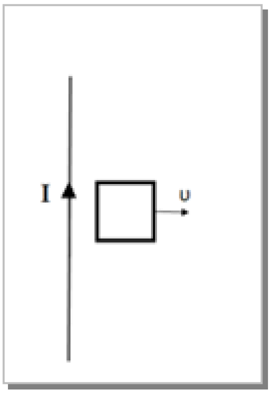
ΓΡΑΠΤΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις 1-4 να σημειώσετε τη σωστή απάντηση

1. Το πλαίσιο του σχήματος απομακρύνεται από τον ρευματοφόρο αγωγό με σταθερή ταχύτητα. Στο πλαίσιο:



α. Δεν επάγεται ρεύμα

β. Επάγεται ρεύμα με φορά αυτή των δεικτών του ρολογιού

γ. Επάγεται ρεύμα με φορά αντίθετη αυτής των δεικτών του ρολογιού

δ. Επάγεται ρεύμα με φορά που δεν μπορούμε να προβλέψουμε

[Μονάδες 5]

2. Ένας αντιστάτης που έχει αντίσταση ίση με R=10Ω διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα, του οποίου η ένταση μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση i=2ημ 40πt (SI)

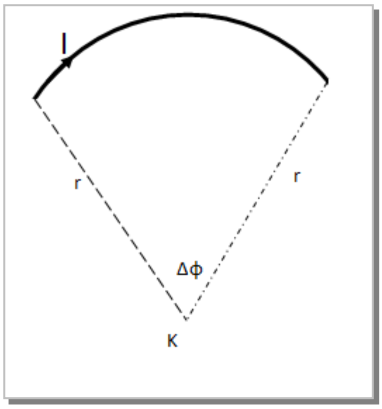
α. Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας τάσης στα άκρα του αντιστάτη είναι υ=20ημ20πt (SI)

β. Η ενεργός τιμή της τάσης στα άκρα του αντιστάτη ισούται με 10V

γ. Η μέση ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτη ισούται με 10W

δ. Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης είναι της μορφής:p=40ημ^{2}40πt(SI) **[Μονάδες 5]**

3. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένας ρευματοφόρος αγωγός του οποίου το σχήμα είναι τμήμα κύκλου ακτίνας r. Αν η επίκεντρη γωνία Δφ είναι $\frac{\pi}{6}$ rad και μ_0 η μαγνητική διαπερατότητα του κενού τότε το μαγνητικό πεδίο B που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο Κ, είναι κάθετο στη σελίδα εχει:



α. φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και μέτρο : $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{24 \cdot r}$

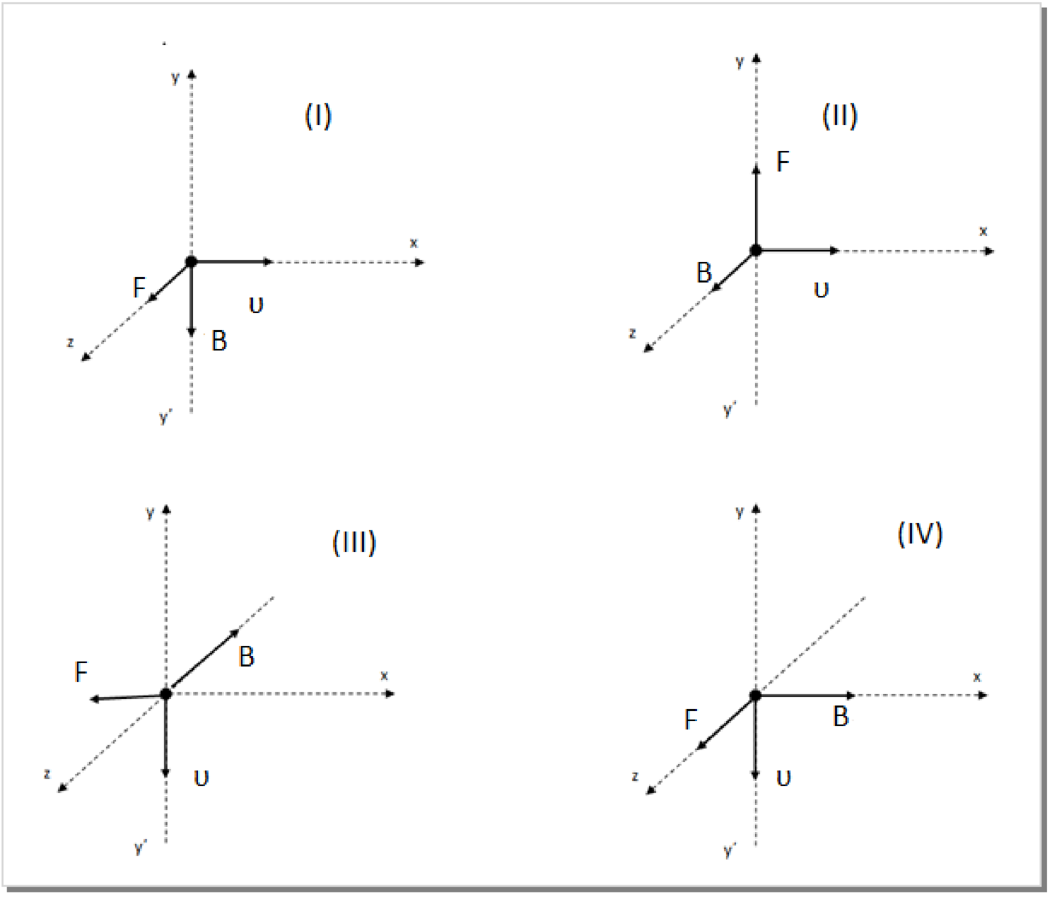
β. φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και μέτρο : $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{3 \cdot r}$

γ. φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη και μέτρο : $B = \frac{\mu_0 \cdot I}{12 \cdot r}$

δ. φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη και μέτρο : $B = \frac{2 \cdot \mu_0 \cdot I}{3 \cdot r}$

[Μονάδες 5]

4. Στα επόμενα σχήματα φαίνεται ένα φορτισμένο σωματίδιο το οποίο κινείται με ταχύτητα υ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B και δέχεται μαγνητική δύναμη F. Το σωματιδιο είναι θετικά φορτισμένο:



α. Στα σχήματα (I) και (II)

β. Στα σχήματα (III) και (IV)

γ. Μόνο στο σχήμα (I)

δ. Μόνο στο σχήμα (IV)

[Μονάδες 5]

5. *Χαρακτηρίστε με σωστό ή λάθος τις προτάσεις που ακολουθούν.*

α. Υπάρχουν σημεία , γύρω από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό , τα οποία ισαπέχουν από αυτόν και οι εντάσεις του μαγνητικού πεδίου σ' αυτά είναι αντίθετες.

β. 1 Ampere είναι το ρεύμα που όταν διαρρέει καθένα από δύο παράλληλους αγωγούς που βρίσκονται σε απόσταση 1 m μεταξύ τους και ο ένας αγωγός ασκεί σε κάθε μέτρο του άλλου δύναμη 1 N

γ. Το 1Wb είναι ίσο με $V{\cdot}s^2$

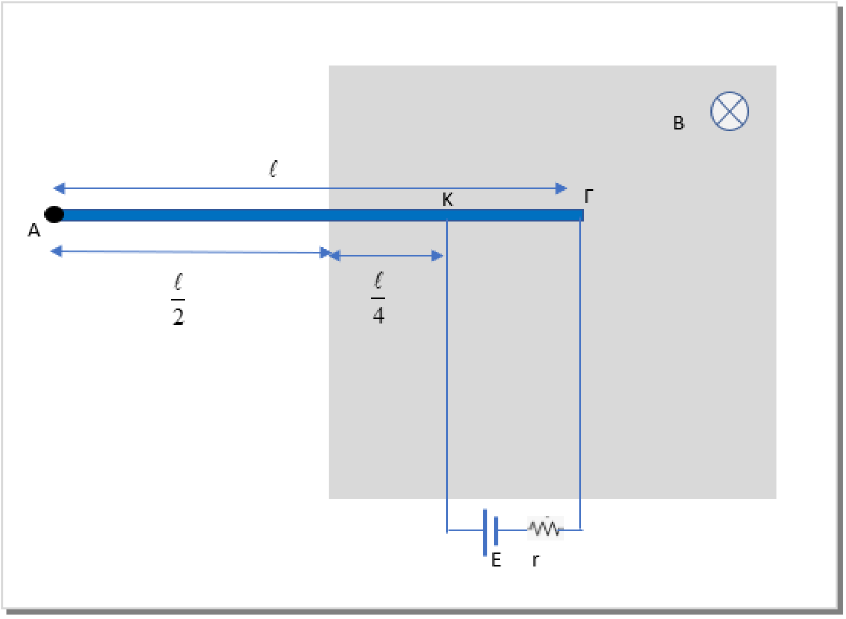
δ..Ο φασματογράφος μάζας είναι ένα όργανο με το οποίο μπορούμε να μετρήσουμε τους λόγους μαζών δύο ισοτόπων αν δεν γνωρίζουμε το φορτίο τους.

ε. Ο νόμος του Ampere μπορεί να εφαρμοστεί μόνο για σταθερά ρεύματα και μαγνητικά πεδία τα οποία δεν μεταβάλλονται χρονικά

[Μονάδες 5]

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ομογενής αγωγός μήκους ℓ μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο του Α. Ο αγωγός έχει μάζα m και βρίσκεται ο μισός μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β και φοράς που φαίνεται στο σχήμα. Στο σημείο Κ και το άκρο Γ του αγωγού έχουμε συνδέσει πηγή με ΗΕΔ Ε και εσωτερική αντίσταση r. Θεωρούμε αμελητέα την αντίσταση του αγωγού και τις δυνάμεις τριβής με τον άξονα περιστροφής και ότι οι αγωγοι σύνδεσης της πηγής με τον αγωγό δεν ασκούν δύναμη στον αγωγό. Για να ισορροπεί ο αγωγός στην οριζόντια θέση θα πρέπει η ΗΕΔ της πηγής να είναι :



α. $\mathrm{E} = \dfrac{4 \cdot m \cdot g \cdot r}{3 \cdot B \cdot \ell}$ **β.** $\mathrm{E} = \dfrac{16 \cdot m \cdot g \cdot r}{7 \cdot B \cdot \ell}$ **γ.** $\mathrm{E} = \dfrac{8 \cdot m \cdot g \cdot r}{3 \cdot B \cdot \ell}$

i) Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **[Μονάδες 2]**

ii) Αιτιολογήστε την απάντησή σας. **[Μονάδες 7]**

(Θεωρείται γνωστή η επιτάχυνση της βαρύτητας g)

Β2 .Διαθέτουμε σύρμα μήκους d με το οποίο κατασκευάζουμε πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L_1, ακτίνα κάθε σπείρας r_1 και μήκος ℓ.

Χρησιμοποιώντας σύρμα με διπλάσιο μήκος $d_2=2d$ κατασκευάζουμε πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L_2, ακτίνας κάθε σπείρας $r_2=2r_1$ και ίδιο μήκος ℓ με το προηγουμενο.

Για τους συντελεστές αυτεπαγωγής L_1 και L_2 των δύο πηνίων ισχύει:

$$\alpha. L_2 = 2L_1 \qquad \beta.\ L_2 = 4L_1 \qquad \gamma.\ \ L_2 = \frac{L_1}{4}$$

i) Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **[Μονάδες 2]**

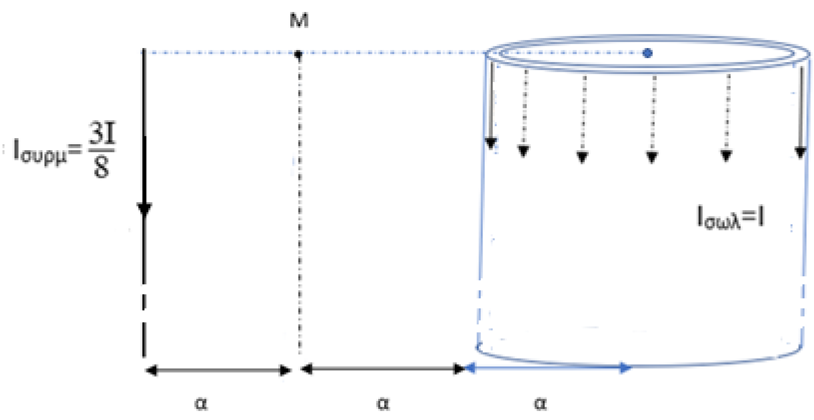
ii) Αιτιολογήστε την απάντησή σας. **[Μονάδες 5]**

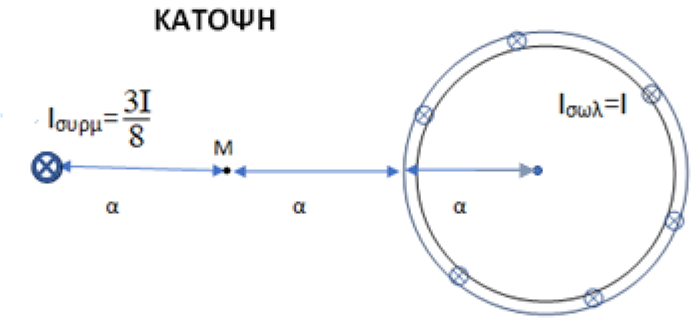
B3. Ένας μακρύς κυκλικός σωλήνας με εξωτερική ακτίνα α διαρρέεται (ομοιόμορφα) από ρεύμα $I_{σωλ}=I$. Ένα σύρμα βρίσκεται παράλληλα με τον σωλήνα σε απόσταση 3α από το κέντρο του και διαρρέεται από ρεύμα έντασης

$$I_{συρμ}=\frac{3I}{8}$$

(όπως στο σχήμα)

Η ένταση του συνολικού πεδίου στο σημείο Μ είναι :





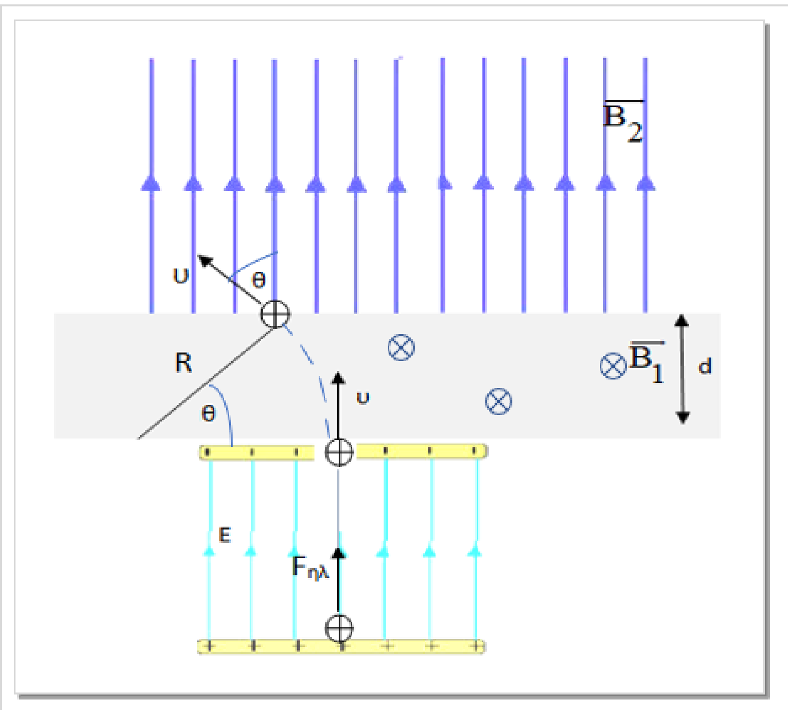
α. $\frac{\mu_o \cdot I}{16 \cdot \pi \cdot \alpha}$ **β.** $\frac{7 \cdot \mu_o \cdot I}{16 \cdot \pi \cdot \alpha}$ **γ.** 0

i) Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **[Μονάδες 2]**

ii) Αιτιολογήστε την απάντησή σας. **[Μονάδες 7]**

ΘΕΜΑ Γ

Σωματίδιο μάζας $m=1,6 \cdot 10^{-27}$Kg και φορτίου $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C επιταχύνεται από την ηρεμία με τάση $V=5.10^3$ V. Το σωματίδιο στην συνέχεια εισέρχεται σε περιοχή οπου υπάρχει ΟΜΠ έντασης $B_1=10^{-2}$T κάθετα στις δυναμικές γραμμές του το εύρος του οποίου είναι d=0,5m. Το σωματίδιο αμέσως μετά την έξοδό του από το πεδίο έντασης B_1 εισέρχεται σε δεύτερο ΟΜΠ έντασης $B_2=\frac{\pi}{2}10^{-1}\mathrm{T}$ μεγάλης έκτασης που οι δυναμικές του γραμμές είναι παράλληλες με τις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου (όπως στο σχήμα).



[Να θεωρήσετε τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις αμελητέες]

Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία εξέρχεται το σωματίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο

[Μονάδες 5]

Γ2. Να βρεθεί η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο στο ΟΜΠ έντασης $\overrightarrow{B_1}$

[Μονάδες 5]

Γ3. Να βρεθεί η χρονική διάρκεια κίνησης του σωματιδίου στο ΟΜΠ έντασης $\overrightarrow{B_1}$ **[Μονάδες 5]**

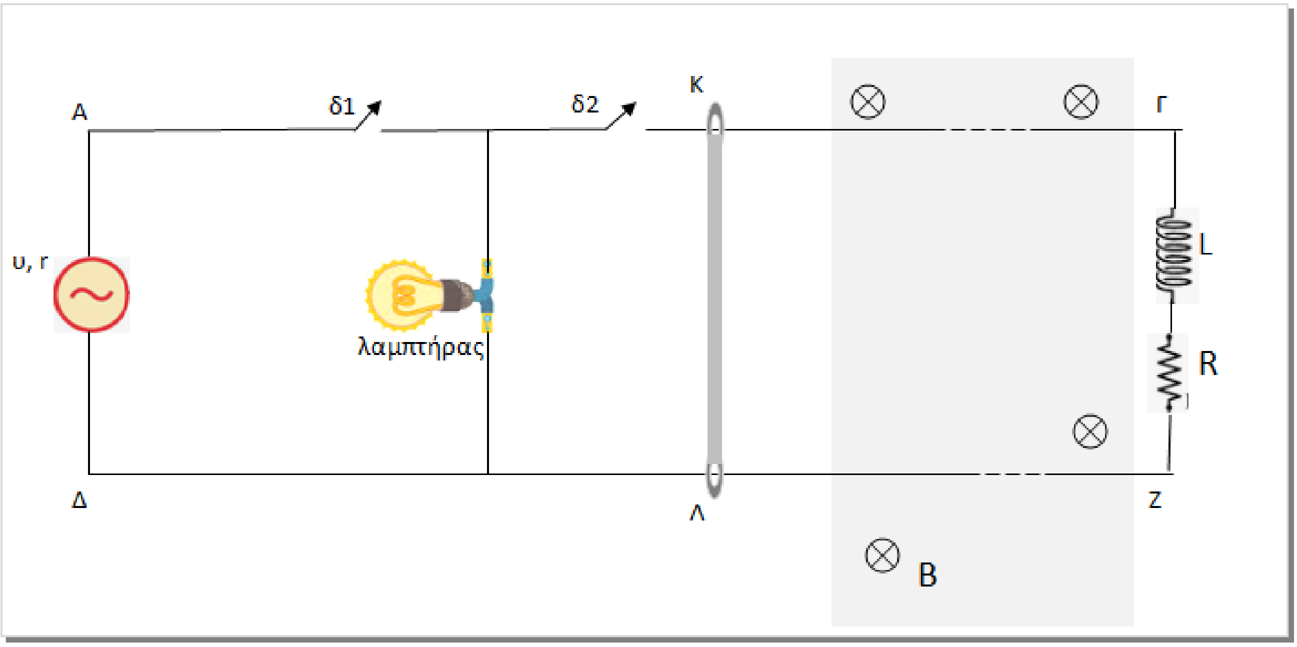
Γ4. Να καθορίσετε το είδος της κίνησης του σωματιδίου στο ΟΜΠ έντασης $\overrightarrow{B_2}$ και να βρεθεί το βήμα

[Μονάδες 5]

Γ5. Να βρεθεί το μήκος της τροχιάς που θα διαγράψει το σωματίδιο στο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\overrightarrow{B_2}$ σε χρόνο $\Delta t_2 = 8 \cdot 10^{-7} s$

[Μονάδες 5]

ΘΕΜΑ Δ



Οι αγωγοί ΑΓ και ΔΖ έχουν μεγάλο μήκος , βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο είναι παράλληλοι μεταξύ τους απέχουν απόσταση $\ell = 1m$ και έχουν μηδενική ωμική αντίσταση. Η ράβδος ΚΛ έχει μήκος $\ell = 1m$ δεν παρουσιάζει αντίσταση και αρχικά είναι ακίνητη. Η ράβδος ΚΛ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές παραμένοντας συνεχώς κάθετη και σε επαφή με τους αγωγούς ΑΓ και ΔΖ.

Η γεννήτρια εναλλασσομένου ρεύματος που συνδέεται στα άκρα Α και Δ περιέχει αγώγιμο πλαίσιο αντίστασης r=1Ω το οποίο στρέφεται με σταθερή συχνότητα f=2,5Hz γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδό του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται στο πλαίσιο είναι $\upsilon = V\eta\mu(\omega t)$

Ο λαμπτήρας έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $''4\sqrt{2}V, \sqrt{2}A''$

Το πηνίο έχει αντίσταση R=4Ω και συντελεστή αυτεπαγωγής L=0,2H.

Στον χώρο δεξιά της ράβδου υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β=0,5Τ του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας και φορά από τον αναγνώστη προς αυτήν και καλύπτει μεγάλη περιοχή όπως φαίνεται στο σχήμα

Αρχικά ο διακόπτης δ1 είναι κλειστός, ο διακόπτης δ2 ανοιχτός και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.

Δ1 . i) Να υπολογίσετε την αντίσταση του λαμπτήρα. **[Μονάδες 2]**

ii) Να γράψετε την εξίσωση της ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο

[Μονάδες 3]

Δ2. Να γράψετε την συνάρτηση της στιγμιαίας ισχύος με το χρόνο, που καταναλώνει ο λαμπτήρας και να γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση

[Μονάδες 5]

Ανοίγουμε τον διακόπτη δ1 και κλείνουμε τον διακόπτη δ2

Ασκούμε στο μέσο της ράβδου ΚΛ οριζόντια δύναμη κάθετη στη ράβδο, παράλληλη στους αγωγούς ΑΓ και ΔΖ με φορά προς τα δεξιά. Η ράβδος ΚΛ την t΄=0 εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο και κινείται μέσα σ΄αυτό με σταθερή ταχύτητα υ=8m/s

Δ3. i) Να υπολογιστουν τα ρεύματα στο κύκλωμα όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές

[Μονάδες 2]

ii) Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης F που ασκείται στον αγωγό εκείνη την στιγμή

[Μονάδες 4]

iii) Να υπολογιστεί ο ρυθμός προσφερόμενης ενέργειας στη διάταξη μέσω του έργου της δύναμης F εκείνη τη στιγμή **[Μονάδες 3]**

Δ4. Όταν ο ρυθμός μεταβολής του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο είναι $\frac{di}{dt} = 10A/s$ τότε:

I) Να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο εκείνη τη στιγμή **[Μονάδες 3]**

ii) Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο αποθηκεύεται ενέργεια μαγνητικού πεδίου στο πηνίο εκείνη τη στιγμή

[Μονάδες 3]

Απαντήσεις θεμάτων

Θέμα Α

1)β

2)δ

3)α

4)δ

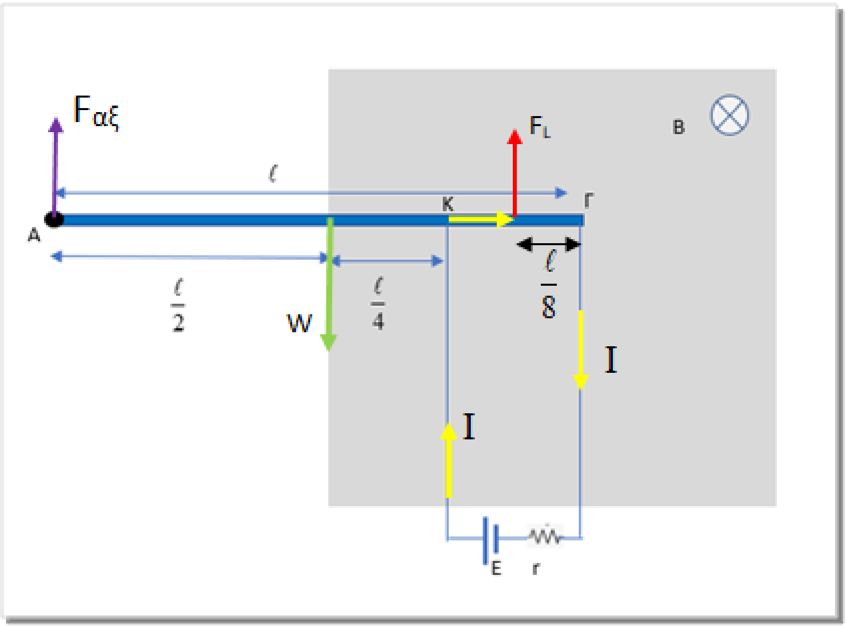
5) Σ,Λ,Λ,Σ,Σ

Θέμα Β

Β$_1$. Σωστή απάντηση η β

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό θα είναι :

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{E}}{r} \quad (1)$$



Επειδή ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο θα δέχεται δύναμη Laplace που δίνεται από τη σχέση: $F_L = BI\dfrac{\ell}{4}$, έχει σημείο εφαρμογής το μέσον του τμήματος ΚΓ, φορά που φαίνεται στο σχήμα (κανόνας 3 δακτύλων) και διεύθυνση κάθετη στον αγωγό.

Για να ισορροπεί ο αγωγός θα πρέπει.:

$$\Sigma\tau_{\mathrm{A}} = 0$$

$$\acute{\eta} \quad F_L(\ell - \frac{\ell}{8}) - w\frac{\ell}{2} = 0$$

$$\acute{\eta} \quad \mathrm{BI}\frac{\ell}{4}\cdot\frac{7\cdot\ell}{8} = mg\frac{\ell}{2}$$

$$\acute{\eta} \quad \mathrm{B}\cdot\mathrm{I}\cdot 7\cdot\ell = 16\cdot m\cdot g$$

$$\acute{\eta} \quad I = \frac{16}{7}\cdot\frac{mg}{B\ell}$$

Αντικαθιστώντας στην σχέση (1) έχουμε: $\mathrm{E} = \dfrac{16}{7}\cdot\dfrac{mgr}{B\ell}$

B_2. Σωστή απάντηση η β

Για το πρώτο πηνίο οι σπείρες του θα είναι : $N_1 = \frac{d}{2\pi r_1}$ και το εμβαδόν κάθε σπείρας $A_1 = \pi r_1^2$

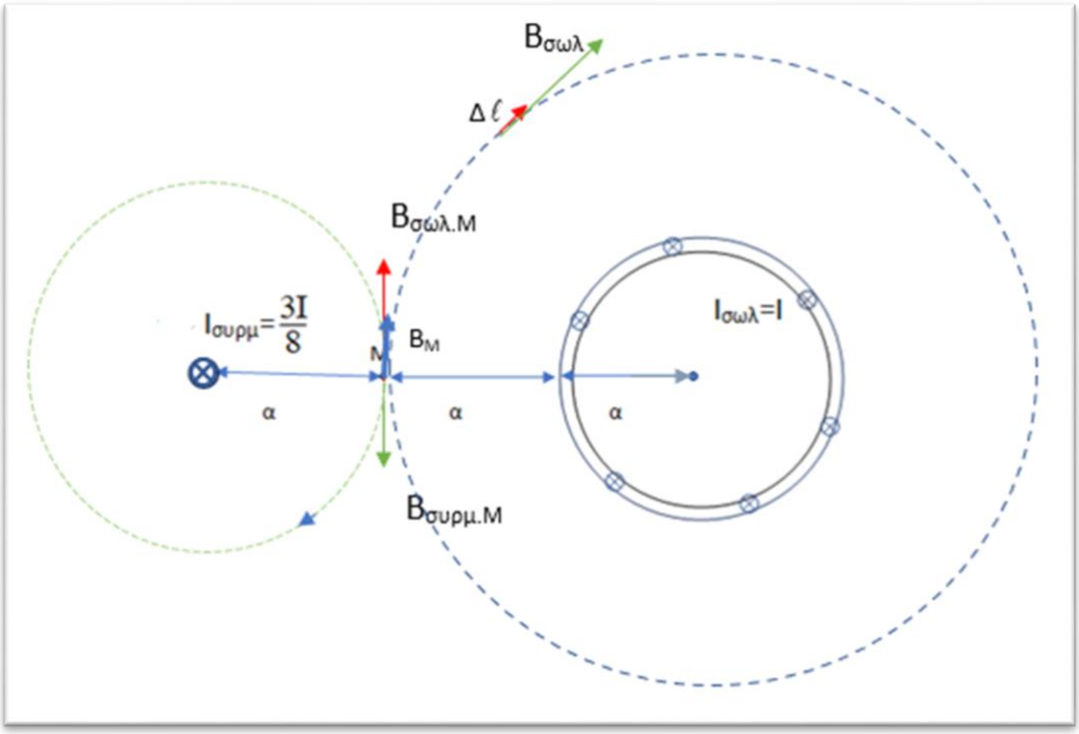
Άρα ο συντελεστής αυτεπαγωγής L_1 θα είναι :. $L_1 = \mu_o \frac{N^2}{\ell} A_1 = \mu_o \frac{d^2}{4\pi^2 r_1^2 \ell} \pi r_1^2 = \frac{\mu_o d^2}{4\pi \ell}$ (1)

Ομοίως για το δεύτερο πηνίο οι σπείρες του θα είναι : $N_2 = \frac{d_2}{2\pi r_2} = \frac{2d}{2\pi 2r_1} = \frac{d}{2\pi r_1}$ και το εμβαδόν κάθε σπείρας θα είναι : $A_2 = \pi r_2^2 = \pi(2r_1)^2 = 4\pi r_1^2$

Συνεπώς ο συντελεστής αυτεπαγωγής L_2 θα είναι :. $L_2 = \mu_o \frac{N_2^2}{\ell} A_2 = \mu_o \frac{d^2}{4\pi^2 r_1^2 \ell} 4\pi r_1^2 = \frac{\mu_o d^2}{\pi \ell}$ (2)

Από (1) και (2) θα έχουμε: $\frac{L_1}{L_2} = \frac{\frac{\mu_o d^2}{4\pi\ell}}{\frac{\mu_o d^2}{\pi\ell}} = \frac{1}{4}$ Άρα: **$L_2=4L_1$**

B3. Σωστή απάντηση είναι η α



Στην θέση (Μ) η ένταση $B_{συρμ,M}$ που οφείλεται στο ρεύμα $I_{συρμ}$ που διαρρέει το σύρμα είναι :

$$B_{συρμ.M} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_{συρμ}}{\alpha}$$

Όμως: $I_{συρμ} = \frac{3I}{8}$ συνεπώς: $B_{συρμ.M} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2}{\alpha}\frac{3I}{8} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{3I}{4\alpha}$ (1)

Στην θέση (Μ) η ένταση $B_{σωλ.Μ}$ που οφείλεται στο ρεύμα $I_{σωλ}$ =I που διαρρέει το σωλήνα υπολογίζεται από τον νόμο του Ampere

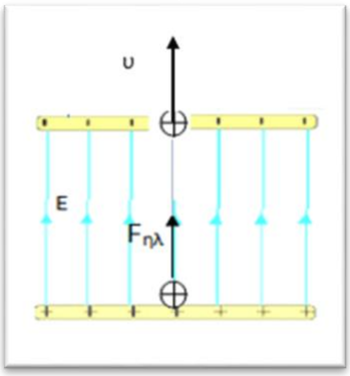
Επειδή ο σωλήνας εμφανίζει κυλινδρική συμμετρία το μέτρο του $B_{σωλ.Γ}$ είναι ίδιο σε όλα τα σημεία που ισαπέχουν από τον άξονα του σωλήνα . Επιλέγουμε κυκλική διαδρομή ακτίνας 2α . Θεωρούμε ως θετική φορά αυτή που φαίνεται στο σχήμα ώστε τα διανύσματα $\overrightarrow{B_{σωλ}}$ και $\overrightarrow{\Delta\ell}$ να είναι ομόρροπα. Η διεύθυνση του Β είναι εφαπτόμενη στην κυκλική διαδρομή. Συνεπώς:

$$\sum B_{σωλ}\cdot\Delta\ell\cdot συνθ=\mu_o I_{εγκ}$$
$$B_{σωλ.Μ}\sum\Delta\ell\cdot συν0=\mu_o I_{σωλ}$$
$$B_{σωλ.Μ}\cdot 2\pi\cdot 2\alpha=\mu_o I$$
$$B_{σωλ.Μ}=\frac{\mu_0 I}{4\pi\alpha}\quad(2)$$

Συνεπώς και με αντικατάσταση των σχέσεων (1) και (2):

$$\overrightarrow{B_{Μ}}=\overrightarrow{B_{σωλ.Μ}}+\overrightarrow{B_{συρμ.Μ}}$$
$$B_{Μ}=B_{σωλ.Μ}-B_{συρμ.Μ}$$
$$B_{Μ}=\frac{\mu_0 I}{4\pi\alpha}-\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{3I}{4\alpha}$$
$$B_{Μ}=\frac{\mu_0 I}{16\pi\alpha}$$

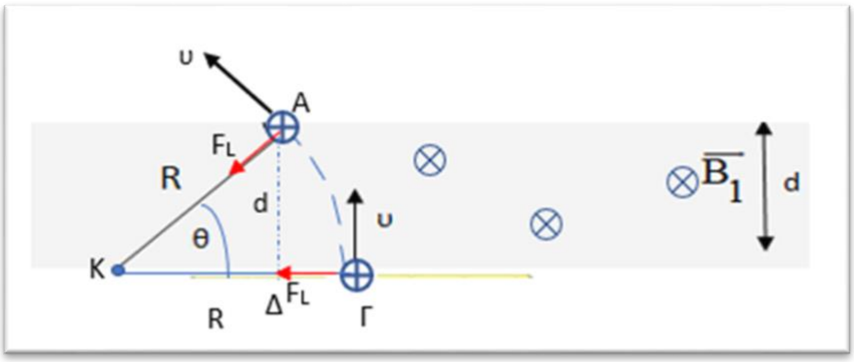
Θέμα Γ



Γ1. Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για την επιταχυνόμενη κίνηση του σωματιδίου από την είσοδό του στο ηλεκτρικό πεδίο μέχρι την έξοδο.

$$K_{τελ}-K_{αρχ}=qV \quad ή \quad \frac{1}{2}m\upsilon^2=qV$$
$$\upsilon=\sqrt{\frac{2qV}{m}} \quad ή \quad \upsilon=\sqrt{\frac{2\cdot 1,6\cdot 10^{-19}\cdot 5\cdot 10^{3}}{1,6\cdot 10^{-27}}} \quad ή \quad \upsilon=10^{6}m/s$$

Γ2. Το σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση αφού εισέρχεται στο μαγνητικό κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου οπότε η μαγνητική δύναμη δρα ως κεντρομόλος δύναμη. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς υπολογίζεται από τη σχέση :



$$R=\frac{m\cdot\upsilon}{B|q|}=\frac{1,6\cdot 10^{-27}\cdot 10^{6}}{10^{-2}\cdot 1,6\cdot 10^{-19}}=1m$$

Αφού R>d το σωματίδιο εξέρχεται όπως φαίνεται στο σχήμα

Γ3. Η μαγνητική δύναμη F_L είναι κάθε στιγμή κάθετη στην ταχύτητα του σωματιδίου στα σημεία εισόδου Γ και εξόδου Α. Το σημείο τομής των φορέων των δυνάμεων είναι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς . Φέρνουμε το ευθύγραμμο τμήμα ΑΔ που ισούται με d και από το ορθογώνιο τρίγωνο ΑΚΔ έχουμε:

$\eta\mu\theta = \frac{\mathrm{A\Delta}}{R} = \frac{0,5}{1} = \frac{1}{2}$ Συνεπώς θ=30° ή θ=$\frac{\pi}{6}r$

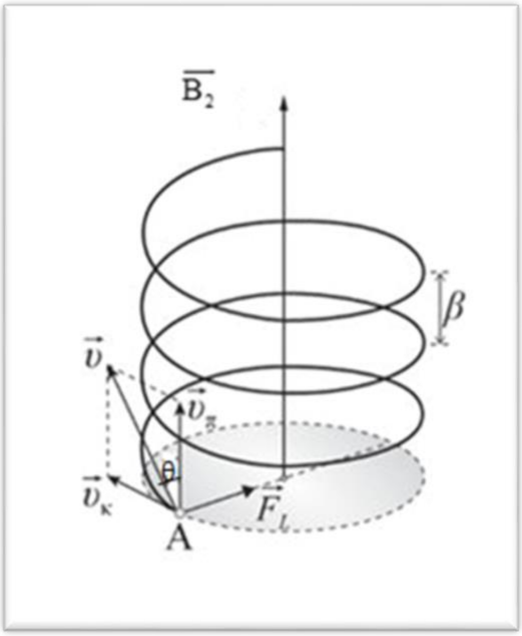
Συνεπώς η επίκεντρη γωνία που έχει διαγράψει το σωματίδιο ισούται με Δθ=$\frac{\pi}{6}r$

Επειδή $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ ή $\frac{2\pi}{\mathrm{T}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ ή $\Delta t = \frac{\Delta\theta \cdot \mathrm{T}}{2\pi} = \frac{\pi}{6}\frac{\mathrm{T}}{2\pi} = \frac{\mathrm{T}}{12}$

Όμως $\mathrm{T} = \frac{2\pi m}{B|q|} = \frac{2\pi \cdot 1,6 \cdot 10^{-27}}{10^{-2} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2\pi 10^{-6} s$

Άρα: $\Delta t = \frac{T}{12} = \frac{\pi}{6}10^{-6} s$

Γ4. Το σωματίδιο εκτελεί ελικοειδή κίνηση με τον άξονα της έλικας παράλληλο στην διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών. Το βήμα της έλικας (β) ισούται με το μήκος που διανύει το σωματίδιο στη διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών στη χρονική διάρκεια μιας περιόδου Τ. Στον κατακόρυφο άξονα που ταυτίζεται με τη διεύθυνση των μαγνητικών γραμμών το σωματίδιο εκτελεί ομαλή κίνηση με ταχύτητα υ_π (η παράλληλη συνιστώσα της ταχύτητας υ στον κατακόρυφο άξονα των δυναμικών γραμμών) . Είναι :



υ_π=υ συν30°=10⁶$\frac{\sqrt{3}}{2}$ m/s

Η περίοδος της ελικοειδούς κίνησης υπολογίζεται από τη σχέση: $\mathrm{T}_2 = \frac{2\pi m}{B_2|q|} = \frac{2\pi \cdot 1,6 \cdot 10^{-27}}{\frac{\pi}{2}10^{-1} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 4 \cdot 10^{-7} s$

Άρα: $\beta = \upsilon_\pi \cdot \mathrm{T} = \frac{10^6\sqrt{3}}{2} 4 \cdot 10^{-7} = 0,2\sqrt{3}m$

Γ5. Το μήκος της τροχιάς ισούται με : $s = \upsilon \cdot \Delta t_2 = 10^6 \cdot 8 \cdot 10^{-7} = 0,8m$

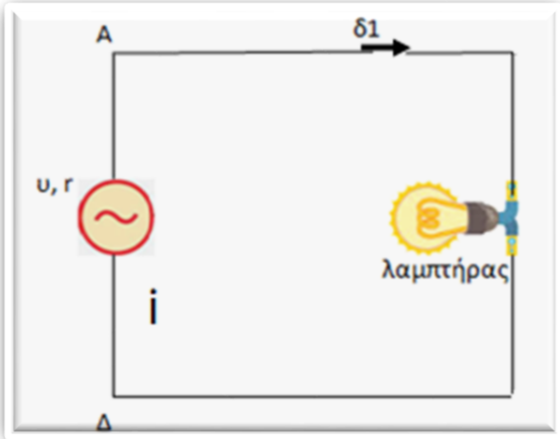
Θέμα Δ

Δ.1 Διακόπτης δ1 κλειστός. Διακόπτης δ2 ανοιχτός

Η γωνιακή συχνότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 2.5 \quad ή$$
$$\omega = 5\pi \quad r/s$$

Τα στοιχεία που αναγράφει ο λαμπτήρας αναφέρονται στην ενεργό τάση που πρέπει να επικρατεί στα άκρα του ώστε να λειτουργεί κανονικά καθώς και στην ενεργό τιμή της έντασης του ρεύματος



Συνεπώς: $V_K = V_{εν.Λ} = 4\sqrt{2}V$ και $I_K = I_{εν} = \sqrt{2}A$

Και έτσι υπολογίζουμε την αντίσταση του λαμπτήρα:

$$R_\Lambda = \frac{V_K}{I_K} = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 4\Omega$$

$$R_{ολ} = R_\Lambda + r$$
$$R_{ολ} = 5\Omega$$

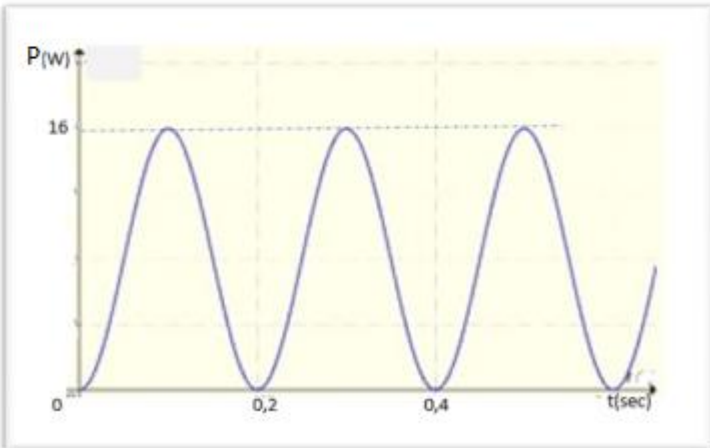
Η ενεργός τιμής της τάσης του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι :

$$V_{εν} = I_{εν} R_{ολ} \quad ή \quad V_{εν} = 5\sqrt{2}\ V$$

Όμως: $V_{εν} = \dfrac{V}{\sqrt{2}} \quad ή \quad V = V_{εν}\sqrt{2} \quad ή \quad V = 10V$

Τελικά η εξίσωση της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο θα είναι : $\upsilon = 10\eta\mu(5\pi t) \ (SI)$

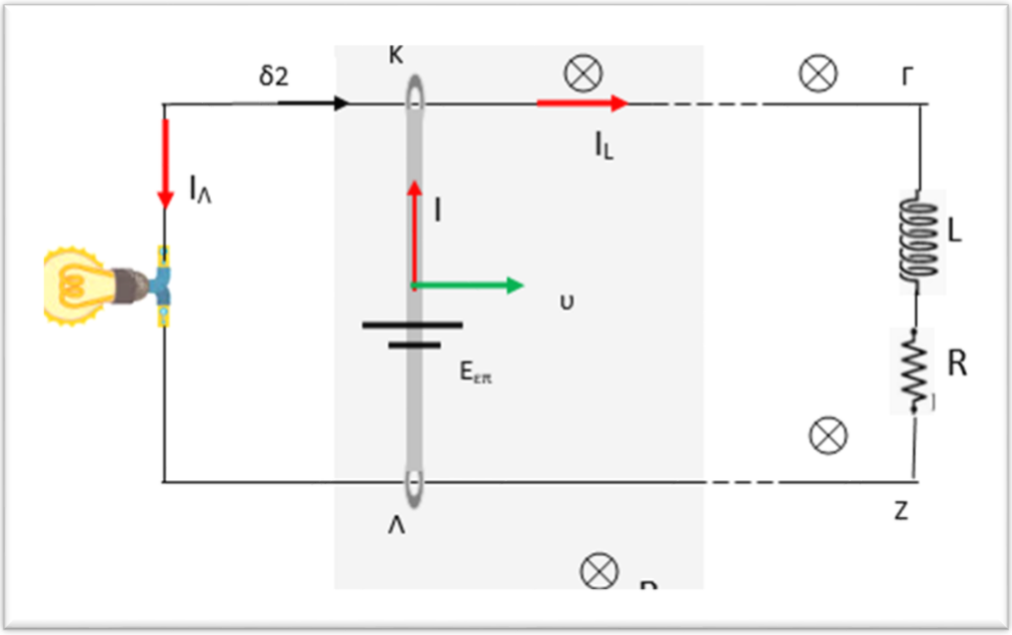
Δ2. Η στιγμιαία ισχύς υπολογίζεται από τη σχέση: $P_{στιγ.Λ} = i^2 \cdot R_\Lambda$



$$i = \frac{\upsilon}{R_{ολ}} = \frac{10\eta\mu(5\pi t)}{5} \quad ή \quad i = 2\eta\mu(5\pi t)\ (SI)$$

Συνεπώς: $P_{\sigma\tau\iota\gamma.\Lambda} = (2\eta\mu(5\pi t)^2 \cdot 4$ ή $P_{\sigma\tau\iota\gamma.\Lambda} = 16\eta\mu^2(5\pi t)\ (SI)$

Η αντίστοιχη γραφική παράσταση είναι:



Δ3.

i) Όταν αποκατασταθούν οι τελικές τιμές των ρευμάτων τότε: $E_{αυτ} = -L\dfrac{di}{dt} = 0$

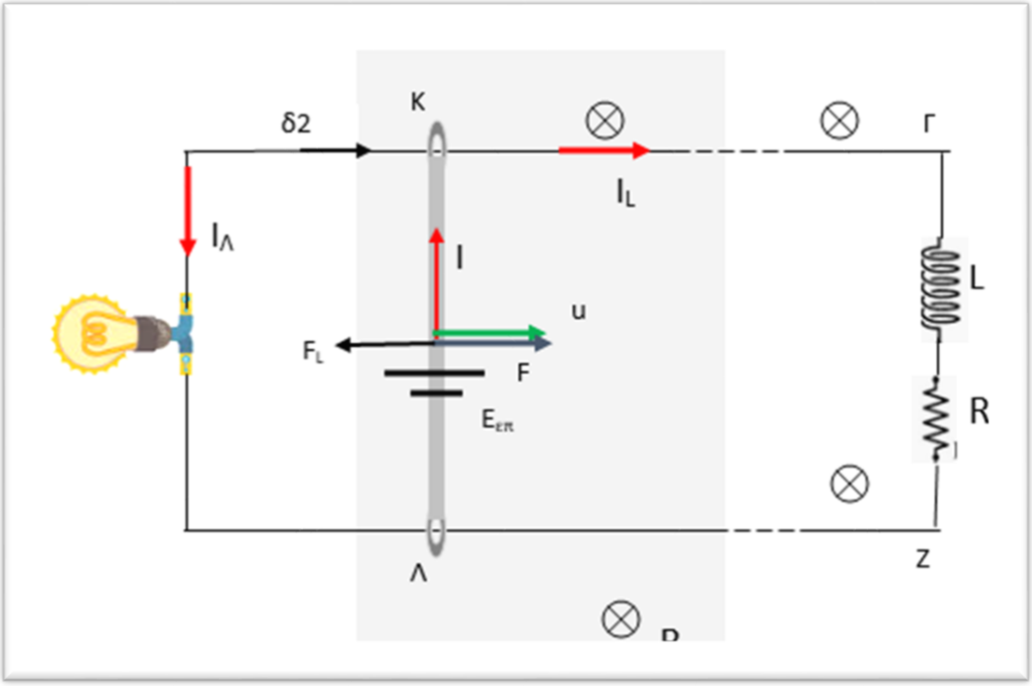
Στην ράβδο εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή με πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα.

$$E_{επ} = B\upsilon\ell = 0{,}5 \cdot 8 \cdot 1 = 4V$$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα θα είναι : $I_Λ = \dfrac{E_{επ}}{R_Λ} = \dfrac{4}{4} = 1A$

Και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο θα είναι : $I_L = \dfrac{E_{επ}}{R_L} = \dfrac{4}{4} = 1A$

Συνεπώς: $I = I_R + I_L = 2A$



ii)

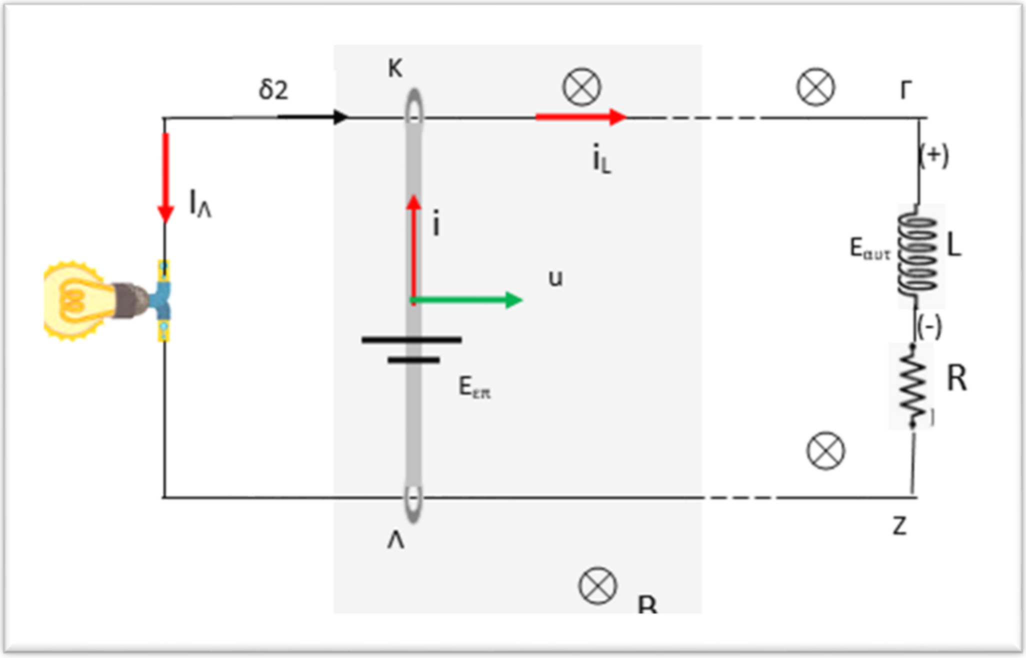
Η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα , συνεπώς: $\overrightarrow{\Sigma F}=\vec{0}$ ή $F=F_L$ ή $F=F_L$

Αλλά: $F_L = \mathrm{B}\mathrm{I}\ell = 0,5\cdot 2\cdot 1 = 1\mathrm{N}$ Συνεπώς: F=1N

iii) Ο ρυθμός προσφερόμενης ενέργειας μέσω του έργου της δύναμης F είναι :

$$\frac{dW_{\pi\rho o\sigma\varphi}}{dt} = P_{\pi\rho o\sigma\varphi} \text{ ή } P_{\pi\rho o\sigma\varphi} = F\cdot\upsilon = 1\cdot 8 = 8W$$

Δ4.



i)

$$\mathrm{E}_{\alpha\upsilon\tau} = -L\frac{di}{dt} = -0,2\cdot 10 = -2V$$

Εφαρμόζουμε 2ο Κανόνα kirchhoff στον βρόχο ΚΓΖΛΚ έχουμε:

$$\mathrm{E}_{\varepsilon\pi} - |\mathrm{E}_{\alpha\upsilon\tau}| - i_L R = 0$$
$$4 - 2 - i_L \cdot 4 = 0$$
$$i_L = 0,5A$$

ii) $\dfrac{dU_L}{dt} = |E_{\alpha\upsilon\tau}| \cdot i = 2 \cdot 0,5 = 1\dfrac{J}{s}$