

Μαγνητικό πεδίο

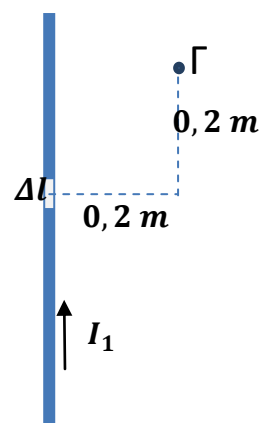
1) Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός (1) μεγάλου μήκους διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I_1 = 2 \text{ A}$.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο και προσδιορίστε την κατεύθυνση της έντασης $\Delta \vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο σημείο Γ του σχήματος εξαιτίας του στοιχειώδους τμήματος $\Delta l = 0,02 \text{ m}$.

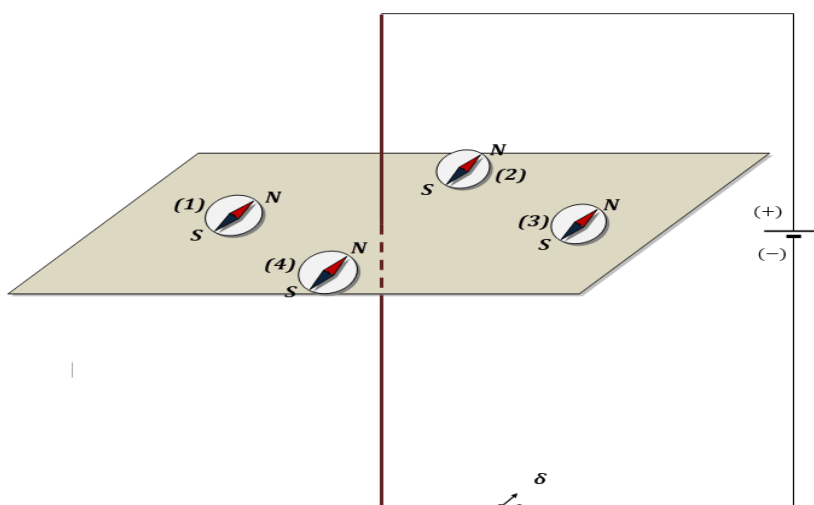
Παράλληλα προς τον αγωγό (1) και σε απόσταση $0,4 \text{ m}$ από αυτόν, τοποθετούμε άλλον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό (2) μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από αντίρροπο συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I_2 = 4 \text{ A}$.

4.2 Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσο Μ της απόστασης ανάμεσα στους δύο αγωγούς.

4.3. Να βρείτε που πρέπει να τοποθετηθεί τρίτος ρευματοφόρος αγωγός παράλληλα στους (1) και (2) ώστε να μην δέχεται μαγνητική δύναμη Laplace από αυτούς.



2) Πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, βρίσκονται τέσσερις πυξίδες, με τις μαγνητικές τους βελόνες προσανατολισμένες από το μαγνητικό πεδίο της Γης. Τα κέντρα των πυξίδων σχηματίζουν τετράγωνο. Ένας κατακόρυφος μεταλλικός αγωγός, τρυπάει το οριζόντιο επίπεδο, στο σημείο τομής των διαγωνίων του τετραγώνου.



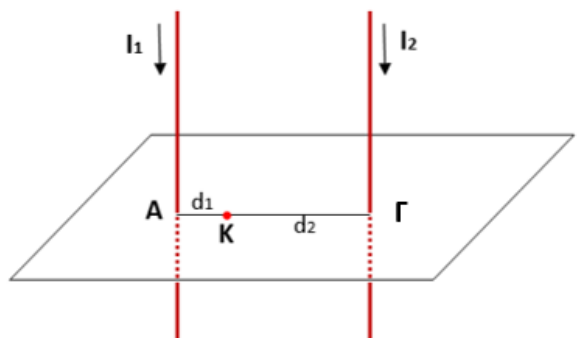
Τα άκρα του αγωγού συνδέονται με την ηλεκτρική πηγή που φαίνεται στο σχήμα, μέσω διακόπτη δ , που είναι αρχικά ανοικτός. Γνωρίζουμε πως, όταν κλείνουμε τον διακόπτη δ , οι μαγνητικές βελόνες των πυξίδων επηρεάζονται κυρίως από το μαγνητικό πεδίο του ρευματοφόρου αγωγού, που τέμνει το επίπεδο. Γνωρίζουμε επίσης ότι αυτό το μαγνητικό πεδίο είναι πολύ ισχυρότερο σε σύγκριση με το μαγνητικό πεδίο της Γης. Έτσι, περιμένουμε ότι, σε σχέση με την αρχική τους θέση, θα περιστραφούν γύρω από τον άξονά τους, οι μαγνητικές βελόνες, των πυξίδων:

(α) (1) και (3).

(β) (2) και (4).

(γ) (2), (3) και (4).

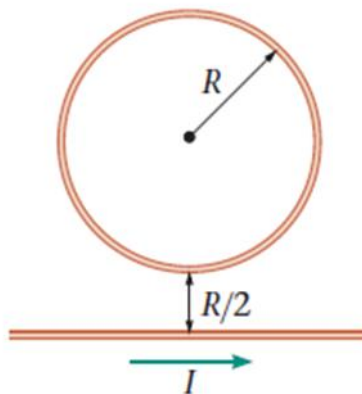
3) Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) απείρου μήκους διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα έντασης I_1 και I_2 όπως φαίνονται στο σχήμα, με λόγο $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{3}$. Οι αγωγοί είναι κάθετοι σε οριζόντιο επίπεδο και διέρχονται από τα σημεία Α και Γ αντίστοιχα, τα οποία απέχουν απόσταση d :



Η ένταση του μαγνητικού πεδίου των δύο αγωγών σε ένα σημείο Κ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΓ, είναι ίση με μηδέν. Τα μήκη (ΑΚ) και (ΓΚ) αντίστοιχα είναι ίσα με:

(α) $(AK) = \frac{d}{4}$ & $(\Gamma K) = \frac{3d}{4}$, **(β)** $(AK) = \frac{d}{3}$ & $(\Gamma K) = \frac{2d}{3}$, **(γ)** $(AK) = \frac{3d}{4}$ & $(\Gamma K) = \frac{d}{4}$

4) Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μεγάλου μήκους τοποθετείται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο με κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό ακτίνας R , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με φορά προς τα δεξιά. Για να είναι το συνολικό μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του κυκλικού αγωγού ίσο με μηδέν, θα πρέπει το ρεύμα που τον διαρρέει να έχει φορά



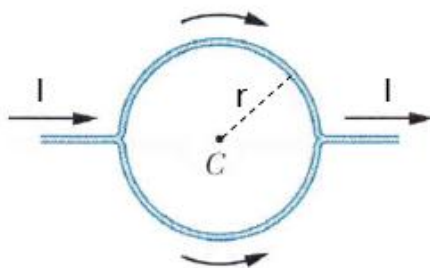
(α) δεξιόστροφη και μέτρο $I_1 = \frac{2I}{3\pi}$.

(β) αριστερόστροφη και μέτρο $I_1 = \frac{I}{2\pi}$.

(γ) δεξιόστροφη και μέτρο $I_1 = \frac{2I}{\pi}$.

5) Ένας ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης I και διαχωρίζεται σε δύο ημικύκλια ίδιας ακτίνας r και ίδιου εμβαδού διατομής S , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το υλικό κατασκευής των αγωγών είναι το ίδιο στα δύο ημικύκλια. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που

δημιουργούν οι δύο ημικυκλικοί αγωγοί ακτίνας r στο κέντρο C του κυκλικού βρόχου που σχηματίζεται, έχει μέτρο

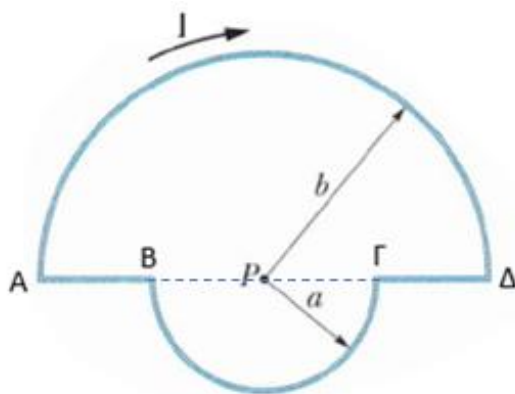


(α) $B_C = \frac{\mu_0 I}{2r}$

(β) $B_C = \frac{\mu_0 I}{4r}$

(γ) $B_C = 0$

6) Ο κλειστός βρόχος του παρακάτω σχήματος αποτελείται από 2 ευθύγραμμους αγωγούς ΑΒ και ΓΔ που ανήκουν στην ίδια ευθεία που διέρχεται από το σημείο Ρ και δύο ημικύκλια με ακτίνες a και b , τα οποία έχουν κοινό κέντρο το σημείο Ρ. Ο βρόχος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και οι ακτίνες των ημικυκλίων συνδέονται με την σχέση $b = 2a$. Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν τα δύο ημικύκλια στο σημείο Ρ έχει μέτρο



(α) $B_P = \frac{\mu_0 I}{8a}$

(β) $B_P = \frac{3\mu_0 I}{8a}$

(γ) $B_P = \frac{\mu_0 I}{2b}$

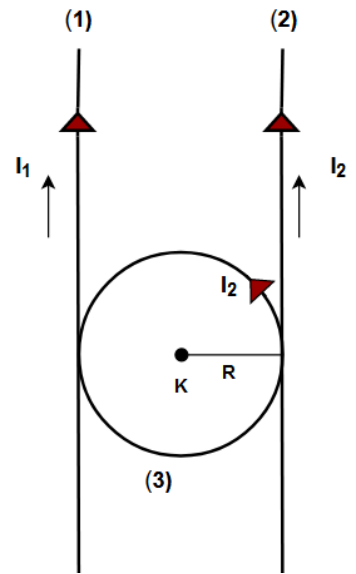
7) Κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα $I_1 = 0,1A$ και δημιουργεί μαγνητικό πεδίο έντασης B_1 στο κέντρο του Κ. Θετικό φορτίο q περιστρέφεται γύρω από το ίδιο κέντρο Κ, στο ίδιο επίπεδο με τον κυκλικό αγωγό, σε κυκλική τροχιά διπλάσιας ακτίνας από εκείνη του κυκλικού αγωγού. Μετράμε την συνολική ένταση των μαγνητικών πεδίων στο Κ και την βρίσκουμε μηδενική.

(α) Η φορά κίνησης του φορτίου είναι ίδια με την φορά κίνησης του ρεύματος I_1 και το φορτίο έχει τιμή $q = 4 \cdot 10^{-3} C$.

(β) Η φορά κίνησης του φορτίου είναι αντίθετη με την φορά κίνησης του ρεύματος I_1 και το φορτίο έχει τιμή $q = 2 \cdot 10^{-3} C$.

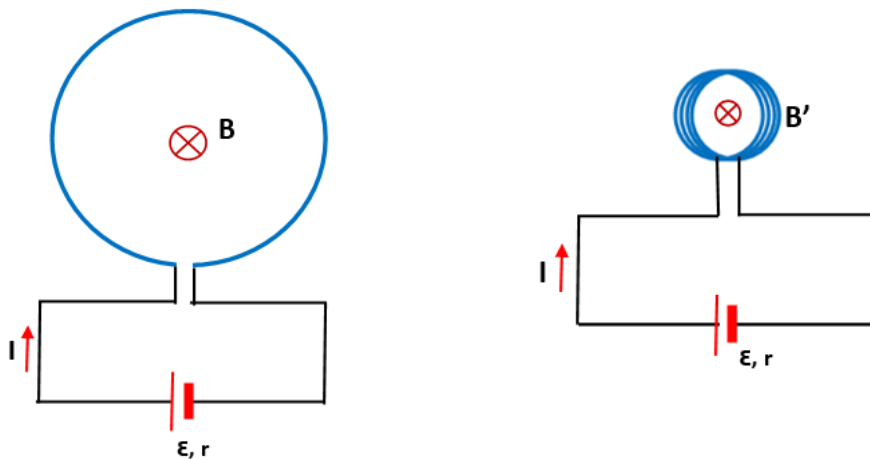
(γ) Η φορά κίνησης του φορτίου είναι αντίθετη με την φορά κίνησης του ρεύματος I_1 και το φορτίο έχει τιμή $q = 4 \cdot 10^{-3} C$.

8) Δύο παράλληλοι και ευθύγραμμοι αγωγοί (1) και (2) πολύ μεγάλου μήκους διαρρέονται από ρεύματα εντάσεως I_1 και I_2 αντίστοιχα. Ένας ανεξάρτητος κυκλικός αγωγός (3) ακτίνας R που βρίσκεται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα εντάσεως I_2 και τοποθετείται εφαπτόμενος στους δύο αγωγούς όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιος πρέπει να είναι ο λόγος $\frac{I_1}{I_2}$ των τιμών της έντασης των ηλεκτρικών ρευμάτων έτσι ώστε η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού να είναι μηδέν.



(α) $\frac{I_1}{I_2} = 1$, (β) $\frac{I_1}{I_2} = 1 + \pi$, (γ) $\frac{I_1}{I_2} = 2 - \pi$

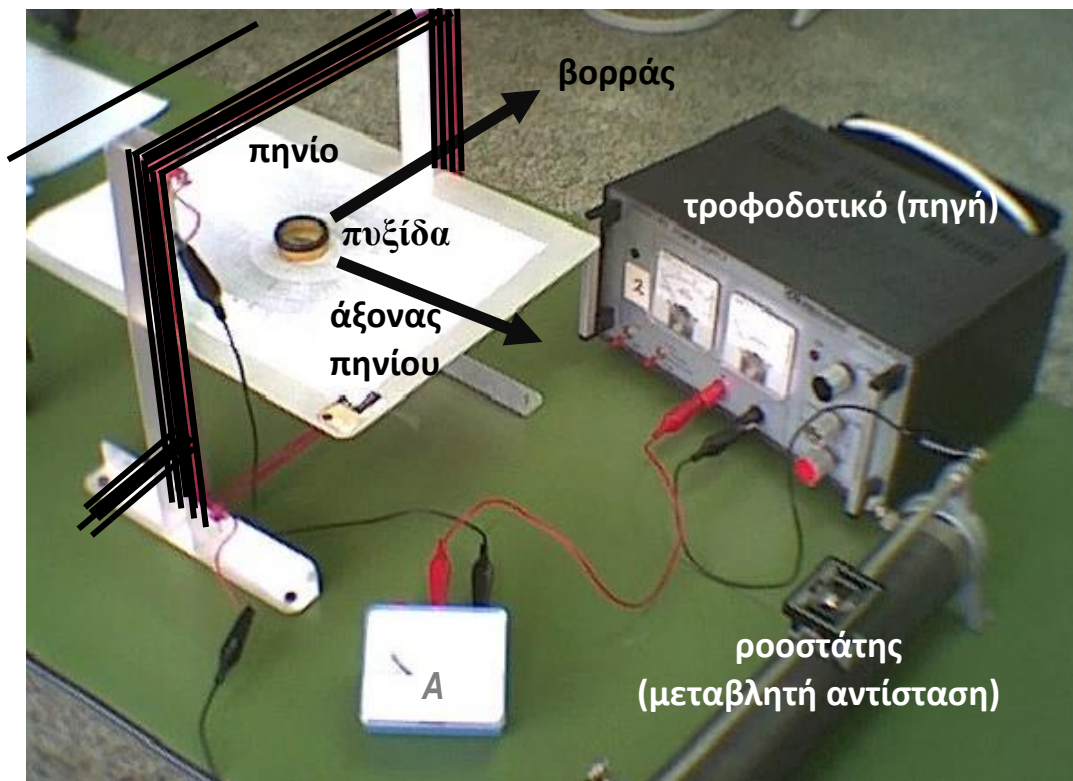
9) Στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του σχολείου εκτελούμε το ακόλουθο πείραμα: Έχουμε έναν κυκλικό αγωγό με περιφέρεια μήκους L . Σε κάποιο σημείο κόβουμε τον αγωγό και στα σημεία τομής εφαρμόζουμε σταθερή τάση V , με την βοήθεια γεννήτριας συνεχούς ρεύματος ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E}$ και εσωτερικής αντίστασης r . Μετράμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού και την βρίσκουμε να έχει τιμή B .



Στη συνέχεια, το ίδιο σύρμα το τυλίγουμε έτσι ώστε να φτιάξουμε ένα κυκλικό πλαίσιο (όχι σωληνοειδές) με N όμοιες σπείρες και στα άκρα του συνδέουμε την ίδια πηγή ($\mathcal{E}$, r) όπως πριν και κάνουμε και πάλι μέτρηση της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου πλαισίου. Η μετρούμενη νέα ένταση θα είναι B' :

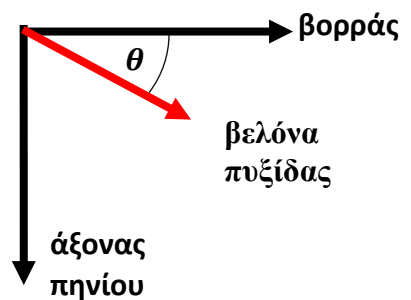
(α) $\frac{N}{B}$, (β) $N^2 B$, (γ) $\frac{B}{N^2}$

10) Στην παρακάτω πειραματική διάταξη, στο κέντρο του πηνίου το μαγνητικό πεδίο δίνεται



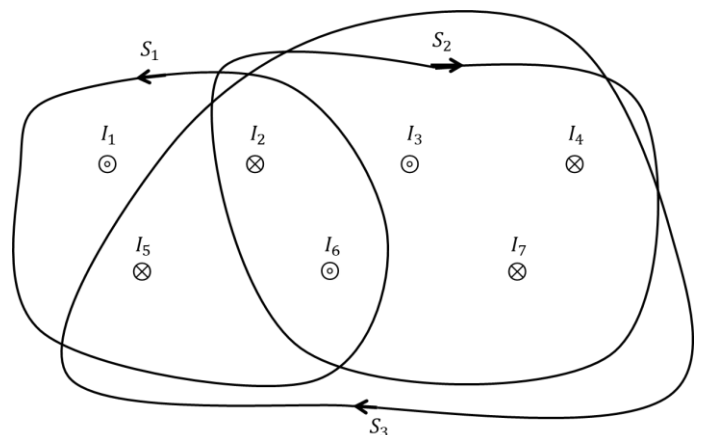
κατά προσέγγιση από τον τύπο για το κέντρο κυκλικού αγωγού, ενώ ο άξονας του πηνίου είναι κάθετος στον άξονα γεωγραφικού βορρά-νότου. Όταν ο διακόπτης του τροφοδοτικού είναι ανοιχτός (δεν περνάει ρεύμα από το κύκλωμα) η πυξίδα δείχνει προς τον γεωγραφικό βορρά (0°) με πολύ καλή προσέγγιση.

Κλείνοντας τον διακόπτη και αλλάζοντας την αντίσταση του κυκλώματος (μέσω του ροοστάτη) η βελόνα της πυξίδας αλλάζει κατεύθυνση, σχηματίζοντας γωνία θ με την κατεύθυνση του βορρά. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου της Γης θα είναι ίση με την ένταση του μαγνητικού πεδίου (στο κέντρο) του πηνίου όταν η γωνία θ είναι ίση με



(α) 0° , (β) 45° , (γ) 90°

11) Επτά σύρματα που διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = I_3 = I_6 = 2\text{ A}$ και $I_2 = I_4 = I_5 = I_7 = 1\text{ A}$ κόβουν κάθετα τη σελίδα στα σημεία και με τις φορές που φαίνονται στο σχήμα. Τα ρεύματα με το σύμβολο $\odot$ έχουν φορά προς τον αναγνώστη ενώ στα σύρματα με το σύμβολο $\otimes$ έχουν φορά από τον αναγνώστη προς



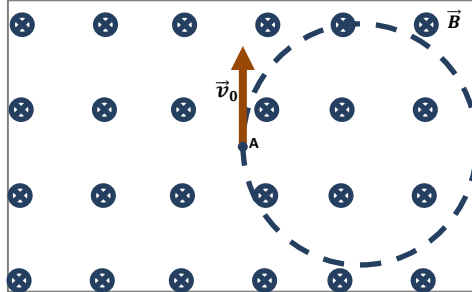
τη σελίδα. Το άθροισμα των γινομένων $B \cdot d\ell \cdot \sin\theta$ είναι ίσο με μηδέν στην κλειστή διαδρομή:

(α) S_1

(β) S_2

(γ) S_3

12) Φορτισμένο σωματίδιο μάζας 10^{-10} kg εκτοξεύεται από το σημείο A μαγνητικού πεδίου με αρχική ταχύτητα $5 \times 10^4 \text{ m/s}$ κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση όπως στο σχήμα.



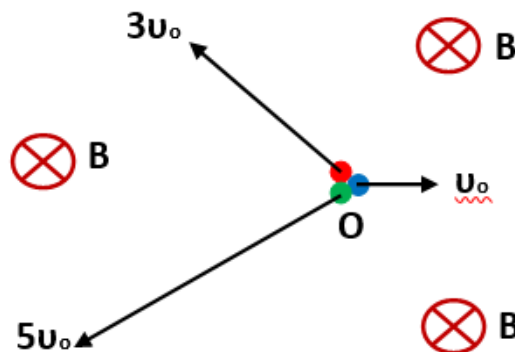
4.1. Να εξετάσετε αν το σωματίδιο έχει θετικό ή αρνητικό φορτίο.

4.2. Αν $B = 1 \text{ T}$, και η ακτίνα της τροχιάς είναι $0,2 \text{ m}$, να υπολογίσετε το φορτίο του σωματιδίου.

4.3. Αφού αντιγράψετε το σχήμα στο γραπτό σας, να σχεδιάσετε σε αυτό την τροχιά που θα ακολουθούσε ίδιο σωματίδιο, το οποίο θα εκτοξευόταν από το σημείο A με την μισή αρχική ταχύτητα και σε αντίθετη κατεύθυνση (προς τα κάτω).

4.4. Για το αρχικό σωματίδιο, να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται, από τη στιγμή της εκτόξευσής του, για να διαγράψει ένα τεταρτοκύκλιο, και τη μέση δύναμη που του ασκείται στο ίδιο χρονικό διάστημα από το μαγνητικό πεδίο.

13) Τρεις πυρήνες Ηλίου (${}^4_2\text{He}$) Α, Β και Γ, εκτοξεύονται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, ταυτόχρονα από το ίδιο σημείο Ο, προς διαφορετικές κατευθύνσεις.



Οι ταχύτητές τους είναι κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Ο πρώτος πυρήνας εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου $v_1 = v_0$, ο δεύτερος με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 3 \cdot v_0$ και ο τρίτος με ταχύτητα μέτρου $v_3 = 5 \cdot v_0$. Και οι 3 πυρήνες εκτελούν κυκλικές τροχιές ακτινών R_A , R_B και R_Γ . Για τους τρεις πυρήνες ισχύει:

(α) Ο πυρήνας Α περνά πρώτος από το σημείο εκτόξευσης Ο ενώ ο Γ τελευταίος και είναι $R_A > R_B > R_\Gamma$.

(β) Ο πυρήνας Γ περνά πρώτος από το σημείο εκτόξευσης Ο ενώ ο Α τελευταίος και είναι $R_A = R_B = R_\Gamma$.

(γ) Και οι τρεις πυρήνες περνούν ταυτόχρονα από το Ο και είναι $R_A < R_B < R_\Gamma$.

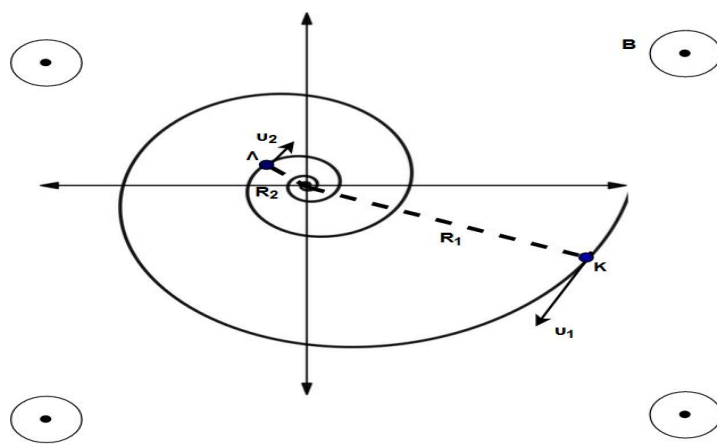
14) Η εικόνα δεξιά¹ δείχνει μία φωτογραφία του ίχνους της σπειροειδούς κίνησης ηλεκτρονίου σε θάλαμο φυσαλίδων. Ο θάλαμος φυσαλίδων είναι μία μορφή ανιχνευτή σωματιδίων που περιέχει κάποιο πολύ αραιό υγρό. Μέσα σε αυτόν, τα σωματίδια εκτρέπονται από την ευθύγραμμη κίνηση με την βοήθεια μαγνητικού πεδίου. Στην περίπτωση της φωτογραφίας το μαγνητικό πεδίο έχει διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας. Καθώς τα σωματίδια κινούνται στον θάλαμο φυσαλίδων, τους ασκείται τριβή, η οποία προκαλεί μείωση της ταχύτητάς τους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση:



- (α) Το μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και η πορεία του ηλεκτρονίου είναι από το κέντρο της σπείρας προς τα έξω.
 (β) Το μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και η πορεία του ηλεκτρονίου είναι από το κέντρο της σπείρας προς τα έξω.
 (γ) Το μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και η πορεία του ηλεκτρονίου είναι από τα έξω προς το κέντρο της σπείρας.

15) Ένα πρωτόνιο, μάζας m και φορτίου q , κινείται δια μέσου ενός αερίου εντός μαγνητικού πεδίου. Η ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου έχει το μέτρο της σταθερό και είναι κάθετη στο επίπεδο της κίνησης του πρωτονίου. Η ακτίνα καμπυλότητας της τροχιάς του μειώνεται, όπως απεικονίζεται στο σχήμα. Στη φωτογραφία της τροχιάς που ακολουθεί το κινούμενο σωματίδιο έχουν σημειωθεί τα σημεία Κ και Λ, με ακτίνες R_1 και R_2 αντίστοιχα. Αυτό συμβαίνει γιατί εκτός από τη δύναμη Lorentz ασκείται πάνω στο πρωτόνιο και μια δύναμη αντίστασης, αναγκάζοντάς το να χάνει ενέργεια (και ταχύτητα). Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του πρωτονίου καθώς αυτό κινείται από το σημείο Κ προς το σημείο Λ είναι:

$$(α) \frac{B^2 q^2 (R_2^2 - R_1^2)}{2m} \quad , \quad (β) \frac{B^2 q^2 (R_2^2 - R_1^2)}{m} \quad , \quad (γ) \frac{B q^2 (R_2^2 - R_1^2)}{2m}$$

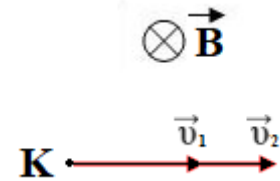


¹ <https://media.cheggcdn.com/media%2F8e2%2F8e235a2a-2d3a-4380-9bda-e619cf6f2a4b%2Fimage>

16) Σωματίδιο Α μάζας m_A και φορτίου $5q$ και σωματίδιο Β μάζας m_B και φορτίου q , επιταχύνονται από την κατάσταση της ηρεμίας με τη βοήθεια διαφοράς δυναμικού ΔV , και κατόπιν αποκλίνουν με τη βοήθεια ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου διαγράφοντας ημικυκλικές τροχιές. Οι ακτίνες των ημικυκλικών αυτών τροχιών είναι R και $3R$ αντίστοιχα. Η διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στην ταχύτητα των σωματιδίων. Ο λόγος των μαζών των δύο σωματιδίων Α και Β είναι:

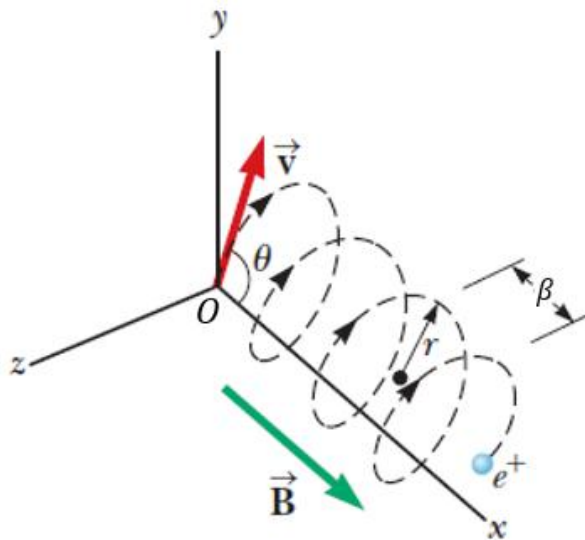
(α) $\frac{m_A}{m_B} = \frac{9}{5}$, (β) $\frac{m_A}{m_B} = \frac{5}{9}$, (γ) $\frac{m_A}{m_B} = \frac{5}{3}$

17) Από ένα σημείο Κ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, εκτοξεύεται ένα θετικό ιόν Α με μάζα m_A και ηλεκτρικό φορτίο q_A και ένα αρνητικό ιόν Β με μάζα $m_B = 2m_A$ και ηλεκτρικό φορτίο q_B , όπου $|q_B| = 2|q_A|$. Το ιόν Α εκτοξεύεται με ταχύτητα $\vec{v}_1$, ενώ το ιόν Β με ταχύτητα $\vec{v}_2$, των οποίων τα μέτρα συνδέονται με τη σχέση $v_2 = 1,5v_1$. Αν οι ακτίνες και οι περίοδοι της κυκλικής κίνησης των δύο ιόντων Α και Β είναι R_1, T_1 και R_2, T_2 αντίστοιχα, τότε σε χρόνο $t = \frac{T_1}{2}$, η απόσταση d , των δύο ιόντων μεταξύ τους είναι:



(α) $d = 0,5R_1$, (β) $d = 2R_1$, (γ) $d = 5R_1$

18) Ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B έχει κατεύθυνση κατά μήκος του θετικού ημιάξονα Ox . Ένα ποζιτρόνιο e^+ (σωματίδιο που έχει ίδια μάζα με το ηλεκτρόνιο και αντίθετο φορτίο) κινείται με ταχύτητα $\vec{v}$ και εισέρχεται στο πεδίο κατά μήκος μιας κατεύθυνσης που σχηματίζει γωνία θ με τον ημιάξονα Ox . Για την γωνία θ ισχύει ότι $\varepsilon\phi\theta = 2$. Η κίνηση του σωματιδίου είναι ελικοειδής όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αν η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς είναι $r = 2\text{cm}$, τότε το βήμα β της έλικας είναι



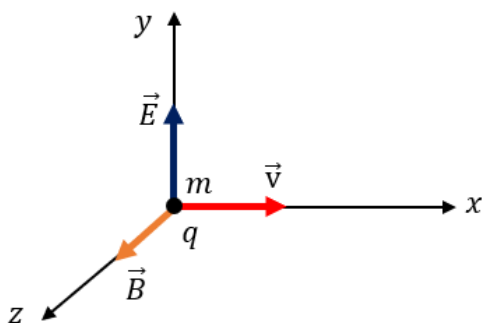
(α) $\pi \text{ cm}$ (β) $2\pi \text{ cm}$ (γ) $\frac{\pi}{2} \text{ cm}$

19) Ένα σωματίδιο φορτίου q κινείται προς τα δεξιά, όπως φαίνεται στο σχήμα. Εισέρχεται σε περιοχή όπου συνυπάρχουν ομογενές ηλεκτρικό και ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται από παράλληλες, αντίθετα φορτισμένες μεταλλικές πλάκες. Για να μπορέσει το σωματίδιο να περάσει μέσα από την περιοχή των δύο πεδίων χωρίς απόκλιση, θα πρέπει το μαγνητικό πεδίο να έχει κατεύθυνση

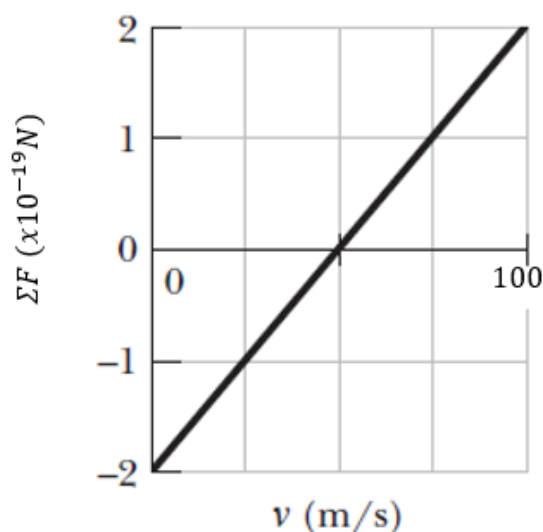


- (α) προς το επάνω μέρος της σελίδας.
- (β) προς τα έξω (φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη).
- (γ) προς τα μέσα (φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα).

20) Ένα ιόν με φορτίο $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ και μάζα $m = 6 \cdot 10^{-24} \text{kg}$ εκτοξεύεται με ταχύτητα $\vec{v}$ στην θετική κατεύθυνση του άξονα $x'x$. Στον χώρο υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$ έχει την κατεύθυνση του θετικού άξονα $y'y$. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ είναι κάθετη στην ταχύτητα και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (επόμενο σχήμα).



Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει τη συνολική δύναμη ΣF που ασκείται στο ιόν ως συνάρτηση του μέτρου της ταχύτητας εκτόξευσης v . Να θεωρήσετε ότι στο ιόν ασκούνται μόνο δύο δυνάμεις, η ηλεκτρική και η μαγνητική. Να υπολογίσετε



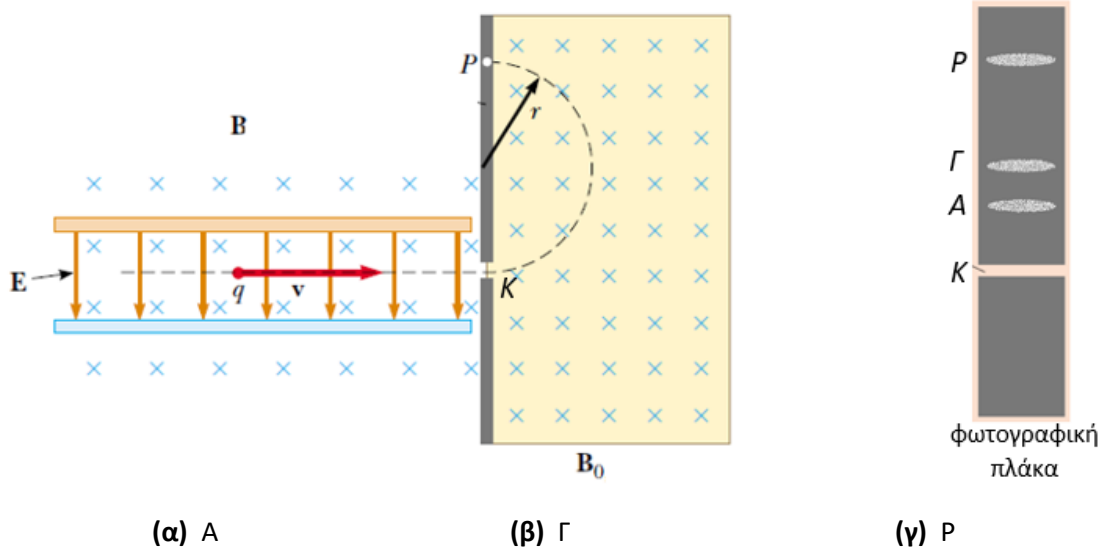
4.1. το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου,

4.2. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου,

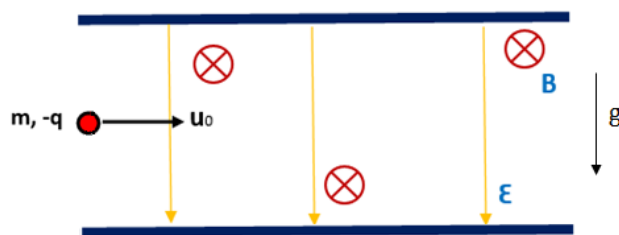
4.3. την απόσταση που διανύει το ιόν σε χρονικό διάστημα ίσο με $\Delta t = 10^{-3} \text{ s}$ αν εκτοξευτεί με ταχύτητα $v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

4.4. Κάποια χρονική στιγμή καταργείται το ηλεκτρικό πεδίο. Το ιόν εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου v_2 και αποκτά στροφορμή με μέτρο $L = 9 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το ιόν και το μέτρο της ταχύτητας εκτόξευσης.

21) Δέσμη σωματιδίων που περιέχει τρία είδη φορτισμένων σωματιδίων εισέρχεται σε έναν φασματογράφο μάζας όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Τα σωματίδια έχουν την ίδια ταχύτητα (στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η τροχιά ενός από τα τρία είδη σωματιδίων). Η ταινία που υπάρχει στο δεξιό μέρος του σχήματος αποτελεί τμήμα της φωτογραφικής πλάκας του φασματογράφου και δείχνει τα σημεία A, Γ, P στα οποία χτυπούν τα σωματίδια στον ανιχνευτή (γκρι περιοχές). Το σωματίδιο που έχει την μεγαλύτερη τιμή στο πηλίκο μάζας προς φορτίο $\frac{m}{q}$ είναι αυτό που χτυπάει στο σημείο



22) Σε χώρο όπου συνυπάρχουν Ομογενές Ηλεκτρικό και Ομογενές Μαγνητικό Πεδίο, με τις δυναμικές τους γραμμές κάθετες μεταξύ τους, εισέρχεται σωματίδιο μάζας $m = 100 \text{ g}$ και φορτίου $q = -20 \text{ mC}$, κινούμενο με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (βλ. σχήμα).



Η ταχύτητα σχηματίζει ορθές γωνίες με τις εντάσεις των πεδίων.

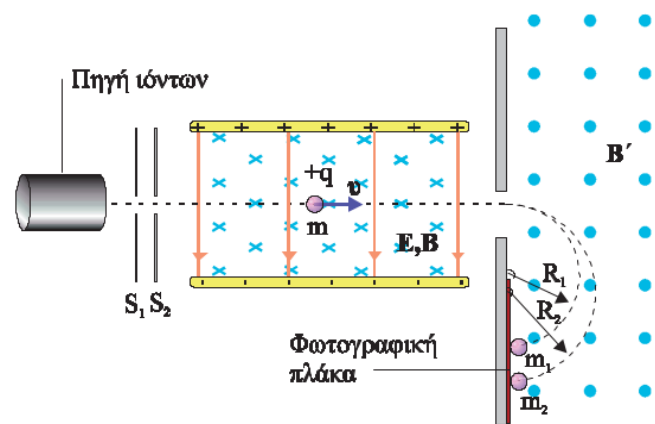
Δίνονται $E = 50 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, $B = 2 \text{ T}$ και $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Για έναν εξωτερικό παρατηρητή η κίνηση του σωματίου είναι:

- (α) ευθύγραμμη ομαλή,
- (β) ομαλή κυκλική,
- (γ) παραβολική με φορά προς τα κάτω.

23) Ο φασματογράφος μάζας του Bainbridge χρησιμοποιεί ένα φίλτρο ταχυτήτων για την παραγωγή δέσμης ιόντων με την ίδια ταχύτητα.

Μονοσθενή ιόντα Νέον εκπέμπονται από την πηγή και περνούν μέσα από τις σχισμές S_1 και S_2 σχηματίζοντας μια λεπτή δέσμη. Στη συνέχεια τα ιόντα περνούν μέσα από ένα φίλτρο ταχυτήτων με πεδία $\vec{E}$ και $\vec{B}$. Τα ιόντα που έχουν κατάλληλη ταχύτητα $\vec{v}$ δεν εκτρέπονται από την ευθύγραμμη πορεία τους και εισέρχονται στο ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$, κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Το μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ αναγκάζει τα ιόντα να κινηθούν σε ημικυκλική τροχιά, ακτίνας R , μέχρι να πέσουν πάνω σε μια φωτογραφική πλάκα. Από το ίχνος που αφήνουν στη φωτογραφική πλάκα μας είναι γνωστή η ακτίνα της τροχιάς που διέγραψαν. Το χημικό στοιχείο Νέον έχει δύο είδη ατόμων με γραμμοατομικές μάζες $M_1 = 20 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ και $M_2 = 22 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ αντίστοιχα. Θεωρούμε ότι η μάζα του ατόμου Νέον είναι ίση με τη μάζα του αντίστοιχου ιόντος του. Τα δύο είδη ιόντων Νέον διαγράφουν στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ ημικυκλικές τροχιές ακτίνων R_1 και R_2 αντίστοιχα. Ο λόγος $\frac{R_2}{R_1}$ είναι ίσος με:

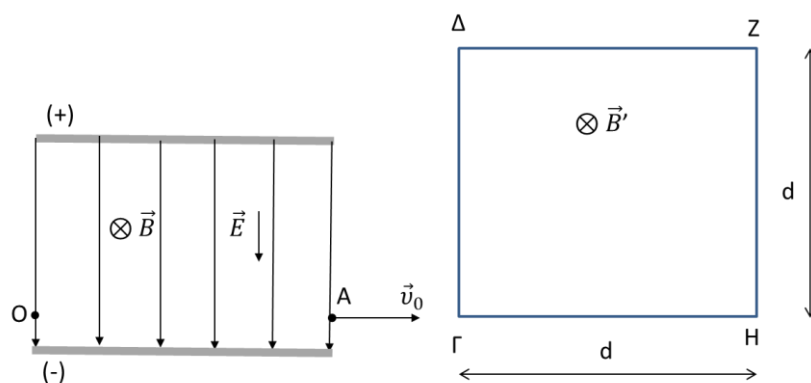


(α) 1,1

(β) 2,2

(γ) 3,3

24) Στο φίλτρο ταχυτήτων του παρακάτω σχήματος η ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου



έχει μέτρο $E = 200 \frac{V}{m}$ και η ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B = 10^{-2} T$. Από το σημείο Ο του φίλτρου ταχυτήτων εκτοξεύονται μονοσθενή θετικά ιόντα. Τα ιόντα που εξέρχονται από το σημείο Α έχουν ταχύτητα $\vec{v}_0$ κάθετη στις δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων και δεν έχουν εκτραπεί από την ευθύγραμμη πορεία τους.

Μετά το φίλτρο ταχυτήτων υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$, μέτρου $B' = 2 \cdot 10^{-2} T$ και τετραγωνικής διατομής με πλευρά $d = 20 mm$. Τα ιόντα που βγαίνουν από το φίλτρο ταχυτήτων με ταχύτητα $\vec{v}_0$ μπαίνουν κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}'$. Η είσοδός τους γίνεται από το σημείο Γ, εφαπτομενικά στη ΓΔ και η έξοδος τους από το σημείο Δ, εφαπτομενικά στη ΔΖ. Να θεωρήσετε ότι η κίνηση των ιόντων δεν επηρεάζεται από αντιστάσεις, ούτε από το βαρυτικό πεδίο και να υπολογίσετε:

4.1. Την ταχύτητα με την οποία εκτοξεύεται από το σημείο Ο κάθε ιόν που φτάνει στο σημείο Α έχοντας ταχύτητα $\vec{v}_0$.

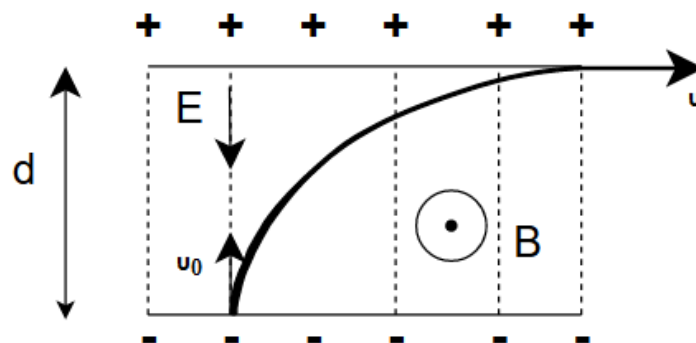
4.2. Τη μάζα κάθε ιόντος και το χρονικό διάστημα της κίνησής του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$.

4.3. Τη μεταβολή της ορμής και τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας κάθε ιόντος κατά την κίνησή του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$.

Χωρίς να αλλάξουμε το εύρος του πεδίου και την κατεύθυνση της έντασης μεταβάλλουμε το μέτρο της από B' σε B'' . Παρατηρούμε ότι τα ιόντα που βγαίνουν από το φίλτρο ταχυτήτων με ταχύτητα $\vec{v}_0$ και μπαίνουν κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}''$ από το σημείο Γ, εφαπτομενικά στη ΓΔ, εξέρχονται από το σημείο Ζ, εφαπτομενικά στη ΖΗ.

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο B'' της έντασης του μαγνητικού πεδίου, το χρονικό διάστημα της κίνησης κάθε ιόντος μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}''$ και τη στροφορμή κάθε ιόντος κατά την κίνηση του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}''$ ως προς τον άξονα περιστροφής του.

25) Τα ομογενή πεδία $\vec{E}$ και $\vec{B}$ απεικονίζονται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και συνυπάρχουν στην ίδια περιοχή. Είναι κάθετα μεταξύ τους. Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-11} Kg$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = 10^{-6} C$ μπαίνει από την αρνητική πλάκα με ταχύτητα $v_0 = 4 \cdot 10^3 \frac{m}{s}$ η οποία είναι κάθετη στην ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ και ταυτόχρονα παράλληλη με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μέτρου $E = 10^3 \frac{V}{m}$. Η κίνηση του σωματιδίου πραγματοποιείται στον χώρο των πεδίων και τελικά βγαίνει από το χώρο αυτό σε θέση όπου εφάπτεται οριζόντια η ταχύτητά του $\vec{v}$ στη θετική πλάκα. Δίνεται ότι η απόσταση μεταξύ των πλακών είναι: $d = 6 cm$.



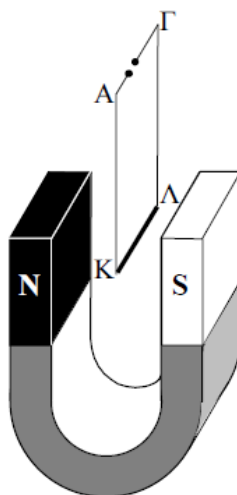
4.1. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που οφείλονται στο ηλεκτρικό αλλά και στο μαγνητικό πεδίο σε μια ενδιάμεση θέση της τροχιάς που ακολουθεί το φορτίο.

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του φορτισμένου σωματιδίου τη στιγμή που εξέρχεται από το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο.

4.3. Να υπολογίσετε τότε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του από τη θέση που εισέρχεται έως και τη θέση εξόδου του φορτισμένου σωματιδίου.

4.4. Γιατί η τροχιά του σωματιδίου δεν είναι παραβολική ; Να θεωρηθεί ότι είναι γνωστό, ότι για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει η συνολική δύναμη $\sum \vec{F}$ να είναι σταθερή κατά μέτρο και διεύθυνση και κάθετη στην αρχική ταχύτητα του σώματος.

26) Στο εργαστήριο φυσικών επιστημών έχουμε δημιουργήσει την παρακάτω διάταξη με στόχο να υπολογίσουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται μεταξύ των πόλων ενός πεταλοειδή μαγνήτη. Το πεδίο αυτό θεωρείται ομογενές. Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός ΚΛ με μήκος $L = 5\text{cm}$, μάζα $m = 1\text{g}$ και αντίσταση $R = 3\Omega$ κρέμεται από δύο αγώγιμα σύρματα ΑΚ και ΑΓ αμελητέας μάζας. Οι δυνάμεις που ασκούν τα σύρματα ΑΚ και ΑΓ στον μεταλλικό αγωγό θεωρούνται αμελητέες. Τα σημεία Α και Γ συνδέονται με γεννήτρια του εργαστηρίου, στην οθόνη της οποίας μπορούμε να δούμε την τάση εξόδου.

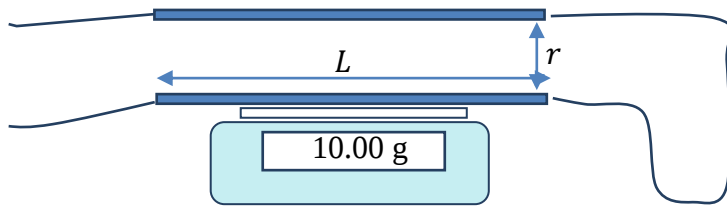


Ο αγωγός ΚΛ τοποθετείται εξ ολοκλήρου στο εσωτερικό του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από τον πεταλοειδή μαγνήτη. Ρυθμίζουμε την τάση (τιμή και πολικότητα) ώστε ο αγωγός να ισορροπήσει σε οριζόντια θέση, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και παρατηρούμε ότι η ένδειξη στην οθόνη

της γεννήτριας είναι $V = 20V$. Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο $g = 10 \frac{m}{s^2}$ και το μαγνητικό πεδίο της Γης θεωρείται αμελητέο, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

- (α) $B = 0,02T$, (β) $B = 0,03T$, (γ) $B = 0,04T$

27)

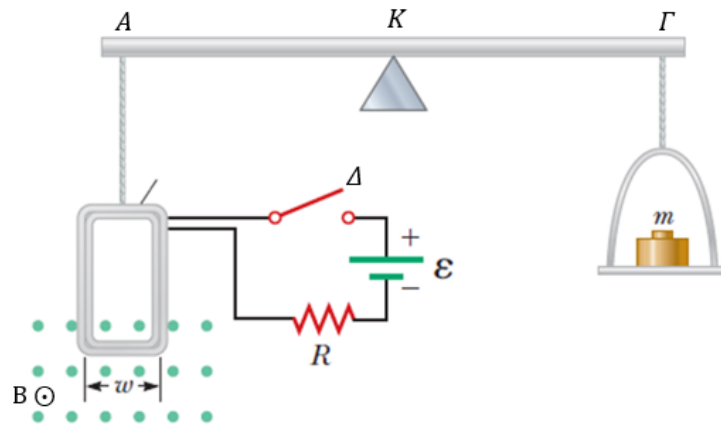


Μεταλλική ράβδος μήκους $L = 0,5 m$ τοποθετείται πάνω σε ψηφιακό ζυγό σχολικού εργαστηρίου, ώστε η ένδειξη του ζυγού να είναι ίση με τη μάζα της ράβδου $m = 10,00 g$. Η ράβδος είναι συνδεδεμένη με πολύ ελαφριά καλώδια

με άλλη ράβδο, στερεωμένη όπως φαίνεται στο σχήμα ώστε η απόσταση των δύο ράβδων είναι $r = 1 cm$. Στη συγκεκριμένη άσκηση θεωρούμε $g = 10 m/s^2$. Κάποια στιγμή ρεύμα αρχίζει να διαρρέει το σύστημα.

- 4.1. Εξηγήστε αν η ένδειξη του ζυγού θα αυξηθεί ή θα μειωθεί.
- 4.2. Γράψτε την εξίσωση που συνδέει την ένδειξη του ζυγού με τη μάζα και τη δύναμη Laplace ανάμεσα στους αγωγούς.
- 4.3. Η ένταση του ρεύματος δεν είναι σταθερή, αλλά δίνεται από την εξίσωση $I = 0,1 + 0,1t$ όπου το t είναι σε s και το I σε ampere. Γράψτε την εξίσωση που δίνει την ένδειξη του ζυγού σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- 4.4. Υπολογίστε σε πόσο χρόνο θα περιμέναμε η ένδειξη του ζυγού να αυξηθεί κατά 10 % σε σχέση με την αρχική της τιμή. Σχολιάστε αν αυτό είναι ένα ρεαλιστικό ενδεχόμενο.

28) Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη σχηματική αναπαράσταση μιας συσκευής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση μαγνητικών πεδίων. Ένα ορθογώνιο συρμάτινο πλαίσιο αμελητέας αντίστασης αποτελείται από $N = 50$ σπείρες και έχει πλάτος $w = 5cm$. Το πλαίσιο είναι αναρτημένο στον ένα βραχίονα ενός ζυγού στο σημείο Α και αιωρείται μεταξύ των πόλων ενός μαγνήτη. Ο βραχίονας έχει αμελητέα μάζα. Στο σημείο Γ είναι αναρτημένος ο δίσκος του ζυγού. Το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές και κάθετο στο κατακόρυφο επίπεδο του πλαισίου. Η ηλεκτρική πηγή είναι ιδανική με ΗΕΔ $\mathcal{E} = 3V$ και ο αντιστάτης έχει ωμική αντίσταση $R = 10\Omega$. Όταν το ρεύμα στο πλαίσιο είναι μηδέν, το σύστημα ισορροπεί και το στήριγμα στο σημείο Κ βρίσκεται στο μέσο της απόστασης ΑΓ. Όταν ο διακόπτης Δ είναι κλειστός και το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα, πρέπει να προστεθεί μια μάζα $m = 20g$ στον δίσκο στη δεξιά πλευρά για να ισορροπήσει και πάλι το σύστημα χωρίς να μετακινηθεί ο βραχίονας. Αν δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει μέτρο $g = 10 \frac{m}{s^2}$, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου B είναι

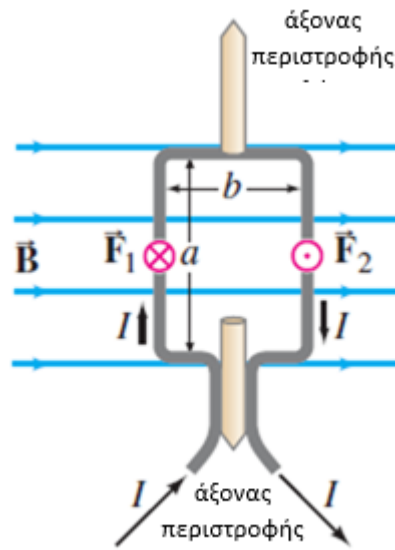


(α) $B = \frac{4}{15} \text{ T}$

(β) $B = \frac{2}{5} \text{ T}$

(γ) $B = \frac{1}{4} \text{ T}$

29) Όταν ένα ηλεκτρικό ρεύμα ρέει σε έναν κλειστό συρμάτινο βρόχο που τοποθετείται σε ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο, η μαγνητική δύναμη στα φορτία μπορεί να παράγει μια ροπή. Αυτή είναι η αρχή πίσω από μια σειρά από σημαντικές συσκευές μετρήσεων, συμπεριλαμβανομένων των αναλογικών βολτόμετρων και αμπερομέτρων. Το ορθογώνιο πλαίσιο του παρακάτω σχήματος αποτελείται από N σπείρες και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I . Κάθε σπείρα έχει διαστάσεις a , b . Το πλαίσιο βρίσκεται στο εσωτερικό ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα. Το μέτρο της ροπής που δέχεται το ορθογώνιο πλαίσιο όταν το επίπεδό του είναι παράλληλο με τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές είναι

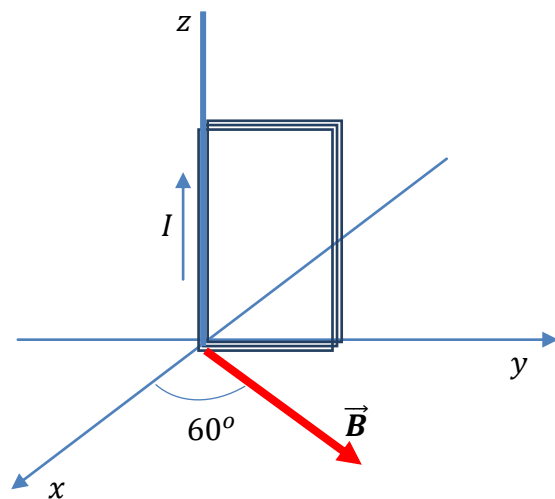


(α) $\tau = NBIab$

(β) $\tau = NBIa^2$

(γ) $\tau = NBIb^2$

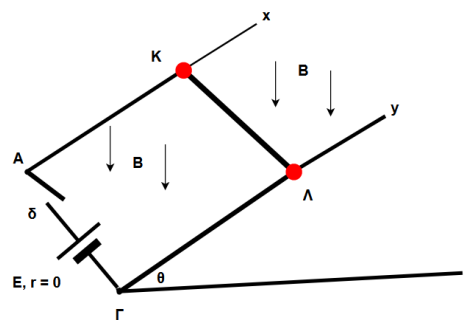
30) Στο σχήμα φαίνεται ένα ορθογώνιο πλαίσιο το οποίο έχει 10 σπείρες, διαστάσεις $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 0,2\text{ A}$, ενώ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,5\text{ T}$. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου σχηματίζει γωνία 60° με τον άξονα x όπως στο σχήμα. Το πλαίσιο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που συμπίπτει με τον άξονα z (αριστερή κατακόρυφη πλευρά του πλαισίου). Στην άσκηση αυτή θα υπολογίσετε τη ροπή που ασκείται στο πλαίσιο γύρω



από τον άξονα περιστροφής και οφείλεται αποκλειστικά στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

- 4.1. Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκείται σε μία από τις οριζόντιες πλευρές του πλαισίου.
- 4.2. Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκείται σε μία από τις κατακόρυφες πλευρές του πλαισίου.
- 4.3. Να προσδιορίσετε τη συνισταμένη ροπή στο πλαίσιο.
- 4.4. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του πλαισίου και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

31) Θεωρούμε δύο όμοιες μεταλλικές ράβδους Ax και Γy τις οποίες στερεώνουμε έτσι ώστε να είναι μεταξύ τους παράλληλες, να απέχουν η μία από την άλλη κατά $AG = l$ και να ορίζουν κεκλιμένο επίπεδο $xAGy$ με γωνία κλίσης $\theta = \frac{\pi}{4}$. Στο κάτω μέρος (A και Γ) των ράβδων συνδέεται ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη E και εσωτερική αντίσταση $r = 0$, ενώ στον κλάδο περιλαμβάνεται και διακόπτης δ ο οποίος αρχικά είναι ανοικτός. Σε δύο ψηλότερα σημεία K και Λ πάνω στις ράβδους Ax και Γy αντίστοιχα, τέτοια ώστε $AK = \Gamma\Lambda$, υπάρχουν δύο μικρά μεταλλικά εμπόδια τα οποία εμποδίζουν την ολίσθηση μιας μεταλλικής πρισματικής ράβδου P που είναι τοποθετημένη εκεί.



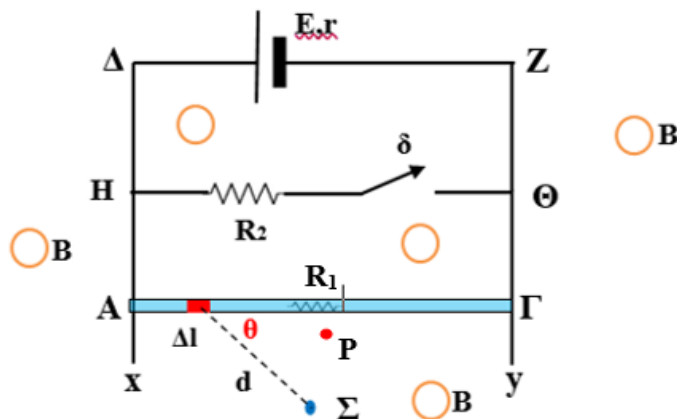
Η ράβδος έχει αντίσταση R και μήκος l και μπορεί να κινηθεί κατά μήκος των Ax και Γy χωρίς τριβές. Στο χώρο υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B με φορά προς τα κάτω.

Να θεωρήσετε ως δεδομένο ότι οι ράβδοι Ax και Γy έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας στο χώρο αυτό. Επίσης $\eta\mu\theta = \sigma\eta\nu\theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$

Μόλις κλείσουμε τον διακόπτη (δ) παρατηρούμε ότι η ράβδος ισορροπεί παρότι αφαιρούμε τα εμπόδια. Για να συμβαίνει αυτό η μάζα m της ράβδου θα είναι:

$$(\alpha) m = \frac{BEL}{gR} \quad , \quad (\beta) m = \frac{BEL}{2gR} \quad , \quad (\gamma) m = \frac{3BEL}{gR}$$

32) Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο με τον αγωγό ΑΓ, μάζας m , να μπορεί να κινηθεί κατακόρυφα, διατηρώντας τον οριζόντιο προσανατολισμό του και παραμένοντας σε επαφή με τους αγωγούς Δχ και Ζγ, που δεν παρουσιάζουν ωμικές αντιστάσεις.



Ο αγωγός ΑΓ έχει μήκος $L = 2\text{m}$ και αντίσταση $R_1 = 20\Omega$, ίση με αυτήν του αντιστάτη στον κλάδο ΗΘ ($R_2 = 20\Omega$). Για την πηγή που τροφοδοτεί το κύκλωμα, είναι $\mathcal{E} = 44\text{V}$ και $r = 2\Omega$. Το κύκλωμα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 1\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο κατακόρυφο επίπεδο του κυκλώματος. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.

4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα του αγωγού ΑΓ και την φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου B , ώστε ο αγωγός να αιωρείται ακίνητος.

Κλείνουμε τον διακόπτη δ.

4.2. Θα κινηθεί ο αγωγός; Αν ναι, σε ποια κατεύθυνση θα κινηθεί;

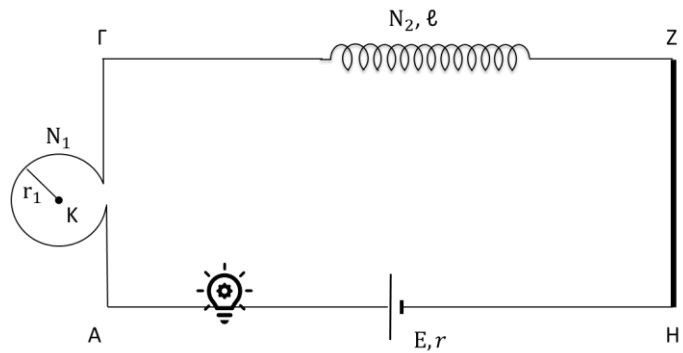
Ένα σημείο Σ απέχει απόσταση $d = 5\text{cm}$ από ένα στοιχειώδες τμήμα του αγωγού ΑΓ μήκους $\Delta l = 1\text{mm}$. Η γωνία θ μεταξύ των Δl και d δίνεται $\theta = 30^\circ$:

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το τμήμα Δl στο σημείο Σ, όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Ρ το οποίο απέχει από τον αγωγό ΑΓ απόσταση $x = 0,02\text{mm}$ όπως φαίνεται στο σχήμα, αν θεωρήσουμε ότι ο αγωγός ΑΓ έχει πολύ μεγάλο μήκος σε σχέση με την απόσταση x .

Δίνονται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ και $g = 10\text{m/s}^2$

33) Στο κύκλωμα του σχήματος ο λαμπτήρας έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας «20W, 10V», ο κυκλικός αγωγός έχει $N_1 = 10$ σπείρες, ακτίνα $r_1 = 10\text{cm}$ και αντίσταση $R_1 = 2\Omega$, το σωληνοειδές έχει $N_2 = 1000$ σπείρες, με ακτίνα σπειρών $r_2 = 1\text{cm}$, μήκος $\ell = 20\text{cm}$ και αντίσταση $R_2 = 5\Omega$, ο ευθύγραμμος αγωγός ZH έχει αντίσταση $R_3 = 2\Omega$ και η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ $E = 30\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση r . Η αντίσταση των υπόλοιπων καλωδίων είναι αμελητέα. Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα έχει σταθερή ένταση και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά. Να υπολογίσετε:

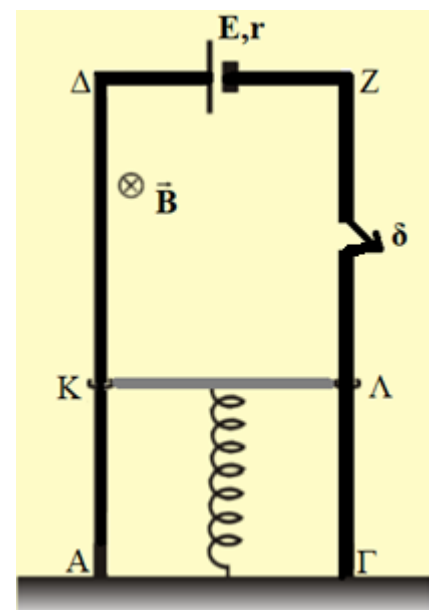


4.1. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, την αντίσταση του λαμπτήρα και την εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής.

4.2. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του κυκλικού αγωγού στο κέντρο του Κ, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς στο κέντρο του και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού σε σημείο που απέχει από το μέσο του Μ απόσταση $r_3 = 1\text{cm}$. Να θεωρήσετε ότι το μήκος του ευθύγραμμου αγωγού είναι πολύ μεγαλύτερο από r_3 και ότι κάθε ένα από τα πεδία των αγωγών δεν επηρεάζεται από τα υπόλοιπα.

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται.

34) Η ομογενής ράβδος ΚΛ έχει μάζα m , μήκος $L = 0,5\text{m}$ και ωμική αντίσταση $R = 4\Omega$. Η ράβδος ΚΛ είναι δυνατόν να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τους λείους κατακόρυφους αγωγούς ΑΔ και ΓΖ παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς. Οι αγωγοί ΑΔ και ΓΖ δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση ενώ τα κάτω άκρα τους Α και Γ είναι στερεωμένα, μέσω μονωτικών επαφών στο έδαφος. Τα άκρα Δ και Ζ συνδέονται με ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ $E = 10\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1\Omega$. Στο χώρο του συστήματος υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$, με οριζόντιες δυναμικές γραμμές και φορά όπως στο σχήμα. Η ράβδος ΚΛ είναι προσδεμένη στο μέσο της σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100\text{N/m}$ με το κάτω άκρο του ελατηρίου να είναι μονωμένο και στερεωμένο ακλόνητα στο έδαφος. Η ράβδος ΚΛ ισορροπεί ακίνητη στη θέση αυτή που φαίνεται στο σχήμα με το ελατήριο να είναι συμπιεσμένο κατά $\Delta l = 8\text{cm}$ από



το φυσικό του μήκος, ενώ ο διακόπτης δ είναι κλειστός.

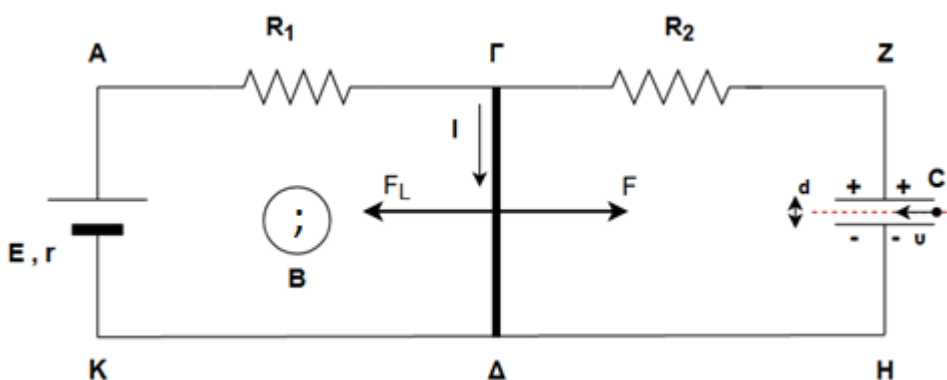
4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα m της ράβδου ΚΛ.

4.2. Κάποια χρονική στιγμή που τη θεωρούμε $t = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη δ, οπότε η ράβδος ΚΛ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε την απόσταση που θα διανύσει η ράβδος ΚΛ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{\pi}{10} \text{ s}$ από το άνοιγμα του διακόπτη δ.

Να θεωρήσετε ως θετική φορά της ταλάντωσης της ράβδου ΚΛ, τη φορά προς τα πάνω.

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

35) Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί ΑΖ και ΚΗ απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1 \text{ m}$. Το τμήμα ΑΓ έχει αντίσταση $R_1 = 32 \Omega$ και το τμήμα ΓΖ έχει αντίσταση R_2 . Τα άκρα Α και Κ συνδέονται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r = 3 \Omega$ ενώ τα άκρα Ζ και Η συνδέονται με πυκνωτή χωρητικότητας $C = 2 \mu\text{F}$. Ένας άλλος αγωγός ΓΔ, με μήκος $L = 1 \text{ m}$ έχει αντίσταση $R_{\Gamma\Delta} = 80 \Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας κάθετος και σε επαφή στα σημεία Γ και Δ με τους οριζόντιους αγωγούς ΑΖ και ΚΗ. Ο αγωγός ΓΔ ισορροπεί καθώς ασκούμε στο μέσο του αγωγού σταθερή δύναμη μέτρου F η οποία είναι κάθετη στον αγωγό και η διεύθυνσή της ανήκει στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί ΑΖ και ΚΗ. Αυτό συμβαίνει αφού έχει σταθεροποιηθεί η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα μετά από αρκετό χρόνο. Το ηλεκτρικό φορτίο που έχει αποθηκευτεί τότε στον πυκνωτή είναι $Q = 160 \mu\text{C}$. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Το μέτρο της έντασης είναι $B = 0,5 \text{ T}$.



4.1. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στα άκρα του αγωγού ΓΔ.

4.2. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη E της ηλεκτρικής πηγής.

4.3. Να βρεθεί η φορά των δυναμικών γραμμών του ομογενούς μαγνητικού πεδίου και το μέτρο της εξωτερικής δύναμης F για να διατηρείται ακίνητη η ράβδος.

Στη συνέχεια ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε θέση όπου συνυπάρχουν το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή και το ομογενές μαγνητικό πεδίο όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Η ταχύτητά του $\vec{v}$ είναι οριζόντια και κάθετη στις δυναμικές γραμμές και των δύο πεδίων. Το μέτρο της ταχύτητας είναι: $v = 10^4 \frac{m}{s}$.

4.4. Ποιο πρέπει να είναι το είδος του ηλεκτρικού φορτίου του σωματιδίου που εισέρχεται στην περιοχή των δύο μεταλλικών πλακών (πυκνωτής), έτσι ώστε να διέρχεται ανεπηρέαστα από αυτές; Να υπολογίσετε την κατακόρυφη απόσταση d μεταξύ των μεταλλικών πλακών του πυκνωτή για να συμβαίνει αυτό.