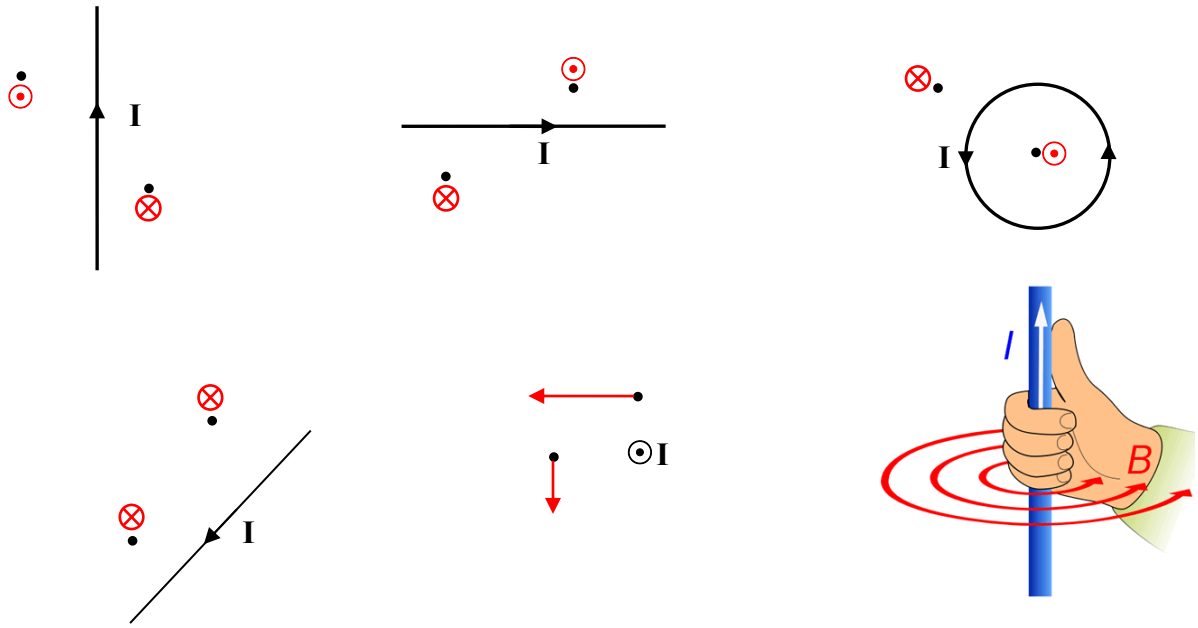


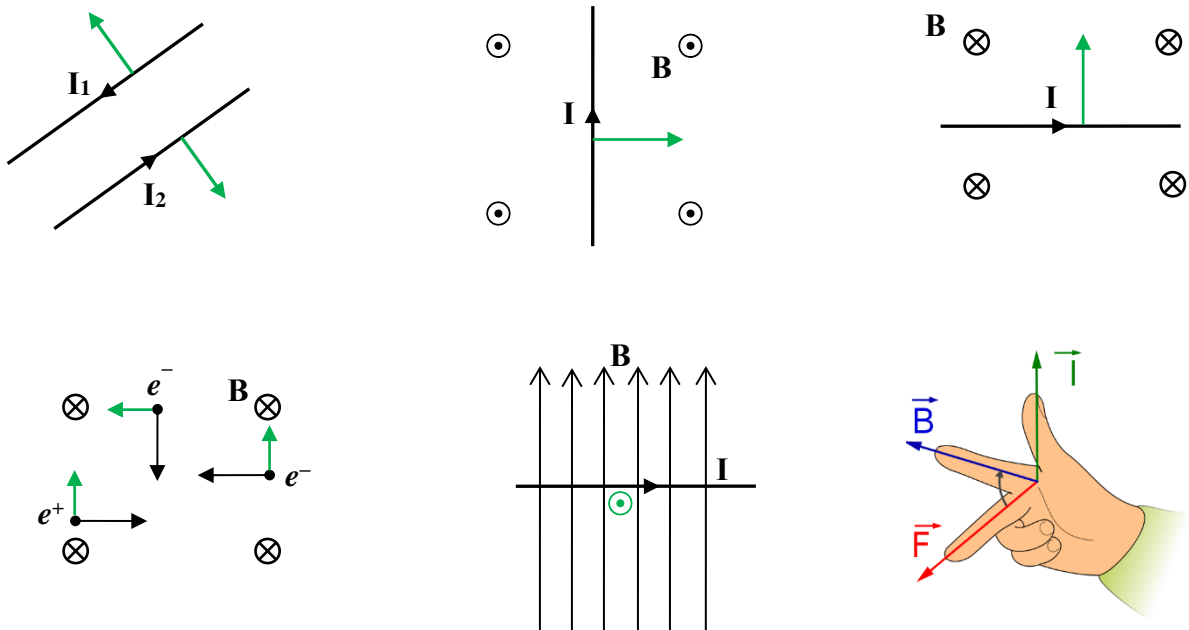
Βρείτε τη φορά του μαγνητικού πεδίου στα αντίστοιχα σημεία

⊗ Σημαίνει: μπαίνει στη σελίδα

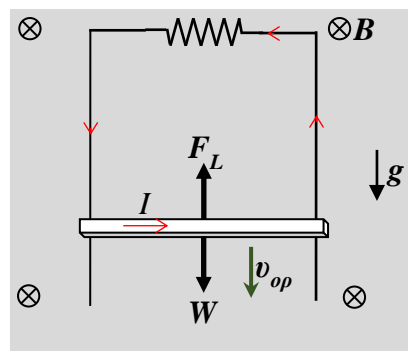
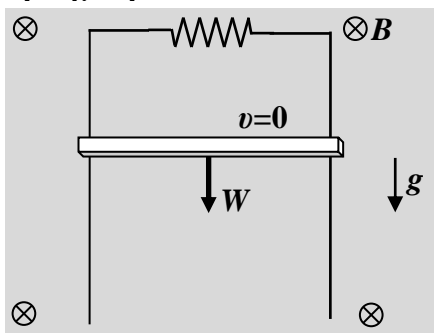
⊙ Σημαίνει: βγαίνει από τη σελίδα



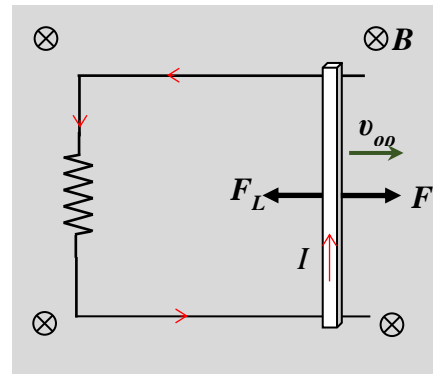
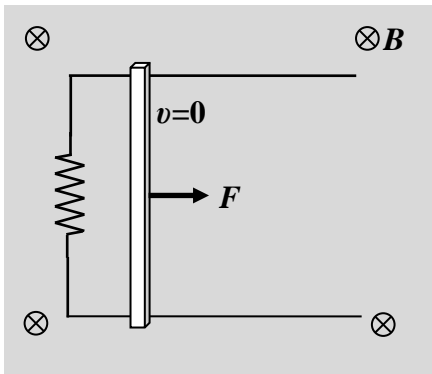
Βρείτε τη φορά της μαγνητικής δύναμης (Laplace ή Lorentz) στα αντίστοιχα ρεύματα ή σωματίδια



Οριακή ταχύτητα



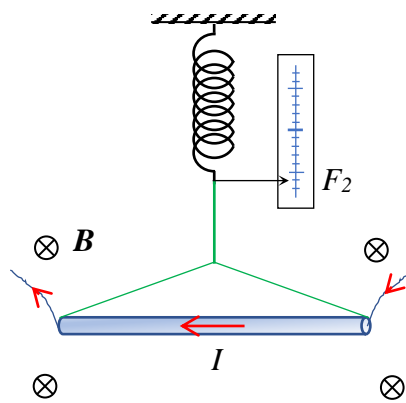
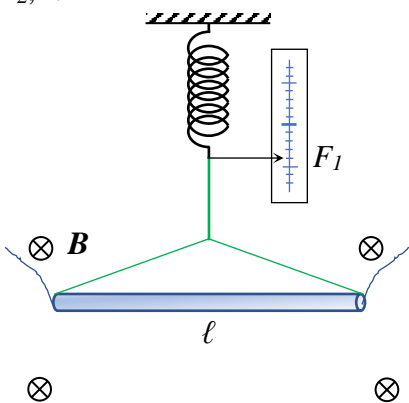
$$BI\ell = mg \Rightarrow B \frac{Bv_{op}\ell}{R} \ell = mg \Rightarrow v_{op} = \frac{mg}{B^2\ell^2 R}$$



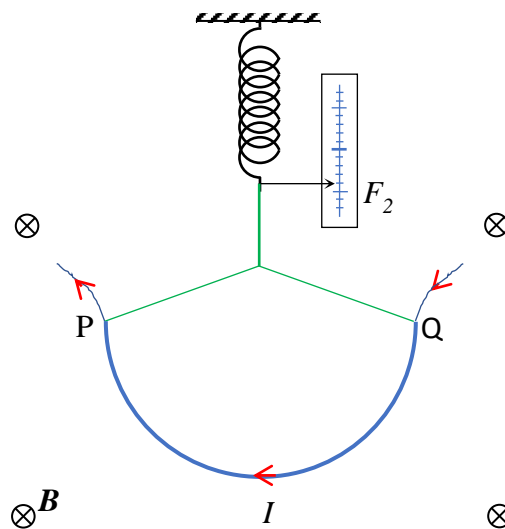
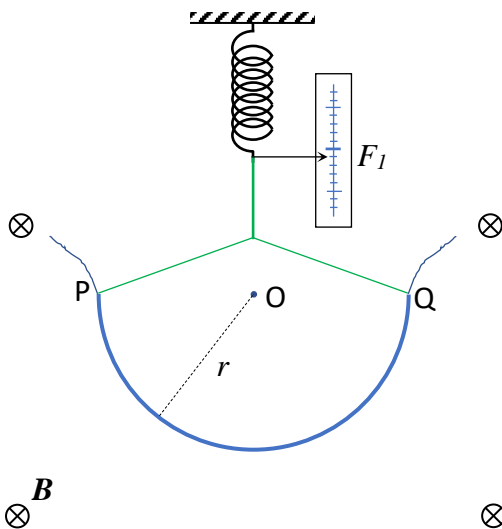
$$BI\ell = F \Rightarrow B \frac{Bv_{op}\ell}{R} \ell = F \Rightarrow v_{op} = \frac{F}{B^2\ell^2 R}$$

Μαγνητόμετρο

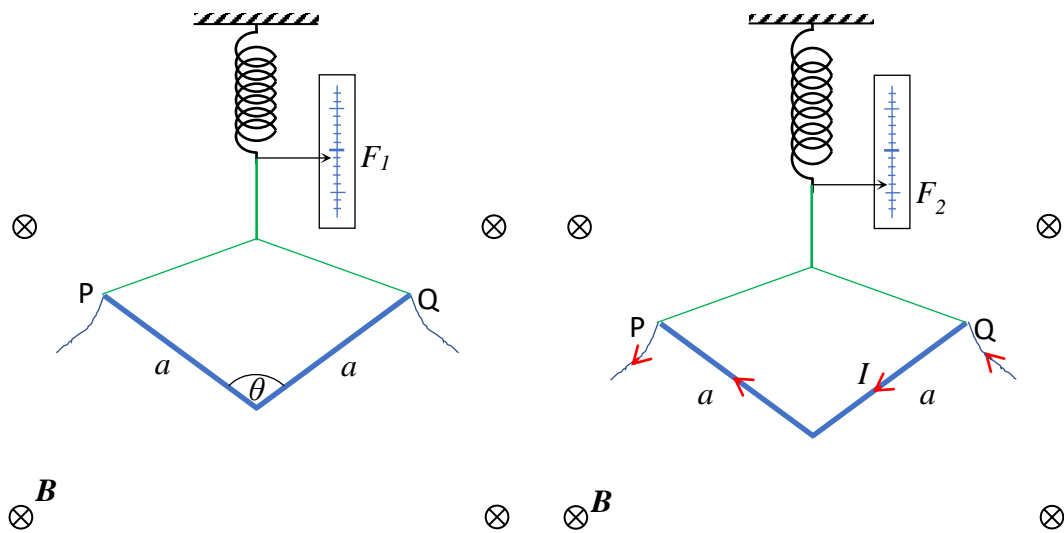
F_1, F_2, I : πόσο είναι το B



$$F_1 = mg, F_2 = mg + BI\ell \Rightarrow F_2 = F_1 + BI\ell \Rightarrow B = \frac{F_2 - F_1}{I\ell}$$

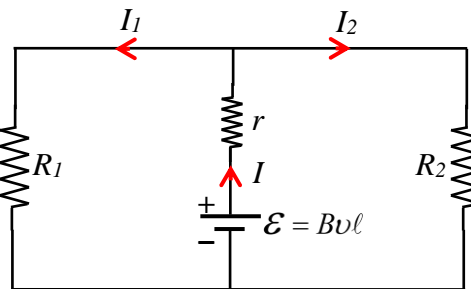
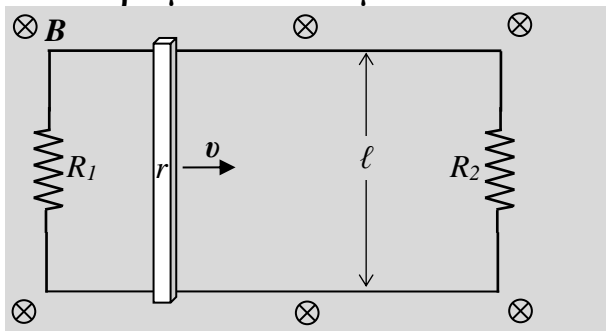


$$B = \frac{F_2 - F_1}{2Ir}$$



$$B = \frac{F_2 - F_1}{2Ia \sin(\theta/2)}$$

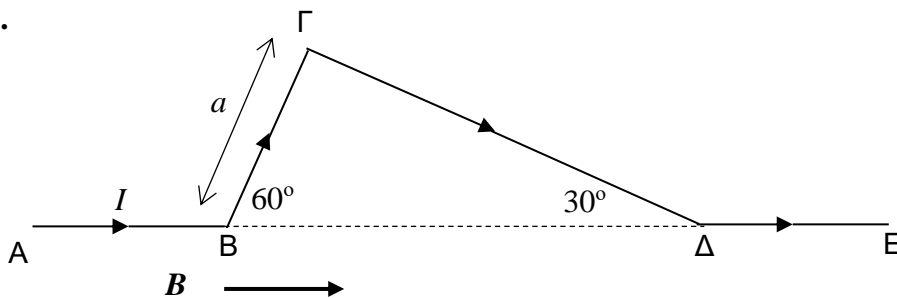
Πόσο είναι το ρεύμα στο κύκλωμα?



Ισοδύναμο κύκλωμα

$$R_{ολ} = r + R_1 \parallel R_2 = r + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}} = \frac{Bvl}{R_{ολ}} \quad \mathcal{E} = Bvl$$

2.

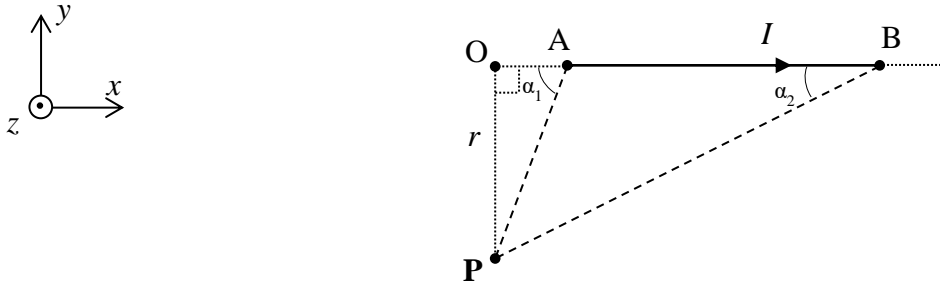


Τα οριζόντια τμήματα AB και ΔΕ του ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού έχουν επίσης μήκος a . Η συνολική δύναμη που ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο είναι :

- A) $4IaB$ B) 0 Γ) $\frac{1+\sqrt{3}}{2}IaB$ Δ) $\frac{5+\sqrt{3}}{2}IaB$

2. B) $\vec{F} = I \int_A^E d\vec{\ell} \times \vec{B} = I \left(\int_A^E d\vec{\ell} \right) \times \vec{B} = I \vec{\ell}_{AE} \times \vec{B} = 0$, επειδή $\vec{\ell}_{AE} \parallel \vec{B}$

3. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί στο σημείο P ο γραμμικός ρευματοφόρος αγωγός του σχήματος που είναι πεπερασμένου μήκους από το σημείο A στο σημείο B είναι :



- A) $-\hat{x} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_2)$ B) $-\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi} (\cos^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_1)$
 Γ) $-\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$ Δ) $-\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$

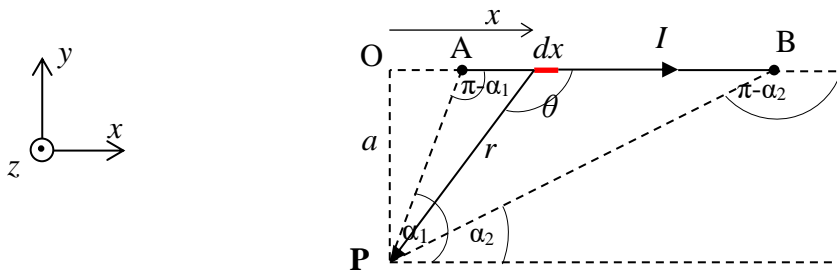
3. Δ) όχι μόνο είναι η μόνη έκφραση που καταλήγει στον γνωστό τύπο του γραμμικού ρευματοφόρου αγωγού άπειρου μήκους για $\alpha_2=0$ και $\alpha_1=\pi$

$$\vec{B} = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos 0 - \cos \pi) = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

αλλά είναι και η μόνη που δίνει το μαγνητικό πεδίο στη σωστή κατεύθυνση.

Η A) και Γ) απορρίπτονται γιατί το πεδίο είναι στη διεύθυνση $-\hat{z}$, ενώ απορρίπτεται και η B) γιατί δεν έχει διαστάσεις μαγνητικού πεδίου (λείπει το a στον παρονομαστή)

Επίσης η Δ) υπολογίζεται σχετικά εύκολα από τον νόμο των Biot-Savart



$$r = \sqrt{a^2 + x^2}, \hat{r} = \frac{1}{r}(x\hat{x} + a\hat{y}), d\vec{\ell} = dx\hat{x}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2} = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dx}{r^3} \hat{x} \times (x\hat{x} - a\hat{y}) = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{adx}{r^3} \hat{z}$$

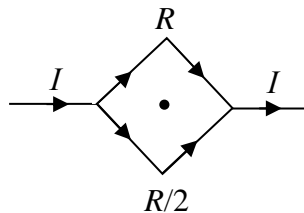
$$\cot \theta = -\frac{x}{a} \Rightarrow x = -a \cot \theta, dx = -a \frac{\sin \theta (-\sin \theta) - \cos \theta \sin \theta}{\sin^2 \theta} = a \sin^{-2} \theta, \sin \theta = \frac{a}{r}$$

$$d\vec{B} = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a^2 \sin^{-2} \theta}{a^3 \sin^{-3} \theta} d\theta = -\frac{\mu_0 I}{4\pi a} \sin \theta d\theta$$

$$\vec{B} = \int \vec{dB} = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \int_{\pi-\alpha_1}^{\pi-\alpha_2} \sin \theta d\theta = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} [-\cos(\pi - \alpha_2) + \cos(\pi - \alpha_1)] \Rightarrow$$

$$\vec{B} = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$$

4. Δίνεται ότι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από πεπερασμένου μήκους ευθύ ρευματοφόρο αγωγό πάνω στη μεσοκάθετο του είναι $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cos \alpha$ όπου r η απόσταση από τον αγωγό και α η γωνία της βάσης του ισοσκελούς τριγώνου που σχηματίζεται από το σημείο της μεσοκαθέτου και τον αγωγό. Στο παρακάτω τετράγωνο πλευράς a το κάτω τμήμα έχει τη μισή ηλεκτρική αντίσταση από το πάνω. Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου είναι :



- A) $\frac{\mu_0 I}{\pi a} \frac{\sqrt{2}}{6}$ προς τα έξω B) $\frac{\mu_0 I}{\pi a} \frac{\sqrt{2}}{6}$ προς τα μέσα
- Γ) $\frac{\mu_0 I}{\pi a} \frac{\sqrt{2}}{3}$ προς τα έξω Δ) $\frac{\mu_0 I}{\pi a} \frac{\sqrt{2}}{3}$ προς τα μέσα

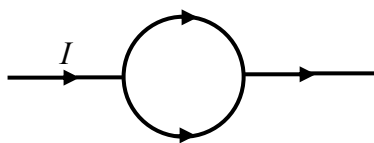
Σωστή απάντηση : Γ)

$$B_{\pi\acute{\alpha}\nu\omega} = -2 \cdot \frac{\mu_0 I_{\pi\acute{\alpha}\nu\omega}}{2\pi(a/2)} \cos 45^\circ \Rightarrow B_{\pi\acute{\alpha}\nu\omega} = -\sqrt{2} \cdot \frac{\mu_0 I_{\pi\acute{\alpha}\nu\omega}}{\pi a} \text{ και παρόμοια } B_{\kappa\acute{\alpha}\tau\omega} = \sqrt{2} \cdot \frac{\mu_0 I_{\kappa\acute{\alpha}\tau\omega}}{\pi a} . \text{ Όμως}$$

$$I_{\kappa\acute{\alpha}\tau\omega} = 2I_{\pi\acute{\alpha}\nu\omega} = 2I/3$$

$$\text{Οπότε } B = B_{\pi\acute{\alpha}\nu\omega} + B_{\kappa\acute{\alpha}\tau\omega} = \sqrt{2} \frac{\mu_0 I}{\pi a} \left(-\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \right) \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{\pi a} \frac{\sqrt{2}}{3}$$

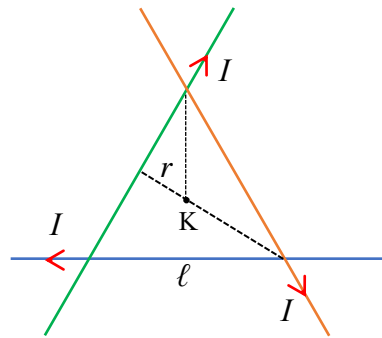
4. Ο κύκλος του σχήματος έχει ακτίνα R και τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα I . Το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του είναι :



- A) 0 B) $\frac{\mu_0 I}{2R}$ προς τα έξω
- Γ) $\frac{\mu_0 I}{2R}$ προς τα μέσα Δ) $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ προς τα έξω

A) Τα δύο πεδία έχουν ίσο μέτρο και αντίθετη φορά

5. Τρεις απείρου μήκους ευθείς ρευματοφόροι αγωγοί, ίδιου ρεύματος I , συνδυάζονται σε ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς ℓ όπως φαίνεται στο σχήμα (στις επαφές που είναι στις κορυφές του τριγώνου οι αγωγοί είναι μονωμένοι μεταξύ τους). Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τριγώνου είναι :

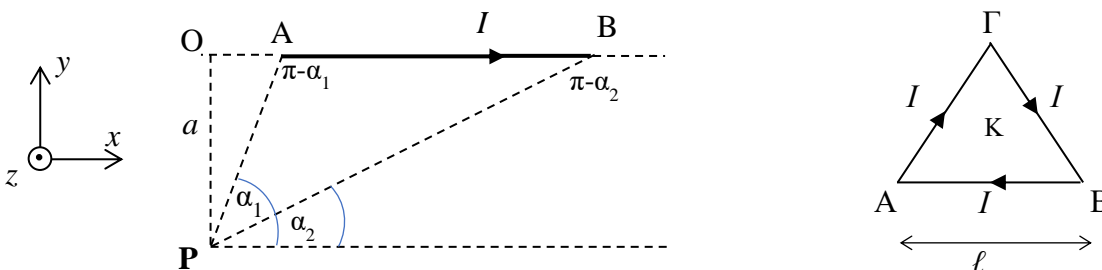


- A) 0 B) $\frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{\pi l}$ Γ) $\frac{3\mu_0 I}{2\pi l}$ Δ) $\frac{3\sqrt{3}\mu_0 I}{\pi l}$

Σωστή απάντηση : Δ) $B_3=3B_1$ όπου B_1 η συνεισφορά του καθενός αγωγού που θα υπολογιστεί από τον τύπο $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$. Η απόσταση r κάθε πλευράς από το κέντρο είναι $r=x/3$ (από γεωμετρία) όπου x το ύψος που βρίσκεται εύκολα από το πυθαγόρειο θεώρημα $x^2 + (\ell/2)^2 = \ell^2 \Rightarrow x = \ell\sqrt{3}/2$ άρα $r = \ell\sqrt{3}/6$. Η από το μικρό ορθογώνιο τριγωνάκι $r = \frac{\ell}{2} \tan 30^\circ = \frac{\ell}{2\sqrt{3}}$

6. [Ίδιο σχήμα με το προηγούμενο αλλά οι αγωγοί να είναι πεπερασμένου μήκους]

Αν το μαγνητικό πεδίο ενός πεπερασμένου μήκους, ευθύ ρευματοφόρου αγωγού είναι $\vec{B} = -\hat{z} \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$ (δες σχήμα) τότε το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K ενός ρευματοφόρου ισόπλευρου τριγώνου πλευράς ℓ είναι :



- A) $B = \frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{\pi l}$ B) $B = \frac{3\mu_0 I}{2\pi l}$ Γ) $B = \frac{3\sqrt{3}\mu_0 I}{\pi l}$ Δ) $B = \frac{9\mu_0 I}{2\pi l}$

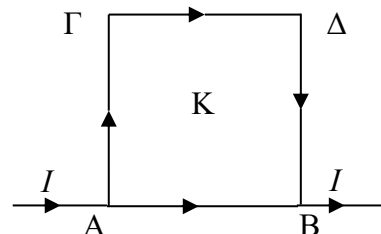
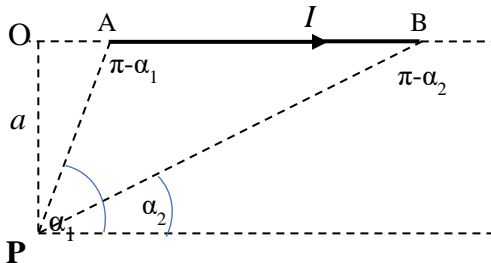
Σωστή απάντηση : Δ) $B=3B_\ell$ όπου B_ℓ η συνεισφορά της κάθε πλευράς που θα υπολογιστεί από τον τύπο που δίνεται. Αν x είναι το ύψος του τριγώνου τότε η απόσταση κάθε πλευράς από το κέντρο είναι $a=x/3$ (από γεωμετρία). Το ύψος βρίσκεται εύκολα από το πυθαγόρειο θεώρημα $x^2 + (\ell/2)^2 = \ell^2 \Rightarrow x = \ell\sqrt{3}/2$ άρα $a = \ell\sqrt{3}/6$

$$B_\ell = \frac{\mu_0 I}{4\pi(\ell\sqrt{3}/6)} (\cos 30^\circ - \cos 150^\circ) = \frac{3\mu_0 I}{2\sqrt{3}\pi\ell} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \right) \Rightarrow B_\ell = \frac{3\mu_0 I}{2\pi\ell}$$

που είναι η B)

Οι A) και Γ) αναφέρονται σε έναν και τρεις απείρου μήκους αγωγούς αντίστοιχα.

7. Από ομογενές αγώγιμο σύρμα κατασκευάζεται τετράγωνο πλευράς a το οποίο τροφοδοτείται με ρεύμα I στο σημείο Α. Το μαγνητικό πεδίο ενός πεπερασμένου μήκους αγωγού έχει μέτρο $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)$ (δες σχήμα) και κατεύθυνση που δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού. Η συνεισφορά των πλευρών του τετραγώνου στο μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του τετραγώνου είναι :



- A) 0 B) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi a}$ Γ) $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a}$ Δ) $\frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a}$

Σωστή απάντηση : Α)

Επειδή η αντίσταση του AB είναι το 1/3 του ΑΓΔΒ το ρεύμα στην πλευρά AB είναι 3I/4 και στις πλευρές ΑΓ, ΓΔ, ΔΒ είναι I/4. Η πλευρά AB δημιουργεί μαγνητικό πεδίο προς τα έξω της σελίδας ενώ οι ΑΓ, ΓΔ, ΔΒ προς τα μέσα της σελίδας. Επειδή τα μήκη των τριών πλευρών καθώς και οι αποστάσεις τους από το Κ είναι ίσες τα μαγνητικά πεδία θα είναι ανάλογα των ρευμάτων που τις διαρρέουν. Έτσι $B_{ΑΓ} = B_{ΓΔ} = B_{ΔΒ} = -B_{ΑΒ} / 3$ οπότε $B = B_{ΑΓ} + B_{ΓΔ} + B_{ΔΒ} + B_{ΑΒ} = 0$

8. Ένα ομογενές αγώγιμο σύρμα μήκους L που φέρει ρεύμα I λυγίζεται τη μία φορά σε τετράγωνο σχήμα και την άλλη φορά σε σχήμα κύκλου. Αν το πεδίο στο κέντρο του ρευματοφόρου τετραγώνου πλευράς ℓ είναι $B_\tau = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi \ell}$ και B_κ είναι το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κύκλου, τότε :

- A) $B_\tau \geq B_\kappa$ B) $B_\tau > B_\kappa$ Γ) $B_\tau = B_\kappa$ Δ) $B_\tau < B_\kappa$

Σωστή απάντηση : B) $B_\tau = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi(L/4)} = \frac{8\sqrt{2}}{\pi} \left(\frac{\mu_0 I}{L} \right)$, $B_\kappa = \frac{\mu_0 I}{2(L/2\pi)} = \pi \left(\frac{\mu_0 I}{L} \right)$ οπότε

$$B_\tau / B_\kappa = 8\sqrt{2} / \pi^2 = 8 \cdot 1,4142 / (3,1415)^2 \approx 11,2 / 10 = 1,12$$

9. Ένα ομογενές αγώγιμο σύρμα μήκους L που φέρει ρεύμα I λυγίζεται τη μία φορά σε τετράγωνο σχήμα και την άλλη φορά σε σχήμα κύκλου. Αν το πεδίο στο κέντρο ρευματοφόρου τετραγώνου πλευράς ℓ είναι $B = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi \ell}$ τότε ο λόγος του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του τετραγώνου B_τ ως προς το αντίστοιχο στο κέντρο του κύκλου B_κ είναι :

- A) $\frac{8\sqrt{2}}{\pi^2}$ B) $\frac{2\sqrt{2}}{\pi^2}$ Γ) 1 Δ) $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$

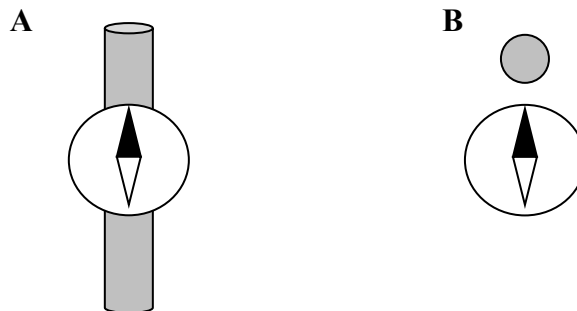
Σωστή απάντηση : Α)

$$B_r = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi(L/4)} = \frac{8\sqrt{2}}{\pi} \left(\frac{\mu_0 I}{L} \right), \quad B_k = \frac{\mu_0 I}{2(L/2\pi)} = \pi \left(\frac{\mu_0 I}{L} \right)$$

Πρέπει να θυμάστε το πεδίο στο κέντρο κυκλικού δακτυλίου ακτίνας R : $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

Επειδή η ακτίνα κύκλου με περίμετρο L είναι $L/2\pi$ ο λόγος B_r/B_k θα είναι ανάλογος του $1/\pi^2$ και οι Γ) και Δ) απορρίπτονται αμέσως γιατί η Γ) δεν έχει καθόλου π ενώ Δ) έχει μόνο π και όχι π^2 .

10. Ένας αγωγός τοποθετείται κοντά σε μια πυξίδα στις δύο θέσεις του σχήματος. Δηλαδή τη μια φορά κάτω από την πυξίδα και την άλλη όρθιος κάθετα στο επίπεδό της. Όταν από τον αγωγό διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα η βελόνα της πυξίδας θα κινηθεί όταν ο αγωγός είναι στη θέση :



- A) A B) B Γ) και στις δύο Δ) σε καμία από τις δύο

Γ) και στις δύο

X. Ένας αγωγός τοποθετείται δίπλα σε μια πυξίδα στις δύο θέσεις του σχήματος, τη μία φορά παράλληλα με το επίπεδό της και την άλλη κάθετα. Όταν από τον αγωγό διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα η βελόνα της πυξίδας θα κινηθεί όταν ο αγωγός είναι στη θέση (δίνεται η φορά του ρεύματος στο B):



- A) A B) B Γ) και στις δύο Δ) σε καμία από τις δύο

Δ) σε καμία από τις δύο

17. (2002) Ένας ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης 100 A. Η απόσταση από τον αγωγό, στην οποία η ένταση του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου B είναι $0,50 \times 10^{-4}$ T, είναι ίση προς

- α) $r = 0,40$ m β) $r = 0,04$ m γ) $r = 4,0$ m δ) $r = 4,0$ cm

$$\alpha) B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \Rightarrow r = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 100}{2\pi \cdot 0,5 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-1}$$

6. (2005) Ένα σύρμα μεταφέρει συνεχές ρεύμα σε ύψος 10 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της γης με κατεύθυνση από τη δύση προς την ανατολή. Ποια είναι η διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου ακριβώς κάτω από το σύρμα και πάνω στην επιφάνεια της γης;

- α) Από το νότο προς το βορά. β) Από τη δύση προς την ανατολή.
 γ) Από το βορά προς το νότο. δ) Από την ανατολή προς τη δύση.

α)

28. (2005) Ένα θετικό φορτίο q μάζας m κινείται μέσα σε ένα ομογενές σταθερό μαγνητικό πεδίο B και η τροχιά του είναι κάθετη στη διεύθυνση του πεδίου. Το φορτίο αυτό εκτελεί κυκλική κίνηση ακτίνας R και συχνότητας f . Ποιο είναι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου;

- α) $\frac{mf}{q}$ β) $2\pi \frac{mf}{q}$ γ) $\frac{m}{2\pi fq}$ δ) $\frac{mf}{qR}$

$$\beta) qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow B = \frac{mv}{qR} = \frac{m2\pi Rf}{qR} = 2\pi \frac{mf}{q}$$

31. (2005) Ένα μακρύ κυλινδρικό αγωγίμο σύρμα ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα που περιγράφεται από μια ομοιόμορφη πυκνότητα ρεύματος J . Ποιο είναι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου μέσα στον αγωγό σε απόσταση $r < R$, όπου η απόσταση r υπολογίζεται από τον άξονα του αγωγού;

- α) $\frac{1}{2} \mu_0 JR$ β) $\frac{1}{2} \mu_0 J \frac{R^2}{r}$ γ) $\frac{1}{2} \mu_0 Jr$ δ) $\frac{1}{2} \mu_0 J \frac{R^2}{r^2}$

$$\gamma) \text{Ampere: } \int_{C_2} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{\text{περικλ}} \Rightarrow \int_{C_2} B d\ell = \mu_0 J A_2 \Rightarrow B \int_{C_2} d\ell = \mu_0 J \pi r^2 \Rightarrow B 2\pi r = \mu_0 J \pi r^2 \Rightarrow$$

$$B = \frac{\mu_0}{2} Jr \quad \text{ανάλογο του } r$$

44. (2005) Κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα I και το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του είναι B . Αν υποδιπλασιαστεί το ρεύμα I , το πεδίο B :

- α) θα διπλασιαστεί β) θα τετραπλασιαστεί
 γ) θα υποδιπλασιαστεί δ) θα υποτετραπλασιαστεί

γ) $B \propto I$

1. (2006) Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο φορτίου q , τοποθετείται τη χρονική στιγμή $t=0$ με μηδενική αρχική ταχύτητα μέσα σ' ένα χώρο όπου υπάρχει ένα σταθερό ομογενές μαγνητικό και ένα σταθερό ομογενές ηλεκτρικό πεδίο τα οποία είναι παράλληλα μεταξύ τους. (Αγνοείστε τη βαρύτητα). Το σωματίδιο θα ακολουθήσει μια:

- α) ευθύγραμμη τροχιά. β) κυκλική τροχιά.
 γ) ελικοειδή τροχιά. δ) παραβολική τροχιά.

A) Αφού $v_0=0$ τροχιά ευθύγραμμη παράλληλη με το ηλεκτρικό πεδίο

$$t=0: \vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = q\vec{E}, \text{ επειδή } v_0=0, \text{ άρα } \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t = 0 + \vec{E} \frac{qt}{m} \quad \|\vec{E}\| \|\vec{B}\|$$

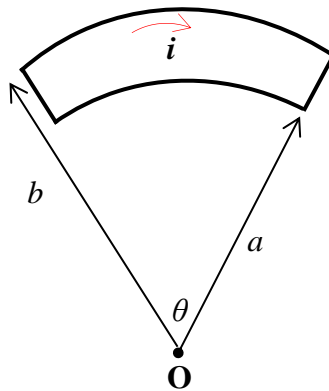
$$t>0: \vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = q\vec{E} \text{ επειδή } \vec{v} \parallel \vec{B}$$

9. (2006) Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται στην περιοχή ενός σταθερού ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, \vec{E} , και ενός σταθερού ομογενούς μαγνητικού πεδίου, \vec{B} , που η κατεύθυνσή του είναι κάθετη στο ηλεκτρικό πεδίο. Παρατηρούμε ότι η ταχύτητα \vec{v} του ηλεκτρονίου παραμένει αμετάβλητη. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι: (αγνοήστε τη βαρύτητα)

- α) η \vec{v} είναι παράλληλη στο \vec{E} και έχει μέτρο E/B
- β) η \vec{v} είναι παράλληλη στο \vec{B} και έχει μέτρο B/E
- γ) η \vec{v} είναι κάθετη και στο \vec{E} και στο \vec{B} και έχει μέτρο E/B
- δ) η \vec{v} είναι κάθετη και στο \vec{E} και στο \vec{B} και έχει μέτρο B/E

γ) επιλογέας ταχυτήτων $F_E = F_B \Rightarrow qE = qvB \Rightarrow v = E/B$

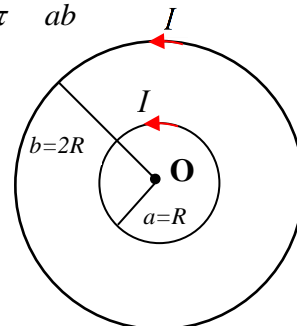
51. (2006) Ένας αγωγός αποτελείται από δυο κυκλικούς τομείς, με κέντρο το σημείο O και ακτίνας a και b ($a < b$) που ενώνονται από δυο ευθύγραμμα τμήματα όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα ευθύγραμμα τμήματα βρίσκονται κατά μήκος των ακτινών και σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία θ . Το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O όταν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα i , θα είναι:



- α) $B = \frac{\mu_0}{4\pi} i\theta \frac{b+a}{ab}$
- β) $B = \frac{\mu_0}{4\pi} i\theta \frac{b-a}{ab}$
- γ) $B = \frac{\mu_0}{4\pi} i\theta \frac{b}{a}$
- δ) $B = \frac{\mu_0}{4\pi} i\theta \frac{a}{b}$

β) $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\theta}{a}$, Προς τα έξω $B_{ολ} = B_a - B_b = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\theta}{a} - \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\theta}{b} = \frac{\mu_0 I\theta}{4\pi} \frac{b-a}{ab}$

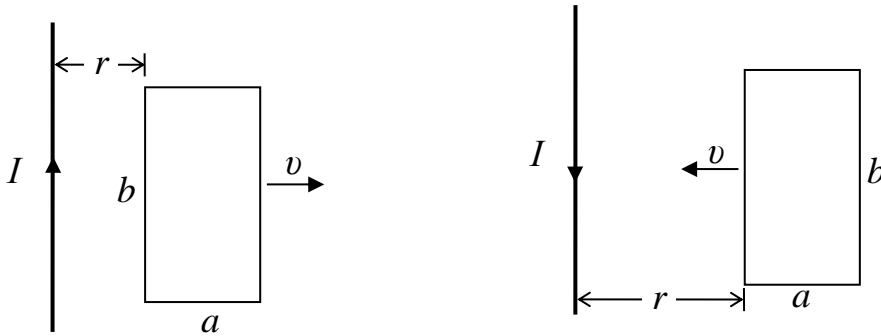
13. (2006) Δύο ομόκεντροι κυκλικοί αγωγοί ακτινών a, b διαρρέονται από ρεύμα I όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιο είναι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O (κοινό κέντρο των δύο ομόκεντρων κυκλικών αγωγών), αν $a=R$ και $b=2R$ (μ_0 είναι η μαγνητική σταθερά)



- α) $\frac{3\mu_0 I}{4R}$
- β) $\frac{3\mu_0 I}{2R}$
- γ) $\frac{\mu_0 I}{2R}$
- δ) $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

α) $\frac{\mu_0 I}{2R} + \frac{\mu_0 I}{2(2R)}$

4. 5. Μακρύς ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το ορθογώνιο πλαίσιο του σχήματος. Η απόσταση της αριστερής πλευράς του πλαισίου από τον αγωγό είναι r . Το πλαίσιο κινείται προς τα δεξιά.



4. (54 GRE9277)

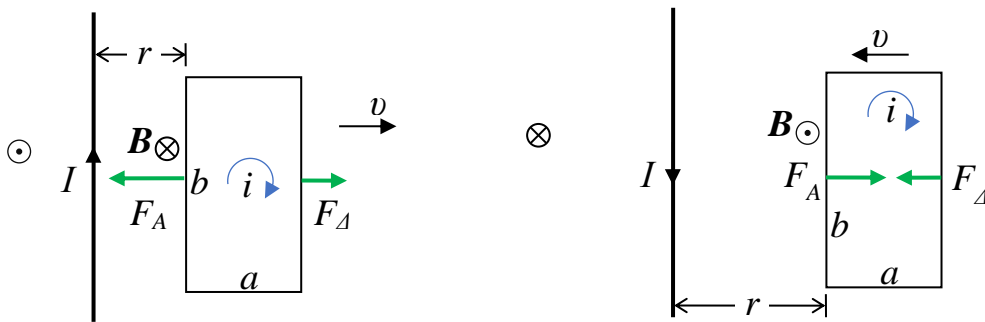
Ποιες είναι οι φορές του επαγωγικού ρεύματος στο πλαίσιο και των δυνάμεων Laplace στην αριστερή και στη δεξιά πλευρά του πλαισίου

	Φορά ρεύματος	Δύναμη στην αριστερή πλευρά	Δύναμη στην δεξιά πλευρά
A)	Ανθωρολογιακή	Προς τα αριστερά	Προς τα δεξιά
B)	Ανθωρολογιακή	Προς τα αριστερά	Προς τα αριστερά
Γ)	Ανθωρολογιακή	Προς τα δεξιά	Προς τα αριστερά
Δ)	Ωρολογιακή	Προς τα δεξιά	Προς τα αριστερά
E)	Ωρολογιακή	Προς τα αριστερά	Προς τα δεξιά

4. (54 GRE9277) E)

Το μαγνητικό πεδίο μειώνεται ως $1/r$ όσο απομακρυνόμαστε από τον ευθύγραμμο αγωγό. Άρα και η μαγνητική ροή στο ευθύγραμμο πλαίσιο, προς τα μέσα της σελίδας θα μειώνεται και το επαγωγικό ρεύμα για να την ενισχύσει θα έχει φορά ωρολογιακή. Αυτό σημαίνει πως ρέει προς τα κάτω στην δεξιά πλευρά (άρα δύναμη Laplace προς τα δεξιά) και προς τα πάνω στην αριστερή πλευρά (άρα δύναμη Laplace προς τα αριστερά). Η προς τα αριστερά δύναμη είναι μεγαλύτερη αφού η αριστερή πλευρά είναι πιο κοντά στον ευθύγραμμο αγωγό από την δεξιά και άρα η δύναμη θα επιβραδύνει το πλαίσιο.

Από νόμο του Lenz κατευθείαν: το επαγωγικό ρεύμα προκαλείται από την κίνηση προς τα δεξιά άρα το αποτέλεσμά του πρέπει να αντιτίθεται στην κίνηση αυτή. Οπότε η αριστερή πλευρά πρέπει να έλκεται από τον ευθύγραμμο αγωγό (άρα ομόρροπα ρεύματα) και η δεξιά πλευρά που είναι πιο μακριά (μικρότερη δύναμη) να απωθείται (οπότε ρεύματα αντίρροπα).



Το δεύτερο σχήμα δείχνει πως θα είναι το ρεύμα και οι δυνάμεις όταν και το ρεύμα και η ταχύτητα του πλαισίου αλλάζουν φορά.

5. (55 GRE9277)

Ποια είναι η συνισταμένη δύναμη στο πλαίσιο όταν το επαγωγικό ρεύμα είναι ίσο με i

- A) $\frac{\mu_0}{2\pi} Ii \ln\left(\frac{r+a}{r}\right)$ B) $\frac{\mu_0}{2\pi} Ii \ln\left(\frac{r}{r+a}\right)$ Γ) $\frac{\mu_0}{2\pi} Ii \frac{b}{a}$ Δ) $\frac{\mu_0}{2\pi} Ii \frac{ab}{r(r+a)}$ E) $\frac{\mu_0}{2\pi} Ii \frac{r(r+a)}{ab}$

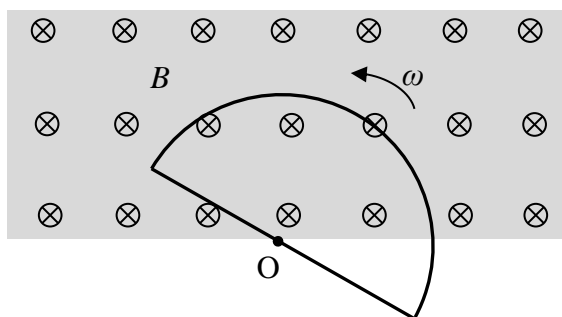
5. (55 GRE9277) Δ)

$$F = F_{ap} - F_{\delta\epsilon\xi} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{Ii}{r} b - \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{Ii}{r+a} b = \frac{\mu_0}{2\pi} Iib \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+a} \right) = \frac{\mu_0}{2\pi} Iib \left(\frac{r+a-r}{r(r+a)} \right) \Rightarrow$$

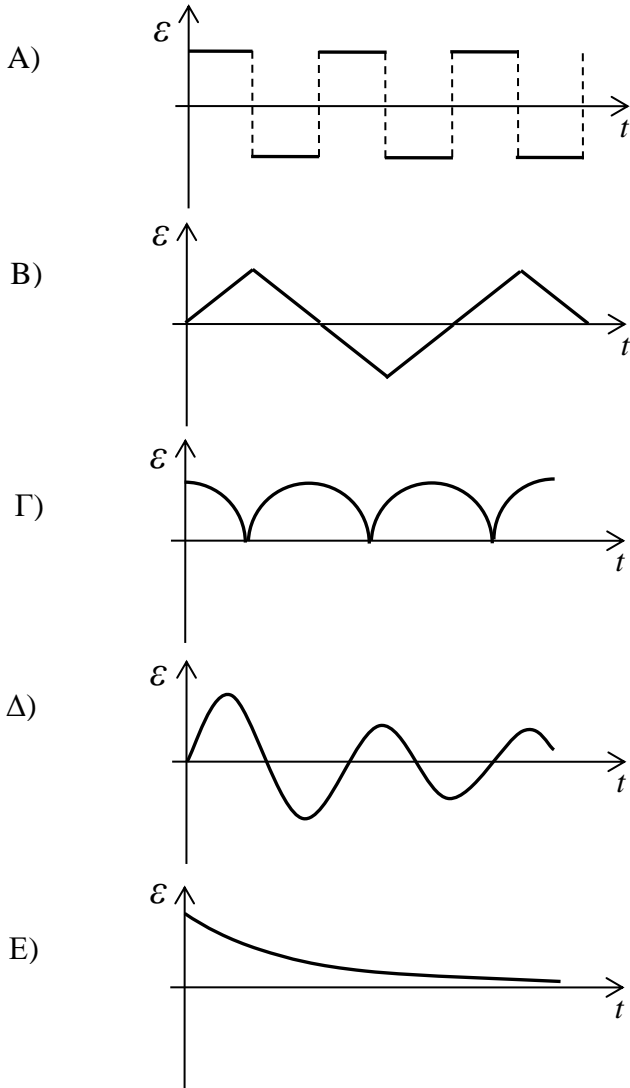
$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} Ii \frac{ab}{r(r+a)}$$

6. (57 GRE9277)

Αγώγιμος βρόχος με σχήμα ημικυκλίου περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω γύρω από άξονα που βρίσκεται στο κέντρο της διαμέτρου του και στην άκρη του μαγνητικού πεδίου και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Το ημικύκλιο βρίσκεται στο επίπεδο της σελίδας και το μαγνητικό πεδίο είναι κάθετο στη σελίδα με τη φορά του σχήματος.



Ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις αποδίδει ορθά τη χρονική εξάρτηση του μέτρου της επαγωγικής τάσης στο ημικυκλικό πλαίσιο ;



6. (57 GRE9277) A)

Η επαγωγική τάση αλλάζει φορά (απορρίπτονται Γ και Ε) και έχει σταθερό μέτρο (απορρίπτονται Β και Δ).

Έχει σταθερό μέτρο και όταν το ημικύκλιο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο και όταν εξέρχεται από αυτό. Όταν εξέρχεται έχει αντίθετη πολικότητα από όταν εισέρχεται. Το εμβαδόν $S(\theta)$ του κυκλικού τομέα που έχει εισέλθει στο πεδίο κάποια στιγμή είναι ανάλογο της γωνίας: $S(\theta) \propto \theta$. Το επαγωγικό ρεύμα είναι ανθρωρολογιακά άρα ως διάνυσμα το \vec{S} είναι αντίθετο από το \vec{B}

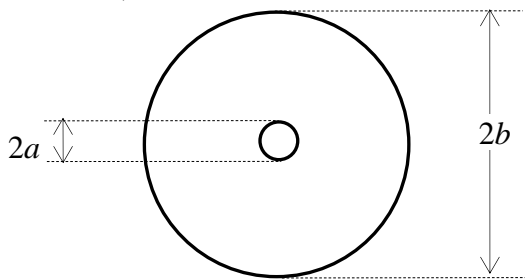
$$\Phi(\theta) = \vec{B} \cdot \vec{S}(\theta) = -BS(\theta), \quad \theta = \omega t, \quad \frac{S(\theta)}{S(2\pi)} = \frac{\theta}{2\pi} \Rightarrow S(\theta) = \frac{\theta}{2\pi} S(2\pi) = \frac{\theta}{2\pi} \pi R^2 \Rightarrow S(\theta) = \frac{\theta}{2} R^2$$

$$\Phi(\theta) = -BS(\theta) = -B \frac{\theta}{2} R^2 = -\frac{1}{2} B\omega R^2 t \Rightarrow \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{1}{2} B\omega R^2$$

Η κατευθείαν από τον τύπο της περιστρεφόμενης ράβδου που ξέρετε από το λύκειο. Επαγωγική τάση αναπτύσσεται μόνο στην περιστρεφόμενη ακτίνα μήκους R που κόβει μαγνητικές γραμμές κάθετα. Τα στοιχειώδη μήκη της περιμέτρου δεν κόβουν μαγνητικές γραμμές επειδή $\vec{v} \parallel d\vec{\ell} \Rightarrow d\mathcal{E}_{\text{περιμ.}} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{\ell} = 0$ (κινούνται παράλληλα με το μήκος τους, ενεργό μήκος στον τύπο Laplace=0). Άρα η επαγωγική τάση είναι:

$$\mathcal{E}_{\text{επαγ}} = \int_0^R (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{\ell} = \int_0^R (-vB\hat{r}) \cdot d\vec{r} = -B \int_0^R \omega r dr = -\frac{1}{2} B\omega R^2.$$

8. (81 GRE8677)



Μικρός αγώγιμος κυκλικός βρόχος ακτίνας a βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο και στο κέντρο δεύτερου πολύ μεγαλύτερου κυκλικού αγώγιμου βρόχου ακτίνας b . Ο μεγαλύτερος βρόχος διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα $I = I_0 \cos \omega t$. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη που επάγεται στο μικρότερο βρόχο είναι σε πολύ καλή προσέγγιση ίση με

- A) $\mu_0 I_0 \frac{\pi a^2}{2b} \omega \cos \omega t$ B) $\mu_0 I_0 \frac{\pi a^2}{2b} \omega \sin \omega t$ Γ) $\mu_0 I_0 \frac{\pi a}{2b^2} \omega \sin \omega t$
 Δ) $\mu_0 I_0 \frac{\pi a}{2b^2} \omega \cos \omega t$ E) $\mu_0 I_0 \frac{\pi a}{2b} \omega \sin \omega t$

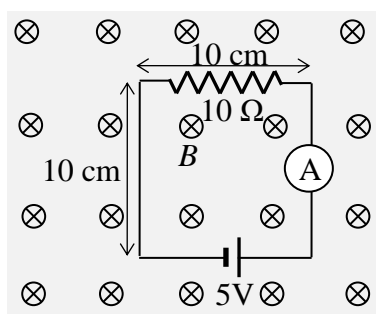
8. (81 GRE8677) **B)**

Σε πολύ καλή προσέγγιση, αφού ο εσωτερικός βρόχος είναι πολύ μικρός σε σχέση με τον μεγάλο μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το μαγνητικό πεδίο σε όλη την έκτασή του $S_a = \pi a^2$ είναι σταθερό, με τιμή

ίση με αυτή που έχει στο κέντρο : $B_b = \frac{\mu_0 I}{2b} = \frac{\mu_0 I_0}{2b} \cos \omega t$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(B_b S_a)}{dt} = -\frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 I_0}{2b} \cos \omega t \cdot \pi a^2 \right) = \mu_0 I_0 \frac{\pi a^2}{2b} \sin \omega t$$

9. (2 GRE9677)



Το παρακάτω κύκλωμα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου το μέτρο μειώνεται με ρυθμό 150 T/s . Η ένδειξη του αμπερόμετρου είναι :

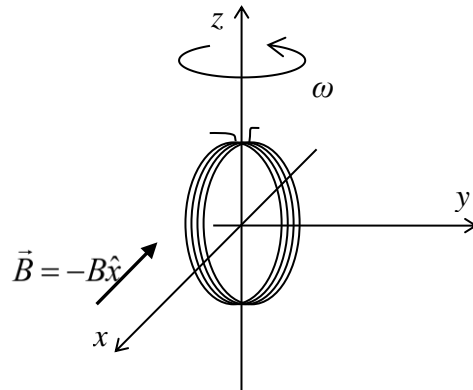
- A) 0,15 A B) 0,35 A Γ) 0,50 A Δ) 0,65 A E) 0,80 A

9. (2 GRE9677) **B)**

Το μαγνητικό πεδίο του επαγωγικού ρεύματος πρέπει να ενισχύσει το μειούμενο μαγνητικό πεδίο, άρα να έχει φορά προς τα μέσα της σελίδας. Οπότε το επαγωγικό ρεύμα έχει ωρολογιακή φορά, η οποία είναι αντίθετη με τη φορά του ρεύματος που δημιουργεί η σταθερή πηγή τάσης:

$$I = I_{πηγης} - I_{επαγ} = \frac{V}{R} - \frac{E_{επαγ}}{R} = \frac{V - \Delta\Phi/\Delta t}{R} = \frac{V - S\Delta B/\Delta t}{R} = \frac{5 - 0,1 \cdot 0,1 \cdot 150}{10} = \frac{5 - 1,5}{10} = \frac{3,5}{10} = 0,35 \text{ A.}$$

10. (86 GRE0177)



Κυκλικό αγώγιμο πλαίσιο με 15 σπείρες ακτίνας 1 cm περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 300 \text{ rad/s}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης 0,5 T. Τη χρονική στιγμή $t=0$ το πλαίσιο κείται στο επίπεδο xz. Αν η ωμική αντίσταση του πλαισίου είναι 9Ω ποιο είναι το μέτρο του επαγόμενου ρεύματος σε μιλιμπέρ;

- A) $225\pi \cos \omega t$ B) $250 \cos \omega t$ Γ) $0,08\pi \cos \omega t$ Δ) $1,7\pi \cos \omega t$ E) $25\pi \cos \omega t$

10. (86 GRE0177) E)

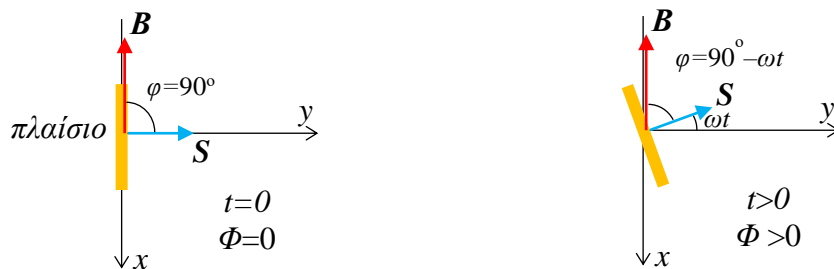
$$\Phi = NBS \cos(90^\circ - \omega t) = BN\pi r^2 \sin \omega t$$

$$I_{επαγ} = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{BN\pi r^2}{R} \frac{d \sin \omega t}{dt} = -\frac{BN\pi r^2}{R} \omega \cos \omega t$$

$$= -\frac{0,5 \cdot 15 \cdot \pi 0,01^2}{9} 300 \cos \omega t = -10^{-3} \frac{0,5 \cdot 30 \cdot 15}{3 \cdot 3} \pi \cos \omega t = -10^{-3} \frac{3 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 5}{3 \cdot 3} \pi \cos \omega t = -10^{-3} 25\pi \cos \omega t$$

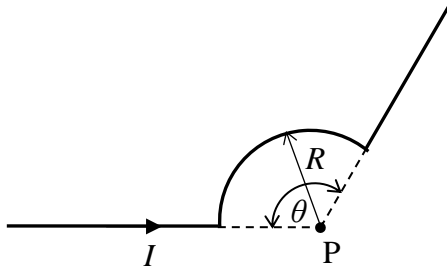
Η φορά του είναι ανθωρολογιακά.

Κάτοψη



Με μοναδιαία διανύσματα $\Phi = N\vec{B} \cdot \vec{S} = N(-B\hat{x}) \cdot (-S \sin \omega t \hat{x} + S \cos \omega t \hat{y}) = NBS \sin \omega t$

11. (88 GRE0177)



Τμήμα ευθυγράμμου ρευματοφόρου αγωγού διαμορφώνεται κυκλικά ώστε να έχει ακτίνα R και να εκτείνεται σε γωνία θ , όπως στο παραπάνω σχήμα. Το σημείο P είναι στο κέντρο του κύκλου. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Ποιο είναι το μέτρο του μαγνητικού πεδίου στο σημείο P ;

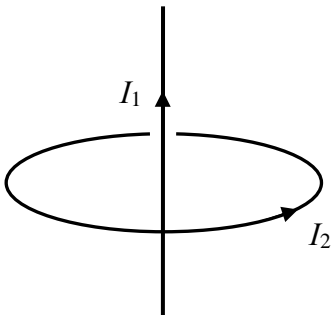
- A) 0 B) $\frac{\mu_0 I \theta}{4 R}$ Γ) $\frac{\mu_0 I \theta}{4\pi R}$ Δ) $\frac{\mu_0 I \theta}{4\pi R^2}$ Ε) $\frac{\mu_0 \theta I}{2 R^2}$

ΛΥΣΗ

11. (88 GRE0177) Γ)

$$\frac{B(\theta)}{B(2\pi)} = \frac{\theta}{2\pi} \Rightarrow B(\theta) = \frac{\theta}{2\pi} B(2\pi) = \frac{\theta}{2\pi} \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 \theta I}{4\pi R}$$

15. (4 GRE 0877)



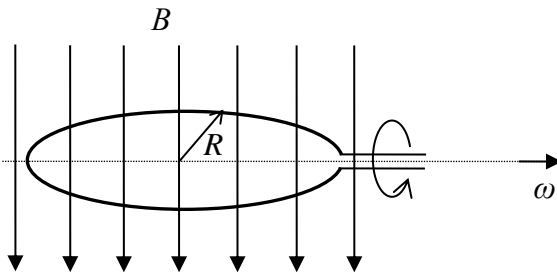
Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός απείρου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα I_1 περνάει από το κέντρο ρευματοφόρου δακτυλίου, που διαρρέεται από ρεύμα I_2 όπως στο σχήμα. Ο ευθύγραμμος αγωγός είναι κάθετος στο επίπεδο του δακτυλίου. Ποιο από τα παρακάτω περιγράφει τη μαγνητική δύναμη που δέχεται ο δακτύλιος από τον ευθύγραμμο αγωγό;

- A) ακτινικά και προς τα έξω
 B) ακτινικά και προς τα μέσα
 Γ) προς τα πάνω παράλληλα με τον άξονα του ευθύγραμμου αγωγού
 Δ) προς τα κάτω παράλληλα με τον άξονα του ευθύγραμμου αγωγού
 Ε) δεν υπάρχει μαγνητική δύναμη στον δακτύλιο

15. (4 GRE 0877) Ε)

Το ρεύμα κάθε στοιχειώδους μήκους του δακτυλίου είναι παράλληλο με το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός. Άρα η μαγνητική δύναμη Laplace σε κάθε στοιχείο του δακτυλίου είναι ίση με μηδέν.

16. (46 GRE9677)



Κυκλικός αγωγίμος βρόχος ακτίνας R περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Ο άξονας περιστροφής είναι κατά μήκος μιας διαμέτρου του βρόχου και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Αν η επαγόμενη ΗΕΔ δίνεται από τον τύπο $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cos \omega t$ τότε η γωνιακή ταχύτητα ω του βρόχου είναι ίση με:

- A) $\mathcal{E}_0 R/B$ B) $2\pi \mathcal{E}_0/R$ Γ) $\mathcal{E}_0/(B\pi R^2)$ Δ) $\mathcal{E}_0^2/(BR^2)$ E) $\tan \omega = \mathcal{E}_0/Bc$

16. (46 GRE9677) Γ)

Αλλάζει μόνο η γωνία θ μεταξύ των δύο διανυσμάτων \vec{S} επιφάνειας και \vec{B} μαγνητικού πεδίου, με σταθερό ρυθμό ω . Άρα αφού $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \theta$ από την παραγωγή $\mathcal{E} = -d\Phi/dt$ θα πάρουμε και ένα ω στο πλάτος της επαγωγικής τάσης.

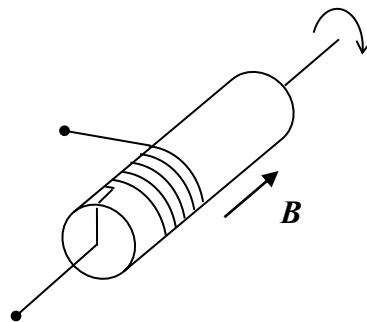
Οπότε από $\mathcal{E} = \omega BS \cos \omega t$ διαβάζουμε το πλάτος και λύνουμε ως προς ω :

$$\mathcal{E}_0 = \omega BS = \omega B\pi R^2 \Rightarrow \omega = \mathcal{E}_0/B\pi R^2$$

Το $\cos \omega t$ δεν μας απασχολεί. Σημαίνει απλά ότι η χρονική στιγμή $t=0$ δεν είναι αυτή της εικόνας, αλλά ότι έχουμε πάρει ως χρονική στιγμή $t=0$ τη στιγμή που τα δύο διανύσματα είναι κάθετα $\theta = \omega t + \pi/2$

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \theta = BS \cos(\omega t + \pi/2) = -BS \sin \omega t \Rightarrow d\Phi/dt = BS\omega \cos \omega t$$

17. (47 GRE9677)



Αγωγίμο σύρμα τυλίγεται γύρω από ξύλινο κύλινδρο ακτίνας R . Η μία άκρη του σύρματος συνδέεται στον άξονα του κυλίνδρου όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Ο κύλινδρος βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , με φορά παράλληλη με τον άξονα του και περιστρέφεται με N περιστροφές ανά δευτερόλεπτο. Ποια είναι η επαγόμενη ΗΕΔ μεταξύ των άκρων του σύρματος;

- A) 0 B) $2\pi NBR$ Γ) πNBR^2 Δ) BR^2/N E) πNBR^3

17. (47 GRE9677) Γ)

Το εμβαδόν του βρόχου αυξάνεται με ρυθμό $N\pi R^2$ καθώς προστίθενται N σπείρες εμβαδού πR^2 κάθε δευτερόλεπτο.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BA)}{dt} = -B \frac{dA}{dt} = -BN\pi R^2$$

Η πολικότητα είναι από τον άξονα (-) προς το άκρο που τυλίγεται (+), το επαγωγικό ρεύμα δηλαδή ρέει προς το άκρο του σύρματος που τυλίγεται.

M7-1

Ένα σύρμα μεταφέρει συνεχές ρεύμα σε ύψος 10 m πάνω από την επιφάνεια της Γης με κατεύθυνση από τη δύση προς την ανατολή. Ποια είναι η διεύθυνση του μαγνητικού του πεδίου ακριβώς κάτω από το σύρμα και πάνω στην επιφάνεια της Γης ;

- A. Από το νότο προς το βορά. B. Από τη δύση προς την ανατολή.
C. Από το βορά προς το νότο. D. Από την ανατολή προς τη δύση

ANSWER: A

M7-2

Κυκλικός αγωγός με ακτίνα 3,14 cm έχει το επίπεδό του οριζόντιο και διαρρέεται από ρεύμα 5 A, με φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού όταν κοιτάζουμε από πάνω. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού θα είναι :

- A. 10^{-4} T με φορά προς τα κάτω. B. 10^{-4} T με φορά προς τα πάνω.
C. 10^{-8} T με φορά προς τα κάτω. D. 10^{-8} T με φορά προς τα πάνω.

ANSWER: A

M7-3

Ο νόμος Biot-Savart

- A. είναι θεμελιώδης.
B. απορρέει από το νόμο Coulomb.
C. ισοδυναμεί με το νόμο του Gauss για το μαγνητικό πεδίο.
D. ισχύει και για χρονικώς μεταβαλλόμενο ρεύμα.

ANSWER: A

D όταν το ρεύμα είναι χρονικά μεταβαλλόμενο υπάρχει και χρονικά μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο το οποίο δημιουργεί πρόσθετο μαγνητικό πεδίο. Ο νόμος Biot-Savart οδηγεί στο νόμο του Ampere ο οποίος όμως χρειάζεται να συμπληρωθεί και με το ρεύμα μετατόπισης του Maxwell $i_D = \epsilon_0 \partial \vec{E} / \partial t$

M7-7

Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις είναι λανθασμένη ;

- A. Αν εκτείνουμε ένα πηνίο παράλληλα προς τον άξονά του ώστε το μήκος του να διπλασιαστεί, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του δεν θα μεταβληθεί.
B. Αν αναστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει ένα πηνίο, τότε το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του αναστρέφεται.
C. Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό σωληνοειδούς πηνίου μεγάλου μήκους είναι ομογενές.
D. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς πηνίου μεγάλου μήκους είναι ευθείες παράλληλες προς τον άξονα του πηνίου.

ANSWER: A

Αν «ανοίξουμε» το πηνίο σαν ελατήριο οι σπείρες θα αραιώσουν, δηλαδή ανά μονάδα μήκους θα είναι λιγότερες. Το μαγνητικό πεδίο για σταθερό αριθμό σπειρών είναι αντιστρόφως ανάλογο του μήκους $B = \mu_0 n I = \mu_0 N I / \ell$.

M7-10

Η δύναμη που ασκείται από ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο σε ευθύγραμμο σύρμα

- A. είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και στη διεύθυνση του σύρματος.
B. έχει μέτρο ανεξάρτητο από τον προσανατολισμό του σύρματος.
C. γίνεται μέγιστη όταν το σύρμα είναι παράλληλο προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
D. γίνεται ελάχιστη όταν το σύρμα σχηματίζει γωνία 45° με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

ANSWER: A

M7-11

Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις που αναφέρονται στη δύναμη που ασκείται από μαγνητικό πεδίο \vec{B} σε φορτισμένο σωματίδιο που κινείται με ταχύτητα \vec{v} είναι λανθασμένη ;

- A. Το μέτρο της δύναμης είναι ανεξάρτητο της γωνίας που σχηματίζουν τα \vec{B} και \vec{v} .
- B. Η δύναμη είναι κάθετη στα \vec{B} και \vec{v} .
- C. Η δύναμη δεν αλλάζει αν τα διανύσματα \vec{B} και \vec{v} αναστραφούν
- D. Αν το σωματίδιο κινείται παράλληλα προς το πεδίο δεν ασκείται σε αυτό δύναμη

ANSWER: A

M7-13

Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις είναι ορθή ;

- A. Οι δυναμικές γραμμές χρονικά μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου είναι κλειστές καμπύλες
- B. Η δύναμη που ασκείται από ηλεκτρικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο εξαρτάται από την ταχύτητά του
- C. Σε ένα κινούμενο φορτίο ασκείται πάντοτε δύναμη από μαγνητικό πεδίο
- D. Ο χρόνος που απαιτείται για να διαγράψει έναν κύκλο ένα φορτισμένο σωματίδιο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο είναι ανάλογος της ακτίνας του κύκλου

ANSWER: A

Πάντα οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι κλειστές καμπύλες. Ο νόμος του Gauss για το μαγνητικό πεδίο δίνει πάντα $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

M7-14

Ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα που σχηματίζει οξεία γωνία με τις δυναμικές του γραμμές. Η τροχιά που θα ακολουθήσει θα είναι :

- A. ελικοειδής
- B. ευθύγραμμη
- C. κυκλική
- D. παραβολική

ANSWER: A

Ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με ταχύτητα που δεν σχηματίζει γωνία με τις δυναμικές του γραμμές. Η τροχιά που θα ακολουθήσει θα είναι :

- A. ευθύγραμμη
- B. Παραβολική
- C. κυκλική
- D. ελικοειδής

ANSWER: A

M7-15

Πρωτόνια p ($m, +e$) και σωματίια α ($4m, +2e$), εκτελούν κυκλικές κινήσεις υπό την επίδραση ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Τότε :

- A. τα πρωτόνια έχουν διπλάσια συχνότητα από τα σωματίια α
- B. τα σωματίια α έχουν διπλάσια συχνότητα από τα πρωτόνια
- C. τα πρωτόνια έχουν τετραπλάσια συχνότητα από τα σωματίια α
- D. και τα δύο είδη σωματιδίων έχουν την ίδια συχνότητα

ANSWER: A

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow qB = \frac{mv}{R} = \frac{m2\pi Rf}{R} \Rightarrow f = \frac{q}{m} \frac{B}{2\pi}$$

M7-22

Κατά την κίνηση φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο :

- A. διατηρείται σταθερή η κινητική ενέργεια και μεταβάλλεται η ορμή.
- B. διατηρείται σταθερή η ορμή και μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια.
- C. διατηρείται σταθερή και η κινητική ενέργεια και η ορμή.
- D. μεταβάλλεται και η κινητική ενέργεια και η ορμή.

ANSWER: A

Η κινητική ενέργεια δεν μεταβάλλεται επειδή η μαγνητική δύναμη δεν παράγει έργο. Το μέτρο της ορμής δεν αλλάζει αλλά η διεύθυνσή της αλλάζει.

M7-23

K. Φιλίππιδης

Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς ηλεκτρονίου με κινητική ενέργεια 2×10^{-15} J σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ένταση 5×10^{-4} T είναι :

[δίνονται $q_e = -e = -1,6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9 \times 10^{-31}$ kg]
 A. 75 cm B. 10 cm C. 50 cm D. 1 cm

ANSWER: A

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \times 10^{-15}}{9 \times 10^{-31}}} = \frac{2}{3} \times 10^8$$

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow qB = \frac{mv}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{9 \times 10^{-31} \cdot \frac{2}{3} \times 10^8}{1,6 \times 10^{-19} \cdot 5 \times 10^{-4}} = \frac{3}{4} \times 10^{-31+8+19+4} = \frac{3}{4}$$

M7-24

Όμοια φορτισμένα σωματίδια ξεκινούν από ένα σημείο ομογενούς μαγνητικού πεδίου με ταχύτητες κάθετες προς τις δυναμικές γραμμές και με διάφορες διευθύνσεις και μέτρα. Τα σωματίδια θα διαγράψουν κυκλικές τροχιές :

- A. με την ίδια περίοδο και διαφορετικές ακτίνες
- B. με την ίδια ακτίνα και διαφορετικές περιόδους
- C. με την ίδια περίοδο και ίσες ακτίνες
- D. η ακτίνα καθώς και η περίοδος θα είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο της ταχύτητας
- E. κάποια σωματίδια θα διαγράψουν ελικοειδής τροχιές

ANSWER: A

M7-28

Ένα πρωτόνιο διαγράφει κυκλική τροχιά σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και έχει ενέργεια 2 MeV. Για να διαγράψει ένα σωματίο α τροχιά με την ίδια ακτίνα στο ίδιο μαγνητικό πεδίο πρέπει να έχει ενέργεια :

- A. 2 MeV B. 1 MeV C. 4 MeV D. 8 MeV

ANSWER: A

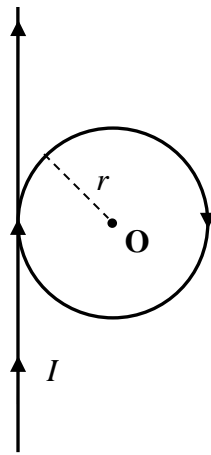
Δεν σας νοιάζει σε τι μονάδες εκφράζεται η ενέργεια.

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}, \quad qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow qB = \frac{mv}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mK}}{qB}$$

$$R_\alpha = R_p \Rightarrow \frac{\sqrt{2m_\alpha K_\alpha}}{q_\alpha B} = \frac{\sqrt{2m_p K_p}}{q_p B} \Rightarrow \frac{\sqrt{2 \cdot 4m K_\alpha}}{2eB} = \frac{\sqrt{2m K_p}}{eB} \Rightarrow K_\alpha = K_p = 2 \text{ MeV}$$

M7-4

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο O του σχήματος είναι :



- A. $\frac{(\pi + 1)\mu_0 I}{2\pi r}$ με φορά προς τα μέσα
- B. $\frac{(\pi - 1)\mu_0 I}{2\pi r}$ με φορά προς τα μέσα
- C. $\frac{\mu_0 I}{\pi r}$ με φορά προς τα έξω
- D. $\frac{\mu_0 I}{r}$ με φορά προς τα μέσα

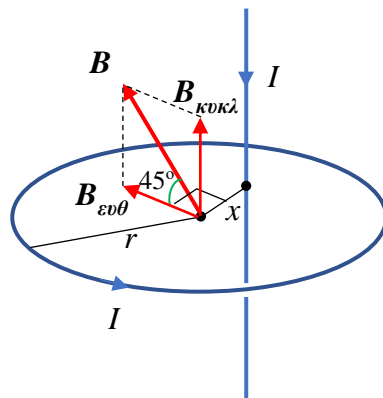
ANSWER: A

M7-6

Ευθύγραμμο ρευματοφόρο σύρμα μεγάλου μήκους διαπερνά κάθετα το επίπεδο κυκλικού σύρματος, ακτίνας $r = 6,28 \text{ cm}$ το οποίο διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα I . Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού σύρματος σχηματίζει με το επίπεδό του γωνία 45° , τότε η απόσταση x του ευθύγραμμου σύρματος από το κέντρο του κυκλικού είναι :

- A. 2 cm
- B. 1 cm
- C. 4 cm
- D. 3,14 cm

ANSWER: A



Τα μέτρα των δυο πεδίων πρέπει να είναι ίσα αφού το ορθογώνιο τρίγωνο έχει γωνίες 45° και άρα είναι ισοσκελές:

$$B_{\text{κυκλ}} = B_{\text{ευθ}} \Rightarrow \frac{\mu_0 I}{2 r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} \Rightarrow x = \frac{r}{\pi}$$

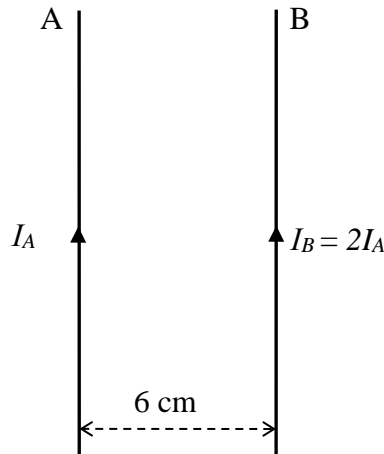
M7-8

Δύο παράλληλα ευθύγραμμα σύρματα Α και Β μεγάλου μήκους, διαρρέονται από ρεύματα I_A και $I_B = 2 I_A$, ενώ η απόσταση μεταξύ τους είναι 6 cm. Τα σημεία στα οποία η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν τα σύρματα είναι μηδέν :

- A. απέχουν 2 cm από το σύρμα Α και βρίσκονται στα δεξιά του
- B. απέχουν 6 cm από το σύρμα Α και βρίσκονται στα αριστερά του
- C. απέχουν 2 cm από το σύρμα Β και βρίσκονται στα δεξιά του
- D. απέχουν 4 cm από το σύρμα Α και βρίσκονται στα δεξιά του

Κ. Φιλίππιδης

ANSWER: A



Μονό ανάμεσα τους τα μαγνητικά πεδία των δύο συρμάτων είναι αντίθετα και άρα το συνολικό πεδίο μπορεί να μηδενιστεί

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi x} = \frac{\mu_0 2I}{2\pi 6-x}$$

M7-12

Σωματίδιο μάζας m και φορτίου q εισέρχεται με ταχύτητα \vec{v} σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Η διεύθυνση της ταχύτητας σχηματίζει γωνία θ με τις δυναμικές γραμμές. Τότε :

- A. Αν $\theta = 90^\circ$ το σωματίδιο θα διαγράψει κυκλική τροχιά με γωνιακή ταχύτητα ανεξάρτητη από το μέτρο της ταχύτητας
- B. Αν $\theta = 0^\circ$ η κινητική ενέργεια του σωματιδίου δεν θα μεταβάλλεται, ενώ αυτό δεν θα συμβαίνει αν $\theta > 0^\circ$
- C. Αν $\theta = 90^\circ$ η ορμή του σωματιδίου δεν θα μεταβάλλεται
- D. Αν $\theta \neq 0^\circ$ το σωματίδιο θα διαγράψει κυκλική τροχιά με ακτίνα $R = \frac{mv}{qB}$

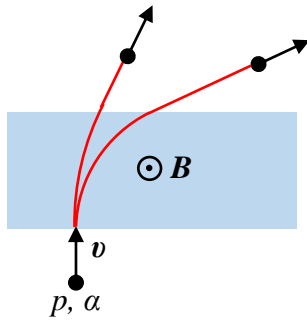
ANSWER: A

- B η κινητική ενέργεια ποτέ δεν αλλάζει επειδή η μαγνητική δύναμη είναι κάθετη στην ταχύτητα και άρα δεν παράγει έργο
- C το μέτρο της ορμής δεν αλλάζει, όμως η διεύθυνσή της αλλάζει
- D θα κάνει ελικοειδή τροχιά

M7-16

Πρωτόνια p ($m, +e$) και σωματία a ($4m, +2e$), εισέρχονται με την ίδια μεγάλη ταχύτητα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το διασχίζουν πριν ολοκληρώσουν ένα τεταρτοκύκλιο της τροχιά τους και εξέρχονται έχοντας υποστεί εκτροπή από την αρχική τους διεύθυνση. Τότε :

- A. η εκτροπή είναι μεγαλύτερη για τα πρωτόνια
- B. η εκτροπή είναι μικρότερη για τα πρωτόνια
- C. η εκτροπή θα είναι η ίδια και για τα δύο είδη σωματιδίων
- D. ποιο σωματίδιο θα εκτραπεί περισσότερο, εξαρτάται από τη χωρική έκταση του μαγνητικού πεδίου



ANSWER: A

Αυτό που έχει τη μικρότερη ακτίνα εκτρέπεται περισσότερο.

$$R = \frac{mv}{qB}, \text{ πρωτόνιο: } R_p = \frac{mv}{eB}, \text{ σωματίο } \alpha: R_\alpha = \frac{4mv}{2eB} = 2 \frac{mv}{eB} = 2R_p$$

M7-17

Φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα που σχηματίζει οξεία γωνία με τις δυναμικές του γραμμές και κινείται διαγράφοντας ελικοειδή τροχιά. Το βήμα p της έλικας είναι η απόσταση ανάμεσα στις σπείρες, ενώ η ακτίνα r της έλικας είναι η ακτίνα των κύκλων της. Αν η γωνία μεταξύ της ταχύτητας και των δυναμικών γραμμών μειωθεί, ενώ το μέτρο της ταχύτητας παραμένει σταθερό, τότε :

- A. θα αυξηθεί το βήμα p ενώ η συχνότητα f με την οποία διαγράφονται οι κύκλοι της έλικας, θα παραμείνει η ίδια.
- B. θα αυξηθεί η ακτίνα r ενώ η συχνότητα f με την οποία διαγράφονται οι κύκλοι της έλικας, θα παραμείνει η ίδια.
- C. θα ελαττωθεί η ακτίνα r και θα αυξηθεί η συχνότητα r με την οποία διαγράφονται οι κύκλοι της έλικας.
- D. θα αυξηθεί το βήμα p και θα παραμείνει σταθερή η ακτίνα r .

ANSWER: A

Η συχνότητα και η περίοδος της κυκλικής κίνησης δεν εξαρτώνται ούτε από την ταχύτητα ούτε από την ακτίνα του κύκλου $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi m}{qB}$.

Το βήμα p της έλικας (pitch) εξαρτάται από την παράλληλη στο πεδίο B συνιστώσα της ταχύτητας και είναι η απόσταση που έχει διανύσει το σωματίδιο κάθετα στο επίπεδο του κύκλου στο χρόνο μιας περιστροφής

$$p = v_{\parallel} T \Rightarrow p = \frac{2\pi m}{qB} v \cos \theta \text{ άρα } \theta \downarrow \Rightarrow \cos \theta \uparrow \Rightarrow p \uparrow$$

Αφού έχει μεγαλύτερη συνιστώσα παράλληλη προς το πεδίο θα διανύσει και μεγαλύτερη απόσταση

M7-18

Δύο σωματίδια A και B, που φέρουν το ίδιο φορτίο, επιταχύνονται υπό την επίδραση της ίδιας πτώσης τάσης V . Ακολουθώντας εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές του γραμμές και διαγράφουν κυκλικές τροχιές με ακτίνες R_A και R_B . Ο λόγος m_A / m_B των μαζών των σωματιδίων είναι ίσος με :

- A. $\left(\frac{R_A}{R_B}\right)^2$
- B. $\frac{R_A}{R_B}$
- C. $\sqrt{\frac{R_A}{R_B}}$
- D. $\sqrt{\frac{R_B}{R_A}}$

ANSWER: A

$$\frac{1}{2} m v^2 = qV, \quad R = \frac{m v}{qB} = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mV}{q}} \Rightarrow m = \frac{qB^2 R^2}{2V} \Rightarrow m \propto R^2, \quad \frac{m_A}{m_B} = \frac{R_A^2}{R_B^2}$$

M7-19 [ίδια με την παραπάνω με συγκεκριμένα σωματίδια]

Ένα πρωτόνιο p ($m, +e$) και ένα σωματίο α ($4m, +2e$), επιταχύνονται υπό την επίδραση της ίδιας τάσης V και εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Ο λόγος R_α/R_p των ακτίνων των κυκλικών τροχιών που διαγράφουν είναι ίσος με :

- A. $\sqrt{2}$ B. 2 C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ D. 4

ANSWER: A

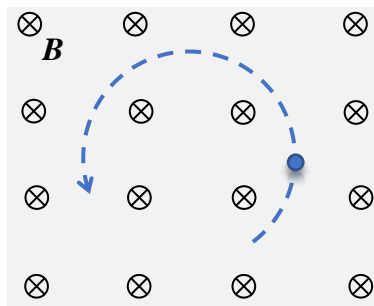
$$\frac{1}{2} m v^2 = qV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}, \quad m \frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow R = \frac{m v}{qB} = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{\frac{m}{q}} \frac{\sqrt{2V}}{B} \Rightarrow R \propto \sqrt{\frac{m}{q}}$$

$$\frac{R_\alpha}{R_p} = \frac{\sqrt{\frac{m_\alpha}{q_\alpha}}}{\sqrt{\frac{m_p}{q_p}}} = \frac{\sqrt{\frac{4m}{2e}}}{\sqrt{\frac{m}{e}}} = \sqrt{2}$$

M7-21 positive

Στο σχήμα φαίνεται η τροχιά φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το σωματίδιο που θα μπορούσε να διαγράψει αυτή την τροχιά είναι :

- A. πρωτόνιο B. άτομο He C. νετρόνιο D. ηλεκτρόνιο E. αντιπρωτόνιο

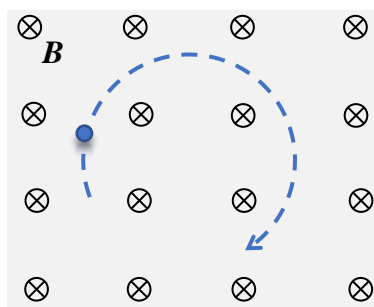


M7-21 negative

Στο σχήμα φαίνεται η τροχιά φορτισμένου σωματιδίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το σωματίδιο που θα μπορούσε να διαγράψει αυτή την τροχιά είναι :

- A. ηλεκτρόνιο B. άτομο He C. νετρόνιο D. πρωτόνιο E. ποζιτρόνιο

ANSWER: A



M7-26

Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με ένταση $5 \times 10^3 \text{ V/m}$ έχει τη θετική φορά του άξονα x . Στον ίδιο χώρο υπάρχει και ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $0,01 \text{ T}$ κατά τη θετική φορά του άξονα y . Για να διέλθει ένα ηλεκτρόνιο από το χώρο των δυο πεδίων χωρίς να επηρεαστεί η κίνησή του, πρέπει να έχει ταχύτητα :

- A. $5 \times 10^5 \text{ m/s}$ κατά τη θετική φορά του άξονα z
- B. $5 \times 10^5 \text{ m/s}$ κατά την αρνητική φορά του άξονα z
- C. $5 \times 10^6 \text{ m/s}$ κατά τη θετική φορά του άξονα z
- D. $5 \times 10^6 \text{ m/s}$ κατά την αρνητική φορά του άξονα z

ANSWER: A

$$\vec{F}_E = -\vec{F}_B \Rightarrow qE\hat{x} = -q\vec{v} \times B\hat{y} \Rightarrow \vec{v} \times \hat{y} = -\frac{E}{B}\hat{x} \Rightarrow \vec{v} = \frac{E}{B}\hat{z}$$

M7-45

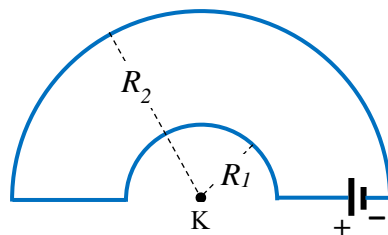
Ένα θετικό φορτίο q μάζας m κινείται μέσα σε ομογενές σταθερό μαγνητικό πεδίο B σε κυκλική τροχιά κάθετη στη διεύθυνση του πεδίου. Η ακτίνα της τροχιάς είναι R και η συχνότητα της f . Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι :

- A. $\frac{2\pi mf}{q}$
- B. $\frac{mf}{q}$
- C. $\frac{m}{q2\pi f}$
- D. $\frac{mf}{qR}$

ANSWER: A

$$m\omega^2 R = q(\omega R)B \Rightarrow \omega = \frac{qB}{m} \Rightarrow B = \frac{m\omega}{q} = \frac{2\pi fm}{q}$$

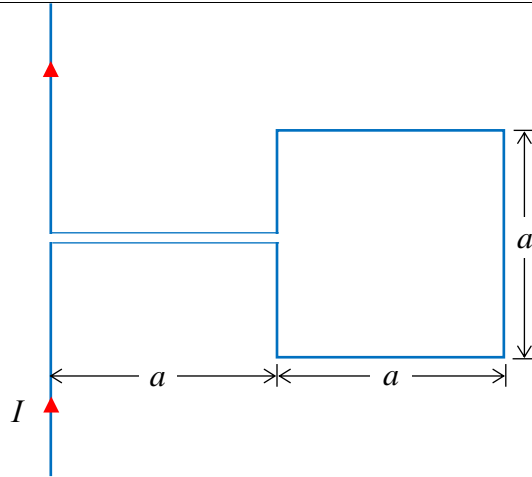
M7-5 Η πηγή προκαλεί στον αγωγό ρεύμα I . Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο σημείο K είναι :



- A. $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$ με φορά προς τα έξω
- B. $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$ με φορά προς τα μέσα
- C. $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ με φορά προς τα έξω
- D. $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$ με φορά προς τα έξω

ANSWER: A

M7-9 Η συνολική δύναμη που ασκεί το ευθύγραμμο σύρμα του σχήματος στο τετράγωνο είναι :



A. $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi}$ και απωστική

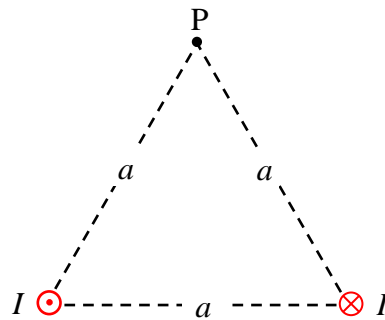
B. $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi}$ και ελκτική

C. $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi}$ κάθετη στο επίπεδο του σχήματος

D. $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi}$ και ελκτική

ANSWER: A

M7-27 Δύο παράλληλα ευθύγραμμα σύρματα μεγάλου μήκους που απέχουν μεταξύ τους 10 cm διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα 5 A. Σε σημείο P που απέχει 10 cm και από τα δύο σύρματα το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα είναι :



A. 1×10^{-5} T

B. $0,5 \times 10^{-5}$ T

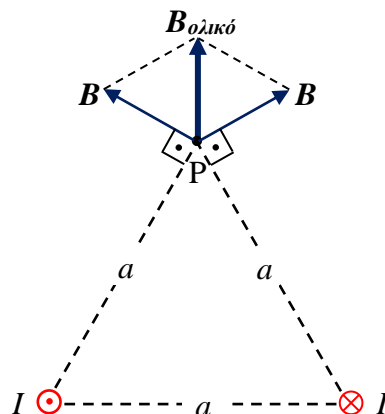
C. $\sqrt{2} \times 10^{-5}$ T

D. $\sqrt{3} \times 10^{-5}$ T

ANSWER: A

Η ένταση των μαγνητικών πεδίων των δύο ρευμάτων είναι ίδια. Σχεδιάζουμε τις κατευθύνσεις τους. Το τρίγωνο των διανυσμάτων των μαγνητικών πεδίων είναι και αυτό ισόπλευρο. Οπότε :

$$|\vec{B}_{ολ}| = |\vec{B}_{αριστ}| = |\vec{B}_{δεξ}| = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 5}{2\pi \cdot 0,1} = 10^{-5} \text{ T}$$



M7-29 Ο νόμος του Faraday περιγράφει πως ένα ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να δημιουργηθεί από ένα :

- A. χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο
- B. σταθερό μαγνητικό πεδίο
- C. ηλεκτρικό φορτίο
- D. σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα

ANSWER: A

M7-30 Ο κανόνας του Lenz απορρέει από :

- A. την αρχή διατήρησης της ενέργειας
- B. την αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου
- C. το νόμο του Faraday
- D. το νόμο του Ampere

ANSWER: A

M7-31 Ένα αεροπλάνο κινείται προς το βορά (N) με οριζόντια ταχύτητα $v = 400 \text{ m/s}$ σε μια περιοχή του βόρειου ημισφαιρίου, όπου η ένταση του γήινου μαγνητικού πεδίου είναι $B = 10^{-4} \text{ T}$, η μαγνητική έγκλιση είναι $\theta = 30^\circ$ και η μαγνητική απόκλιση αμελητέα. Το άνοιγμα των πτερύγων του είναι $\ell = 20 \text{ m}$ και το αεροπλάνο πετάει χωρίς περιστροφή με τις πτέρυγες οριζόντιες. Τότε αναπτύσσεται ανάμεσα στα άκρα τους επαγωγική τάση :

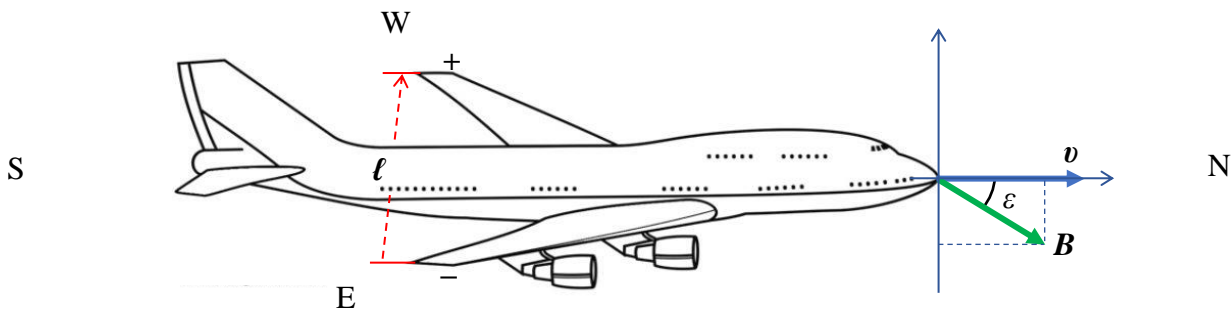
[Μαγνητική έγκλιση είναι η κατακόρυφη γωνία που σχηματίζει το μαγνητικό πεδίο με την οριζόντια ευθεία που δείχνει προς τον μαγνητικό βορά. Στο βόρειο ημισφαίριο είναι προς τα κάτω. Μαγνητική απόκλιση είναι η οριζόντια γωνία που σχηματίζει το μαγνητικό πεδίο με την οριζόντια ευθεία που δείχνει προς τον γεωγραφικό βορά.]

- A. 400 mV με θετικό πόλο στη δύση (W)
- B. 400 mV με θετικό πόλο στην ανατολή (E)
- C. 800 mV με θετικό πόλο στην ανατολή (E)
- D. 800 mV με θετικό πόλο στη δύση (W)

ANSWER: A

Ράβδος με ενεργό μήκος ℓ που η ταχύτητά της δεν κόβει κάθετα τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Το διάνυσμα $\vec{v} \times \vec{B}$ δείχνει προς τη δύση (W). Άρα ο θετικός πόλος είναι στο δυτικό άκρο (W). Απορρίπτονται οι B και C.

Παίρνουμε το διάνυσμα $\vec{\ell}$ στην ίδια κατεύθυνση (E→W).



$$\mathcal{E} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{\ell} = vB \sin \epsilon \cdot \ell = 400 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 20 = 400 \text{ mV}$$

M7-32 Οριζόντιο τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς 10 cm και ωμικής αντίστασης 2 Ω, βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης 0,8 T, του οποίου οι δυναμικές γραμμές σχηματίζουν γωνία 60° με την κατακόρυφο. Αν η ένταση του πεδίου μηδενιστεί με σταθερό ρυθμό μέσα σε 0,1 s, θα αναπτυχθεί στο πλαίσιο επαγωγική ΗΕΔ ίση με :

- A. 40 mV
- B. 80 mV
- C. $20\sqrt{3} \text{ mV}$
- D. $40\sqrt{2} \text{ mV}$

ANSWER: A

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta B a^2 \cos \varphi}{\Delta t} = \frac{0,8 \cdot 0,1^2 \cdot 1/2}{0,1} = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 = 40 \text{ mV}$$

M7-36 Οριζόντιο τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς 10 cm και ωμικής αντίστασης 2 Ω, βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης 0,8 T, του οποίου οι δυναμικές γραμμές σχηματίζουν γωνία 60° με την κατακόρυφο. Αν η ένταση του πεδίου μηδενιστεί με σταθερό ρυθμό μέσα σε 0,1 s, από μια διατομή του πλαισίου θα διέλθει ηλεκτρικό φορτίο ίσο με :

- A. 2 mC B. 20 mC C. 4√3 mC D. 40 mC

ANSWER: A

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow IR = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow \Delta q = \frac{\Delta\Phi}{R} \Rightarrow \Delta q = \frac{\left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \Delta t}{R} = \frac{\Delta B a^2 \cos \varphi}{R} = \frac{0,8 \cdot 0,1^2 \cdot 1/2}{2} = 2 \times 10^{-3} = 2 \text{ mC}$$

M7-37 Οριζόντιο τετράγωνο συρμάτινο πλαίσιο πλευράς 10 cm και ωμικής αντίστασης 2 Ω, βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης 0,8 T, του οποίου οι δυναμικές γραμμές σχηματίζουν γωνία 60° με την κατακόρυφο. Αν η ένταση του πεδίου μηδενιστεί με σταθερό ρυθμό μέσα σε 0,1 s, θα παραχθεί στο πλαίσιο θερμική ενέργεια ίση με :

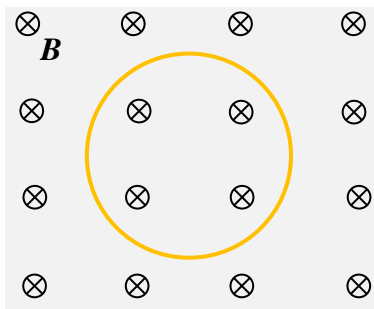
- A. 8×10⁻⁵ J B. 4×10⁻⁶ J C. 4√3×10⁻⁵ J D. 4√2 10⁻⁶ J

ANSWER: A

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta B a^2 \cos \varphi}{\Delta t} = \frac{0,8 \cdot 0,1^2 \cdot 1/2}{0,1} = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ V}$$

Απώλεια ενέργειας σε θερμότητα Joule=ισχύς × χρόνο: $Q = Pt = \frac{\mathcal{E}^2}{R} t = \frac{0,04^2}{2} 0,1 = 8 \times 10^{-5} \text{ J}$

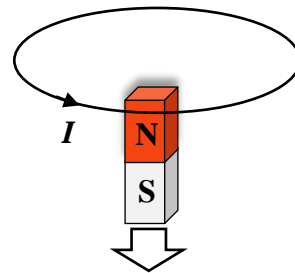
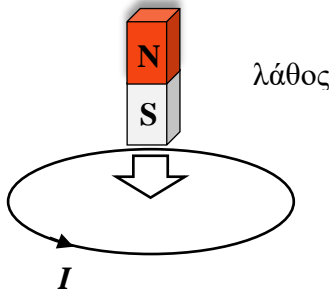
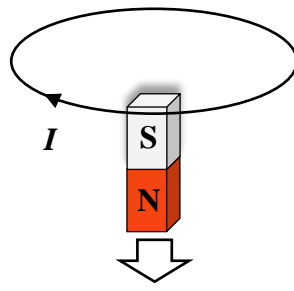
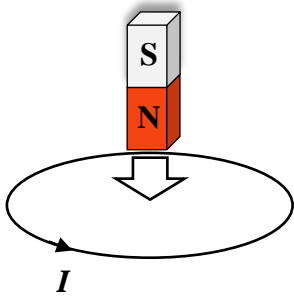
M7-33 Ο μεταλλικός δακτύλιος του σχήματος βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο κάθετο στο επίπεδό του. Τότε :



- A. αν η ένταση του πεδίου ελαττώνεται ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.
- B. αν η ένταση του πεδίου μένει σταθερή ενώ ο δακτύλιος κινείται στο επίπεδό του προς τα δεξιά αναπτύσσεται σε αυτόν ρεύμα κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.
- C. αν η ένταση του πεδίου είχε αντίθετη φορά και ελαττωνόταν ο δακτύλιος θα διαρρέονταν από ρεύμα κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.
- D. αν η ένταση του πεδίου αυξάνεται ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

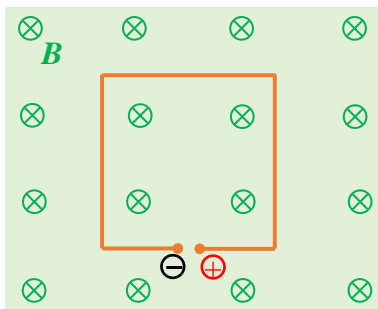
ANSWER: A

M7-34 Στα παρακάτω σχήματα το βέλος δείχνει τη φορά κίνησης του μαγνήτη. Σε ποιο από αυτά η φορά του επαγωγικού ρεύματος έχει σχεδιαστεί λάθος ;

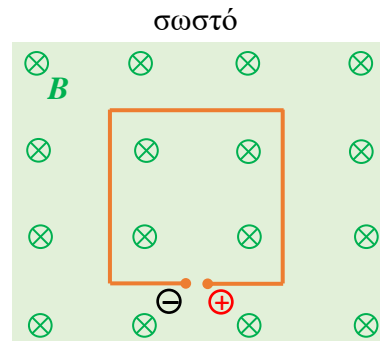


M7-35 B

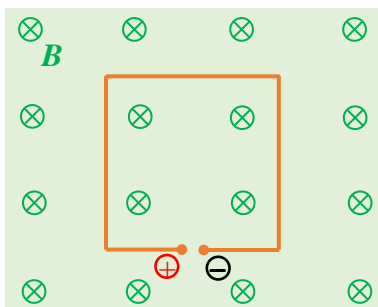
Επιλέξτε το σωστό σχήμα



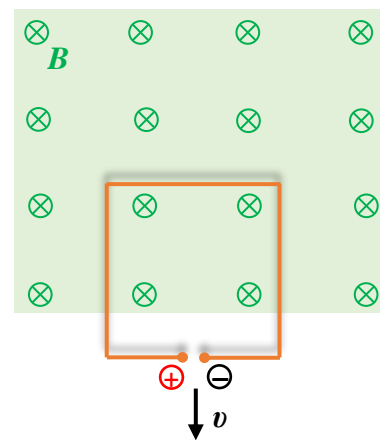
1. Το μέτρο του B αυξάνεται



2. Το μέτρο του B μειώνεται

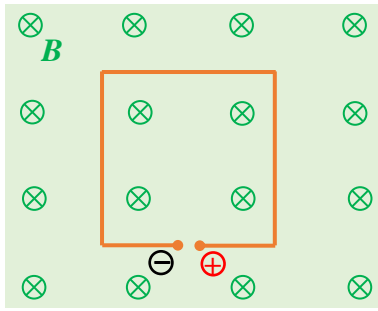


3. Το μέτρο του B μειώνεται

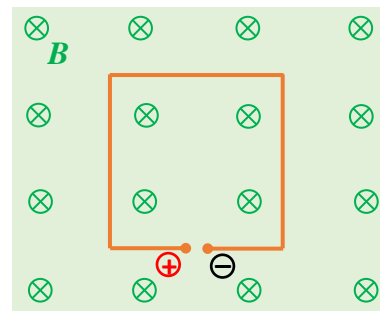


4. Το μέτρο του B είναι σταθερό και το πλαίσιο κινείται

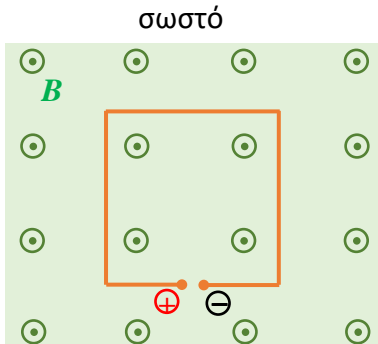
M7-35 Επιλέξτε το σωστό σχήμα



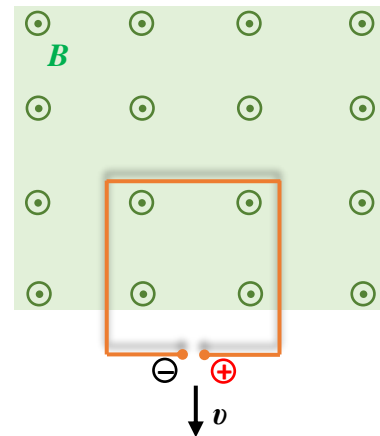
Το μέτρο του B αυξάνεται



Το μέτρο του B μειώνεται



Το μέτρο του B μειώνεται



Το μέτρο του B είναι σταθερό και το πλαίσιο κινείται προς τα κάτω

M7-38 Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστή ;

- A. Σε κλειστό βρόχο που κινείται κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές μη ομογενούς μαγνητικού πεδίου δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα.
- B. Σε κλειστό βρόχο που κινείται κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα.
- C. Σε κλειστό βρόχο που περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου δημιουργείται σταθερό επαγωγικό ρεύμα.
- D. Όταν ευθύγραμμος αγωγός κινείται κατά οποιονδήποτε τρόπο εντός μαγνητικού πεδίου αναπτύσσεται στα άκρα του επαγωγική ΗΕΔ.

ANSWER: A

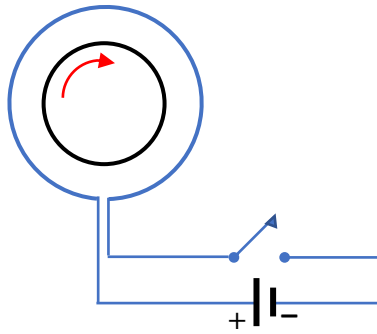
B σε ομογενές δεν αλλάζει η μαγνητική ροή όπως κινείται ο βρόχος αφού είναι ολόκληρος μέσα στο μαγνητικό πεδίο

C δημιουργείται εναλλασσόμενο επαγωγικό ρεύμα

D όταν κινείται παράλληλα με τις δυναμικές γραμμές (δεν τις «κόβει») δεν δημιουργείται επαγωγική τάση

M7-42 Επιλέξτε την ορθή πρόταση :

- A. Με το κλείσιμο του διακόπτη θα δημιουργηθεί στον εσωτερικό δακτύλιο ρεύμα με φορά αντίθετη από του βέλους
- B. Με το κλείσιμο του διακόπτη θα δημιουργηθεί στον εσωτερικό δακτύλιο ρεύμα κατά τη φορά του βέλους
- C. Για να δημιουργηθεί ρεύμα κατά το κλείσιμο του διακόπτη θα έπρεπε η πηγή να είναι εναλλασσόμενης τάσης
- D. Με τη διακοπή του κυκλώματος, δηλ. το άνοιγμα του διακόπτη, θα δημιουργηθεί στον εσωτερικό δακτύλιο ρεύμα με φορά αντίθετη από του βέλους



ANSWER: A

Το ρεύμα θα αυξηθεί (πριν ήταν μηδέν) και θα δημιουργήσει μαγνητικό πεδίο προς τα μέσα. Το επαγωγικό ρεύμα του εσωτερικού δακτυλίου πρέπει να δημιουργήσει αντίθετο πεδίο.

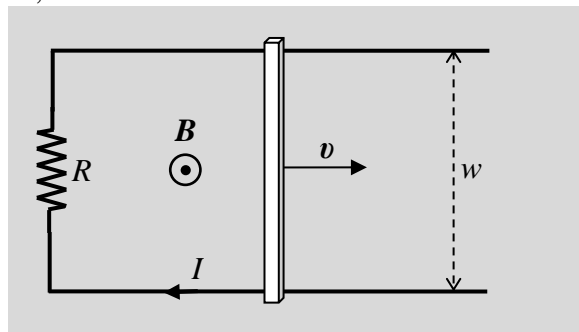
M7-44 Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους διέρχεται από το κέντρο μεταλλικού δακτυλίου κάθετα στο επίπεδο του δακτυλίου.

- A. Ο δακτύλιος δεν διαρρέεται από ρεύμα ούτε όταν αυξάνεται ούτε όταν μειώνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- B. Ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα μόνο όταν αυξάνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- C. Ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα μόνο όταν μειώνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- D. Ο δακτύλιος διαρρέεται από ρεύμα όταν μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό

ANSWER: A

Το μαγνητικό πεδίο του ευθύγραμμου είναι παράλληλο με το επίπεδο του κυκλικού. Δεν υπάρχει ροή.

M7-47 Αγωγή ράβδος κινείται πάνω σε αγωγίμες ράγες που η μεταξύ τους απόσταση είναι $w = 0,5 \text{ m}$ και ενώνονται με μια αντίσταση $R = 2 \ \Omega$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 1 \text{ T}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποια πρέπει να είναι η ταχύτητα της ράβδου ώστε το ρεύμα που διαρρέει την αντίσταση να είναι $I = 0,5 \text{ A}$;



- A. 2 m/s
- B. 3 m/s
- C. 4 m/s
- D. 5 m/s

ANSWER: A

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvw}{R} \Rightarrow v = \frac{IR}{Bw} = \frac{0,5 \cdot 2}{1 \cdot 0,5} = 2 \text{ m/s}$$

M7-54 Αγωγή ράβδος κινείται πάνω σε αγωγίμες ράγες που η μεταξύ τους απόσταση είναι $w = 0,5 \text{ m}$ και ενώνονται με μια αντίσταση $R = 2 \ \Omega$. Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $B = 1 \text{ T}$ όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα. Ποια είναι η ισχύς που απαιτείται ώστε η ράβδος να διατηρεί σταθερή ταχύτητα ίση με 2 m/s ;

- A. 0,5 W
- B. 0,2 W
- C. 2 W
- D. 1 W

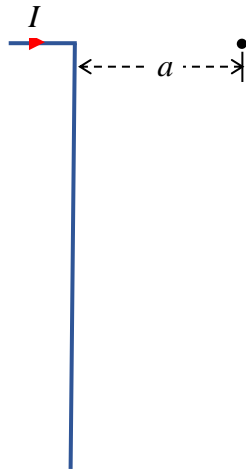
ANSWER: A

Όση είναι η ισχύς της εφαρμοζόμενης δύναμης που ισορροπεί τη δύναμη Laplace

$$P = F_L v = BI\omega v = B \frac{B\omega v}{R} \omega v = \frac{B^2 \omega^2 v^2}{R} = \frac{1^2 \cdot 0,5^2 \cdot 2^2}{2} = 0,5 \text{ W}$$

M7-49 Το σύρμα του σχήματος σχηματίζει ορθή γωνία της οποίας η κατακόρυφη πλευρά έχει μεγάλο μήκος. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α είναι :

- A. $\frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ με φορά προς τα έξω B. $\frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ με φορά προς τα μέσα
 C. $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ με φορά προς τα έξω D. $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ με φορά προς τα μέσα



ANSWER: A

Μισή ένταση από αυτή του απείρου μήκους ευθύγραμμου αγωγού.

M7-51 Ευθύγραμμο σύρμα μεγάλου μήκους έχει τη διεύθυνση του άξονα z και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I που έχει τη θετική φορά του άξονα. Σωματίδιο με φορτίο q διέρχεται από σημείο του επιπέδου xy με συντεταγμένες x=y=a>0 με ταχύτητα v παράλληλη και ομόρροπη προς το ρεύμα. Η δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο από το μαγνητικό πεδίο είναι :

- A. $\vec{F} = -\frac{\mu_0 q v I}{4\pi a} (\hat{x} + \hat{y})$ B. $\vec{F} = \frac{\mu_0 q v I}{4\pi a} (\hat{y} - \hat{x})$ C. $\vec{F} = \frac{\mu_0 q v I}{4\pi a} (\hat{x} - \hat{y})$ D. $\vec{F} = \frac{\mu_0 q v I}{4\pi a} \hat{z}$

ANSWER: A

Ψάχνουμε το διάνυσμα $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$. Κάνουμε σχήμα. Η ταχύτητα είναι $\vec{v} = v\hat{z}$. Πρέπει να βρούμε τις καρτεσιανές συνιστώσες του \vec{B} . Είναι κάθετο στον άξονα z που είναι το ρεύμα και άρα είναι στο επίπεδο xy. Επίσης είναι κάθετο και στο διάνυσμα θέσης $\vec{r} = a(\hat{x} + \hat{y})$. Τα διανύσματα του επιπέδου xy που είναι κάθετα στο $\hat{x} + \hat{y}$ είναι τα $\hat{x} - \hat{y}$ και $\hat{y} - \hat{x}$. Σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού διαλέγουμε τη διεύθυνση του $\hat{y} - \hat{x}$. Το μοναδιαίο διάνυσμα σε αυτή την διεύθυνση είναι το $\hat{n} = \frac{\hat{y} - \hat{x}}{\sqrt{2}}$. Η απόσταση του

σωματιδίου από το σύρμα είναι $r = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$. Οπότε $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{n} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a\sqrt{2}} \frac{\hat{y} - \hat{x}}{\sqrt{2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\hat{y} - \hat{x})$

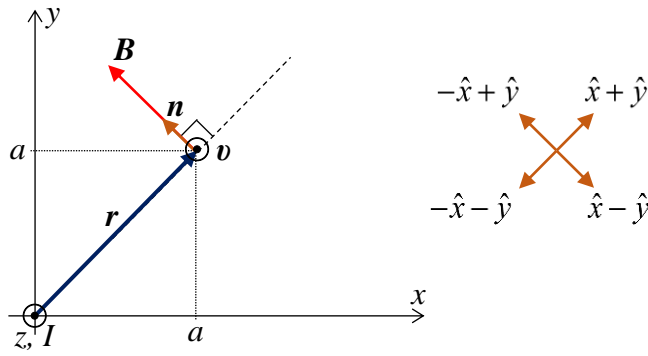
$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} = qv \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \hat{z} \times (\hat{y} - \hat{x}) = qv \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\hat{z} \times \hat{y} - \hat{z} \times \hat{x}) = \frac{\mu_0 q v I}{4\pi a} (-\hat{x} - \hat{y})$$

Τα εξωτερικά γινόμενα των μοναδιαίων διανυσμάτων πάνε κυκλικά

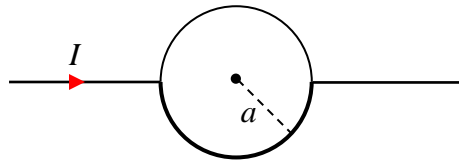
$$\hat{x} \times \hat{y} = \hat{z}, \quad \hat{y} \times \hat{z} = \hat{x}, \quad \hat{z} \times \hat{x} = \hat{y}$$

και αν αλλάξουν σειρά οι όροι του γινομένου παίρνουν μείον πρόσημο

$$\hat{y} \times \hat{x} = -\hat{z}, \quad \hat{z} \times \hat{y} = -\hat{x}, \quad \hat{x} \times \hat{z} = -\hat{y}$$



M7-53 Το πάνω ημικύκλιο της διάταξης του σχήματος έχει διπλάσια αντίσταση από το κάτω. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κύκλου είναι :

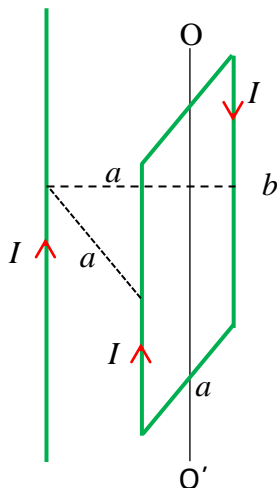


- A. $\frac{\mu_0 I}{12a}$ με φορά προς τα έξω
- B. $\frac{\mu_0 I}{12a}$ με φορά προς τα μέσα
- C. $\frac{\mu_0 I}{6a}$ με φορά προς τα έξω
- D. $\frac{\mu_0 I}{6a}$ με φορά προς τα μέσα

ANSWER: A

$$B = B_{\text{κάτω}} - B_{\text{πάνω}} = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I}{2a} - \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I}{2a} = \frac{\mu_0}{4a} \left(\frac{2I}{3} - \frac{I}{3} \right) = \frac{\mu_0 I}{4a \cdot 3}$$

M7-55 Ορθογώνιο πλαίσιο με διαστάσεις a και b , είναι τοποθετημένο έτσι ώστε οι πλευρές μήκους b να είναι παράλληλες προς ευθύγραμμο σύρμα μεγάλου μήκους και να απέχουν από αυτό την ίδια απόσταση a . Το ευθύγραμμο σύρμα και το ορθογώνιο πλαίσιο διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα I . Η ολική ροπή τ που ασκείται στο πλαίσιο ως προς άξονα τον παράλληλο προς την πλευρά b άξονα συμμετρίας του, έχει μέτρο ίσο με :



A. $\frac{\mu_0}{4\pi} I^2 b \sqrt{3}$

B. $\frac{\mu_0}{2\pi} I a b \sqrt{3}$

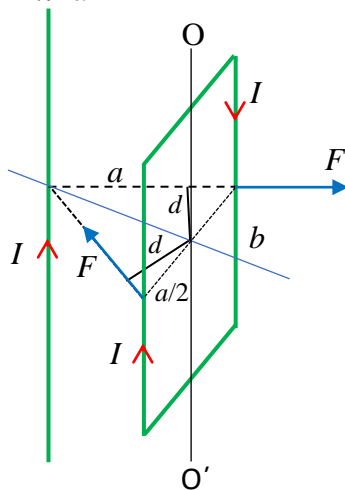
C. $\frac{\mu_0}{4} I^2 b \sqrt{3}$

D. $\frac{\mu_0}{4} I^2 a \sqrt{3}$

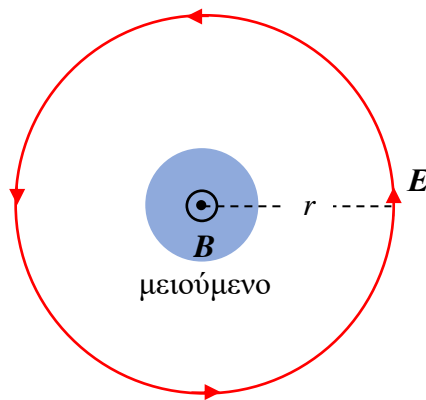
ANSWER: A

Η μπροστά πλευρά έλκεται και η πίσω απωθείται. Οι δυνάμεις έχουν ίσο μέτρο $F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I^2}{a} b$ και ίσους μοχλοβραχίονες. Το τρίγωνο είναι ισόπλευρο και όλες οι γωνίες είναι 60° . Ο μοχλοβραχίονας είναι $d = \frac{a}{2} \sin 60^\circ = \frac{a\sqrt{3}}{4}$. Οι ροπές των δύο δυνάμεων προστίθενται. Η συνολική ροπή είναι :

$$\tau = 2Fd = 2 \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I^2}{a} b \frac{a\sqrt{3}}{4}$$



M7-60 Ομογενές χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο καλύπτει μια κυλινδρική περιοχή του χώρου και κατευθύνεται παράλληλα προς τον άξονα του κυλίνδρου. Αν r είναι η απόσταση ενός σημείου εκτός της κυλινδρικής περιοχής από τον άξονα, τότε η ένταση του δημιουργούμενου από επαγωγή ηλεκτρικού πεδίου :



- A. μειώνεται ανάλογα με το $1/r$
- B. είναι ανεξάρτητη του r
- C. αυξάνεται γραμμικά με το r
- D. μειώνεται ανάλογα με το $1/r^2$

ANSWER: A

$$\int_c \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow E2\pi r = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow E = -\frac{1}{2\pi} \frac{d\Phi}{dt} \cdot \frac{1}{r}$$

Το $\frac{d\Phi}{dt}$ δεν εξαρτάται από το r αφού για $r > R$ περικλείεται όλη η ροή του μαγνητικού πεδίου:

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(B4\pi R^2)}{dt} = 4\pi R^2 \frac{dB}{dt}$$