ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ
(Μαγνητικό Πεδίο)

Ερωτήσεις 1ου Θέματος

Α. *Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής*

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ερωτήσεις και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. *Αν τροφοδοτήσουμε ένα σωληνοειδές με ρεύμα έντασης Ι, τότε στο μέσον του η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο Β. Αν κόψουμε στη μέση το σωληνοειδές και τροφοδοτήσουμε το ένα κομμάτι του με ρεύμα ίδιας έντασης Ι, τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσον του κομματιού αυτού έχει μέτρο*

α. *Β.* **β.** *2Β.* **γ.** $\frac{B}{2}$. **δ.** $\frac{B}{4}$.

Ημερ. 2020

2. *Η μαγνητική ροή Φ, που διέρχεται από μια επίπεδη επιφάνεια εμβαδού S, η οποία βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο*

α. είναι μέγιστη, όταν η επιφάνεια είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

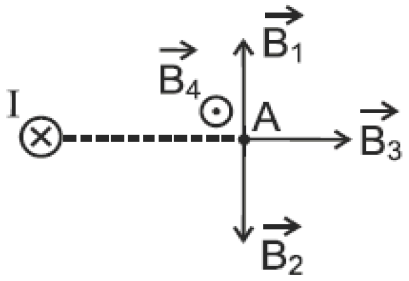
β. είναι διανυσματικό μέγεθος.

γ. είναι μέγιστη, όταν η επιφάνεια είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου.

δ. έχει μονάδα μέτρησης το 1 Tesla (1Τ).

Ημερ. 2021

3. *Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους είναι κάθετος στο επίπεδο της σελίδας και διαρρέεται από συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα έντασης Ι με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.*



Στο σημείο Α του σχήματος, η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον αγωγό αυτό παριστάνεται με το διάνυσμα:

α. $\vec{B}_1$. **β.** $\vec{B}_2$. **γ.** $\vec{B}_3$. **δ.** $\vec{B}_4$.

Ημερ. 2023

4. *Για να υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς απείρου μήκους, το οποίο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης, εφαρμόζοντας το νόμο του Ampère, λαμβάνουμε ως κλειστή διαδρομή:*

α. μια κατάλληλη κυκλική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.

β. μια κατάλληλη διαδρομή σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου με το επίπεδό του κάθετο στον άξονα του σωληνοειδούς.

γ. μια κατάλληλη ελλειπτική διαδρομή κάθετη στον άξονα του σωληνοειδούς.
δ. μια κατάλληλη διαδρομή σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου με το επίπεδό της να περιέχει τον άξονα του σωληνοειδούς.

Επαν. Ημερ. – Ομογ. 2023

5. *Η δύναμη $\vec{F}$ που ασκεί το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ σε ηλεκτρικό φορτίο q που κινείται με ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ έχει*
α. την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών, αν πρόκειται για θετικό φορτίο, και αντίθετη, αν πρόκειται για αρνητικό.
β. τη διεύθυνση της ταχύτητας $\vec{\upsilon}$.
γ. διεύθυνση που σχηματίζει με τις δυναμικές γραμμές γωνία φ με $\eta\mu\varphi = \frac{F}{B|q|\upsilon}$.
δ. διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από το $\vec{B}$ και την ταχύτητα $\vec{\upsilon}$.

Ημερ. 2025

6. *Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου που παράγεται από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό, πολύ μεγάλου μήκους:*
α. είναι παράλληλες και ισαπέχουσες.
β. έχουν την κατεύθυνση του αγωγού.
γ. είναι ομόκεντροι κύκλοι κάθετοι στον αγωγό με κέντρο τον αγωγό.
δ. είναι ομόκεντροι κύκλοι παράλληλοι στον αγωγό.

Επαν. Ημερ. – Ομογ. 2025

Β. *Ερωτήσεις Σωστού – Λάθους*

*Να χαρακτηρίσετε στο τετράδιό σας τις προτάσεις που ακολουθούν με το γράμμα **Σ**, αν είναι σωστές ή με το γράμμα **Λ**, αν είναι λανθασμένες.*

1. 1 Wb = 1 V·s.

2. Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός, που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, θα μπορούσε να μη δέχεται δύναμη Laplace.

3. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου κοντά στα άκρα ρευματοφόρου σωληνοειδούς έχει μέτρο ίσο με το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

4. Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής διαπερατότητας κάποιου υλικού στο σύστημα SI είναι το 1 Wb (1 Weber).

5. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού μεγάλου μήκους είναι ανοιχτές.

6. Η μονάδα έντασης του μαγνητικού πεδίου στο S.I. είναι το 1 Tesla.

7. Στο χώρο γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται ομογενές μαγνητικό πεδίο.

8. Ο νόμος Ampere ισχύει και για ρεύματα μεταβλητής έντασης.

9. Παράλληλοι αγωγοί που διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα απωθούνται.

Ερωτήσεις 2ου Θέματος

1. Δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι ρευματοφόροι αγωγοί Α και Γ απείρου μήκους απέχουν απόσταση d και διαρρέονται από αντίρροπα συνεχή και σταθερά ηλεκτρικά ρεύματα, εντάσεων I_A και $I_Γ$ αντίστοιχα, όπου $I_Γ = 3I_A$ (Σχήμα 1).
Ένας τρίτος ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους ℓ, παράλληλος με τους αγωγούς Α και Γ, που βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με αυτούς και ισορροπεί, απέχει αποστάσεις r_A και $r_Γ$ από τους αγωγούς Α και Γ αντίστοιχα.

Σχήμα 1

Ο αγωγός μήκους ℓ διαρρέεται από συνεχές και σταθερό ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I που είναι ομόρροπο με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό Α. Η απόσταση $r_Γ$ είναι ίση με:

i. $\frac{d}{4}$. **ii.** $\frac{3d}{2}$. **iii.** $\frac{5d}{4}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Επαν. Ημερ. 2020

2. Δύο ευθύγραμμοι παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί (1) και (2) μεγάλου μήκους βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους. Οι αγωγοί διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα εντάσεων I_1, I_2 αντίστοιχα με $I_2 = 2I_1$.
Στο μέσο της απόστασης r, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν είναι ίσο με:

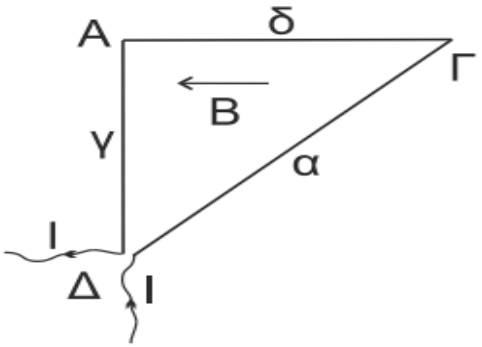
i. 0 . **ii.** $k_μ \frac{4I_1}{r}$. **iii.** $k_μ \frac{2I_1}{r}$

.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Ομογ. 2021

3. Το πλαίσιο ΑΓΔ έχει σχήμα ορθογώνιου τριγώνου με ορθή γωνία στο Α και πλευρές $α$, $δ$, $γ$, όπως φαίνεται στο σχήμα.



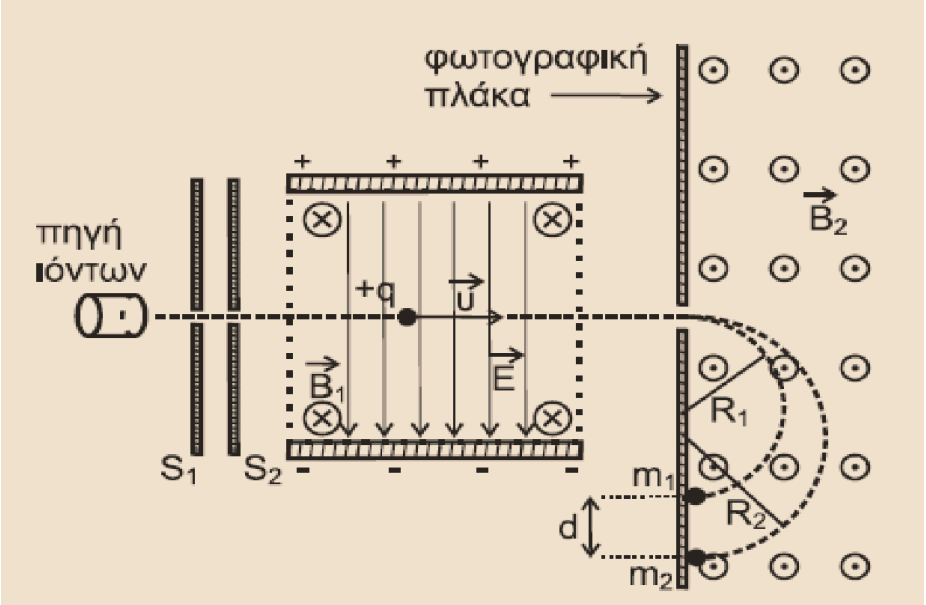
Το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης *I* και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $\vec{B}$. Οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι παράλληλες στην πλευρά ΑΓ του πλαισίου.
Το μέτρο της συνισταμένης δύναμης, που δέχεται το πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο, έχει τιμή

i. $\Sigma F = B\,I\,\gamma$. **ii.** $\Sigma F = 0$. **iii.** $\Sigma F = B\,I\,\alpha$ ημΔ.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Επαν. Ημερ. – Ομογ. 2022

4. Στο φασματοσκόπιο μάζας (Bainbridge) του παρακάτω σχήματος, λεπτή δέσμη ιόντων ενός χημικού στοιχείου, που αποτελείται από δύο ισότοπα, διέρχεται από φίλτρο ταχυτήτων, όπου συνυπάρχουν ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ και ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$ με φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα, κάθετα μεταξύ τους.



Μερικά από τα ιόντα δεν εκτρέπονται και συνεχίζουν ανεπηρέαστα την πορεία τους και συνεχίζουν μέσα στο φίλτρο συχνοτήτων.

α. Το μέτρο της ταχύτητας των ιόντων που δεν εκτρέπονται είναι ίσο με

i. $\upsilon = \frac{B_1}{E}$. ii. $\upsilon = \frac{E}{B_1}$. iii. $\upsilon = \frac{E}{2B_1}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε.

Στη συνέχεια τα ιόντα αυτά εισέρχονται σε περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}_2$ με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη. Στο πεδίο αυτό διαγράφουν ημικυκλικές τροχιές και πέφτουν σε φωτογραφική πλάκα, αφήνοντας σε αυτή δύο ίχνη που απέχουν μεταξύ τους απόσταση *d*.

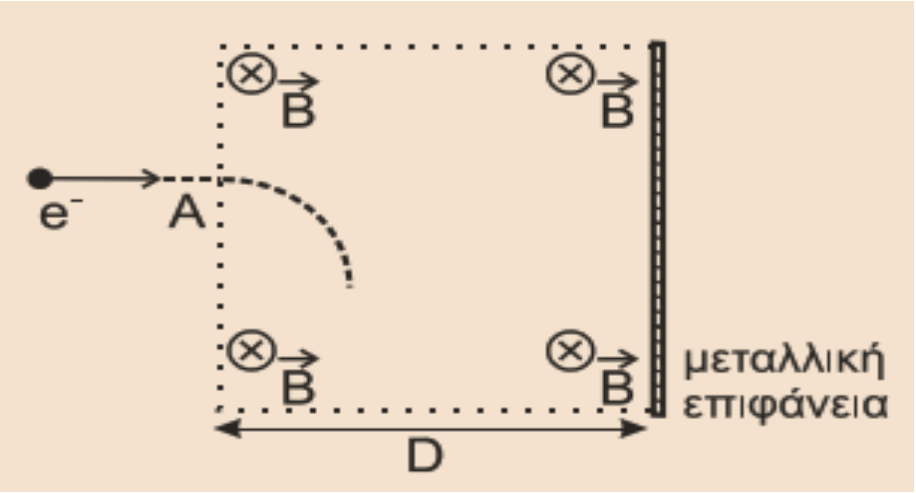
β. Η διαφορά μάζας των ισοτόπων του στοιχείου που αποτελούν τη δέσμη είναι ίση με

i. $\Delta m = \frac{d\mathrm{B}_1 B_2 q}{2\mathrm{E}}$. ii. $\Delta m = \frac{2d\mathrm{B}_1 B_2 q}{\mathrm{E}}$. iii. $\Delta m = \frac{d\mathrm{B}_1 B_2 q}{\mathrm{E}}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε.

Ημερ. 2023

5. Ηλεκτρόνιο μάζας *m* και φορτίου (*-e*) με κινητική ενέργεια *K* κατευθύνεται προς μεταλλική επιφάνεια που είναι τοποθετημένη κάθετα στη διεύθυνση κίνησης του ηλεκτρονίου. Μπροστά από την επιφάνεια υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, με τις δυναμικές του γραμμές να είναι παράλληλες στην μεταλλική επιφάνεια και κάθετες στο επίπεδο της σελίδας.
Το εύρος του μαγνητικού πεδίου είναι *D*.
Αν το ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο σε σημείο Α κάθετα στις δυναμικές γραμμές του, όπως φαίνεται στο σχήμα, η ελάχιστη τιμή της έντασης *B* του μαγνητικού πεδίου έτσι ώστε το ηλεκτρόνιο να μην προσκρούει στην μεταλλική επιφάνεια είναι

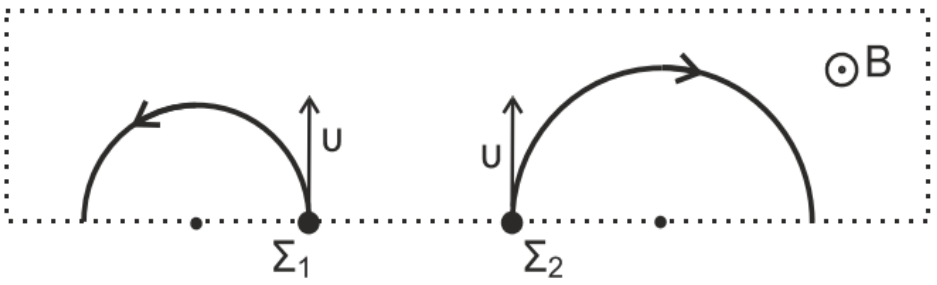


i. $B = \frac{\sqrt{2mK}}{|e|D}$. ii. $B = \frac{D}{|e|}\sqrt{\frac{m}{2K}}$. **iii.** $B = \frac{\sqrt{mK}}{|e|D}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Επαν Ημερ. – Ομογ. 2023

6. Δύο φορτισμένα σωματίδια Σ_1 και Σ_2, μάζας $m_1 = m$ και $m_2 = 4m$ και φορτίου $q_1 = -q$ και $q_2 = +2q$ εκτοξεύονται ταυτόχρονα με την ίδια ταχύτητα *υ* κάθετα σε ομογενές πεπερασμένο μαγνητικό πεδίο *B*, διαγράφοντας ημικυκλικές τροχιές, πριν εξέλθουν του πεδίου.



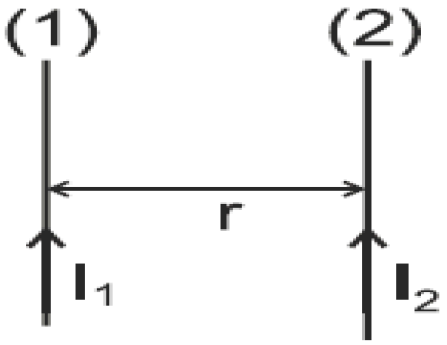
Υποθέτοντας ότι οι δυνάμεις Coulomb είναι αμελητέες, η χρονική διαφορά της εξόδου των σωματιδίων από το μαγνητικό πεδίο είναι:

i. $\frac{2\pi m}{qB}$. **ii.** $\frac{\pi m}{qB}$. **iii.** $\frac{\pi m}{2qB}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Επαν Ημερ. – Ομογ. 2025

7.



Οι δύο παράλληλοι ευθύγραμμοι αγωγοί (1), (2) του σχήματος έχουν μεγάλο μήκος και βρίσκονται πάνω στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Ο αγωγός (1) είναι ακλόνητα στερεωμένος ενώ ο αγωγός (2) μπορεί να μετακινηθεί. Οι αγωγοί (1) και (2) διαρρέονται, αντίστοιχα, από συνεχή ομόρροπα ρεύματα εντάσεων $I_1 = I$ και $I_2 = 2I$, απέχουν απόσταση r και η δύναμη που αναπτύσσεται σε μήκος ℓ του αγωγού (2) είναι F_1. Απομακρύνουμε τον αγωγό (2) κατά $d = r/2$ προς τα δεξιά και ταυτόχρονα διπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει. Τότε η δύναμη που αναπτύσσεται στο ίδιο μήκος ℓ του αγωγού (2) είναι F_2. Ο λόγος των δυνάμεων F_1/F_2 είναι ίσος με:

i. 3/4. **ii.** 4/3. **iii.** 3/5.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

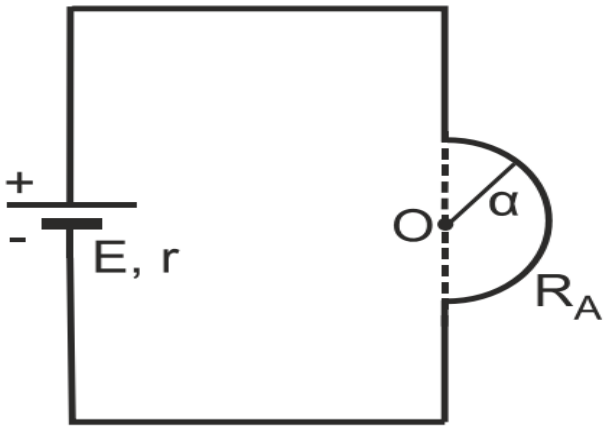
Ημερ. 2026

Ασκήσεις 3ου Θέματος

1. Γ1. Ο ημικυκλικός αγωγός του παρακάτω σχήματος έχει ακτίνα $a = 2 \cdot 10^{-2}$ m, αντίσταση $R_A = 4\ \Omega$ και συνδέεται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 24$ V και εσωτερικής αντίστασης $r = 2\ \Omega$.

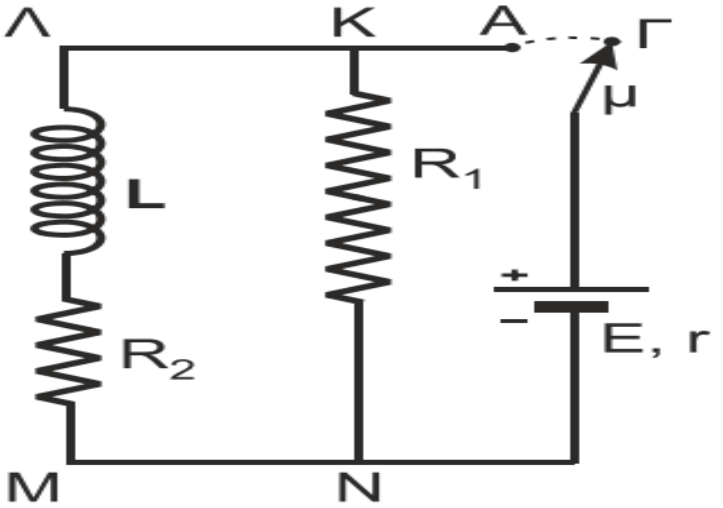
α. Να σχεδιάσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του Ο και να υπολογίσετε το μέτρο της.

β. Να υπολογίσετε το πηλίκο του ρυθμού, με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στον ημικυκλικό αγωγό προς τον ρυθμό, με τον οποίο εκλύεται θερμότητα στην εσωτερική αντίσταση της πηγής.



Γ2. Η ηλεκτρική πηγή του ερωτήματος Γ1 συνδέεται μέσω μεταγωγού (μ) με το κύκλωμα ΚΛΜΝ του παρακάτω σχήματος, για το οποίο δίνονται:

- οι αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 4\ \Omega$ και
- ο συντελεστής αυτεπαγωγής του ιδανικού πηνίου $L = 0{,}2$ Η.



Αρχικά ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση Γ.

α. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ μετακινούμε τον μεταγωγό στη θέση Α.

Να υπολογίσετε την ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου, μετά την αποκατάσταση των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα.

β. Τη χρονική στιγμή t_1 μετακινούμε τον μεταγωγό πίσω στη θέση Γ.

Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής $\left(\frac{di}{dt}\right)$ της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα ΚΛΜΝ αμέσως μετά τη χρονική στιγμή t_1.

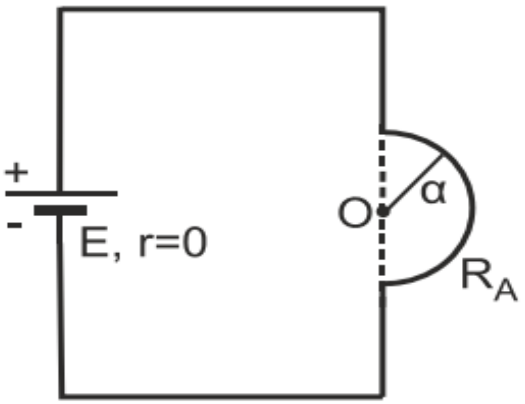
Δίνονται:

- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \ \frac{Tm}{A}$

Να θεωρήσετε ότι οι αγωγοί σύνδεσης του κυκλώματος δεν έχουν αντίσταση.

Επαν. Ημερήσια 2025

2. Γ1. Ο ημικυκλικός αγωγός του παρακάτω σχήματος έχει ακτίνα $a = 2 \cdot 10^{-2}$ m, αντίσταση $R_A = 4\ \Omega$ και συνδέεται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 24$ V και μηδενικής εσωτερικής αντίστασης.

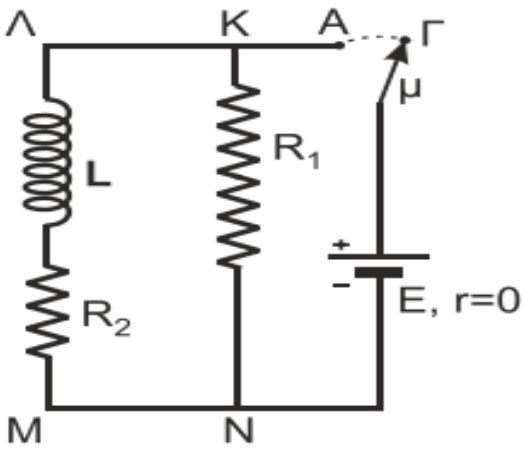


α. Να σχεδιάσετε την ένταση B_1 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του Ο και να υπολογίσετε το μέτρο της.

β. Να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας που εκλύεται συνολικά στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα 100 s.

Γ2. Η ηλεκτρική πηγή του ερωτήματος Γ1 συνδέεται μέσω μεταγωγού (μ) με το κύκλωμα ΚΛΜΝ του παρακάτω σχήματος, για το οποίο δίνονται:

- οι αντιστάσεις $R_1 = R_2 = 4\ \Omega$ και
- ο συντελεστής αυτεπαγωγής του ιδανικού πηνίου $L = 0{,}2$ H.



Αρχικά ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση Γ. Τη χρονική στιγμή t = 0 μετακινούμε τον μεταγωγό στη θέση Α. Μετά την αποκατάσταση των εντάσεων των ρευμάτων στο κύκλωμα ΚΛΜΝ, να υπολογίσετε

α. το μέτρο της έντασης B_2 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το πηνίο στο κέντρο του, αν γνωρίζετε ότι το πηλίκο $\frac{N}{l}$ = 400 σπείρες/m, όπου N ο αριθμός των σπειρών του πηνίου και ℓ το μήκος του.

β. την ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου

Δίνονται:

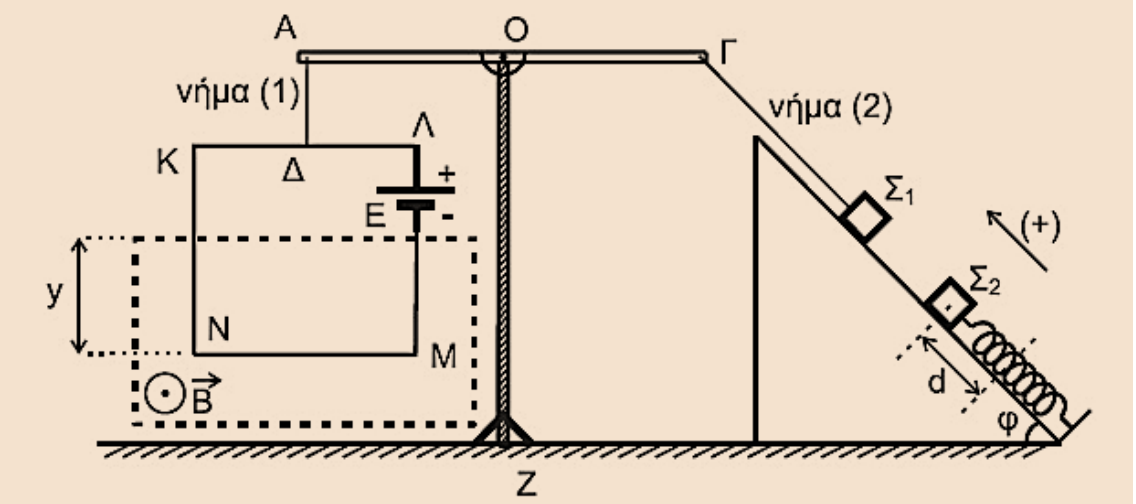
- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$

Να θεωρήσετε ότι οι αγωγοί σύνδεσης του κυκλώματος δεν έχουν αντίσταση.

Ομογενείς 2025

Προβλήματα 4ου Θέματος

1. Στη διάταξη του παρακάτω σχήματος φαίνεται ένας ζυγός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της έντασης ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου.



Το κατακόρυφο στέλεχος ΟΖ του ζυγού είναι στηριγμένο σε οριζόντιο δάπεδο.

Στην κορυφή του έχει αρθρωθεί οριζόντια ομογενής ράβδος ΑΓ στο μέσον της Ο. Από το άκρο Α της ράβδου ΑΓ αναρτάται με τη βοήθεια αβαρούς και μη εκτατού κατακόρυφου μονωτικού νήματος (1), το οποίο συνδέεται στο μέσον Δ της πλευράς ΚΛ, ένα τετράγωνο συρμάτινο και αβαρές πλαίσιο ΚΛΜΝ, πλευράς a = 0,8m και συνολικής αντίστασης R = 2Ω. Στο πλαίσιο υπάρχει πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) E = 30V, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης και αμελητέου βάρους.

Το πλαίσιο ισορροπεί σε κατακόρυφο επίπεδο και βρίσκεται μερικώς μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη.

Με αβαρές και μη εκτατό νήμα (2) έχουμε συνδέσει το άκρο Γ της ράβδου με σώμα Σ_1 m_1 = 3Kg το οποίο ισορροπεί σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσεως φ = 37°. Η διεύθυνση του νήματος είναι παράλληλη προς το κεκλιμένο επίπεδο.

Στο κεκλιμένο επίπεδο ισορροπεί και σώμα Σ_2 m_2 = 1Kg, δεμένο στο ελεύθερο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k = 100N/m του οποίου ο άξονας είναι παράλληλος στο κεκλιμένο επίπεδο. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Όλα τα σώματα της διάταξης ισορροπούν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα (1) στο άκρο Α της ράβδου.

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο Β της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μετακινούμε το σώμα Σ_2 προς την βάση του κεκλιμένου επιπέδου κατά $d = \frac{9\pi}{100}\, m$ και συγκρατούμε σε αυτή τη θέση. Κόβουμε το νήμα (2), και την ίδια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί προς τα πάνω το Σ_2 εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k$, περνώντας για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το σώμα Σ_1.

Δ3. Να αποδείξετε ότι το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την πλαστική κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.

Δ4. Αν το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την πλαστική κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k$, να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του συσσωματώματος από την θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τη χρονική στιγμή της κρούσης και θετική φορά, τη φορά από τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου προς την κορυφή του.

Δ5. Να γράψετε τη σχέση της δύναμης του ελατηρίου σε συνάρτηση με την απομάκρυνση $F_{ελ}$ – x κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του συσσωματώματος και να κάνετε την γραφική της παράσταση σε βαθμονομημένους άξονες.

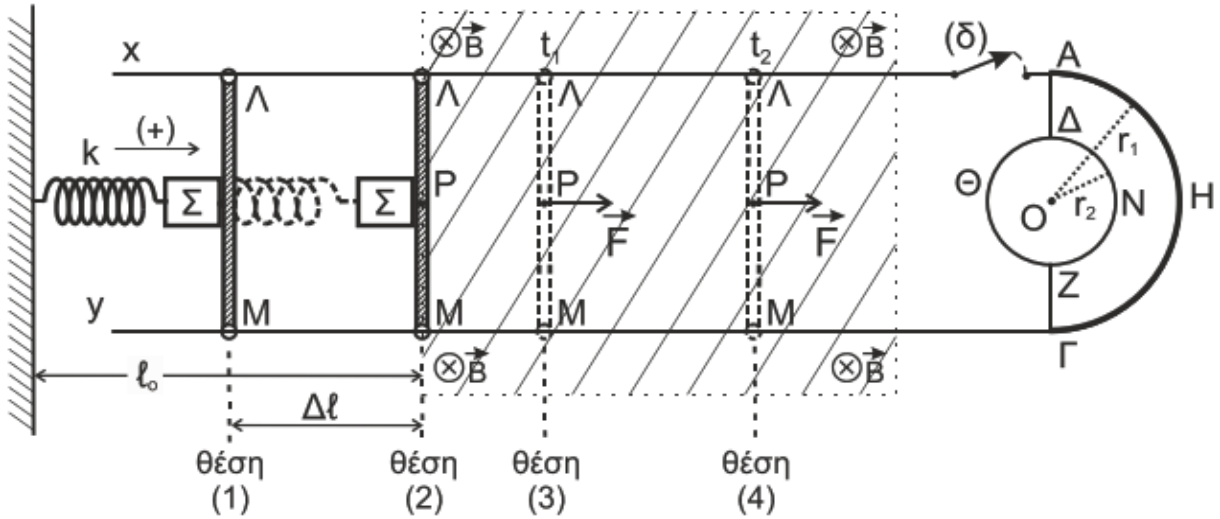
Να θεωρήσετε ότι:

- η κρούση είναι ακαριαία
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα για όλα τα σώματα
- κατά την κρούση δεν έχουμε απώλεια μάζας
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα,
- το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι $g = 10\ m/s^2$.

Ημερ. 2023

2. Ένα σώμα Σ μικρών διαστάσεων, μάζας $m = 0{,}4$ kg και μια ευθύγραμμη λεπτή και ομογενής μεταλλική ράβδος ΛΜ μήκους $L = 1$ m και μάζας $M_ρ = 1{,}2$ kg αμελητέας ωμικής αντίστασης, έχουν τοποθετηθεί πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Το σώμα Σ έχει δεθεί στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 10$ N/m, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Στη θέση αυτή (θέση (2)), το σώμα Σ βρίσκεται σε επαφή με τη ράβδο στο μέσον της Ρ. Ο άξονας του ελατηρίου, το σώμα Σ και το μέσον της ράβδου βρίσκονται στην ίδια οριζόντια διεύθυνση, η οποία είναι κάθετη στη ράβδο. Η ράβδος είναι κάθετα τοποθετημένη με τα άκρα της Λ, Μ πάνω σε δύο οριζόντιους και παράλληλους αγωγούς (xA) και (yΓ), αμελητέας ωμικής αντίστασης, οι οποίοι έχουν στερεωθεί πάνω στο οριζόντιο δάπεδο. Η ράβδος μπορεί να ολισθαίνει πάνω στους δύο παράλληλους αγωγούς, χωρίς τριβές, έχοντας τα άκρα της σε συνεχή επαφή με αυτούς. Μεταξύ των άκρων Α και Γ των παράλληλων αγωγών έχει συνδεθεί ένας λεπτός ημικυκλικός αγωγός (ΑΗΓ) κέντρου Ο και ακτίνας $r_1 = L/2$, κατασκευασμένος από σύρμα σταθερής διατομής και ωμικής αντίστασης $R_1 = 10\ Ω$. Στα άκρα Α και Γ έχει συνδεθεί επιπλέον ένας λεπτός κυκλικός αγωγός (ΔΝΖΘ) κατασκευασμένος από σύρμα

σταθερής διατομής ωμικής αντίστασης R_2 = 10 Ω, μέσω των αγώγιμων συρμάτων ΑΔ και ΓΖ που έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Στον κυκλικό αγωγό σχηματίζονται δύο ημικύκλια ΔΝΖ και ΔΘΖ. Το κέντρο του κυκλικού αγωγού ταυτίζεται με το κέντρο του ημικυκλικού αγωγού ΑΗΓ, ενώ η ακτίνα του r_2 είναι μικρότερη από την ακτίνα r_1.



Ο διακόπτης (δ) του αγωγού xA είναι αρχικά ανοικτός, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Στον χώρο μεταξύ της ράβδου ΛΜ και του αγωγού (ΑΗΓ) υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, το οποίο στο σχήμα απεικονίζεται με τη γραμμοσκιασμένη περιοχή. Το μέτρο της έντασής του είναι B = 1 Τ και οι δυναμικές του γραμμές έχουν διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Μετακινούμε τη ράβδο ΛΜ μαζί με το σώμα Σ, ώστε το ελατήριο να συσπειρωθεί κατά $\Delta\ell$ = 0,4 m από το φυσικό του μήκος και να έρθει στη θέση (1). Στη συνέχεια αφήνουμε ελεύθερο το σύστημα του σώματος Σ και της ράβδου.

Δ1. α) Να αποδείξετε ότι η ράβδος ΛΜ θα αποχωριστεί από το σώμα Σ στη θέση όπου το ελατήριο θα αποκτήσει το φυσικό του μήκος για πρώτη φορά μετά τη στιγμή που τα αφήσαμε ελεύθερα.

β) Να βρείτε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ, αφού αποχωριστεί από τη ράβδο ΛΜ.

Τη χρονική στιγμή t = 0 η ράβδος ΛΜ αποχωρίζεται από το σώμα Σ και με την ταχύτητα που έχει εισέρχεται αμέσως μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Δ2. Να αιτιολογήσετε την ανάπτυξη ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) από επαγωγή ανάμεσα στα άκρα Λ, Μ της ράβδου αμέσως μετά τη χρονική στιγμή t = 0 και να σχεδιάσετε την πολικότητά της.

Τη χρονική στιγμή t_1 = 1 s (θέση (3)) ασκείται στο μέσον Ρ της ράβδου σταθερή οριζόντια δύναμη προς τη θετική κατεύθυνση μέτρου F = 3 Ν, κάθετη σε αυτήν. Τη χρονική στιγμή t_2 = 3 s ο διακόπτης (δ) κλείνει (θέση (4)).

Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης της ράβδου ΛΜ για το χρονικό διάστημα $\Delta t = (t_2 - t_1)$ και το μέτρο της ταχύτητάς της στο τέλος αυτού του χρονικού διαστήματος.

Δ4. Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη (δ):

α) να αποδείξετε ότι η ράβδος ΛΜ θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β) να υπολογίσετε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τη ράβδο, τον ημικυκλικό αγωγό και τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού.

Δ5. Αφού έχει κλείσει ο διακόπτης (δ) να υπολογίσετε:

α) την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί στο κέντρο του Ο αποκλειστικά ο ημικυκλικός αγωγός, κάνοντας χρήση του νόμου των Biot - Savart.

β) τη συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν αποκλειστικά ο ημικυκλικός και ο κυκλικός αγωγός στο κοινό τους κέντρο Ο.

Να θεωρήσετε ότι:

- Η όλη διάταξη βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο μεγάλων διαστάσεων το οποίο είναι ηλεκτρικά μονωμένο.
- Η ράβδος μετά το κλείσιμο του διακόπτη τη χρονική στιγμή t_2 παραμένει συνεχώς μέσα στο μαγνητικό πεδίο, δεν επηρεάζεται η κίνησή της από το μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν ο ημικυκλικός και ο κυκλικός αγωγός και δεν έρχεται σε επαφή με αυτούς.
- Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα για όλα τα σώματα.
- Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Ημερ. 2024