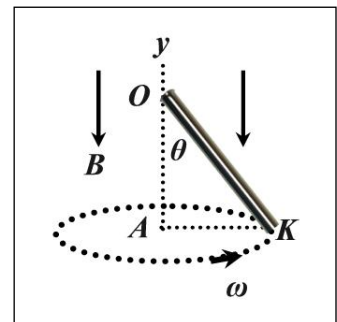
Ενώ δίνεται: $E_{LK} = \frac{3}{8}B\omega\ell^2$ (3)

$$\text{Από (1)(2)(3)} \rightarrow \frac{3}{8}B\omega\ell^2 = \frac{B\omega}{2} \cdot (\ell^2 - x^2) \rightarrow x^2 = \ell^2/4 \rightarrow x = \ell/2$$



Παράδειγμα 1.11 Η μεταλλική ράβδος ΟΚ μήκους $\ell = 1\text{m}$ στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 20\text{rad/s}$ γύρω από άξονα που διέρχεται από το άκρο της Ο, είναι κατακόρυφος, αλλά σχηματίζει γωνία $\theta = 30^\circ$ με τη ράβδο. Μαγνητικό πεδίο είναι παράλληλο στον άξονα περιστροφής y και έχει ένταση $B = 2\text{T}$. Η διαφορά δυναμικού V_{OK} που αναπτύσσεται λόγω επαγωγής στα άκρα Ο, Κ της ράβδου είναι

α. $V_{OK} = 10\text{V}$ β. $V_{OK} = 5\text{V}$ γ. $V_{OK} = 2,5\text{V}$



Απάντηση: (β)

Καθώς ο αγωγός ΟΚ περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα Αγ διαγράφοντας μια κωνική επιφάνεια, σαρώνει ένα εμβαδόν κύκλου που έχει ακτίνα ΑΚ δηλαδή την προβολή του ΟΚ στο οριζόντιο επίπεδο. Σύμφωνα με τη κατεύθυνση του B και τη φορά περιστροφής της ράβδου από τον κανόνα 3 δαχτύλων τα ηλεκτρόνια σωρεύονται στο Κ και δημιουργού (-) πόλο.

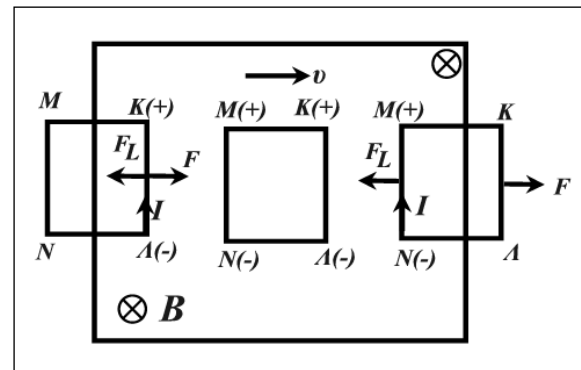
Από το τρίγωνο ΟΑΚ: $\eta\mu\theta = \frac{(AK)}{(OK)} \rightarrow (AK) = 0,5m$

$\Delta\Phi = B \cdot \Delta A = B\pi(AK)^2 = \pi/2 \text{ wb}$ Ο χρόνος μιας περιόδου είναι $\Delta t = T = 2\pi/\omega = \pi/10s$

$$E_{OK} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B\pi(AK)^2}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{B\omega(AK)^2}{2} \rightarrow E_{OK} = 5V$$

► Μεταφορική κίνηση πλαισίου σε μαγνητικό πεδίο

Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο πλευράς α έχει αντίσταση R ανά πλευρά και κινείται με σταθερή ταχύτητα, υ καθώς εισέρχεται στο χώρο ομογενούς μαγνητικού πεδίου B που είναι κάθετο στο επίπεδο κίνησης του πλαισίου. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ η πλευρά ΚΛ εισέρχεται στο χώρο του μαγνητικού πεδίου.



1. Κατά τη διάρκεια της εισόδου του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο:

Η διερχόμενη από το πλαίσιο μαγνητική ροή αυξάνεται και επάγεται σε αυτό ΗΕΔ στην πλευρά ΚΛ που κινείται μέσα στο ΜΠ κάθετα στην ταχύτητα, υ και στις μαγνητικές γραμμές. Δηλαδή $E_{KL} = E = Bv\ell$ (i)

Επάγεται και ρεύμα έντασης $I = E/R_{\text{ολ}} \rightarrow I = \frac{Bv\ell}{4R}$ (ii)

Η ΚΛ δέχεται δύναμη Laplace $F_1 = BI\ell$ αντίθετη στην κίνηση και συνεπώς χρειάζεται δύναμη F για να εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα, $\Sigma F = 0 \rightarrow F - F_1 = 0 \rightarrow F = BI\ell = \frac{B^2 v \ell^2}{4R}$ (iii)

2. Κατά τη διάρκεια της κίνησης του πλαισίου μέσα στο μαγνητικό πεδίο:

Τώρα η διερχόμενη από το πλαίσιο μαγνητική ροή διατηρείται σταθερή και μέγιστη $\Phi_0 = Ba^2$ οπότε η συνολική επαγόμενη ΗΕΔ είναι μηδέν. Δηλαδή παράγονται δύο ΗΕΔ $E_{KL} = E_{MN} = Bv\ell$ αλλά με αντίθετες πολικότητες οπότε η συνολική ΗΕΔ είναι μηδέν.

$$E_{KL} - E_{MN} - IR_{\text{ολ}} = 0 \rightarrow Bv\ell - Bv\ell - I \cdot 4R = 0 \rightarrow I = 0. \quad (\text{iv})$$

Άρα και η δύναμη Laplace είναι μηδενική οπότε δεν χρειάζεται εξωτερική δύναμη να κινεί το πλαίσιο. Χωρίς τριβές πηγαίνει μόνο του.

3. Κατά τη διάρκεια της εξόδου του πλαισίου από το μαγνητικό πεδίο:

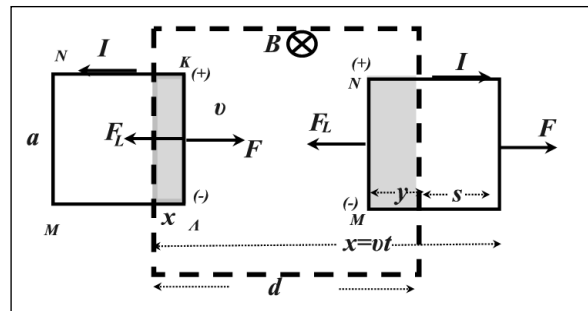
Τώρα η διερχόμενη μαγνητική ροή μειώνεται και η ΗΕΔ επάγεται στην πλευρά ΜΝ και είναι ίση με $E_{MN} = Bv\ell$. Το ρεύμα έχει τώρα αντίθετη φορά και ισούται πάλι με $I = E_{MN}/R_{\text{ολ}} \rightarrow I = \frac{Bv\ell}{4R}$ (v)

Η ΜΝ δέχεται δύναμη Laplace $F_2 = BI\ell$ αντίθετη στην κίνηση και συνεπώς χρειάζεται δύναμη F για να εξέρχεται με σταθερή ταχύτητα, $\Sigma F = 0 \rightarrow F - F_1 = 0 \rightarrow F = BI\ell = \frac{B^2 v \ell^2}{4R}$ (vi)

Από την είσοδο μέχρι την έξοδο το **συνολικό φορτίο** που μετατοπίζεται είναι **μηδέν** διότι $\Delta\Phi_{\text{ολ}} = 0$.

Παράδειγμα 1.12

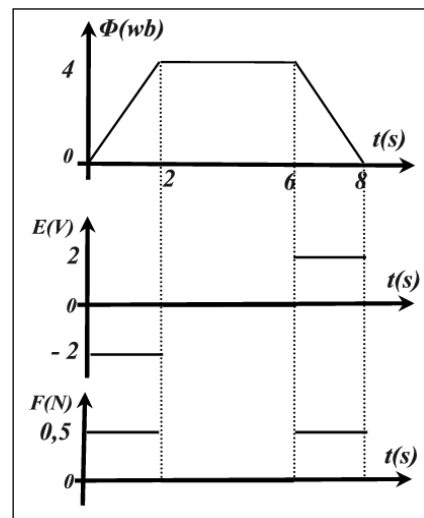
Τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς $a=2\text{m}$ αποτελείται από ομογενές και ισοπαχές σύρμα έχει συνολική ωμική αντίσταση $R=8\Omega$ και κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα $v=1\text{m/s}$. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ εισέρχεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$ πλάτους $d=6\text{m}$ με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.



A. Να βρείτε σε συνάρτηση με το χρόνο, τη μαγνητική ροή, Φ που διέρχεται από το πλαίσιο, και τις τιμές της ΗΕΔ που αναπτύσσεται, της έντασης του επαγωγικού ρεύματος και της εξωτερικής δύναμης F που ασκείται σε αυτό, από τη στιγμή $t_0=0$ μέχρι το πλαίσιο να βγει από το μαγνητικό πεδίο.

B. Να υπολογίσετε τη θερμότητα Joule αναπτύσσεται στο πλαίσιο και το φορτίο που μετατοπίζεται αλλά και κινείται μέσα από μια διατομή του σύρματος ανεξαρτήτου φοράς σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.

Γ. Να κάνετε τις γραφικές παραστάσεις $\Phi=f(t)$, $E=f(t)$ και $F=f(t)$ για $0 \leq t \leq 8\text{s}$



Λύση

Υπάρχουν τρεις φάσεις στην κίνηση του πλαισίου. Η θέση της πλευράς ΚΛ σε κάθε χρονική στιγμή είναι η $x=vt$, με $x=0$ και $t=0$ όταν αρχίζει να εισέρχεται στο ΜΠ. Οι τιμές του x κυμαίνονται από 0 έως $d+a=8\text{m}$ μέχρι δηλαδή να βγει όλο το πλαίσιο από το ΜΠ.

Άρα για $x_1=a=2\text{m}$, $t_1=x_1/v=2\text{s}$. Η διάρκεια της εισόδου είναι $0 \leq t \leq 2\text{s}$

για $x_2=d=6\text{m}$, $t_2=x_2/v=6\text{s}$. Η διάρκεια της παραμονής στο ΜΠ είναι: $2\text{s} \leq t \leq 6\text{s}$

για $x_3=d+a=8\text{m}$, $t_3=x_3/v=8\text{s}$ Η διάρκεια της εξόδου είναι: $6\text{s} \leq t \leq 8\text{s}$

Θα υπολογίσω όλα τα ζητούμενα σε κάθε φάση:

1^η $0 \leq t \leq 2\text{s}$: $\Phi = B \cdot \Delta(A) = B \alpha \cdot x = B \alpha \cdot vt \rightarrow \Phi_1 = 2t$ με $\Phi_{\max} = 4\text{wb}$

$$E_1 = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -2\text{V} \quad I_1 = \frac{E_1}{R} = -0,25\text{A} \quad q_1 = I_1 \Delta t_1 = -0,5\text{C} \quad W_1 = I_1^2 R \Delta t_1 = 1\text{J}$$

$$|F_1| - |F_L| = 0 \rightarrow |F_1| = |B I_1 \cdot a| = 0,5\text{N}$$

2^η $2\text{s} \leq t \leq 6\text{s}$ $\Phi_2 = B \alpha^2 = 4\text{wb}$ Άρα: $E_2 = 0$ $I_2 = 0$ $q_2 = 0$ $W_2 = 0$ $F_2 = 0$

3^η $6\text{s} \leq t \leq 8\text{s}$: $\Phi_3 = B \cdot \Delta(A) = B \alpha \cdot y = B \alpha \cdot (a-s) = B \alpha [a - (x-d)] = B \alpha (a+d-vt) \rightarrow \Phi_3 = 16-2t$

$$E_3 = -\frac{\Delta\Phi_3}{\Delta t} = +2\text{V} \quad I_3 = \frac{E_3}{R} = +0,25\text{A} \quad q_3 = I_3 \Delta t_1 = +0,5\text{C} \quad W_3 = I_3^2 R \Delta t_3 = 1\text{J}$$

$$|F_3| - |F_L| = 0 \rightarrow |F_3| = |B I_3 \cdot a| = 0,5\text{N}$$

Το συνολικό φορτίο που μετατοπίζεται είναι $q = q_1 + q_2 + q_3 = -0,5\text{C} + 0 + 0,5\text{C} \rightarrow q = 0$

Το συνολικό φορτίο που κινείται είναι: $|q| = |q_1| + |q_2| + |q_3| \rightarrow |q| = 1\text{C}$

Η συνολική θερμότητα: $W = W_1 + W_2 + W_3 \rightarrow W = 2\text{J}$

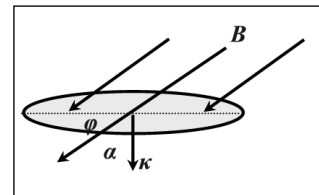
A ΘΕΜΑΤΑ

Γενικά Επαγωγικά Φαινόμενα

A1.1 Να συμπληρώσουμε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν.

- Η μαγνητική ροή, Φ , που διέρχεται μέσα από ένα πλαίσιο εμβαδού A που είναι τοποθετημένο κάθετα στις δυναμικές γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου, έντασης B ισούται με $\Phi = \dots\dots$
- Αν η κάθετος, $\vec{\kappa}$ στο πλαίσιο, σχηματίζει γωνία α με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου τότε η διερχόμενη μαγνητική ροή ισούται με: $\Phi = \dots\dots\dots$
- Η μαγνητική ροή μετριέται σε $\dots\dots\dots$
- Η μαγνητική ροή είναι μέγεθος $\dots\dots\dots$ και παίρνει τιμές θετικές, $\dots\dots\dots$ και μηδέν.
- Η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από μια κλειστή επιφάνεια είναι $\dots\dots\dots$

A1.2 Επιφάνεια εμβαδού S βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου σχηματίζουν γωνία $\angle \varphi$ με την επιφάνεια και γωνία $\angle \alpha$ με την κάθετο, $\vec{\kappa}$, στην επιφάνεια. Η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από την επιφάνεια δίνεται από τη σχέση:



- $\Phi = B \cdot A \sin \alpha$
- $\Phi = B \cdot A$
- $\Phi = B \cdot A \sin \varphi$
- $\Phi = B \cdot A \eta \mu \alpha$

A1.3 Επιφάνεια εμβαδού A βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B , που σχηματίζει γωνία $\angle \alpha$ με την κάθετο, $\vec{\kappa}$, στην επιφάνεια. Αν η γωνία $\alpha = 90^\circ$ τότε η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από την επιφάνεια είναι

- $\Phi = B \cdot A$
- $\Phi = -BA$
- $\Phi = 0$
- $\Phi = \frac{1}{2}BA$

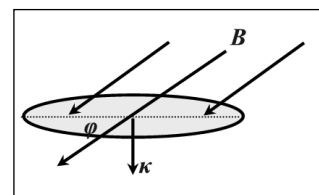
A1.4 Η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται μέσα από μια επιφάνεια εμβαδού A που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B

- είναι διανυσματικό μέγεθος.
- ισούται με το γινόμενο $B \cdot A$.
- παίρνει μόνο θετικές αλγεβρικές τιμές ή μηδέν.
- εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας ως προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

A1.5 Ποιες από τις προτάσεις είναι σωστές; Η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται μέσα από μια επιφάνεια εμβαδού A που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B

- ισούται με $\Phi = 0$, όταν η επιφάνεια είναι παράλληλη προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- ισούται με $\Phi = BA$, δηλαδή μέγιστη, όταν η επιφάνεια είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- ισούται με $\Phi = BA \sin \varphi$ όταν οι δυναμικές γραμμές σχηματίζουν γωνία φ με την επιφάνεια
- μετριέται σε Weber
- έχει αρνητική αλγεβρική τιμή αν οι δυναμικές γραμμές του πεδίου σχηματίζουν γωνία α , $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ με την κάθετο στην επιφάνεια.

A1.6 Επιφάνεια εμβαδού A βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου σχηματίζουν γωνία $\angle \varphi$ με την επιφάνεια



I. Αν η γωνία $\varphi = 0^\circ$ τότε η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από την επιφάνεια θα είναι

- $\Phi = 0$
- $\Phi = BA$
- $\Phi = -BA$

II Αν η γωνία $\varphi=90^\circ$ τότε η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από την επιφάνεια θα είναι

- α. $\Phi=0$ β. $\Phi=BA$ γ. $\Phi=-BA$

III. Αν η γωνία $\varphi=30^\circ$ τότε η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από την επιφάνεια θα είναι

- α. $\Phi=0$ β. $\Phi=BA$ γ. $\Phi=\frac{1}{2}BA$

IV. Αν η γωνία $\varphi=180^\circ$ τότε η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από την επιφάνεια θα είναι

- α. $\Phi=0$ β. $\Phi=BA$ γ. $\Phi=-BA$

A1.7 Επιφάνεια εμβαδού A τοποθετείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B έτσι ώστε η κάθετος στην επιφάνεια να σχηματίζει γωνία $\angle\alpha$ με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

I. Αν η διερχόμενη μαγνητική ροή είναι $\Phi_1 = \frac{1}{2} BA$, η γωνία $\angle\alpha$ είναι:

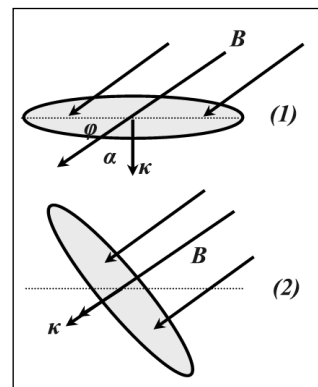
- α. $\alpha=0^\circ$ β. $\alpha=90^\circ$ γ. $\alpha=60^\circ$ δ. $\alpha=180^\circ$

II. Αν η επιφάνεια στραφεί κατά 60° με τη φορά των δεικτών του ρολογιού, η νέα τιμή της μαγνητικής ροής είναι

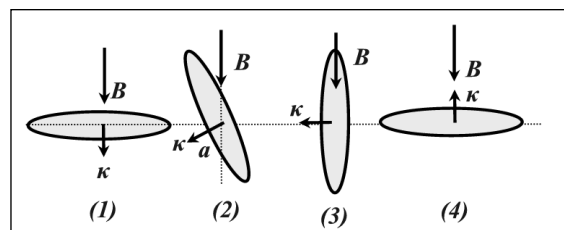
- α. $\Phi_2=0$ β. $\Phi_2=BA$ γ. $\Phi_2=\frac{1}{2} BA$

III. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής από την θέση (1) στη θέση (2) είναι

- α. $\Delta\Phi = \frac{1}{2}BA$ β. $\Delta\Phi = BA$ γ. $\Delta\Phi = -\frac{1}{2}BA$



A1.8 Στο διπλανό σχήμα βλέπουμε 4 διαδοχικές θέσεις του πλαισίου εμβαδού A σε σχέση με την ένταση B του κατακόρυφου και ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το πλαίσιο στρέφεται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.



I. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής από τη θέση (1) στη (2), όπου $\alpha=60^\circ$ είναι:

- α. $\Delta\Phi = B \cdot A$ β. $\Delta\Phi = -\frac{1}{2}B \cdot A$ γ. $\Delta\Phi = 0$

II. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής από τη θέση (1) στη (3) είναι:

- α. $\Delta\Phi = 0$. β. $\Delta\Phi = -B \cdot A$ γ. $\Delta\Phi = 2B \cdot A$

III. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής από τη θέση (1) στη θέση (4) είναι:

- α. $\Delta\Phi = 2B \cdot A$ β. $\Delta\Phi = -2B \cdot A$ γ. $\Delta\Phi = -\frac{3}{2}B \cdot A$

A1.9 Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν:

α. Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή λέγεται το φαινόμενο κατά το οποίο εμφανίζεται σ' ένα κύκλωμα, ως συνέπεια της της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από αυτό.

β. Η ΗΕΔ λόγω επαγωγής που εμφανίζεται σε ένα κύκλωμα είναι ανάλογη με το αντίθετο του ρυθμού μεταβολής της που περνάει από το κύκλωμα αυτό.

- γ. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, τα επαγωγικά ρεύματα έχουν τέτοια φορά ώστε τα μαγνητικά τους πεδία να στις αιτίες που τα δημιουργήσαν.
- δ. Ο κανόνας του Lenz αποτελεί συνέπεια της αρχής διατήρησης της
- ε. Το ηλεκτρικό φορτίο που μετατοπίζεται λόγω ορισμένης μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι ανεξάρτητο του που διαρκεί η μεταβολή αυτή.
- στ. Ο νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής οφείλεται στην αρχή διατήρησης

A1.10 Για να εμφανιστεί ΗΕΔ από επαγωγή σε ένα αγωγίμο πλαίσιο πρέπει

- α. να βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο.
- β. να είναι το πλαίσιο κλειστό.
- γ. να μεταβληθεί η διερχόμενη μέσα από αυτό η διερχόμενη μαγνητική ροή.
- δ. να είναι τοποθετημένο κάθετα στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου.

A1.11 Αν η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από ένα πηνίο N σπειρών μεταβληθεί κατά $\Delta\Phi$ σε χρόνο Δt τότε στο πηνίο εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή η αλγεβρική τιμής της οποίας δίνεται από τη σχέση

α. $E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

β. $E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

γ. $E = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

δ. $E = - \frac{\Delta\Phi}{N\Delta t}$

A1.12 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

Η μέση απόλυτη τιμή της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται σ' ένα πηνίο είναι

- α. ανάλογη με το χρόνο που διαρκεί η μεταβολή της μαγνητικής ροής.
- β. ανεξάρτητη των σπειρών του πηνίου.
- γ. ανάλογη της ταχύτητας μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- δ. ανάλογη του αριθμού των σπειρών του πηνίου
- ε. είναι σταθερή όταν η μαγνητική ροή μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό.

A1.13 Το επαγωγικό ρεύμα που αναπτύσσεται σε αγωγίμο κύκλωμα λόγω μεταβολής μαγνητικής ροής

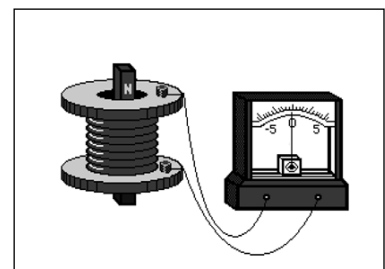
- α. είναι ανάλογο του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- β. είναι ανεξάρτητο της ωμικής αντίστασης του κυκλώματος.
- γ. είναι μικρό για γρήγορες μεταβολές της μαγνητικής ροής.
- δ. έχει φορά που δεν εξαρτάται από την μεταβολή της μαγνητικής ροής που το δημιουργήσε.

A1.14 Πηνίο N σπειρών σχηματίζει κλειστό κύκλωμα με τη βοήθεια ενός γαλβανόμετρου. Η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι R . Αν η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πηνίο μεταβληθεί κατά $\Delta\Phi$ σε χρόνο Δt , τότε το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται μέσα από το γαλβανόμετρο δίνεται από τη σχέση

α. $Q = \frac{|\Delta\Phi|}{R}$

β. $Q = N \frac{|\Delta\Phi|}{R}$

γ. $Q = N \cdot \frac{|\Delta\Phi|}{R \cdot \Delta t}$



A1.15 Το φορτίο που μετατοπίζεται σ' ένα κύκλωμα λόγω μεταβολής της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από αυτό είναι

- α. ανάλογο του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- β. ανεξάρτητο της μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- γ. ανεξάρτητο της χρονικής διάρκειας μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- δ. ανάλογο της ωμικής αντίστασης του κυκλώματος.

A1.16 Ο κανόνας Lenz είναι συνέπεια της αρχής

- α. αφθαρσίας του φορτίου.
- β. διατήρησης της ορμής
- γ. διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.
- δ. διατήρησης της ενέργειας.

A1.17 Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz,

- α. μπορούμε να παράγουμε ηλεκτρικό ρεύμα από το μηδέν
- β. το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να ενισχύει τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε.
- γ. το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το μαγνητικό πεδίο που παράγει να τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε.
- δ. τα επαγωγικά ρεύματα είναι μεγαλύτερα όταν η μαγνητική ροή μεταβάλλεται πιο αργά

A1.18 Σύμφωνα με τον νόμο του Faraday,

- α. μπορούμε να παράγουμε ηλεκτρικό ρεύμα από το μηδέν
- β. το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να ενισχύει τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε.
- γ. το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το μαγνητικό πεδίο που παράγει να εμποδίζει τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε.
- δ. τα επαγωγικά ρεύματα είναι μεγαλύτερα όταν η μαγνητική ροή μεταβάλλεται πιο γρήγορα.

A1.19 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές; Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει ένα πηνίο μέσα από το οποίο μεταβάλλεται η μαγνητική ροή

- α. εμφανίζεται μόνο όταν το πηνίο σχηματίζει κλειστό κύκλωμα.
- β. είναι αντιστρόφως ανάλογο με την ωμική αντίσταση του πλαισίου.
- γ. ίδιας φοράς ανεξάρτητα με το αν η ροή αυξάνεται ή μειώνεται.
- δ. αντιστρόφως ανάλογο του χρόνου μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- ε. παράγει μαγνητικό πεδίο που εμποδίζει τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που το προκάλεσε.

A1.20 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α. Η μαγνητική ροή εκφράζει το πλήθος των δυναμικών γραμμών που διέρχονται μέσα από μια επιφάνεια.
- β. Αν ένα αγωγίμο κλειστό πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, επάγεται σ' αυτό συνολική ΗΕΔ από επαγωγή, διάφορη του μηδενός.
- γ. Αν μεταβληθεί η μαγνητική ροή που διέρχεται από ανοικτό συρμάτινο πλαίσιο τότε επάγεται ΗΕΔ αλλά δεν εμφανίζεται επαγωγικό ρεύμα.
- δ. Το επαγωγικό φορτίο που μετατοπίζεται σε κλειστό αγωγίμο πλαίσιο, λόγω μεταβολής μαγνητικής ροής είναι ανάλογο της μεταβολής, $\Delta\Phi$.
- ε. Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής είναι 1 Weber και είναι ίσο με 1 V·s.

A1.21 Το 1 Weber είναι μονάδα μέτρησης

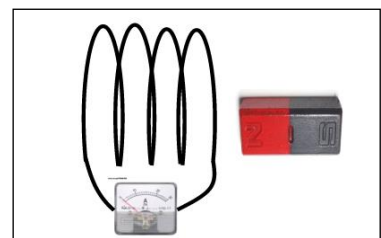
- α. ηλεκτρικής ροής
- β. μαγνητικής διαπερατότητας
- γ. έντασης μαγνητικού πεδίου
- δ. μαγνητικής ροής

A1.22 Να κάνετε τις αντιστοιχίσεις μεγεθών και μονάδων:

1. $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	α. 1A
2. $N \cdot \frac{\Delta\Phi}{R}$	β. 1V
3. $B \cdot A$	γ. 1watt
4. $E_{\text{επ}} \cdot I$	δ. 1Wb
5. $N \cdot \frac{\Delta\Phi}{R \cdot \Delta t}$	ε. 1C

A1.23 Κινούμε τον μαγνήτη κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς πηνίου. Η μέγιστη τιμή του επαγωγικού ρεύματος που καταγράφει το αμπερόμετρο συμβαίνει όταν

- α. πλησιάζουμε τον μαγνήτη αργά
- β. απομακρύνουμε τον μαγνήτη αργά
- γ. πλησιάζουμε τον μαγνήτη γρήγορα
- δ. ακινητοποιούμε τον μαγνήτη.



A1.24 Κλειστό αγωγίμο κυκλικό πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα στην περιοχή ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου του με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στο πλαίσιο εμφανίζεται επαγωγικό ρεύμα

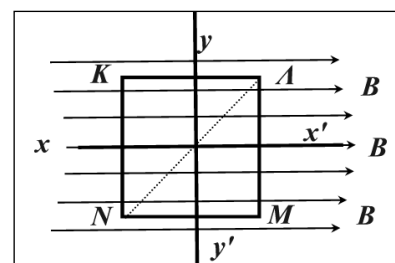
- α. μόνο όσο διαρκεί η είσοδος στο πεδίο
- β. μόνο όσο διαρκεί η έξοδος από το πεδίο
- γ. όσο κινείται μέσα στο πεδίο
- δ. όσο διαρκεί η είσοδος και η έξοδος από το πεδίο

A1.25 Μέσα σε μαγνητικό πεδίο τοποθετούμε μια σφαίρα. Η ολική μαγνητική ροή που θα περνάει μέσα από αυτήν είναι

- α. διάφορη του μηδενός θετικής ή αρνητικής αλγεβρικής τιμής
- β. διάφορη του μηδενός θετικής αλγεβρικής τιμής
- γ. μηδέν
- δ. διάφορη του μηδενός αρνητικής αλγεβρικής τιμής

A1.26 Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο KLMN βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B με το επίπεδό του παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Αναπτύσσεται στο πλαίσιο ΗΕΔ εξ επαγωγής όταν το πλαίσιο

- α. μετατοπίζεται παράλληλα προς τον εαυτό του.
- β. στρέφεται γύρω από τον άξονα xx'
- γ. στρέφεται γύρω από τον άξονα yy'
- δ. στρέφεται γύρω από την πλευρά NM.

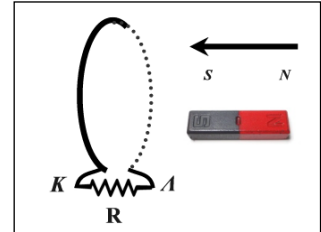


A1.27 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- α. Ο κανόνας του Lenz είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης του φορτίου.
- β. Η φορά των επαγωγικών ρευμάτων καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz.
- γ. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής
- δ. Το φορτίο που μετατοπίζεται λόγω επαγωγικού ρεύματος είναι ανάλογο του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- ε. Η μαγνητική ροή είναι διανυσματικό μέγεθος και μετριέται σε Weber.

A1.28 Στο διπλανό σχήμα βλέπουμε ένα μαγνήτη και ένα αγωγίμο πλαίσιο που σχηματίζει κλειστό κύκλωμα με τη βοήθεια ενός αντιστάτη, R . Στο κύκλωμα εμφανίζεται ηλεκτρικό επαγωγικό ρεύμα

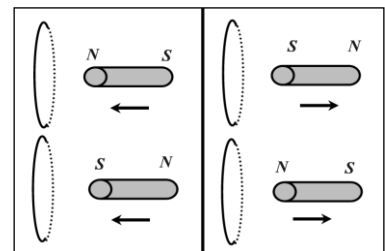
- α. όταν ο μαγνήτης είναι κοντά στο πλαίσιο
- β. μόνο όταν ο μαγνήτης πλησιάζει προς το πλαίσιο
- γ. μόνο όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πλαίσιο
- δ. όταν αλλάζει η σχετική θέση του μαγνήτη ως προς το πλαίσιο.



A1.29 Όταν η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από ένα πλαίσιο μεταβληθεί κατά $\Delta\Phi$ σε χρόνο Δt , επάγεται ΗΕΔ, E και μετατοπίζεται φορτίο Q . Αν η ίδια μεταβολή ροής συμβεί στον μισό χρόνο, η ΗΕΔ και το φορτίο αντίστοιχα γίνονται:

- α. $2E, 2Q$
- β. $E, 2Q$
- γ. $\frac{1}{2}E, Q$
- δ. $2E, Q$

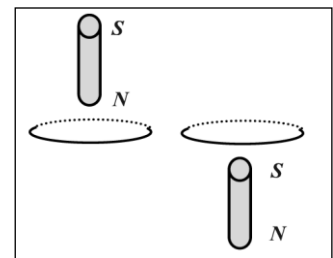
A1.30 Στα διπλανά σχήματα βλέπουμε ένα κλειστό αγωγίμο πλαίσιο και ένα ραβδόμορφο μαγνήτη που πλησιάζει ή απομακρύνεται από αυτό, με το βόρειο ή το νότιο πόλο του επικεφαλής. Να σημειώσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και στις 4 περιπτώσεις Σημ. Η συνεχής γραμμή στα πλαίσια είναι η εξωτερική τους πλευρά, δηλαδή προς τον αναγνώστη.



A1.31 Στο διπλανό σχήμα βλέπουμε ένα ραβδόμορφο μαγνήτη που πέφτει από μεγάλο ύψος σε απόλυτο κενό προς είναι ακλόνητο αγωγίμο πλαίσιο. Ο μαγνήτης περνάει μέσα από πλαίσιο και απομακρύνεται. Σημ. Η συνεχής γραμμή στα πλαίσια είναι η εξωτερική τους πλευρά.

I. Στη φάση που ο μαγνήτης πλησιάζει προς το πλαίσιο, η επιτάχυνσή του είναι:

- α. $a=g$
- β. $a < g$
- γ. $a > g$
- δ. $a=0$



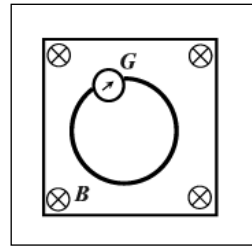
II. Στη φάση που ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πλαίσιο, η επιτάχυνσή του είναι:

- α. $a=g$
- β. $a < g$
- γ. $a > g$
- δ. $a=0$

III. Κατά την πτώση του μαγνήτη και την διέλευση μέσα από το πλαίσιο η αρχική βαρυτική δυναμική του ενέργεια μετασχηματίζεται

- α. μόνο σε κινητική ενέργεια
- β. μόνο σε θερμική ενέργεια στο πλαίσιο λόγω φαινομένου Joule
- γ. σε κινητική ενέργεια και θερμική ενέργεια στο πλαίσιο λόγω φαινομένου Joule
- δ. σε χημική ενέργεια του μετάλλου του αγωγού.

A1.32 Το κυκλικό πλαίσιο που φαίνεται στο σχήμα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και είναι εφοδιασμένο με γαλβανόμετρο, G . Βγάζουμε το πλαίσιο από το πεδίο με ταχύτητα, v , και το γαλβανόμετρο καταγράφει μετατόπιση φορτίου, Q . Αν επαναλάβουμε την κίνηση με διπλάσια ταχύτητα, το φορτίο που μετατοπίζεται θα είναι:



- α. Q β. $2Q$ γ. $Q/2$ δ. $Q/4$

A1.33 Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές;

Η ΗΕΔ από επαγωγή εμφανίζεται

- α. σε αγωγίμο πλαίσιο που είναι μέσα σε μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο τοποθετημένο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου
- β. σε κλειστό αγωγίμο πλαίσιο που επιταχύνεται μεταφορικά όλο μέσα σε σταθερό και ομογενές μαγνητικό πεδίο.
- γ. σε κλειστό μεταλλικό πλαίσιο που κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο έτσι ώστε το επίπεδό του να είναι συνεχώς παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- δ. σε κλειστό συρμάτινο πλαίσιο που μένει ακίνητο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου του οποίου η φορά μεταβάλλεται περιοδικά.

A1.34 Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές;

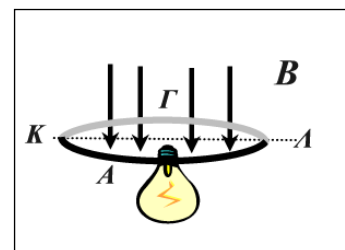
Η ΗΕΔ από επαγωγή εμφανίζεται

- α. σε κλειστό συρμάτινο πλαίσιο που εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- β. σε κλειστό συρμάτινο πλαίσιο που μένει ακίνητο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου του οποίου η ένταση αυξάνεται
- γ. σε αγωγίμο κυκλικό πλαίσιο που περιστρέφεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο γύρω από μια διάμετρό του που είναι κάθετη στη διεύθυνση του πεδίου
- δ. σε αγωγίμο κυκλικό πλαίσιο που εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του παράλληλο προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

A1.35 Κλειστό αγωγίμο πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τη φορά που φαίνεται στο σχήμα

Ι. Αν η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από αυτό αυξάνεται τότε

- α. επάγεται ΗΕΔ αλλά δεν κυκλοφορεί ρεύμα.
- β. επάγεται ΗΕΔ και κυκλοφορεί ρεύμα φοράς $K-G-L$.
- γ. επάγεται ΗΕΔ και κυκλοφορεί ρεύμα φοράς $K-A-L$.

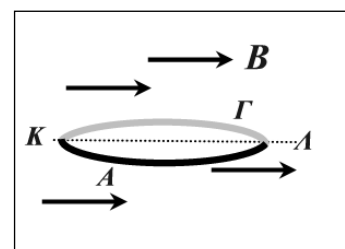


ΙΙ. Αν η μαγνητική ροή μειώνεται

- α. επάγεται ΗΕΔ αλλά δεν κυκλοφορεί ρεύμα.
- β. επάγεται ΗΕΔ και κυκλοφορεί ρεύμα φοράς $K-G-L$.
- γ. επάγεται ΗΕΔ και κυκλοφορεί ρεύμα φοράς $K-A-L$.

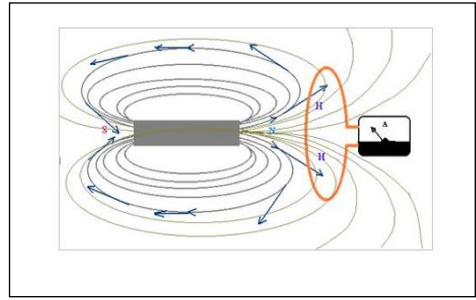
A1.36 Αγωγίμο, κλειστό, πλαίσιο τοποθετείται με το επίπεδό του παράλληλο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, του οποίου η ένταση B μειώνεται. Στο πλαίσιο αυτό

- α. επάγεται ΗΕΔ και κυκλοφορεί επαγωγικό ρεύμα.
- β. μετατοπίζεται φορτίο από επαγωγή.
- γ. δεν επάγεται ΗΕΔ και δεν κυκλοφορεί επαγωγικό ρεύμα.
- δ. επάγεται ΗΕΔ αλλά δεν κυκλοφορεί ρεύμα



A1.37 Σε ποιες περιπτώσεις θα εμφανιστεί επαγωγικό ρεύμα στο αμπερόμετρο. Όταν ο μαγνήτης

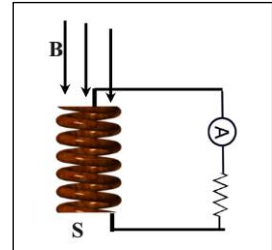
- μείνει ακίνητος κοντά στο αγωγίμο δακτύλιο
- περιστραφεί γύρω από άξονα κάθετο στον κύριο άξονά του.
- πλησιάζει προς τον δακτύλιο
- απομακρυνθεί από τον δακτύλιο
- μείνει ακίνητος αλλά πλησιάζει ή απομακρυνθεί προς αυτόν ο δακτύλιος.



A1.38 Πηνίο N σπειρών, εμβαδού σπείρας S , τοποθετείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B με το επίπεδο των σπειρών κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το πηνίο σχηματίζει κλειστό κύκλωμα με αμπερόμετρο (A) και αντιστάτη, συνολικής αντίστασης $R_{ολ}=R$.

I. Η διερχόμενη μέσα από κάθε σπείρα μαγνητική ροή είναι:

- $\Phi=B \cdot A$
- $\Phi=N \cdot B \cdot A$
- $\Phi=0$

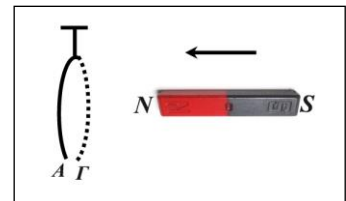


II. Αν αποσύρουμε σε χρόνο Δt το πηνίο από το μαγνητικό πεδίο τότε θα εμφανιστεί ρεύμα μέσης απόλυτης τιμής

- $I_{επ}=N \frac{|\Delta \Phi|}{R \cdot \Delta t}$
- $I_{επ}= \frac{|\Delta \Phi|}{R \cdot \Delta t}$
- $I_{επ}=0$

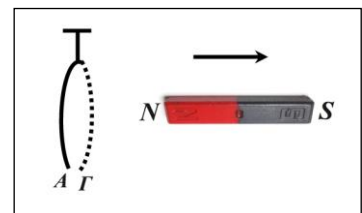
A1.39 Ο μαγνήτης που φαίνεται στο διπλανό σχήμα ωθείται από μια εξωτερική δύναμη προς το αγωγίμο ανοικτό πλαίσιο που κρέμεται από σταθερό σημείο. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

- Στα άκρα A και Γ επάγεται ΗΕΔ με θετικό πόλο στο σημείο A .
- Στα άκρα A και Γ επάγεται ΗΕΔ με θετικό πόλο στο σημείο Γ .
- Το πλαίσιο απομακρύνεται από τον μαγνήτη.
- Το πλαίσιο πλησιάζει προς το μαγνήτη.



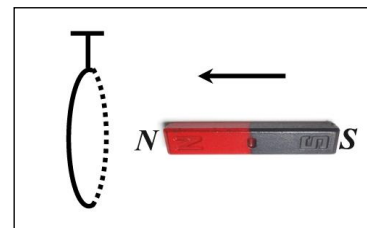
A1.40 Ο μαγνήτης απομακρύνεται από το αγωγίμο ανοικτό πλαίσιο που κρέμεται από σταθερό σημείο, με τη βοήθεια μιας εξωτερικής δύναμης. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

- Στα άκρα A και Γ επάγεται ΗΕΔ με θετικό πόλο στο σημείο A .
- Στα άκρα A και Γ επάγεται ΗΕΔ με θετικό πόλο στο σημείο Γ .
- Το πλαίσιο απομακρύνεται από τον μαγνήτη.
- Το πλαίσιο πλησιάζει προς το μαγνήτη.



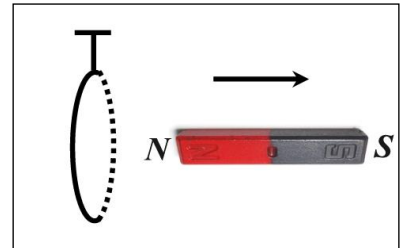
A1.41 Ο μαγνήτης που φαίνεται στο διπλανό σχήμα ωθείται από μια εξωτερική δύναμη προς το αγωγίμο κλειστό πλαίσιο που κρέμεται από σταθερό σημείο. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

- Το πλαίσιο διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα.
- Το πλαίσιο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο του οποίου ο βόρειος πόλος εμφανίζεται στη δεξιά πλευρά του, όπως βλέπουμε.
- Το πλαίσιο απομακρύνεται από το μαγνήτη.
- Το πλαίσιο πλησιάζει προς το μαγνήτη.
- Το πλαίσιο θερμαίνεται.



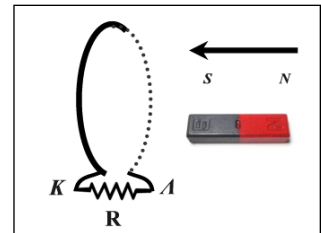
•A1.42 Ο μαγνήτης απομακρύνεται από το αγωγίμο κλειστό πλαίσιο που κρέμεται από σταθερό σημείο, με τη βοήθεια μιας εξωτερικής δύναμης. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

- Το πλαίσιο διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα.
- Το πλαίσιο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο του οποίου ο νότιος πόλος εμφανίζεται στη δεξιά πλευρά του, όπως βλέπουμε τη σελίδα.
- Το πλαίσιο απομακρύνεται από το μαγνήτη.
- Το πλαίσιο πλησιάζει προς το μαγνήτη.
- Το πλαίσιο θερμαίνεται.



•A1.43 Το αγωγίμο κυκλικό πλαίσιο σχηματίζει κλειστό κύκλωμα με τη βοήθεια αντιστάτη. Σπρώχνουμε τον μαγνήτη προς το πηνίο με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

- Στο πλαίσιο επάγεται ρεύμα που με φορά από το Λ στο Κ μέσα από τον αντιστάτη R.
- Μεταξύ μαγνήτη και πηνίου αναπτύσσεται απωστική δύναμη.
- Αν ο μαγνήτης πλησιάζει με μεγαλύτερη ταχύτητα το ρεύμα που επάγεται στο πηνίο θα έχει μεγαλύτερη ένταση.
- Το επαγωγικό φορτίο που κινείται στο κύκλωμα του πηνίου θα ήταν μεγαλύτερο αν το ίδιο πηνίο είχε περισσότερες σπείρες.
- Αν το κύκλωμα του πηνίου ήταν ανοικτό, δεν θα εμφανίζονταν ΗΕΔ σε αυτό.



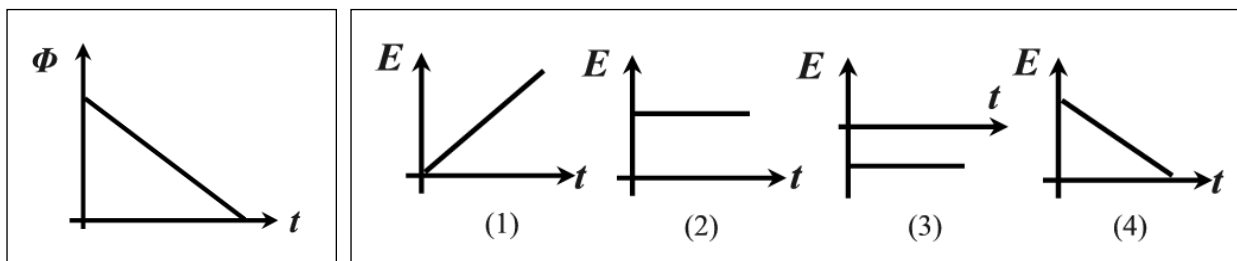
•A1.44 Στο σχήμα (i) φαίνεται η μεταβολή της μαγνητικής ροής Φ μέσα από ένα μεταλλικό πλαίσιο. Ποιο από τα σχήματα που ακολουθούν αποδίδει την μεταβολή της επαγόμενης ΗΕΔ σε σχέση με το χρόνο.

(α) το (1)

β. το (2)

γ. το (3)

δ. το (4)



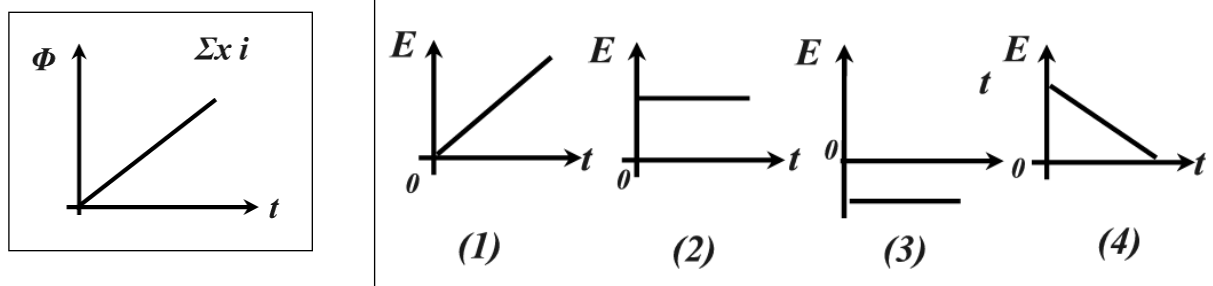
•A1.45 Αν η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από ένα αγωγίμο πλαίσιο μεταβάλλεται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα (i), ποιο από τα διαγράμματα $E=f(t)$ απεικονίζει την μεταβολή της ΗΕΔ, από επαγωγή που παράγεται σε σχέση με το χρόνο;

(α) το 1

β. το (2)

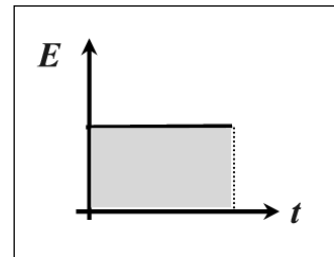
γ. το (3)

δ. το (4)



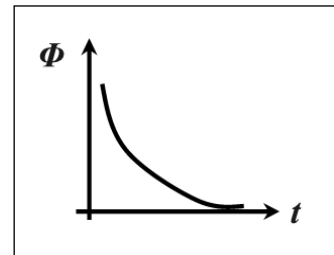
●**A1.46** Αν η ΗΕΔ από επαγωγή είναι σταθερή ως προς το χρόνο όπως φαίνεται στο σχήμα το εμβαδόν της επιφάνειας που περικλείεται ανάμεσα στη γραμμή της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων εκφράζει αριθμητικά

- τη μαγνητική ροή
- το ηλεκτρικό φορτίο
- τη μεταβολή μαγνητικής ροής
- τη μεταβολή της έντασης του ρεύματος



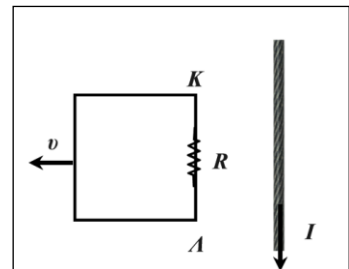
●**A1.47** Αν η μαγνητική ροή που διέρχεται από ένα αγωγίμο πλαίσιο μεταβάλλεται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα τότε η ΗΕΔ που επάγεται στο πλαίσιο

- είναι σταθερή
- είναι μηδέν
- μεταβάλλεται ως προς το χρόνο
- μεταβάλλεται ως προς το χρόνο με τον ίδιο τρόπο.



►**A1.48** Το αγωγίμο τετράγωνο πλαίσιο απομακρύνεται προς τα αριστερά με τη βοήθεια μιας εξωτερικής δύναμης από τον κατακόρυφο ευθύγραμμο αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα έντασης, I . Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- Η διερχόμενη από το πλαίσιο μαγνητική ροή μειώνεται.
- Το επαγωγικό ρεύμα που εμφανίζεται στο πλαίσιο διατρέπει την ωμική αντίσταση R με φορά από το K προς το Λ
- Μεταξύ πλαισίου και ευθύγραμμου αγωγού εμφανίζεται άπωση.
- Η ένταση του επαγωγικού ρεύματος σταδιακά μειώνεται
- Το έργο της εξωτερικής δύναμης μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και θερμότητα Joule στην αντίσταση R .

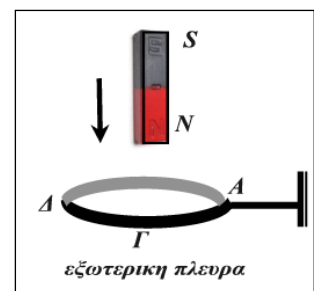


A1.49 Το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής είναι συνέπεια

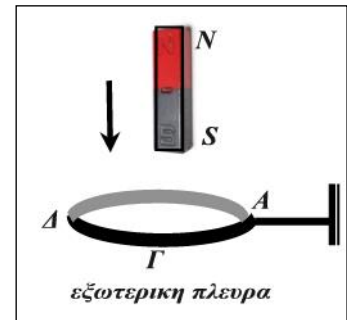
- της αρχής διατήρησης της ύλης
- της αρχής αφθαρσίας του φορτίου
- του πρώτου νόμου του Newton
- της αρχής διατήρησης της ενέργειας

●**A1.50** Αφήνουμε ένα μαγνήτη να πέσει μέσα από ένα ακλόνητο μεταλλικό δαχτυλίδι με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα, μέσα στο πεδίο βαρύτητας χωρίς τριβές. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- Ο μαγνήτης κάνει ελεύθερη πτώση σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.
- Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει επάγεται στο δαχτυλίδι ρεύμα με φορά $A \rightarrow \Gamma \rightarrow \Delta$
- Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει επάγεται στο δαχτυλίδι ρεύμα με φορά $\Delta \rightarrow \Gamma \rightarrow A$.
- αρχικά κινείται με επιτάχυνση g μετά μειώνεται μέχρι μια ελάχιστη τιμή και τέλος αυξάνεται μέχρι να γίνει και πάλι g .
- αρχικά κινείται με επιτάχυνση g μετά αυτή αυξάνεται μέχρι μια μέγιστη τιμή και τέλος μειώνεται μέχρι να γίνει και πάλι g .



●**A1.51** Αφήνουμε ένα μαγνήτη να πέσει μέσα από ένα ακλόνητο μεταλλικό δαχτυλίδι με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα, μέσα στο πεδίο βαρύτητας χωρίς τριβές. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

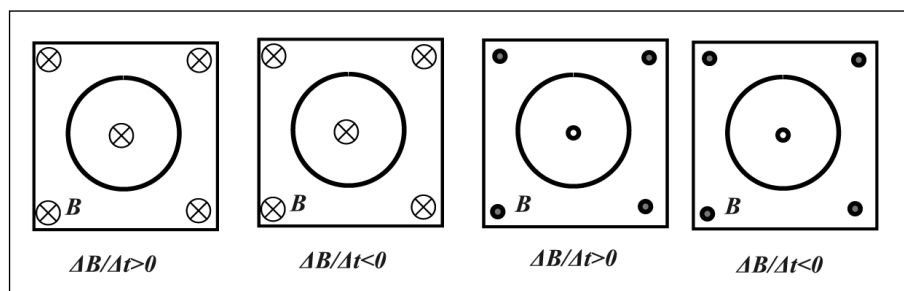


- α. Ο μαγνήτης κάνει ελεύθερη πτώση σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.
- β. Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει επάγεται στο δαχτυλίδι ρεύμα με φορά $A \rightarrow \Gamma \rightarrow \Delta$
- γ. Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει επάγεται στο δαχτυλίδι ρεύμα με φορά $\Delta \rightarrow \Gamma \rightarrow A$.

δ. αρχικά κινείται με επιτάχυνση g μετά μειώνεται μέχρι μια ελάχιστη τιμή και τέλος αυξάνεται μέχρι να γίνει και πάλι g .

ε. αρχικά κινείται με επιτάχυνση g μετά αυτή αυξάνεται μέχρι μια μέγιστη τιμή και τέλος μειώνεται μέχρι να γίνει και πάλι g .

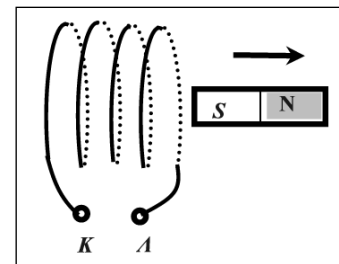
A1.52 Το μεταλλικό κυκλικό πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου του οποίου η ένταση, B μεταβάλλεται όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;



στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

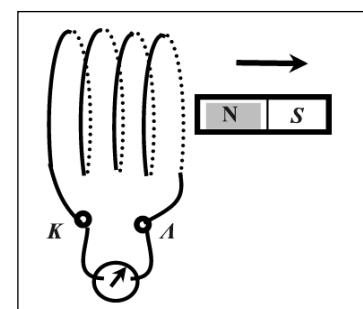
- α. Στο (1) και (4) το ρεύμα έχει φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού
- β. Στο (2) και (3) το ρεύμα έχει φορά ίδια της φοράς των δεικτών του ρολογιού
- γ. Στο (1) και (2) το ρεύμα έχει φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ρολογιού
- δ. Στο (3) και (4) το ρεύμα έχει φορά ίδια της φοράς των δεικτών του ρολογιού
- ε. Επάγεται ρεύμα σε κάθε περίπτωση

A1.53 Κινούμε τον μαγνήτη κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς πηνίου με το βόρειο πόλο (N) επικεφαλής ώστε να απομακρύνεται από αυτό. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές



- α. Η διερχόμενη από μια σπείρα μαγνητική ροή μειώνεται
- β. Αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα K και Λ του πηνίου με θετικό πόλο στο άκρο K.
- γ. Στο δεξιό άκρο του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος
- δ. Μεταξύ πηνίου και μαγνήτη αναπτύσσεται ελκτική δύναμη
- ε. όσο ο μαγνήτης απομακρύνεται πιο αργά η ΗΕΔ που αναπτύσσεται είναι μεγαλύτερη

A1.54 Κινούμε τον μαγνήτη κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς πηνίου με το νότιο πόλο (S) επικεφαλής ώστε να απομακρύνεται από αυτό. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές



- α. Η διερχόμενη από μια σπείρα μαγνητική ροή αυξάνεται.
- β. Αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα K και Λ του πηνίου με θετικό πόλο στο άκρο Λ.
- γ. Στο δεξιό άκρο του πηνίου εμφανίζεται νότιος πόλος.
- δ. Μεταξύ πηνίου και μαγνήτη αναπτύσσεται ελκτική δύναμη
- ε. όσο ο μαγνήτης απομακρύνεται πιο γρήγορα η ΗΕΔ που αναπτύσσεται είναι μικρότερη

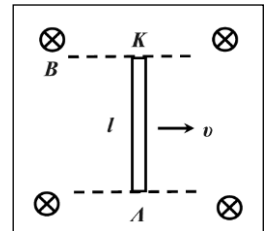
Μεταφορική κίνηση αγωγού

A1.55 Ευθύγραμμος αγωγός, ΚΛ, μήκους l κινείται με ταχύτητα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B έτσι ώστε η ταχύτητα v να είναι κάθετη στο μήκος l και οι δυναμικές γραμμές του πεδίου κάθετες και στο $\vec{B}$ και στην ταχύτητα $\vec{v}$. Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα Κ και Λ του αγωγού ισούται με

α. $E_{KL}=0$

β. $E_{KL}=\frac{1}{2}Bvl$

γ. $E_{KL}=Bvl$



A1.56 Ραβδόμορφος αγωγός ΚΛ, μήκους L κινείται με ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B έτσι ώστε η $\vec{v}$ να είναι κάθετη στο L και το B κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

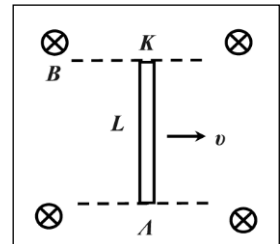
α. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των Κ και Λ είναι ίση με BvL

β. Στο σημείο Λ υπάρχει περίσσειμα αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου.

γ. Στο σημείο Κ υπάρχει περίσσειμα αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου.

δ. Ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

ε. Αν ο αγωγός σταματήσει η διαφορά δυναμικού μηδενίζεται

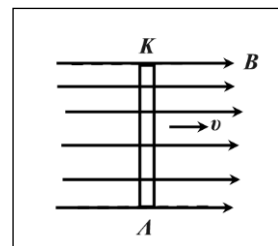


A1.57 Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους l κινείται με ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B έτσι ώστε η ταχύτητα v να είναι κάθετη στο μήκος του αγωγού και η ένταση του μαγνητικού πεδίου B παράλληλη στην ταχύτητα v . Η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού είναι

α. $E_{KL}=Bvl$

β. $E_{KL}=0$

γ. $E_{KL}=\frac{1}{2}Bvl$



A1.58 Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες;

Σε ευθύγραμμο αγωγό ΚΛ, μήκους l που κινείται με ταχύτητα, v μέσα σε μαγνητικό πεδίο **δεν** αναπτύσσεται ΗΕΔ εξ επαγωγής στα άκρα Κ και Λ όταν ο αγωγός

α. κινείται μέσα σε ανομοιογενές μαγνητικό πεδίο

β. είναι ακίνητος μέσα σε σταθερό μαγνητικό πεδίο

γ. κινείται με ταχύτητα παράλληλη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου

δ. κινείται με ταχύτητα παράλληλη προς το μήκος του αγωγού

ε. είναι ακίνητος μέσα σε μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο.

A1.59 Εκτοξεύουμε τη μεταλλική ράβδο ΚΛ με αρχική ταχύτητα v_0 με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές της ράβδου με τις παράλληλες ράγες είναι αμελητέες. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

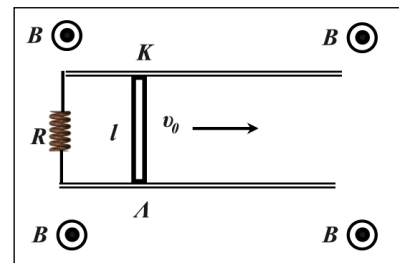
α. Στα άκρα Κ,Λ επάγεται ΗΕΔ με θετικό πόλο στο Κ

β. Η κίνηση της ράβδου είναι ομαλά επιβραδυνόμενη.

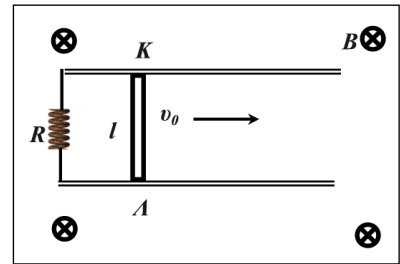
γ. Η ένταση του ρεύματος συνεχώς μειώνεται μέχρι που μηδενίζεται.

δ. Η αρχική κινητική ενέργεια της ράβδου γίνεται όλη θερμότητα Joule στον αντιστάτη.

ε. Η κίνηση της ράβδου είναι επιβραδυνόμενη

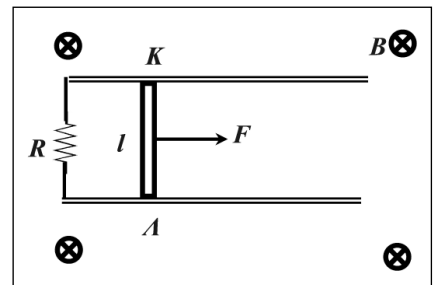


A1.60 Εκτοξεύουμε τη μεταλλική ράβδο ΚΛ μάζας m , αμελητέας αντίστασης με αρχική ταχύτητα v_0 με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές της ράβδου με τις παράλληλες ράγες είναι αμελητέες. Η θερμότητα Joule που εκλύεται στην αντίσταση R που γεφυρώνει τις ράγες, μέχρι η ράβδος να σταματήσει ($v=0$), είναι:



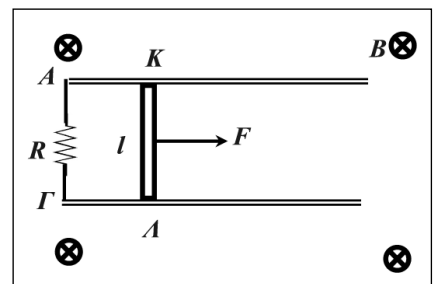
α. $W_j = mv_0^2$ β. $W_j = \frac{1}{2}mv_0^2$ γ. $W_j = 2mv_0^2$ δ. $W_j = \frac{1}{4}mv_0^2$

A1.61 Ραβδόμορφος αγωγός αμελητέας αντίστασης, μήκους $KL=l$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγώγιμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;



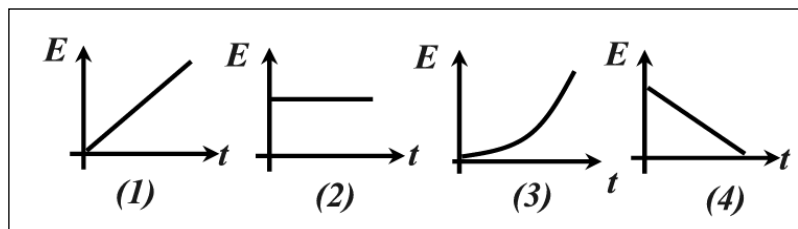
- α. Η δύναμη F είναι απαραίτητη για να κινείται ο αγωγός με σταθερή ταχύτητα.
- β. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της αντίστασης R είναι ίση με $V_{KL} = Bvl$.
- γ. Το επαγωγικό ρεύμα διαρρέει τον αγωγό ΚΛ με φορά από το $K \rightarrow \Lambda$.
- δ. Αν η δύναμη F μηδενιστεί η ράβδος θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- ε. το έργο της F για μια διαδρομή Δx ισούται με τη θερμότητα Joule που εκλύεται στον αντιστάτη R για την ίδια διαδρομή.

A1.62 Ραβδόμορφος αγωγός αμελητέας αντίστασης, μήκους $KL=l$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγώγιμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;



- α. Το επαγωγικό ρεύμα που κυκλοφορεί έχει τιμή $I = Bvl/R$
- β. Η φορά του ρεύματος είναι $K \rightarrow A \rightarrow \Gamma \rightarrow \Lambda$.
- γ. Αν αντιστραφεί η φορά του μαγνητικού πεδίου αντιστρέφεται και η φορά του ρεύματος
- δ. Στο άκρο K υπάρχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων.
- ε. Η τιμή της δύναμης Laplace που δέχεται ο αγωγός ΚΛ είναι ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας.

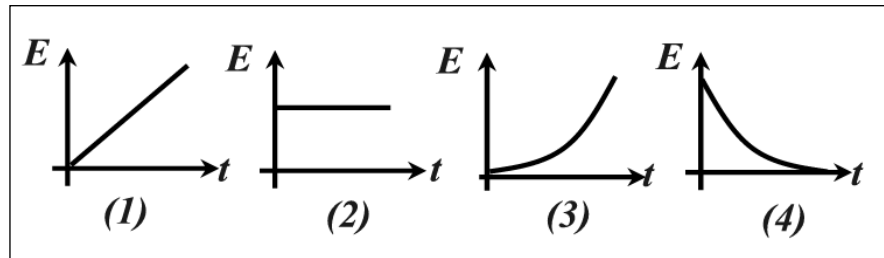
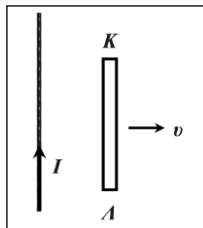
A1.63 Ευθύγραμμος αγωγός αφήνεται να πέσει ελεύθερα μόνο με την επίδραση του βάρους του μέσα σε χώρο που υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός είναι συνεχώς οριζόντιος και κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.



Τη χρονική στιγμή $t=0$ η αρχική του ταχύτητα είναι $v_0=0$. Ποιο από τα διαγράμματα απεικονίζει την μεταβολή της επαγωγικής ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα του σχέση με το χρόνο;

- α. (1) β. (2) γ. (3) δ. (4)

A1.64 Μεταλλική ράβδος απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα από ρευματοφόρο αγωγό μεγάλου μήκους παραμένοντας παράλληλη συνεχώς με τον αγωγό. Ποιο διάγραμμα αποδίδει την ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου σε σχέση με το χρόνο;



α. (1)

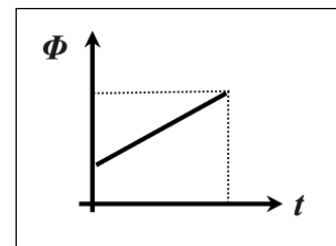
β. (2)

γ. (3)

δ. (4)

A1.65 Αν η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από ένα αγωγίμο πλαίσιο αυξάνεται με τον τρόπο που φαίνεται στη γραφική παράσταση (Φ - t), τότε η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο

- είναι σταθερή και θετικής αλγεβρικής τιμής
- αυξάνεται ανάλογα με το χρόνο
- είναι σταθερή και αρνητικής αλγεβρικής τιμής
- μειώνεται ανάλογα με το χρόνο

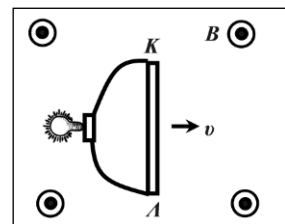


A1.66 Η ΗΕΔ από επαγωγή εμφανίζεται σε συρμάτινο πλαίσιο όταν

- είναι τοποθετημένο και ακίνητο μέσα σε μαγνητικό πεδίο που καλύπτει ένα μέρος του εμβαδού του.
- στρέφεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο έτσι ώστε το επίπεδό του να είναι συνεχώς παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου
- κινείται επιταχυνόμενο μέσα σε μαγνητικό πεδίο χωρίς να αλλάζει ο προσανατολισμός του σε σχέση με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου
- εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου

• **A1.67** Η μεταλλική ράβδος του σχήματος κάνει μεταφορική κίνηση μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με σταθερή ταχύτητα, v . Στα άκρα K και A της ράβδου είναι συνδεδεμένος λαμπτήρας μέσω αγωγικών συρμάτων. Καθώς η ράβδος κινείται, ο λαμπτήρας

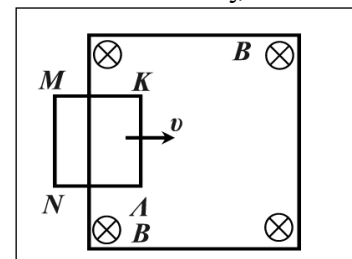
- φωτοβολεί σταθερά.
- φωτοβολεί με μεταβαλλόμενη φωτοβολία.
- δεν φωτοβολεί.



A1.68 Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο πλευράς l έχει αντίσταση R ανά πλευρά και κινείται με σταθερή ταχύτητα, v καθώς εισέρχεται στο χώρο ομογενούς μαγνητικού πεδίου B που είναι κάθετο στο επίπεδο κίνησης του πλαισίου. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

Κατά την είσοδο του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο

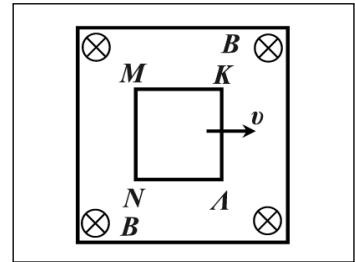
- η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο διατηρείται σταθερή.
- το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με φορά $\Lambda \rightarrow K \rightarrow M \rightarrow N$.
- όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα εισόδου τόσο μεγαλύτερη είναι και η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που το διαρρέει.
- δεν απαιτείται εξωτερική δύναμη F για να κινείται με σταθερή ταχύτητα.



- Μόλις το πλαίσιο εισέλθει ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο η ΗΕΔ μηδενίζεται.

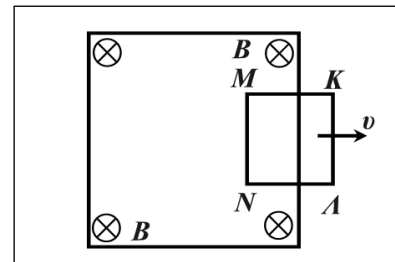
A1.69 Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο πλευράς L κινείται με σταθερή ταχύτητα, v σε οριζόντιο επίπεδο, χωρίς τριβές. Κατακόρυφο και ομογενές μαγνητικό πεδίο B καλύπτει όλο τον χώρο κίνησης του πλαισίου. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- Η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο είναι $\Phi = BL^2$.
- Το πλαίσιο δεν διαρρέεται από ρεύμα.
- Η διαφορά δυναμικού στα άκρα K, Λ είναι $V_{K\Lambda} = 0$
- Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των M και N είναι $V_{MN} = BvL$
- Δεν απαιτείται δύναμη για να κινείται το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα.



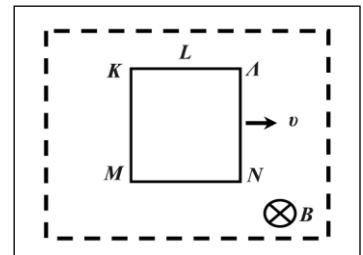
A1.70 Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο πλευράς L έχει αντίσταση R ανά πλευρά και κινείται με σταθερή ταχύτητα καθώς εξέρχεται από το χώρο ομογενούς μαγνητικού πεδίου B που είναι κάθετο στο επίπεδο κίνησης του πλαισίου. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;

- Κατά την είσοδο του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο
- η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο μειώνεται.
 - το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης, $I = BvL/4R$.
 - η φορά του ρεύματος είναι $M \rightarrow K \rightarrow \Lambda$.
 - στα άκρα $K\Lambda$ η διαφορά δυναμικού είναι $V_{K\Lambda} = 0$
 - δεν απαιτείται δύναμη για να κινείται το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα.



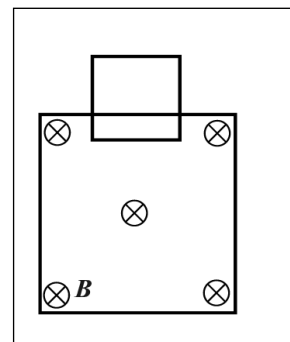
A1.71 Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς, L , κινείται με σταθερή ταχύτητα v ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , χωρίς τριβές, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;

- Η συνολική ΗΕΔ που επάγεται στο πλαίσιο είναι διάφορη του μηδενός
- Σε καμιά πλευρά του πλαισίου δεν εμφανίζεται ΗΕΔ.
- Στο πλαίσιο επάγονται 2 ΗΕΔ με απόλυτες τιμές ίσες με BvL , αλλά αντίθετη πολικότητα.
- Το πλαίσιο διαρρέεται από σταθερό ρεύμα.



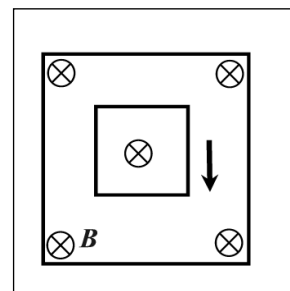
•**A1.72** Αφήνουμε το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο να πέσει κατακόρυφα με την επίδραση του βάρους του μέσα σε χώρο που υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές με τον αέρα θεωρούνται αμελητέες. Για όσο χρονικό διάστημα το πλαίσιο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο,

- η ταχύτητα αυξάνεται και η επιτάχυνση μειώνεται
- η ταχύτητα και η επιτάχυνση αυξάνονται
- η ταχύτητα μειώνεται και η επιτάχυνση αυξάνεται
- η ταχύτητα και η επιτάχυνση μειώνονται



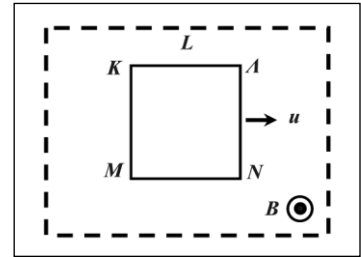
A1.73 Αφήνουμε το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο, να πέσει κατακόρυφα με την επίδραση του βάρους του μέσα σε χώρο που υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές με τον αέρα θεωρούνται αμελητέες. Για όσο χρονικό διάστημα το πλαίσιο κινείται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο,

- πέφτει με σταθερή ταχύτητα
- πέφτει με την επιτάχυνση της βαρύτητας
- η ταχύτητα και η επιτάχυνση αυξάνονται
- πέφτει επιβραδυνόμενο



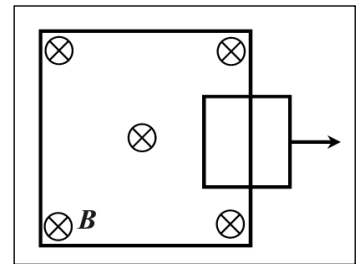
A1.74 Αγώγιμο τετράγωνο πλαίσιο πλευράς L ωμικής αντίστασης, R , κινείται μεταφορικά με σταθερή ταχύτητα, u , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι

α. $I = \frac{BuL}{R}$ β. $I = 0$ γ. $I = \frac{2BuL}{R}$ δ. $I = \frac{BuL}{2R}$



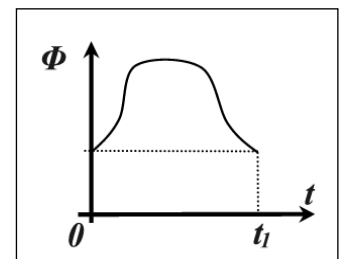
A1.75 Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο βρίσκεται κατά ένα μέρος του μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Αν ασκήσουμε δύναμη στο πλαίσιο προκειμένου να το βγάλουμε τελείως από το χώρο του πεδίου θα παρατηρήσουμε ότι το πλαίσιο «αντιστέκεται» στην κίνηση αυτή. Η αντίσταση αυτή είναι

- α. μεγαλύτερη αν το βγάλουμε αργά
- β. μεγαλύτερη αν το βγάλουμε γρήγορα
- γ. ανεξάρτητη από το πόσο γρήγορα το βγάζουμε.
- δ. δεν υπάρχει καμιά αντίσταση



A1.76 Αν η διερχόμενη μαγνητική ροή από αγώγιμο πλαίσιο μεταβάλλεται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα, το φορτίο που μετατοπίζεται στο πλαίσιο σε χρονικό διάστημα $[0, t_1]$ είναι

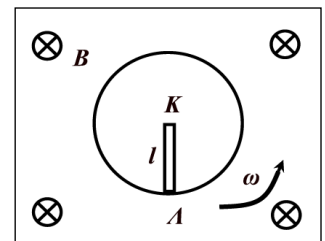
- α. θετικής αλγεβρικής τιμής
- β. αρνητικής αλγεβρικής τιμής
- γ. ίσο με το μηδέν
- δ. ίσο κατά απόλυτη τιμή με το εμβαδόν που περικλείεται μεταξύ της γραφικής παράστασης και του άξονα των χρόνων.



Στροφική κίνηση αγωγού

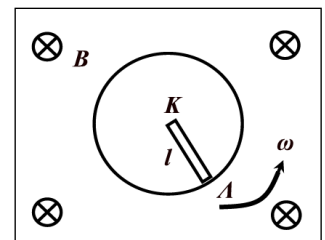
A1.77 Ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του, K και είναι κάθετος σ' αυτόν με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός. Η απόλυτη τιμή της ΗΕΔ στα άκρα K και Λ είναι

α. $E = \frac{1}{2}B\omega^2\ell$ β. $E = \frac{1}{2}B\omega\ell^2$ γ. $E = B\omega\ell$ δ. $E = B\omega\ell^2$



A1.78 Ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του, K και είναι κάθετος σ' αυτόν με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω και με φορά αντίθετη από τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου από επαγωγή

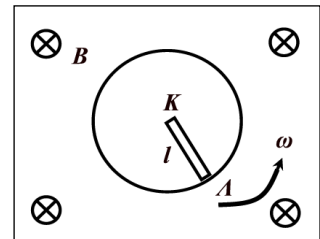
- α. έχει τον θετικό της πόλο στο σημείο K
- β. έχει τον θετικό της πόλο στο σημείο Λ
- γ. έχει εναλλασσόμενο πρόσημο πόλων κάθε μισή περίοδο
- δ. έχει εναλλασσόμενο πρόσημο πόλων κάθε μια περίοδο



A1.79 Ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του και είναι κάθετος σε αυτόν με σταθερή συχνότητα f . Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός. Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα περιστροφής τότε η ΗΕΔ

- διπλασιάζεται
- μένει σταθερή
- τετραπλασιάζεται
- υποδιπλασιάζεται

A1.80 Ευθύγραμμος αγωγός $ΚΛ$, μήκους ℓ στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του, K και είναι κάθετος σ' αυτόν με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός με δυναμικές γραμμές παράλληλες προς τον άξονα περιστροφής. Η πολικότητα της ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα K, Λ

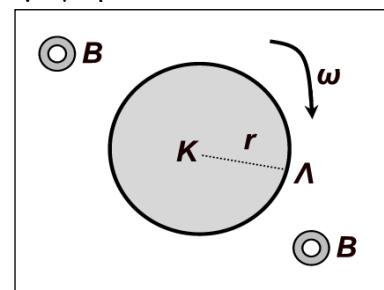


- εξαρτάται μόνο από τη φορά του μαγνητικού πεδίου
- εξαρτάται μόνο από τη φορά περιστροφής
- έχει πάντοτε (+) στο σημείο της περιφέρειας του κύκλου που σαρώνει ο αγωγός.
- εξαρτάται από τη φορά περιστροφής του αγωγού και τη φορά του μαγνητικού πεδίου.

A1.81 Αγωγήμη ράβδος περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της και είναι κάθετος σ' αυτήν. Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός. Ποιες από τις προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- Η ΗΕΔ από επαγωγή είναι ανεξάρτητη από το μήκος της ράβδου
- Το είδος της πολικότητας της ΗΕΔ της ράβδου επηρεάζεται και από τη φορά περιστροφής.
- Η φορά του μαγνητικού πεδίου δεν επηρεάζει την πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ.
- Η τιμή της ΗΕΔ εξ επαγωγής είναι ανάλογη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
- Η ΗΕΔ εξ επαγωγής είναι αντιστρόφως ανάλογη της περιόδου περιστροφής, T .

A1.82 Αγωγήμος δίσκος ακτίνας r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο του. Το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στο επίπεδο του δίσκου, δηλαδή παράλληλο στον άξονα. Και η φορά αυτού όσο και η φορά περιστροφής του δίσκου φαίνονται στο σχήμα. Τότε μεταξύ του κέντρου K και των σημείων της περιφέρειας επάγεται ΗΕΔ

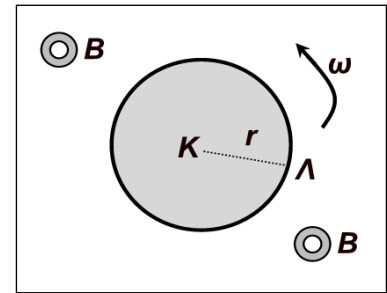


- με μέτρο $E = \frac{1}{2}B\omega r^2$ και θετικό πόλο στο K
- με μέτρο $E = \frac{1}{2}B\omega r^2$ και θετικό πόλο στο Λ
- με μέτρο $E = B\omega r^2$ και θετικό πόλο στο K
- με μέτρο $E = \frac{1}{2}B\omega^2 r$ και θετικό πόλο στο K

A1.83 Αγωγήμος δίσκος ακτίνας r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο του. Το μαγνητικό πεδίο είναι παράλληλο στο επίπεδο του δίσκου. Αν διπλασιάσουμε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής τότε η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων της περιφέρειας και του κέντρου του δίσκου

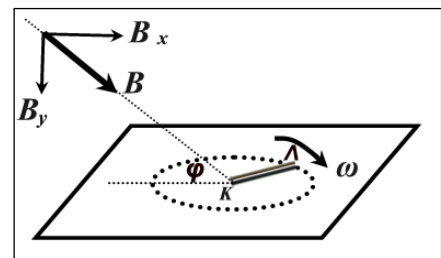
- διπλασιάζεται
- τετραπλασιάζεται
- παραμένει μηδέν
- υποδιπλασιάζεται

A1.84 Αγώγιμος δίσκος ακτίνας r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο του. Το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στο επίπεδο του δίσκου, δηλαδή παράλληλο στον άξονα. Και η φορά αυτού όσο και η φορά περιστροφής του δίσκου φαίνονται στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Μεταξύ του κέντρου K και των σημείων της περιφέρειας επάγεται ΗΕΔ



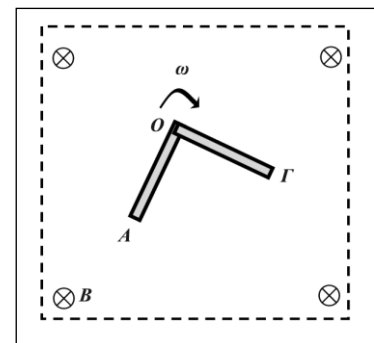
- με τα σημεία της περιφέρειας να έχουν μεγαλύτερο δυναμικό.
- με πολικότητα που δεν εξαρτάται από τη φορά του $\vec{B}$ και του $\vec{\omega}$
- με τιμή $E = \frac{1}{2}B\omega r^2$ και θετικό πόλο στην περιφέρεια.
- με συσσώρευση ηλεκτρονίων στο κέντρο του δίσκου K .
- με τιμή $E = \frac{1}{2}B\omega r^2$ και θετικό πόλο στο κέντρο K .

A1.85 Αγωγός ΚΛ μήκους ℓ στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του K και είναι κάθετος σε αυτόν με σταθερή συχνότητα f . Ο αγωγός περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα f και σαρώνει οριζόντιο επίπεδο όπως στο σχήμα. Ομογενές μαγνητικό πεδίο σχηματίζει γωνία $\phi = 30^\circ$ με το επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός. Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα ΚΛ λόγω επαγωγής είναι



- $E = 2\pi^2 B f \cdot \ell^2$
- $E = \pi^2 B f^2 \cdot \ell$
- $E = \frac{1}{2} \pi B f \cdot \ell^2$
- $E = 4\pi^2 B f^2 \ell$

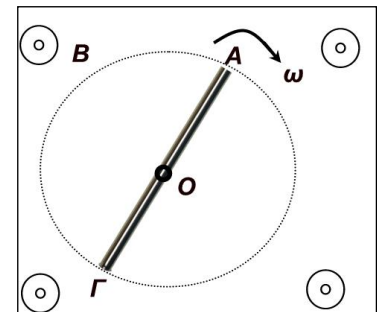
• **A1.86** Ο αγωγός έχει σχήμα ορθής γωνίας με ίσα μήκη πλευρών μήκους $OA = OG = \ell$ και περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από την κορυφή O και είναι κάθετος στη γωνία, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B . Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες



- Υπάρχει συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο σημείο O και θετικού στα άκρα A και Γ .
- Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων A και Γ , είναι ίση με μηδέν, $V_{AG} = 0$.
- Υπάρχει συσσώρευση θετικού φορτίου στο σημείο O και αρνητικού στα άκρα A και Γ .

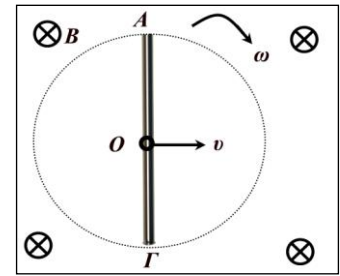
δ. Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων A και Γ , είναι ίση με $V_{AG} = B\omega \ell^2$

A1.87 Η ράβδος ΑΓ μήκους ℓ περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από την κορυφή O και είναι κάθετος στη ράβδο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω με τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Η κίνηση γίνεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B που είναι κάθετο στο επίπεδο που περιστρέφεται ο αγωγός και η φορά του πεδίου φαίνεται στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες

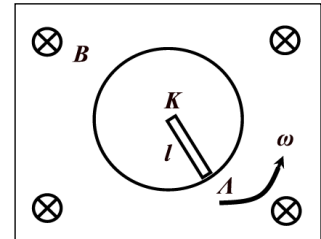


- Υπάρχει συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο σημείο O και θετικού στα άκρα A και Γ .
- Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων A και Γ , είναι ίση με μηδέν, $V_{AG} = 0$.
- Υπάρχει συσσώρευση θετικού φορτίου στο σημείο O και αρνητικού στα άκρα A και Γ .
- Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων A και Γ , είναι ίση με $V_{AG} = \frac{1}{2}B\omega \ell^2$

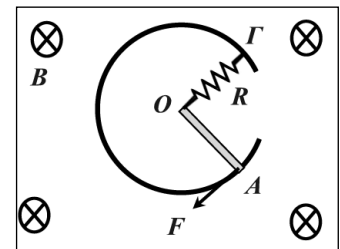
- A1.88** Ο αγωγός ΑΓ, μήκους L κάνει σύνθετη κίνηση σε κατακόρυφο επίπεδο, μέσα στο οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B . Ο αγωγός περιστρέφεται γύρω από το κέντρο του O με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω και ταυτόχρονα μεταφέρεται με ταχύτητα κέντρου μάζας, O , ίση με v . Η διαφορά δυναμικού $V_{AG}=V$ μεταξύ των σημείων A και Γ ,
 α. είναι συνεχώς ίση με μηδέν.
 β. μεταβάλλεται από 0 έως BvL .
 γ. είναι συνεχώς ίση με BvL .
 δ. είναι ίση με το άθροισμα $BvL + \frac{1}{2}B\omega L^2$.



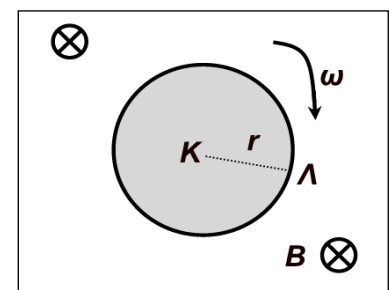
- A1.89** Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ, μήκους ℓ στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του, K και είναι κάθετος σ' αυτόν με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός με δυναμικές γραμμές παράλληλες προς τον άξονα περιστροφής. Αν η περίοδος περιστροφής του αγωγού διπλασιαστεί τότε η επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στα άκρα του
 α. διπλασιάζεται
 β. διατηρείται σταθερή
 γ. υποδιπλασιάζεται
 δ. υποτετραπλασιάζεται



- A1.90** Ο αγωγός ΟΑ περιστρέφεται με τη βοήθεια της δύναμης F με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από το άκρο O , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B που είναι κάθετο στο επίπεδο της περιστροφής του ΟΑ. Το άκρο A έχει συνεχώς επαφή με αγωγίμη κυκλική στεφάνη όπως στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;
 α. Ο αντιστάτης R διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το $\Gamma \rightarrow O$.
 β. Η ένταση του ρεύματος θα αυξηθεί αν μειωθεί η συχνότητα περιστροφής.
 γ. Αν η φορά του μαγνητικού πεδίου αντιστραφεί θα αντιστραφεί και η φορά της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό.
 δ. Το σημείο εφαρμογής της δύναμης Laplace είναι το A .
 ε. Το έργο της F μετατρέπεται σε θερμότητα Joule στον αντιστάτη, R .



- A1.91** Αγώγιμος δίσκος ακτίνας r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο του. Το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στο επίπεδο του δίσκου, δηλαδή παράλληλο στον άξονα. Η φορά αυτού όσο και η φορά περιστροφής του δίσκου φαίνονται στο σχήμα. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές;
 α. μεταξύ του κέντρου K και των σημείων της περιφέρειας επάγεται ΗΕΔ με μέτρο $E = \frac{1}{2}B\omega r^2$ και θετικό πόλο στο Λ .
 β. Η δύναμη που δέχονται τα ελεύθερα ηλεκτρόνια από το μαγνητικό πεδίο έχει το ίδιο μέτρο σε κάθε σημείο του δίσκου.
 γ. Αν διπλασιαστεί η περίοδος περιστροφής της ράβδου θα υποδιπλασιαστεί η διαφορά δυναμικού V_{KL} .
 δ. Η δύναμη Laplace είναι αυτή που περιστρέφει τον δίσκο
 ε. Αν το μαγνητικό πεδίο γίνει παράλληλο με την επιφάνεια του δίσκου η ΗΕΔ λόγω επαγωγής θα μηδενιστεί.



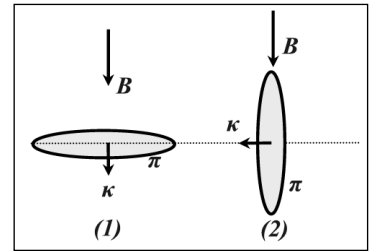
Β ΘΕΜΑΤΑ

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας

B1.1 Αγώγιμο κυκλικό πλαίσιο αντίστασης R και εμβαδού S είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στρέφουμε το πλαίσιο γύρω από μια διάμετρό του κατά 90° στη φορά των δεικτών του ρολογιού.

I. Η απόλυτη τιμή της μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι

- α. $|\Delta\Phi|=0$ β. $|\Delta\Phi|=BS$ γ. $|\Delta\Phi|=2BS$



II. Το φορτίο που μετατοπίζεται μέσα στο πλαίσιο είναι

- α. $q=BS/R$ β. $q=2BS/R$ γ. $q=0$

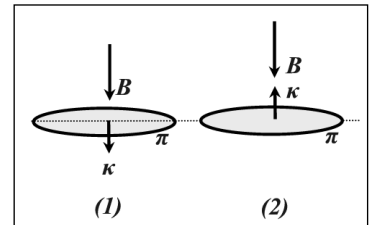
III. Το φορτίο που περνάει από διατομή του σύρματος του πλαισίου ανεξαρτήτου φοράς είναι

- α. $Q=2BS/R$ β. $Q=BS/R$ γ. $Q=0$

B1.2 Αγώγιμο κυκλικό πλαίσιο αντίστασης R και εμβαδού S είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στρέφουμε το πλαίσιο γύρω από μια διάμετρό του κατά 180° στη φορά των δεικτών του ρολογιού.

I. Η απόλυτη τιμή της μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι

- α. $|\Delta\Phi|=0$ β. $|\Delta\Phi|=BS$ γ. $|\Delta\Phi|=2BS$



II. Το φορτίο που μετατοπίζεται μέσα στο πλαίσιο είναι

- α. $q=BS/R$ β. $q=2BS/R$ γ. $q=0$

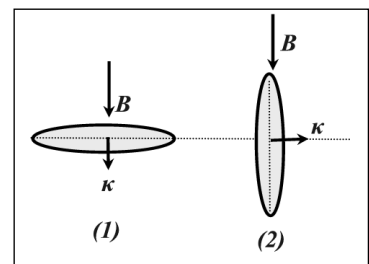
III. Το φορτίο που περνάει από διατομή του σύρματος του πλαισίου ανεξαρτήτου φοράς είναι

- α. $Q=BS/R$ β. $Q=2BS/R$ γ. $Q=0$

•B1.3 Αγώγιμο κυκλικό πλαίσιο εμβαδού S είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στρέφουμε το πλαίσιο γύρω από μια διάμετρό του 270° στη φορά των δεικτών του ρολογιού.

α. Η απόλυτη τιμή της μεταβολής της μαγνητικής ροής για στροφή είναι

- α. $|\Delta\Phi|=0,5BS$ β. $|\Delta\Phi|=BS$ γ. $|\Delta\Phi|=1,5BS$



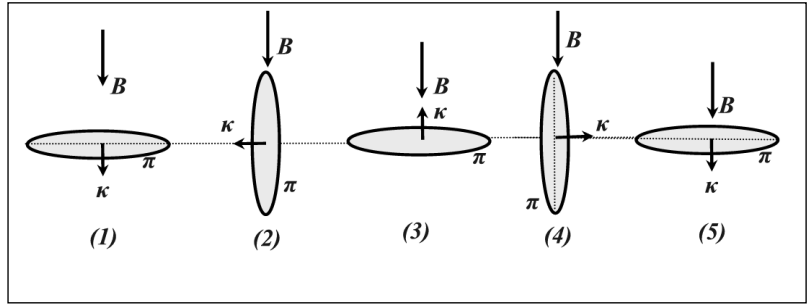
II. Το φορτίο που μετατοπίζεται μέσα στο πλαίσιο είναι

- α. $q=BS/R$ β. $q=2BS/R$ γ. $q=0$

III. Το φορτίο που περνάει από διατομή του σύρματος του πλαισίου ανεξαρτήτου φοράς είναι

- α. $Q=3BS/R$ β. $Q=2BS/R$ γ. $Q=0$

●**B1.4** Αγώγιμο κυκλικό πλαίσιο εμβαδού S είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στρέφουμε το πλαίσιο γύρω από μια διάμετρό του κατά 360° στη φορά των δεικτών του ρολογιού.



I. Η απόλυτη τιμή της μεταβολής της μαγνητικής ροής για στροφή 360° είναι

α. $|\Delta\Phi|=0$

β. $|\Delta\Phi|=2BS$

γ. $|\Delta\Phi|=4BS$

II. Το φορτίο που μετατοπίζεται μέσα στο πλαίσιο είναι

α. $q=BS/R$

β. $q=2BS/R$

γ. $q=0$

III. Το φορτίο που περνάει από διατομή του σύρματος του πλαισίου ανεξαρτήτου φοράς είναι

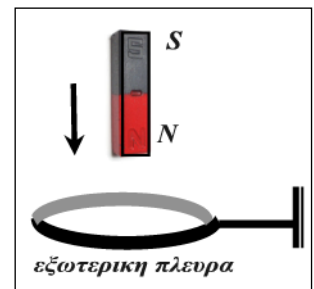
α. $Q=4BS/R$

β. $Q=2BS/R$

γ. $Q=0$

B1.5 Αφήνουμε ένα μαγνήτη να πέσει μέσα από ένα ακλόνητο μεταλλικό δακτυλίδι με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα.

I. Σχεδιάστε και δικαιολογήστε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που επάγεται στο δακτυλίδι, όταν ο μαγνήτης πλησιάζει και όταν απομακρύνεται από αυτό.



II. Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις που αφορούν την κίνηση του μαγνήτη είναι η σωστή. Ο μαγνήτης εκτελεί

α. ελεύθερη πτώση.

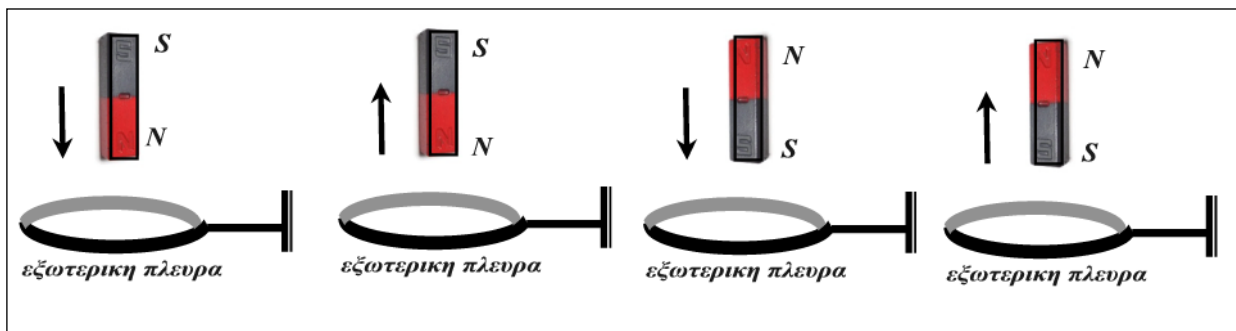
β. επιβραδυνόμενη κίνηση όταν πλησιάζει και επιταχυνόμενη όταν απομακρύνεται από το δακτύλιο.

γ. συνεχώς ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

δ. ευθύγραμμη κίνηση με επιτάχυνση που μειώνεται όσο πλησιάζει και αυξάνεται όταν απομακρύνεται.

III. Ποιες ενεργειακές μετατροπές συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της κίνησης του μαγνήτη;

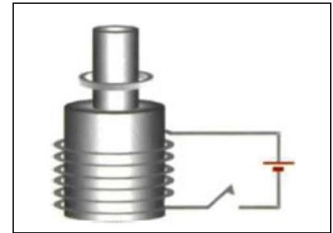
B1.6 Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στον κυκλικό αγώγιμο δακτύλιο σε κάθε περίπτωση.



B1.7 Στη διπλανή διάταξη αν κλείσουμε τον διακόπτη ο δακτύλιος

- α. παραμένει ακίνητος
- β. κινείται προς τα κάτω
- γ. πετάγεται απότομα προς τα πάνω
- δ. κάνει ταλάντωση

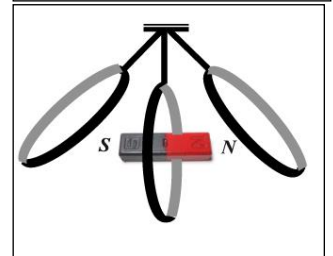
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας



► **B1.8** Ο μεταλλικός δακτύλιος κάνει αμείωτες ταλαντώσεις συνδεδεμένος μέσω νήματος με την οροφή. Τι θα συμβεί στο πλάτος των ταλαντώσεων αν τοποθετήσουμε στην θέση ισορροπίας ένα μαγνήτη, όπως φαίνεται στο σχήμα.

- α. θα αυξηθεί
- β. θα διατηρηθεί αμετάβλητο
- γ. θα μειωθεί

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας



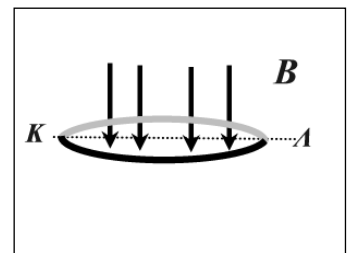
B1.9 Αγώγιμο πλαίσιο ωμικής αντίστασης R βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το πλαίσιο απομακρύνεται εκτός πεδίου σε χρόνο t διατηρώντας το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές με αποτέλεσμα να μετακινηθεί εντός του φορτίο, Q_1 . Αν απομακρύνουμε το πλαίσιο με τον ίδιο τρόπο αλλά σε χρόνο $2t$ τότε μετακινείται φορτίο Q_2 τέτοιο ώστε

α. $Q_2=Q_1$,

β. $Q_2=2Q_1$

γ. $Q_1=2Q_2$

B1.10 Κλειστό αγώγιμο κυκλικό πλαίσιο τοποθετείται ολόκληρο στην περιοχή ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου του με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το πλαίσιο περιστρέφεται μέχρι να γίνει παράλληλο στις δυναμικές γραμμές. Την 1^η φορά η περιστροφή διαρκεί χρόνο t_0 και γίνεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο έντασης B_0 . Την 2^η φορά διαρκεί χρόνο $4t_0$ και γίνεται μέσα σε πεδίο έντασης $2B_0$. Τα επαγωγικά ρεύματα που αναπτύσσονται έχουν εντάσεις με μέσες τιμές που συνδέονται με την σχέση



α. $I_1=I_2$

β. $I_1=2I_2$

γ. $I_2=2I_1$

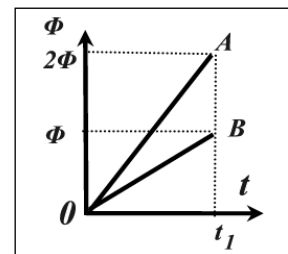
B1.11 Στο διπλανό διάγραμμα βλέπουμε τις μεταβολές μαγνητικής ροής που διέρχονται μέσα από δύο αγώγιμα πλαίσια A και B που έχουν αριθμό σπειρών N_A και N_B με $N_A=2N_B$.

I. Οι ΗΕΔ εξ επαγωγής που εμφανίζονται στα πλαίσια σε χρόνο t_1 έχουν απόλυτες μέσες τιμές που συνδέονται με τη σχέση

α. $E_A=2E_B$

β. $E_A=4E_B$

γ. $E_A=E_B$



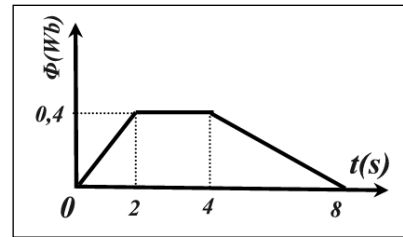
II. Αν η σχέση των ωμικών αντιστάσεων των πλαισίων είναι $R_A=2R_B$ τότε τα επαγωγικά φορτία που μετακινούνται σε χρόνο t_1 έχουν τη σχέση

α. $Q_A=2Q_B$

β. $Q_A=4Q_B$

γ. $Q_A=\frac{1}{2}Q_B$

B1.12 Η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από ένα συρμάτινο πηνίο με $N=10$ σπείρες μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο σύμφωνα με το διάγραμμα που φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το πλαίσιο έχει συνολική αντίσταση, $R=10\Omega$.



I. Να κατασκευαστεί το διάγραμμα μεταβολής της αλγεβρικής τιμής της ΗΕΔ που επάγεται στο πλαίσιο και της αλγεβρικής τιμής της έντασης του επαγωγικού ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο.

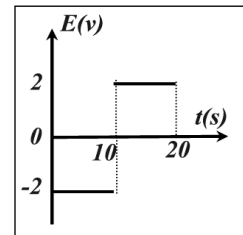
II. Η απόλυτη τιμή του φορτίου που διέρχεται από μια διατομή του κυκλώματος από 0 έως 4s είναι ίσο με

α. $q=0,8C$

β. $q=0,6C$

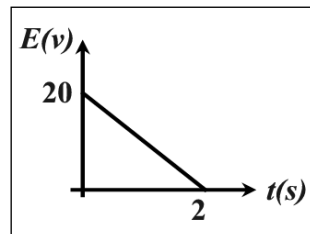
γ. $q=0,4C$

•B1.13 Στο διάγραμμα του σχήματος φαίνεται η μεταβολή της αλγεβρικής τιμής της ΗΕΔ που επάγεται σε αγωγίμο πλαίσιο λόγω μεταβολής της μαγνητικής ροής, σε σχέση με το χρόνο. Την χρονική στιγμή $t_0=0$ η διερχόμενη ροή είναι ίση με $\Phi_0=0$.



Να παραστήσετε γραφικά τη μεταβολή της μαγνητικής ροής Φ που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο, t , από 0 έως 20s.

•B1.14 Στο σχήμα φαίνεται η μεταβολή της επαγόμενης ΗΕΔ, E σε σχέση με το χρόνο, t . Η μεταβολή της διερχόμενης από το μεταλλικό πλαίσιο μαγνητικής ροής, $\Delta\Phi$, θα είναι:

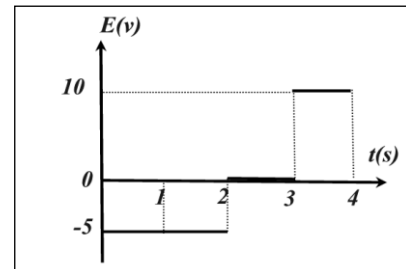


α. $\Delta\Phi=40 \text{ Wb}$

β. $\Delta\Phi=-20\text{Wb}$

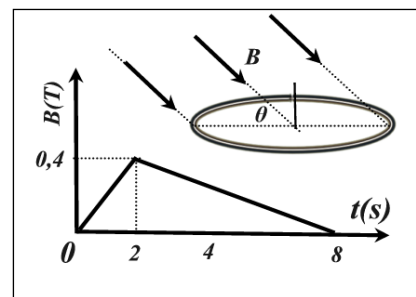
γ. $\Delta\Phi=0$

•B1.15 Στο διάγραμμα του σχήματος φαίνεται η μεταβολή της αλγεβρικής τιμής της ΗΕΔ που επάγεται σε αγωγίμο πλαίσιο ($N=1$) λόγω μεταβολής της μαγνητικής ροής, σε σχέση με το χρόνο. Την στιγμή $t_0=0$ η διερχόμενη ροή είναι ίση με $\Phi_0=0$.



Να παραστήσετε γραφικά τη μεταβολή της μαγνητικής ροής Φ που διέρχεται μέσα από το πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο, t , από 0 έως 4s.

►B1.16 Συρμάτινο κυκλικό πλαίσιο εμβαδού $A=300\text{cm}^2$ αποτελείται από $N=10$ σπείρες και έχει συνολική αντίσταση $R=10\Omega$. Τοποθετείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο του οποίου η ένταση B μεταβάλλεται σε σχέση με τον χρόνο με τον τρόπο που βλέπουμε στη γραφική παράσταση. Η διεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου σχηματίζει γωνία $\theta=30^\circ$ με το επίπεδο αυτού.



I. Η απόλυτη τιμή του φορτίου που διέρχεται από μια διατομή του σύρματος από 0 έως 8s είναι ίση με

α. $q=0$

β. $q=6\text{mC}$

γ. $q=12 \text{ mC}$

II. Η αλγεβρική μέση τιμή της ΗΕΔ που αναπτύσσεται λόγω επαγωγής στο πλαίσιο παίρνει τιμές

α. $-6 \cdot 10^{-2}\text{V}$ και $+2 \cdot 10^{-2}\text{V}$

α. $+6 \cdot 10^{-2}\text{V}$ και $-2 \cdot 10^{-2}\text{V}$

α. $-6 \cdot 10^{-2}\text{V}$ και $+6 \cdot 10^{-2}\text{V}$

B1.17 Κυκλικός αγωγός ακτίνας a έχει αντίσταση R και τοποθετείται με το επίπεδό του κάθετο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που μεταβάλλεται με ρυθμός $\Delta B/\Delta t = \lambda > 0$. Η θερμική ισχύς, P που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό είναι

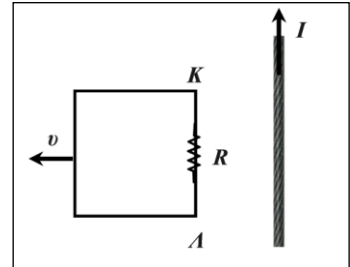
α. $P = 4\pi^2 a^4 \lambda^2 / R$

β. $P = \pi^2 a^4 \lambda / R$

γ. $P = \pi^2 a^4 \lambda^2 / R$

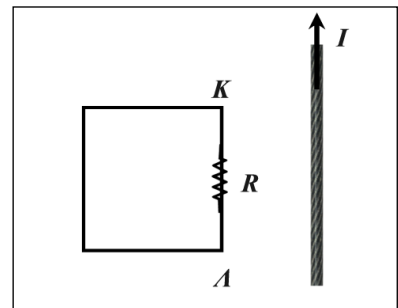
► **B1.18** Το αγώγιμο τετράγωνο πλαίσιο απομακρύνεται προς τα αριστερά με τη βοήθεια μιας εξωτερικής δύναμης από τον κατακόρυφο ευθύγραμμο αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Το επαγωγικό ρεύμα που εμφανίζεται στο πλαίσιο διατρέχει την ωμική αντίσταση R

α. με φορά από το K προς το Λ
 β. με φορά από το Λ προς το K
 γ. με εναλλασσόμενη φορά



► **B1.19** Το αγώγιμο τετράγωνο πλαίσιο είναι ακίνητο δίπλα στον κατακόρυφο ευθύγραμμο αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με φορά προς τα πάνω. Το ρεύμα αυξάνεται σε σχέση με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $I = at$ με $a > 0$ και t σε s . Το επαγωγικό ρεύμα που εμφανίζεται στο πλαίσιο διατρέχει την ωμική αντίσταση R

α. με φορά από το K προς το Λ
 β. με φορά από το Λ προς το K
 γ. με εναλλασσόμενη φορά



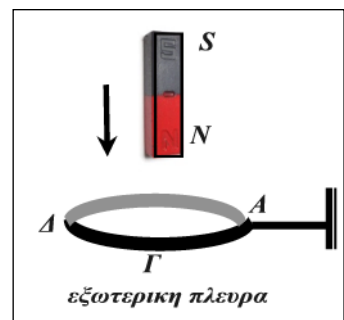
► **B1.20** Αν η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται σε ένα αγώγιμο πλαίσιο αντίστασης $R = 10\Omega$ μεταβάλλεται ως προς το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $E_{\text{επ}} = 40 + 20t$ (t σε s και E σε V), το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του σύρματος από 0 έως $t_1 = 4s$ είναι

α. $q = 16C$

β. $q = 32C$

γ. $q = 18C$

► **B1.21** Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πέφτει κατακόρυφα, κινούμενος κατά μήκος του άξονα ενός κυκλικού πλαισίου που έχει $N = 4$ σπείρες. Το πηνίο έχει στερεωθεί έτσι ώστε το επίπεδο της κάθε σπείρας του να είναι οριζόντιο, όπως στο σχήμα. Η κάθε σπείρα του πηνίου παρουσιάζει αντίσταση $R = 2,5\Omega$. Ο μαγνήτης έχει μάζα $m = 0,8kg$ και καθώς πέφτει έχει τον βόρειο (N) πόλο του προς τα κάτω. Δίνεται $g = 10m/s^2$. Σε κάποια στιγμή ο μαγνήτης έχει ταχύτητα $v = 2m/s$ και το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 1A$. Για την στιγμή αυτή ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του μαγνήτη είναι:



α. $20J/s$

β. $5J/s$

γ. $6J/s$

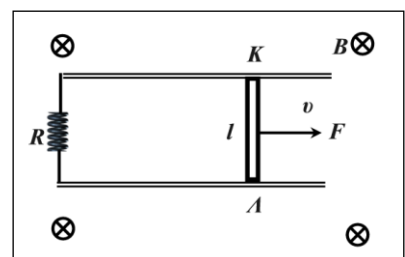
B1.22 Στο διπλανό σχήμα ο αγωγός μήκους L αμελητέας αντίστασης κινείται με σταθερή ταχύτητα, v , μέσα στο ομογενές, μαγνητικό πεδίο, B , υπό την επίδραση της δύναμης F .

I. Να σημειώσετε:

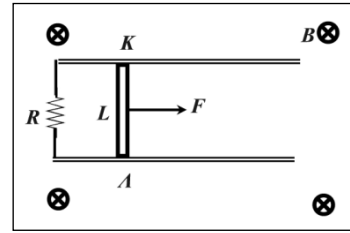
- α. την πολικότητα της ΗΕΔ στην ράβδο ΚΛ.
 β. την φορά του επαγωγικού ρεύματος στο κύκλωμα.
 γ. την κατεύθυνση της δύναμης Laplace, στην ράβδο ΚΛ.

II. Να δείξετε ποσοτικά ότι ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας.

III. Να δείξετε ποιοτικά ότι ο κανόνας Lenz είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας.



B1.23 Ραβδόμορφος αγωγός αμελητέας αντίστασης, μήκους $KL=\ell$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγωγίμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα της ράβδου AK είναι ίση με

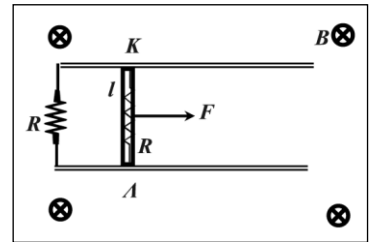


α. $V_{AK}=Bv\ell$

β. $V_{AK}=-\frac{1}{2}Bv\ell$

γ. $V_{AK}= -Bv\ell$

B1.24 Ραβδόμορφος αγωγός αντίστασης, R , μήκους $KL=\ell$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγωγίμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και οι ράγες συνδέονται με ωμική αντίσταση, R . Η διαφορά δυναμικού στα άκρα K, A της ράβδου είναι

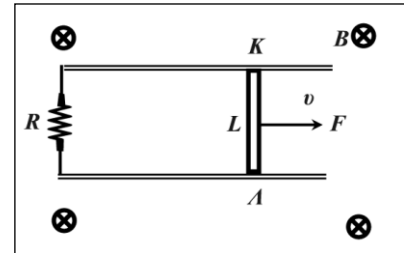


α. $V_{KA}=Bv\ell$

β. $V_{KA}= \frac{1}{2}Bv\ell$

γ. $V_{KA}= -\frac{1}{2}Bv\ell$

B1.25 Αν θέλουμε να διατηρούμε σταθερή ταχύτητα v στην μεταλλική ράβδο, $KL=L$, του διπλανού σχήματος, η οποία κινείται χωρίς τριβές και δεν έχει ωμική αντίσταση, πρέπει να της ασκούμε εξωτερική δύναμη F . Η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι B και R η ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Η ισχύς της δύναμης F ισούται με:

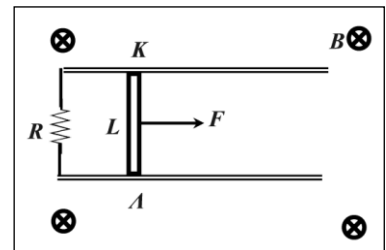


α. $P=\frac{B^2vL^2}{R}$

β. $P=\frac{B^2v^2L^2}{R}$

γ. $P=\frac{B^2v^2L^2}{2R}$

B1.26 Ραβδόμορφος αγωγός μήκους $KL=L$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα. Τριβές δεν υπάρχουν και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Το φορτίο που περνάει από διατομή του αγωγού για μια μετατόπιση αυτού κατά d είναι

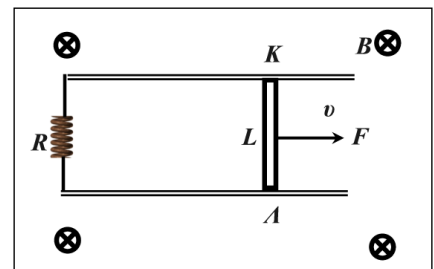


α. $q=\frac{B\ell d}{R}$

β. $q=\frac{2B\ell d}{R}$

γ. $q=\frac{B\ell d}{R^2}$

B1.27 Στο διπλανό σχήμα η ράβδος μάζας $m=0,2\text{kg}$ και μήκους $L=0,5\text{m}$ ξεκινάει από την ηρεμία και κινείται με σταθερή επιτάχυνση, $a=10\text{m/s}^2$ υπό την επίδραση της δύναμης F χωρίς τριβές μέσα στο κάθετο μαγνητικό πεδίο $B=1\text{T}$. Η $R=10\Omega$ είναι η μοναδική αντίσταση του κυκλώματος. Η δύναμη F μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση:

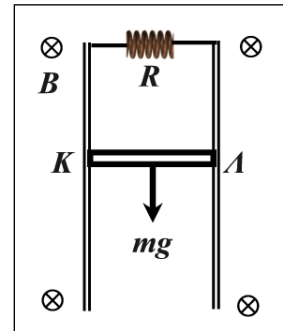


α. $F=2\text{N}$

β. $F=2 + 0,25t, (\text{N})$

γ. $F= 2 + 0,25t^2 (\text{N})$

B1.28 Δύο παράλληλες κατακόρυφες ράγες χωρίς αντίσταση, που απέχουν κατά L , γεφυρώνονται στο πάνω άκρο τους με σύρμα αντίστασης R . Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, B . Από το πάνω μέρος των ραγών αφήνουμε να ολισθήσει χωρίς τριβές μια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους ℓ και βάρους mg που είναι κάθετη στις ράγες. Μετά από κάποιο διάστημα η ράβδος αποκτά σταθερή ταχύτητα, v . Τότε η ένταση του ρεύματος που θα διαρρέει το κύκλωμα θα είναι

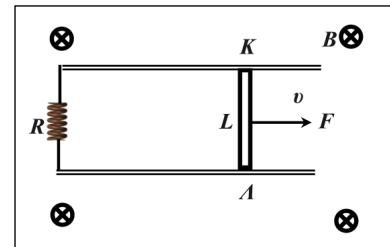


α. $I = mg/B^2\ell^2$

β. $I = mg/B\ell$

$I = B\ell/mg$

B1.29 Στο διπλανό σχήμα η ράβδος μάζας m και μήκους L ξεκινάει από την ηρεμία και κινείται με σταθερή επιτάχυνση, a υπό την επίδραση σταθερής δύναμης F χωρίς τριβές μέσα στο κάθετο μαγνητικό πεδίο B . Η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Κάποια στιγμή η ράβδος αποκτά σταθερή ταχύτητα, v η οποία είναι

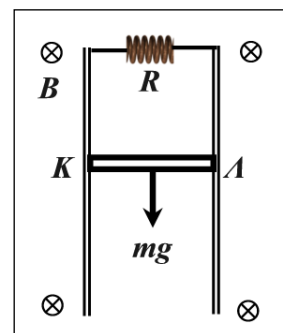


α. $v_{op} = \frac{F^2 R}{B^2 L^2}$

β. $v_{op} = \frac{FR}{B^2 L^2}$

γ. $v_{op} = \frac{FR}{BL}$

B1.30 Δύο παράλληλες κατακόρυφες ράγες χωρίς αντίσταση, που απέχουν κατά L , γεφυρώνονται στο πάνω άκρο τους με σύρμα αντίστασης R . Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, B . Από το πάνω μέρος των ραγών αφήνουμε να ολισθήσει χωρίς τριβές μια μεταλλική ράβδος αντίστασης r , μήκους L και μάζας m που είναι κάθετη στις ράγες. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας g . Μετά από κάποιο διάστημα η ράβδος αποκτά σταθερή ταχύτητα, v η οποία είναι:

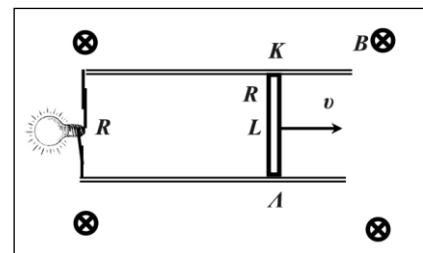


α. $v_{op} = \frac{mg(R+r)}{B^2 L^2}$

β. $v_{op} = \frac{mg(R+r)}{B^2 L}$

γ. $v_{op} = \frac{mgR}{B^2 L^2}$

B1.31 Τα άκρα των δύο παράλληλων ραγών αμελητέας αντίστασης συνδέονται με λαμπτήρα αντίστασης $R_L = R$ και ισχύος κανονικής λειτουργίας P . Ο αγωγός ΚΛ μήκους ℓ και αντίστασης $R_1 = R$ κινείται με σταθερή ταχύτητα v πάνω στις λείες ράγες συνεχώς επαπτόμενος σ αυτές. Το επίπεδο των αγωγών βρίσκεται μέσα σε κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Η ταχύτητα v για να δουλεύει ο λαμπτήρας κανονικά είναι



α. $v = \frac{3}{B\ell} \cdot \sqrt{PR}$

β. $v = \frac{1}{B\ell} \cdot \sqrt{PR}$

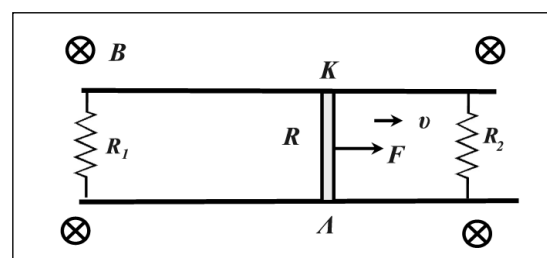
γ. $v = \frac{2}{B\ell} \cdot \sqrt{PR}$

•**B1.32** Αν στο σχήμα δίνονται $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R = 2\Omega$ το μήκος της ράβδου ΚΛ, $\ell = 1\text{m}$ και η ταχύτητα $v = 10\text{m/s}$ και η ένταση του μαγνητικού πεδίου, $B = 1,2\text{T}$, τότε η ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ και η διαφορά δυναμικού V_{KL} είναι:

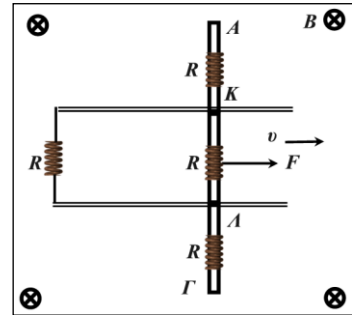
α. $I = 3\text{A}$ $V_{KL} = 12\text{V}$

β. $I = 3\text{A}$ $V_{KL} = 6\text{V}$

γ. $I = 1\text{A}$ $V_{KL} = 12\text{V}$



► **B1.33** Ο αγωγός ΑΓ μήκους $L=3\ell$ έχει αντίσταση $3R$ και μπορεί να κινείται πάνω σε παράλληλες ράγες που απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ και συνδέονται στο ένα άκρο τους με αντιστάτη R . Ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα, v και όλο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο που είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός.



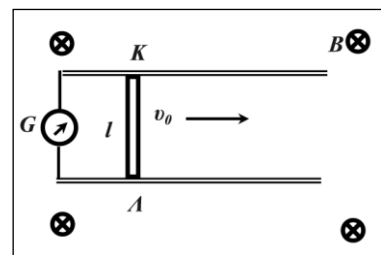
I. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα Α και Γ του αγωγού είναι

α. $V_{AG}=3Bv\ell$ β. $V_{AG}=2Bv\ell$ γ. $V_{AG}=2,5Bv\ell$

II. Η δύναμη F που κινεί τον αγωγό είναι ίση με

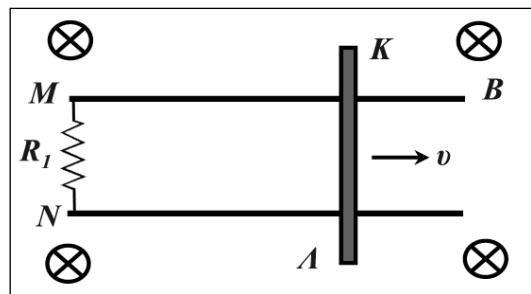
α. $F=B^2v\ell^2/2R$ β. $F=B^2v\ell^2/4R$ γ. $F=B^2v\ell^2/3R$

B1.34 Εκτοξεύουμε τη μεταλλική ράβδο ΚΛ μάζας m , με αρχική ταχύτητα v_0 με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές της ράβδου με τις παράλληλες ράγες είναι αμελητέες και το κύκλωμα παρουσιάζει συνολική αντίσταση R . Το έργο της δύναμης Laplace μέχρι να σταματήσει είναι



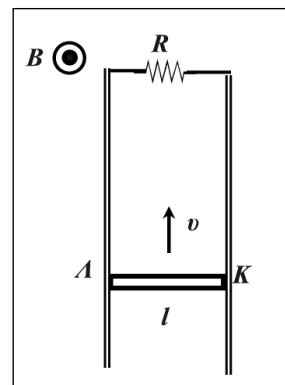
α. $W=-mv_0^2$ β. $W=-\frac{1}{2}mv_0^2$ γ. $W=\frac{1}{2}mv_0^2$

► **B1.35** Μεταλλική ομογενής ράβδος ΚΛ, αντίστασης $R_2=R$ μήκους $ΚΛ=\ell$ και μάζας m ολισθαίνει πάνω σε δύο λείες, παράλληλες, οριζόντιες ράγες αμελητέας αντίστασης που απέχουν κατά $d=\frac{1}{2}\ell$ και συνδέονται στο ένα άκρο τους με αντιστάτη αντίστασης $R_1=R$. Η ράβδος μήκους ΚΛ κινείται κάθετα στις ράγες, το επίπεδο των οποίων βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B και φοράς προς τα κάτω. Κάποια χρονική στιγμή που η ράβδος έχει ταχύτητα v με φορά προς τα δεξιά, η διαφορά δυναμικού V_{KL} είναι



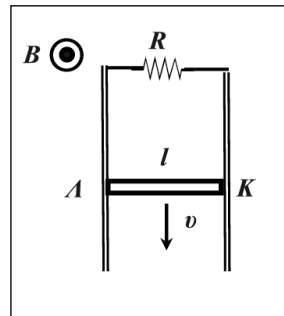
α. $V_{KL}=\frac{5Bv\ell}{3}$ β. $V_{KL}=\frac{5Bv\ell}{6}$ γ. $V_{KL}=-\frac{5Bv\ell}{6}$

● **B1.36** Ραβδόμορφος αγωγός αμελητέας αντίστασης, μήκους $ΚΛ=\ell$ βάλλεται με αρχική ταχύτητα v_0 μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγωγίμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Κάποια στιγμή που έχει ταχύτητα v και ενώ είναι στην άνοδο η κινητική του ενέργεια μεταβάλλεται με ρυθμό



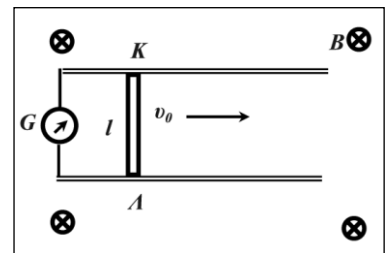
α. $\frac{\Delta K}{\Delta t} = mgv + \frac{B^2v^2\ell^2}{R}$ β. $\frac{\Delta K}{\Delta t} = mgv - \frac{B^2v^2\ell^2}{R}$
 γ. $\frac{\Delta K}{\Delta t} = -mgv - \frac{B^2v^2\ell^2}{R}$ δ. $\frac{\Delta K}{\Delta t} = -mgv - \frac{B^2v^2\ell^2}{R}$

●**B1.37** Ραβδόμορφος αγωγός αμελητέας αντίστασης, μήκους $K\Lambda = \ell$ πέφτει μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγωγίμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Κάποια στιγμή που έχει ταχύτητα v η κινητική του ενέργεια μεταβάλλεται με ρυθμό



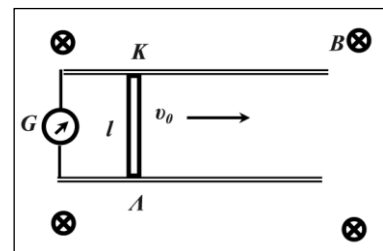
$$\begin{array}{ll} \alpha. \frac{\Delta K}{\Delta t} = mgv + \frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} & \beta. \frac{\Delta K}{\Delta t} = mgv - \frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} \\ \gamma. \frac{\Delta K}{\Delta t} = mgv - \frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} & \delta. \frac{\Delta K}{\Delta t} = -mgv - \frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} \end{array}$$

●**B1.38** Εκτοξεύουμε τη μεταλλική ράβδο $K\Lambda$ μάζας m , με αρχική ταχύτητα v_0 με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές της ράβδου με τις παράλληλες ράγες είναι αμελητέες και το κύκλωμα παρουσιάζει συνολική αντίσταση R . Κάποια χρονική στιγμή που έχει ταχύτητα v ο ρυθμός με τον οποίο η κινητική της ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα Joule είναι



$$\begin{array}{lll} \alpha. \frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} & \beta. \frac{\Delta K}{\Delta t} = -mgv - \frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} & \gamma. \frac{\Delta K}{\Delta t} = -\frac{B^2 v^2 \ell^2}{R} \end{array}$$

B1.39 Εκτοξεύουμε τη μεταλλική ράβδο $K\Lambda$ μάζας m και αντίστασης R , με αρχική ταχύτητα v_0 με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές της είναι αμελητέες και οι παράλληλες ράγες αμελητέας αντίστασης συνδέονται με αντιστάτη, R . Κάποια χρονική στιγμή που έχει ταχύτητα v ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας της ράβδου είναι:



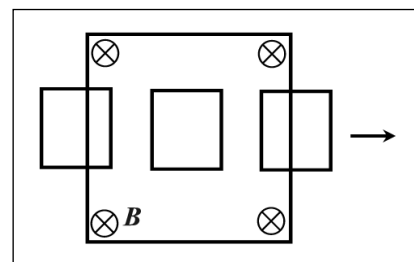
$$\begin{array}{lll} \alpha. \frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 v \ell^2}{mR} & \beta. \frac{dv}{dt} = -\frac{B^2 v^2 \ell^2}{2mR} & \gamma. \frac{\Delta K}{\Delta t} = -\frac{B^2 v \ell^2}{2mR} \end{array}$$

B1.40 Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο εισέρχεται και εξέρχεται από το ομογενές μαγνητικό πεδίο με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα.

I. Να σημειώσετε σε κάθε φάση τη φορά του επαγωγικού ρεύματος και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Αν το πλαίσιο έχει αντίσταση, R , εμβαδόν S και το μαγνητικό πεδίο ένταση B , τότε

II. το φορτίο που μετακινείται μέσα στο πλαίσιο κατά την είσοδο στο μαγνητικό πεδίο είναι

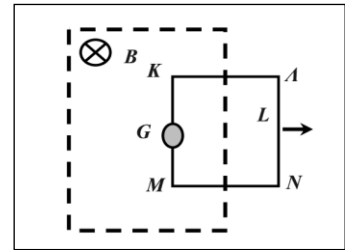


$$\begin{array}{lll} \alpha. Q=0 & \beta. Q=\frac{B \cdot S}{R} & \gamma. Q=\frac{2B \cdot S}{R} \end{array}$$

III. το φορτίο που μετατοπίζεται από τη στιγμή που το πλαίσιο αρχίζει να εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο μέχρι να βγει τελείως από αυτό, είναι:

$$\begin{array}{lll} \alpha. Q=0 & \beta. Q=\frac{B \cdot S}{R} & \gamma. Q=\frac{2B \cdot S}{R} \end{array}$$

B1.41 Τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο, πλευράς L , εξέρχεται από ομογενές μαγνητικό πεδίο B με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα. Στο πλαίσιο είναι συνδεδεμένο και γαλβανόμετρο, G , και η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι $R_{ολ}$. Η απόλυτη τιμή του φορτίου που περνάει από μια διατομή του σύρματος και σημειώνει το γαλβανόμετρο, είναι



α. $q=0$

β. $q= 2BL^2/R_{ολ}$

γ. $q= BL^2/R_{ολ}$

•**B1.42** Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο $KΛNM$ πλευράς a , ωμικής αντίστασης R ανά πλευρά αρχίζει να εισέρχεται την χρονική στιγμή $t_0=0$ με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , χωρίς τριβές και κάθετα στις δυναμικές γραμμές όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο πλαίσιο ασκείται σταθερή δύναμη F κάθετη στην πλευρά $ΛN$. Να αποδείξετε ότι:

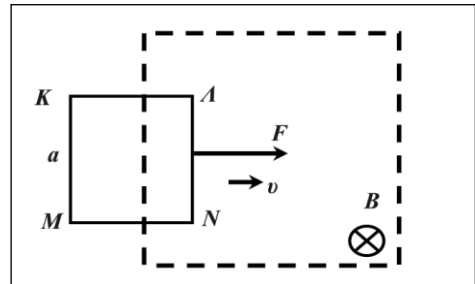
1. Η διερχόμενη από το πλαίσιο μαγνητική ροή δίνεται από τη σχέση $\Phi=Bav \cdot t$, $0 \leq t \leq a/v$.

2. Η επαγόμενη ΗΕΔ είναι $|E|=Bva$

3. Η δύναμη έχει μέτρο $F=\frac{B^2va^2}{4R}$

4. Η διαφορά δυναμικού $V_{KM}= Bva/4$

5. Η διαφορά δυναμικού $V_{ΛN}= 3Bva/4$.



•**B1.43** Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο $KΛNM$ πλευράς a , ωμικής αντίστασης R ανά πλευρά αρχίζει να εξέρχεται την χρονική στιγμή $t_0=0$ με σταθερή ταχύτητα v μέσα από ομογενές μαγνητικό πεδίο B , χωρίς τριβές και κάθετα στις δυναμικές γραμμές όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο πλαίσιο ασκείται σταθερή δύναμη F κάθετη στην πλευρά $ΛN$. Να αποδείξετε ότι:

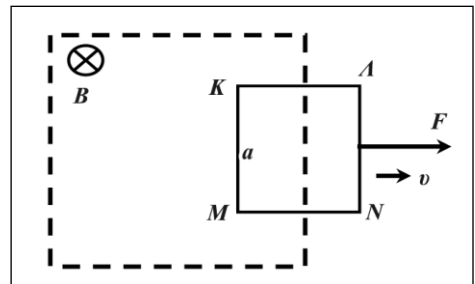
1. Η διερχόμενη από το πλαίσιο μαγνητική ροή δίνεται από τη σχέση $\Phi=Ba^2 - Bav \cdot t$, $0 \leq t \leq a/v$.

2. Η επαγόμενη ΗΕΔ είναι $|E|=Bva$

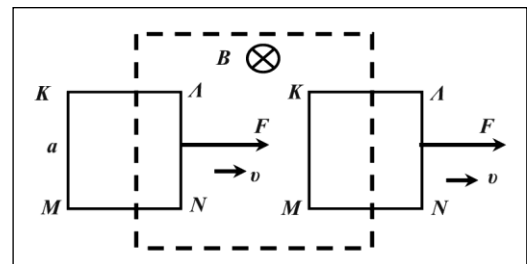
3. Η διαφορά δυναμικού $V_{KM}= 3Bva/4$

4. Η διαφορά δυναμικού $V_{ΛN}= Bva/4$

5. Η δύναμη έχει μέτρο $F=\frac{B^2va^2}{4R}$



B1.44 Το τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο από ίδιο σύρμα, πλευράς, ℓ , συνολικής ωμικής αντίστασης R εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , χωρίς τριβές και αφού κινηθεί μέσα σ αυτό εξέρχεται πάντα με σταθερή ταχύτητα, v όπως φαίνεται στο σχήμα. Η εξωτερική δύναμη που του ασκούμε κατά την είσοδο, παραμονή και έξοδο είναι:



I. Είσοδος: α. $F= \frac{B^2v\ell^2}{R}$

β. $F= 2\frac{B^2v\ell^2}{R}$

γ. $F=0$

II. Παραμονή: α. $F= \frac{B^2v\ell^2}{R}$

β. $F= 2\frac{B^2v\ell^2}{R}$

γ. $F=0$

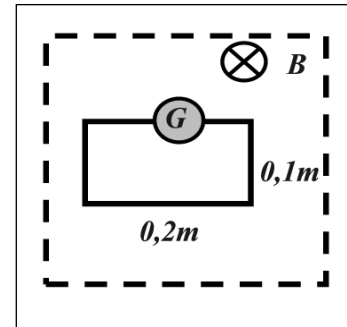
III. Έξοδος: α. $F= \frac{B^2v\ell^2}{R}$

β. $F= 2\frac{B^2v\ell^2}{R}$

γ. $F=0$

●**B1.45** Το ορθογώνιο πλαίσιο διαστάσεων $0,1\text{m} \times 0,2\text{m}$ έχει συνδεδεμένο γαλβανόμετρο και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίου η ένταση του οποίου μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση: $B=0,04+0,5t$ (S.I). Το πλαίσιο μαζί με το όργανο έχουν αντίσταση $R=10\Omega$. Το φορτίο που διέρχεται από το γαλβανόμετρο στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 4\text{s}$ είναι

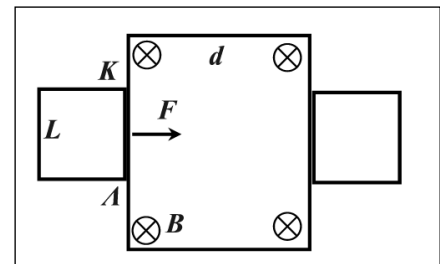
α. $q=2 \cdot 10^{-3}\text{C}$ β. $q=4 \cdot 10^{-3}\text{C}$ γ. $q=4 \cdot 10^{-4}\text{C}$



►**B1.46** Το τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς L και αντίστασης R ανά πλευρά εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα v μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα. Δίνεται ότι $d=2L$.

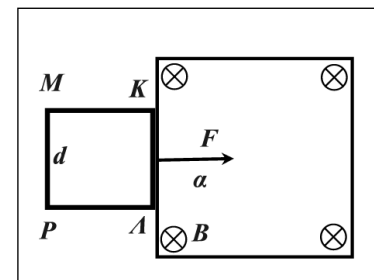
Να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις από τη στιγμή της εισόδου μέχρι τη στιγμή της πλήρους εξόδου από το μαγνητικό πεδίο για τα μεγέθη:

- Μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο.
- Ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- Δύναμη Laplace που δέχεται το πλαίσιο
- Διαφορά δυναμικού V_{KL} .



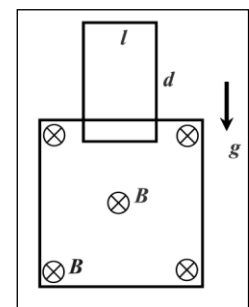
●**B1.47** Τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς d , αντίστασης R ανά πλευρά εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου με σταθερή επιτάχυνση a , χωρίς αρχική ταχύτητα. Το μαγνητικό πεδίο έχει μήκος μεγαλύτερο του d . Κατά τη διάρκεια της εισόδου να γίνουν οι γραφικές παραστάσεις

- της διερχόμενης από το πλαίσιο μαγνητικής ροής, Φ .
- της ΗΕΔ που επάγεται στο πλαίσιο
- της δύναμης F .
- της διαφοράς δυναμικού V_{KL}



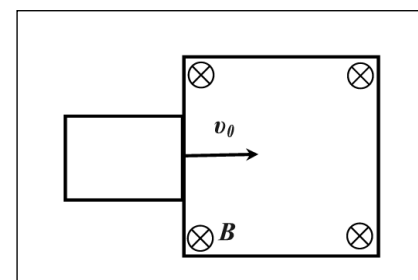
B1.48 Αφήνουμε το ορθογώνιο αγωγίμο πλαίσιο διαστάσεων ℓ και d να πέσει κατακόρυφα με την επίδραση του βάρους του mg μέσα σε χώρο που υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, B . Οι τριβές με τον αέρα θεωρούνται αμελητέες και η συνολική αντίσταση του πλαισίου είναι R . Υπό κάποιες συνθήκες το πλαίσιο αποκτάει οριακή ταχύτητα

α. $v_{op} = \frac{mgR}{B\ell}$ β. $v_{op} = \frac{mgR}{B^2\ell^2}$ γ. $v_{op} = 2 \cdot \frac{mgR}{B^2\ell^2}$



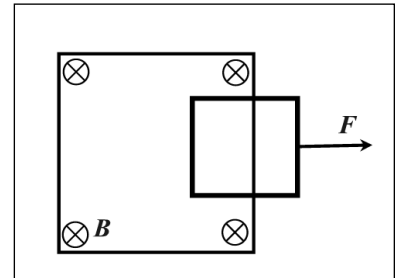
●**B1.49** Ορθογώνιο αγωγίμο πλαίσιο μάζας m εισέρχεται σε χώρο ομογενούς μαγνητικού πεδίου B με ταχύτητα μέτρου v_0 . Αρχικά διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_0 ενώ τη στιγμή που ολοκληρώνεται η είσοδος το ρεύμα πέφτει στην μισή τιμή πριν μηδενιστεί. Το έργο της δύναμης Laplace που ασκήθηκε στο πλαίσιο είναι

α. $W = -\frac{3mv_0^2}{4}$ β. $W = -\frac{3mv_0^2}{8}$ γ. $W = -\frac{mv_0^2}{4}$

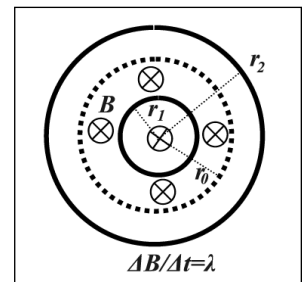


●**B1.50** Τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο πλευράς ℓ , μάζας m και ολικής αντίστασης R βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το πλαίσιο που είναι αρχικά ακίνητο εξέρχεται από το πεδίο με την επίδραση σταθερής δύναμης F που ασκείται στο μέσον μιας πλευράς του. Η οριακή ταχύτητα που αποκτάει το πλαίσιο είναι

α. $v_{op} = \frac{FR}{B\ell}$ β. $v_{op} = \frac{F \cdot R}{B^2 \ell^2}$ γ. $v_{op} = \frac{FR}{2 \cdot B^2 \ell^2}$

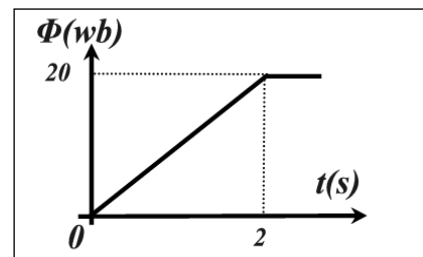


●**B1.51** Δύο ομόκεντροι κυκλικοί αγωγοί από το ίδιο σύρμα με ακτίνες r_1 και r_2 ($r_2 > r_1$) τοποθετούνται μέσα σε μαγνητικό πεδίο κυκλικής διατομής ομόκεντρα και προς αυτό. Το πεδίο έχει ακτίνα r_0 και στο σχήμα φαίνεται με την διακεκομμένη κυκλική γραμμή. Ακόμα δίνονται οι σχέσεις των ακτίνων που είναι $r_0 > r_1$ και $r_0 < r_2$ και η έντασή του μαγνητικού που μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό $\Delta B / \Delta t = \lambda$. Ο λόγος των εντάσεων των επαγωγικών ρευμάτων που διαρρέει τους δύο αγωγούς είναι



α. $I_1 / I_2 = (r_1 \cdot r_2) / r_0^2$ β. $I_1 / I_2 = r_0^2 / (r_1 \cdot r_2)$ γ. $I_1 / I_2 = (r_2^2 - r_1^2) / r_0^2$

B1.52 Ορθογώνιο πλαίσιο μιας σπείρας και αντίστασης $R = 2\Omega$ εισέρχεται μέσα σε σταθερό μαγνητικό πεδίο έντασης B κινούμενο με σταθερή ταχύτητα. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο κατά τη διάρκεια της εισόδου μεταβάλλεται ως προς το χρόνο σύμφωνα με τη γραφική παράσταση $(\Phi - t)$. Το ποσό της ενέργειας που πρέπει να προσφέρουμε στο πλαίσιο σε χρονικό διάστημα $[0, 2s]$ ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα είναι



α. 10J β. 25J γ. 100J

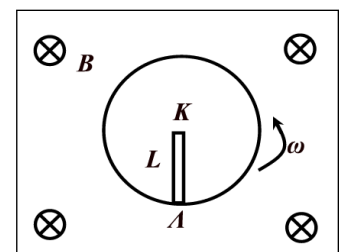
B1.53 Δύο λεπτοί μεταλλικοί ευθύγραμμοι αγωγοί έχουν μήκη $\ell_1 = \ell$ και $\ell_2 = 3\ell$ και περιστρέφονται μέσα στο ίδιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, B με την ίδια γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο τους και είναι κάθετος σ' αυτούς. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο περιστροφής του κάθε αγωγού. Ο λόγος των ΗΕΔ επαγωγής που αναπτύσσονται στα άκρα κάθε αγωγού είναι E_1 / E_2 ίσος με

(α) 1/3 (β) 1/9 (γ) 1/18

B1.54 Αγωγός μήκους L στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο του, K και είναι κάθετος σ' αυτόν με σταθερή περίοδο T . Μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει ο αγωγός.

I. Η μεταβολή της διερχόμενης μαγνητικής ροής για στροφή της ράβδου κατά 90° είναι

(α) $\Delta\Phi = B\pi L^2$ (β) $\Delta\Phi = \frac{B\pi L^2}{2}$ (γ) $\Delta\Phi = \frac{B\pi L^2}{4}$

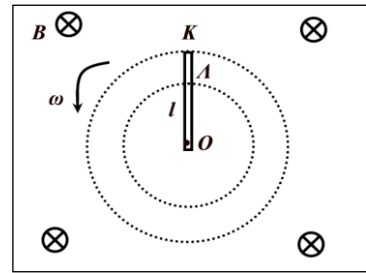


II. Η επαγόμενη ΗΕΔ στα άκρα της ράβδου ΚΛ είναι:

(α) $|E| = \frac{B\pi L^2}{T}$ (β) $|E| = \frac{B\pi L^2}{2T}$ (γ) $|E| = B \frac{2\pi}{T} L^2$

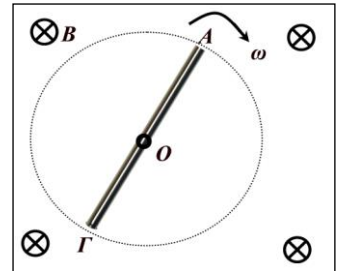
B1.55 Ο αγωγός OK, μήκους ℓ , περιστρέφεται γύρω από το κέντρο O με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B. Η διαφορά δυναμικού V_{KL} μεταξύ των σημείων K και Λ, όπου $KL=\ell/3$ είναι ίση με:

(α) $-\frac{1}{4}B\omega L^2/4$ (β) $-\frac{5}{18}B\omega L^2$ (γ) $-\frac{1}{18}B\omega L^2$



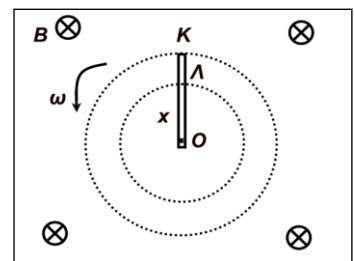
B1.56 Ο αγωγός ΑΓ, μήκους ℓ , περιστρέφεται γύρω από το κέντρο του O με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B. Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων A και Γ, είναι ίση με:

(α) $V_{AG}=\frac{1}{2}B\omega\ell^2$ (β) $V_{AG}=0$ (γ) $V_{AG}=2B\omega\ell^2$



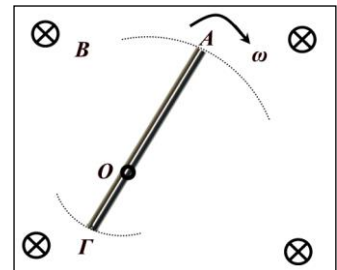
B1.57 Ο αγωγός OK, μήκους ℓ , περιστρέφεται γύρω από το κέντρο O με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B, με τον τρόπο που βλέπουμε στο σχήμα. Σημείο Λ απέχει από το K απόσταση x. Η διαφορά δυναμικού V_{LK} μεταξύ των σημείων K και Λ έχει απόλυτη τιμή ίση με $3B\omega\ell^2/8$. Η απόσταση $KL=x$ είναι ίση με

(α) $\ell/3$ (β) $\ell/4$ (γ) $\ell/2$

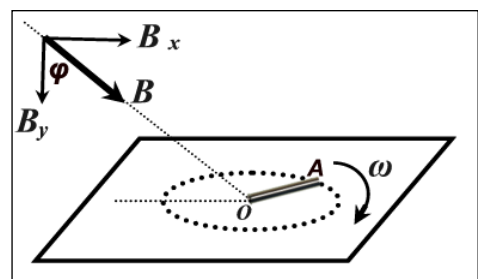


B1.58 Ο αγωγός ΑΓ, μήκους L, περιστρέφεται γύρω από το σημείο O που τον χωρίζει σε τμήματα $OA=\ell_1$ και $OG=\ell_2$. Η περιστροφή γίνεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B. Η διαφορά δυναμικού V_{AG} μεταξύ των σημείων A και Γ, είναι ίση με:

(α) $V_{AG}=\frac{1}{2}B\omega(\ell_1-\ell_2)^2$ (β) $V_{AG}=B\omega(\ell_1^2-\ell_2^2)$ (γ) $V_{AG}=\frac{1}{2}B\omega(\ell_1^2-\ell_2^2)$

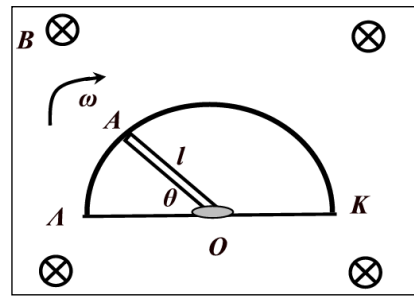


B1.59 Ευθύγραμμος αγωγός OA μήκους $\ell=1\text{m}$ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega=10\text{rad/s}$ γύρω από κατακόρυφο άξονα που είναι κάθετος σ' αυτόν και διέρχεται από το ένα άκρο του O. Ο αγωγός σαρώνει περιφέρεια κύκλου που βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο. Ομογενές μαγνητικό πεδίο $B=1\text{T}$ σχηματίζει γωνία $\varphi=60^\circ$ με την κατακόρυφο και καλύπτει όλον τον κύκλο που σαρώνει ο αγωγός. Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται λόγω επαγωγής μεταξύ των σημείων O και A είναι



(α) $|E|=2,5\text{V}$ (β) $|E|=10\text{V}$ (γ) $|E|=5\text{V}$

B1.60 Η αγώγιμη ράβδος $OA = \ell = 3\text{m}$ περιστρέφεται γύρω από το O με συχνότητα $f = 10/\pi \text{ Hz}$ ενώ το άκρο της A εφάπτεται συνεχώς στο αγώγιμο ημικύκλιο ΛK συνολικής αντίστασης $R = 8\Omega$. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε κάθετο ΜΠ, $B = 0,2\text{T}$. Η ράβδος OA και τα σύρματα OL και OK που κλείνουν το κύκλωμα έχουν αμελητέα αντίσταση. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο OA τη στιγμή που σχηματίζει γωνία $\theta = \pi/4$ με την OL είναι:

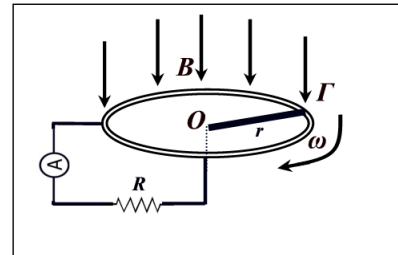


(α) $I = 20\text{A}$

(β) $I = 60\text{A}$

(γ) $I = 80\text{A}$

B1.61 Η ράβδος OG μήκους ℓ και αντίστασης r περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, ω γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνάει από το άκρο O και είναι κάθετος σ' αυτήν. Το άλλο άκρο της, G , ολισθαίνει πάνω σε οριζόντιο κυκλικό μεταλλικό αγωγό αμελητέας αντίστασης. Μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού. Το σημείο O συνδέεται με αντιστάτη $R = r$ και ιδανικό αμπερόμετρο, A . Η ένταση του ρεύματος που σημειώνει το όργανο είναι



(α) $I = \frac{B\omega\ell^2}{4R}$

(β) $I = \frac{B\omega\ell^2}{2R}$

(γ) $I = \frac{B\omega\ell^2}{R}$

B1.62 Ο αγωγός έχει σχήμα ορθής γωνίας με ίσα μήκη πλευρών μήκους $OA = OG = \ell$ και περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από την κορυφή O και είναι κάθετος στη γωνία, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω , μέσα στο κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης, B .

I. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και O είναι

(α) $V_{AO} = \frac{1}{2}B\omega\ell^2$,

(β) $V_{AO} = -\frac{1}{2}B\omega\ell^2$

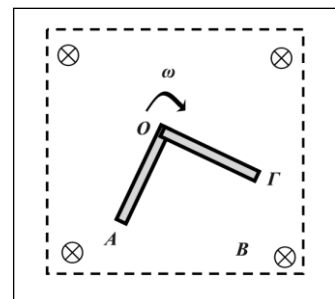
(γ) $V_{AO} = 0$

II. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και Γ είναι

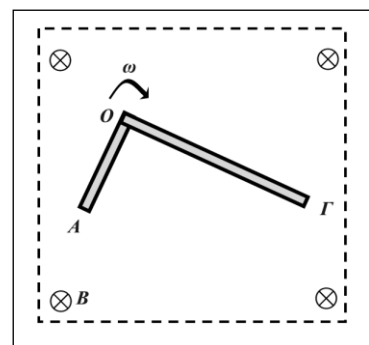
(α) $V_{A\Gamma} = \frac{1}{2}B\omega\ell^2$

(β) $V_{A\Gamma} = 0$

(γ) $V_{A\Gamma} = 2B\omega\ell^2$



•**B1.63** Μεταλλικό σύρμα AG , μήκους ℓ κάμπτεται έτσι ώστε να σχηματίζει μια ορθή γωνία $AO\Gamma$. Τα μήκη των πλευρών της γωνίας $OA = \ell_1$ και $OG = \ell_2$ έχουν τη σχέση $\ell_2/\ell_1 = \lambda$. Η γωνία του σχήματος περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα f γύρω από σταθερό άξονα που είναι κάθετος σ' αυτήν και διέρχεται από το σημείο καμπής O . Μαγνητικό πεδίο B είναι κάθετο στο επίπεδο περιστροφής της γωνίας. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο άκρων της γωνίας είναι ίση με



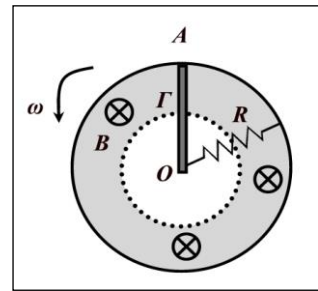
(α) $V_{\Gamma A} = \pi B f \ell^2 \frac{\lambda - 1}{\lambda + 1}$ (β) $V_{\Gamma A} = \pi B f \ell^2 \cdot \frac{\lambda + 1}{\lambda - 1}$ (γ) $V_{\Gamma A} = \frac{\pi}{2} B f \ell^2 \cdot \frac{\lambda - 1}{\lambda + 1}$

B1.64 Η αγώγιμη ράβδος αμελητέας αντίστασης, OA μήκους $\ell=1\text{m}$ περιστρέφεται γύρω από το άκρο της O με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega=100\text{rad/s}$ σε οριζόντιο επίπεδο. Κατά τη διάρκεια της κίνησης το μισό κατώτερο τμήμα της ράβδου, AG , βρίσκεται συνεχώς μέσα σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο $B=0,8\text{T}$. Το άκρο A της ράβδου εφάπτεται συνεχώς σε κυκλικό αγωγό αμελητέας αντίστασης και το κύκλωμα της ράβδου με τον κυκλικό αγωγό κλείνει μέσω αντίστασης $R=10\Omega$. Η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι:

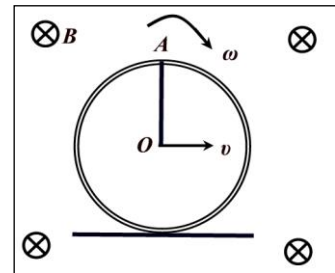
α. $I=3\text{A}$

β. $I=30\text{A}$

γ. $I=0,3\text{A}$



•**B1.65** Ο τροχός του σχήματος ακτίνας R κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει με ταχύτητα κέντρου μάζας v και γωνιακή ταχύτητα ω . Ομογενές μαγνητικό πεδίο B είναι συνεχώς κάθετο στο επίπεδο του τροχού. Μια ακτίνα του τροχού, μήκους $OA=R$ βρίσκεται τη χρονική στιγμή $t=0$ στην κατακόρυφη θέση που φαίνεται στο σχήμα. Η συνολική ΗΕΔ που αναπτύσσεται από επαγωγή στα άκρα της ακτίνας, σε μια τυχαία χρονική στιγμή t , ισούται

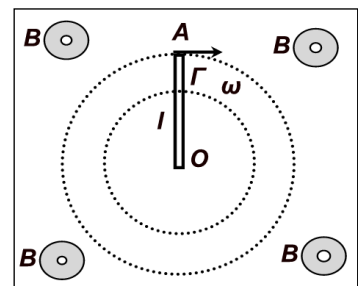


α. $E = \frac{1}{2}B\omega R^2 + B\omega R^2 \sin(\omega t)$

β. $E = \frac{1}{2}B\omega R^2 + B\omega R^2 \eta \mu(\omega t)$

γ. $E = \frac{1}{2}B\omega R^2 + B\omega R^2$

B1.66 Ευθύγραμμος αγωγός OA μήκους $\ell=3\text{m}$ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega=10\text{rad/s}$ γύρω από άξονα που είναι κάθετος σ' αυτόν και διέρχεται από το ένα άκρο του O . Μαγνητικό πεδίο $B=1\text{T}$ είναι κάθετο στην περιφέρεια που διαγράφει ο αγωγός. Ένα σημείο, Γ του αγωγού απέχει από το O , απόσταση, $O\Gamma=2\text{m}$. Η διαφορά δυναμικού $V_{\Gamma A}$ ισούται με

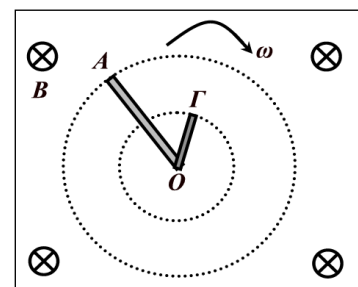


α. $V_{\Gamma A}=-25\text{V}$

β. $V_{\Gamma A}=25\text{V}$

γ. $V_{\Gamma A}=45\text{V}$

B1.67 Η σταθερή μεταλλική γωνία $AO\Gamma$ του σχήματος περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega=100\text{rad/s}$ γύρω από άξονα που είναι κάθετος σ' αυτήν και διέρχεται από το O . Τα σκέλη της έχουν μήκη $OA=\ell_1=2\text{m}$ και $O\Gamma=\ell_2=1\text{m}$. Μαγνητικό πεδίο $B=2\text{T}$ είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει η γωνία καθώς στρέφεται. Η διαφορά δυναμικού $V_{\Gamma A}$ ισούται με



α. $V_{\Gamma A}=-300\text{V}$

β. $V_{\Gamma A}=300\text{V}$

γ. $V_{\Gamma A}=400\text{V}$

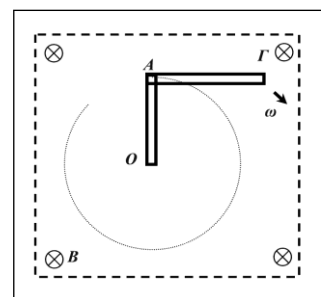
•**B1.68** Η ορθή μεταλλική γωνία $OA\Gamma$ του σχήματος περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega=100\text{rad/s}$ γύρω από άξονα που είναι κάθετος σ' αυτήν και διέρχεται από το O . Μαγνητικό πεδίο $B=2\text{T}$ είναι κάθετο στο επίπεδο που σαρώνει η γωνία καθώς στρέφεται. Δίνονται $OA=0,3\text{m}$ και $A\Gamma=0,4\text{m}$.

I. Η διαφορά δυναμικού $V_{\Gamma A}$ είναι

α. $V_{\Gamma A}=9\text{V}$

β. $V_{\Gamma A}=16\text{V}$

γ. $V_{\Gamma A}=-9\text{V}$



II. Η διαφορά δυναμικού $V_{O\Gamma}$ είναι

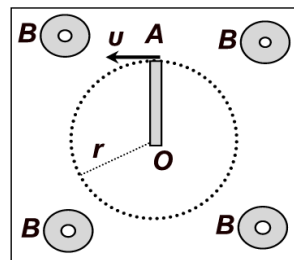
α. $V_{O\Gamma}=7\text{V}$

β. $V_{O\Gamma}=-7\text{V}$

γ. $V_{O\Gamma}=-25\text{V}$

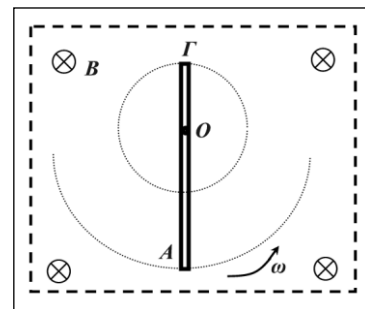
B1.69 Ο ευθύγραμμος αγωγός ΟΑ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα και διαγράφει 40 περιστροφές σε χρόνο $\Delta t = 2\pi$ sec, γύρω από άξονα που είναι κάθετος σ' αυτόν και διέρχεται από το ένα άκρο του Ο. Μαγνητικό πεδίο $B = 2T$ είναι κάθετο στην περιφέρεια ακτίνας r που διαγράφει ο αγωγός ενώ η ταχύτητα του άκρου Α είναι $40m/s$. Η ΗΕΔ που επάγεται στα άκρα Ο,Α του αγωγού είναι

- α. 40V με θετικό πόλο στο Α
β. 40V με θετικό πόλο στο Ο
γ. 20V με θετικό πόλο στο Α

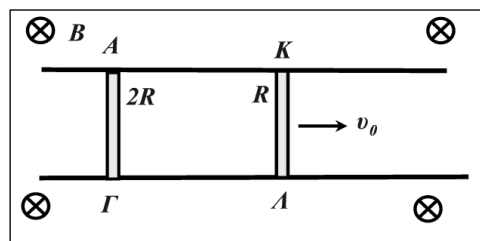


B1.70 Η αγωγή ράβδος ΑΓ μήκους 3m στρέφεται γύρω από άξονα που είναι κάθετος σ' αυτήν και διέρχεται από το Ο όπου ΟΓ=1m. Η γωνιακή ταχύτητα της ράβδου είναι $\omega = 10rad/s$ και το κάθετο μαγνητικό πεδίο $B = 1T$. Η διαφορά δυναμικού V_{AG} είναι

- α. 15v β. -15v γ. 30V



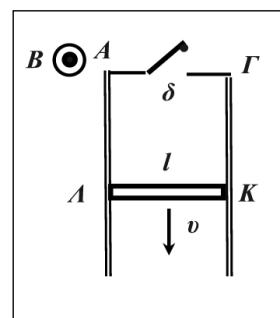
► **B1.71** Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί ΚΛ και ΑΓ, έχουν ο καθένας μήκος ℓ , μάζες m και $2m$ και αντιστάσεις R και $2R$ αντίστοιχα. Οι αγωγοί μπορούν να κινούνται πάνω σε δύο οριζόντια παράλληλα σύρματα xx' και yy' αμελητέας αντίστασης, και συνεχώς εφάπτονται αυτών όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σύστημα βρίσκεται σε όλη του την έκταση μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B .



Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, δίνουμε στον αγωγό ΚΛ αρχική ταχύτητα v_0 προς τα δεξιά. Κάποια στιγμή που η ταχύτητα του ΚΛ θα γίνει $\frac{1}{2}v_0$ η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αγωγούς θα είναι

- α. $I = 0$ β. $I = \frac{Bv_0\ell}{3R}$ γ. $I = \frac{Bv_0\ell}{12R}$

► **B1.72** Ραβδόμορφος αγωγός ΛΚ, αντίστασης R , μήκους $KL = \ell$ πέφτει μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B , όπως φαίνεται στο σχήμα, παραμένοντας συνεχώς κάθετος και σε επαφή με τις οριζόντιες αγωγίμες ράγες αμελητέας αντίστασης. Η κίνηση γίνεται χωρίς τριβές και η R είναι η μοναδική ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός η ράβδος δέχεται κατακόρυφη δύναμη $F = -\frac{1}{3}mg$ και το βάρος της mg και κινείται από την ηρεμία με σταθερή επιτάχυνση a . Ακινητοποιούμε τη ράβδο κλείνουμε το διακόπτη και την αφήνουμε να κινηθεί χωρίς την επίδραση της δύναμης F . Κάποια στιγμή που έχει επιτάχυνση a , η ταχύτητα v του αγωγού είναι



- α. $v = \frac{mgR}{3B^2\ell^2}$ β. $v = \frac{2mgR}{3B^2\ell^2}$ γ. $v = \frac{mgR}{2B^2\ell^2}$